GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
ACUAES AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA SA
UNIÓN EUROPEA

REF. CRONOLÓGICA:
05/2020

Clave DGA:
06.329-615/2111

Clave ACUAES:
ACE/314.05/19/PROY/01

ACTUACIÓN: "Saneamiento y depuración de los municipios de la cuenca del río Guadiaro"

PROYECTO:

Proyecto de construcción saneamiento y depuración de los municipios de la cuenca alta del río Guadiaro. EDAR y colectores en El Colmenar (Málaga)



TOMO 1 DE 7

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA Y ANEJOS DEL 0 AL 8

DIRECCIÓN DEL PROYECTO: D. Nicolás Gutiérrez Carmona, I.C.C.P.

EMPRESA CONSULTORA: IDOM

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO: D. Fernando J. Trujillo Díez, I.C.C.P.

Una manera de hacer Europa

ESTE PROYECTO, COFINANCIADO POR EL FONDO EUROPEO DE DESARROLLO REGIONAL FEDER 2014-2020, DENTRO DEL PROGRAMA OPERATIVO PLURIRREGIONAL DE ESPAÑA (POPE), CONTRIBUYE A LA CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

TOMO 1

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

ANEJO Nº0 FICHA TÉCNICA
ANEJO Nº1 ANÁLISIS SITUACIÓN ACTUAL
ANEJO Nº2 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA
ANEJO Nº3 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
ANEJO Nº4 CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA E INUNDABILIDAD
ANEJO Nº5 ESTUDIO DE POBLACIÓN CAUDALES Y CARGAS
ANEJO Nº6 ESTUDIO ALTERNATIVAS
ANEJO Nº7 TRAZADO
ANEJO Nº8 CÁLCULOS HIDRÁULICOS Y FUNCIONAMIENTO

TOMO 2

ANEJO Nº9 CÁLCULOS MECÁNICOS Y ESTRUCTURALES
ANEJO Nº10 CÁLCULOS ELÉCTRICOS INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
ANEJO Nº11 SSAA Y REPOSICIONES
ANEJO Nº12 EXPROPIACIONES

TOMO 3

ANEJO Nº13 INTEGRACIÓN AMBIENTAL

TOMO 4

ANEJO Nº14 SEGURIDAD Y SALUD
ANEJO Nº15 GESTIÓN RCD
ANEJO Nº16 ESTUDIO COSTES EXPLOTACIÓN
ANEJO Nº17 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
ANEJO Nº18 PLAN DE OBRAS
ANEJO Nº19 PRESUPUESTO CONOCIMIENTO ADMINISTRACIÓN
ANEJO Nº20 CONTROL DE CALIDAD

TOMO 5

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

1. PLANOS GENERALES
2. COLECTORES
3. EBAR
4. CAMINO DE ACCESO
5. CONEXIÓN A SISTEMAS GENERALES
6. EDAR. PLANOS GENERALES
7. EDAR. RECINTOS
8. EDAR. EDIFICIO INSTALACIONES
9. EDAR. EDIFICIO DE CONTROL
10. EDAR. ELECTRICIDAD
11. EDAR. INSTRUMENTACIÓN, CONTROL Y PCI
12. SERVICIOS AFECTADOS

TOMO 6

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

TOMO 7

DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO

MEDICIONES

CUADROS DE PRECIOS

PRESUPUESTO GENERAL

RESUMEN DE PRESUPUESTO

MEMORIA

ÍNDICE

1. HOJA DE IDENTIFICACIÓN 5
2. ANTECEDENTES 7
2.1. Antecedentes administrativos 7
2.2. Antecedentes técnicos 8
3. OBJETO DEL PROYECTO 9
4. NORMAS Y REFERENCIAS 10
4.1. DISPOSICIONES GENERALES 10
4.2. LEGISLACIÓN AMBIENTAL 10
4.3. LEGISLACIÓN DE CALIDAD DE AGUAS 11
4.4. LEGISLACIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS 11
4.5. NORMATIVA DE ESTRUCTURAS, EDIFICACIÓN E INSTALACIONES INDUSTRIALES 12
4.6. NORMATIVA DE CARRETERAS Y VIALES 12
4.7. LEGISLACIÓN ELÉCTRICA 12
5. SITUACIÓN ACTUAL 12
6. ESTUDIOS PREVIOS REALIZADOS Y CONDICIONANTES BÁSICOS 14
6.1. Cartografía y topografía 14
6.2. Geología y geotecnia 14
6.3. Climatología 17
6.4. Hidrología 18
6.5. Inundabilidad 20
6.6. Campaña de aforos y analíticas 22
6.7. Población, caudales y cargas 23
6.8. Efectos sísmicos 24
7. RESULTADOS A OBTENER Y CARACTERÍSTICAS DEL EFLUENTE TRATADO 25
8. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA 26
8.1. Alternativas ubicación edar y agrupación de vertidos 26
8.1.1 Alternativa 1 27
8.1.2 Alternativa 2 28
8.2. Alternativas procesos de depuración y tratamiento de fangos 28
8.3. Solución finalmente adoptada 33
9. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS 34
9.1. Agrupación de vertidos y emisarios 36
9.1.1 Colectores 36
9.1.1.1 Emisario de vertido a cauce 38
9.1.1.2 Secciones tipo de zanja para instalación de tuberías 39
9.1.1.3 Pozos de registro y resalto 39
9.1.2 Estación de Bombeo 40

9.2. Estación depuradora de aguas residuales 42
9.2.1 Procesos que componen la EDAR 42
9.2.2 Descripción detallada de los procesos 46
9.2.2.1 Obra de llegada y bypass general 46
9.2.2.2 Tanque de homogeneización 47
9.2.2.3 Desbaste 48
9.2.2.4 Desarenado y desengrasado 49
9.2.2.5 Alivio exceso caudal tratamiento y reparto de caudal a tratamiento primario 51
9.2.2.6 Decantación primaria 51
9.2.2.7 Arqueta bombeo: impulsión carga lecho 52
9.2.2.8 Lecho bacteriano 52
9.2.2.9 Decantación secundaria 55
9.2.2.10 Desinfección del efluente 55
9.2.2.11 Bombeo de purga del fango 56
9.2.2.12 Espesamiento del fango 56
9.2.2.13 Deshidratación del fango 57
9.3. Elementos auxiliares 58
9.3.1 Desodorización 58
9.3.2 Vaciados 58
9.3.3 Bombeo aguas de servicio o uso industrial 59
9.3.4 Protección contra incendios 59
9.3.5 Evacuación y drenaje de cuencas externas 59
9.3.6 Red de drenaje interior 60
9.3.7 Particularidades en la línea piezométrica 60
9.4. Urbanización y edificación 61
9.5. Caminos de acceso a EDAR y EBAR 63
9.6. Conexión exterior para suministro de agua potable 65
9.7. Instalaciones electricas, automatización y control 66
9.7.1 Acometidas eléctricas 66
9.7.1.1 EDAR 66
9.7.1.2 EBAR Colmenar 67
9.7.2 Instalación eléctrica MT EDAR 67
9.7.3 Centro de transformación EDAR 68
9.7.4 Centro de transformación EBAR 69
9.7.5 Instalación eléctrica en BT 69
9.7.5.1 Armario General de Distribución EDAR y EBARs. 69
9.7.5.2 Cuadro de mando y protección de motores EDAR y EBARs. 70
9.7.5.3 Batería de condensadores EDAR 71
9.7.5.4 Batería de condensadores EBAR 71

9.7.5.5 Líneas de alimentación EDAR y EBARs 71
9.7.5.6 Alumbrado general. 72
9.7.5.7 Alumbrado de emergencia. 72
9.7.5.8 Empalmes y derivaciones 73
9.7.5.9 Instalación general de tierras 73
9.7.5.10 Climatización EDAR 73
9.7.6 Automatización y Control 73
10. EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS 75
10.1. Expropiaciones 75
10.2. Servicios afectados 76
11. TRAMITACIÓN AMBIENTAL Y DE SALUD 77
12. GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN 82
13. SEGURIDAD Y SALUD 82
14. CONTROL DE CALIDAD 83
15. PLAZOS DE EJECUCIÓN DE LA OBRA Y GARANTÍA 83
15.1. Plazo de ejecución de las obras 83
15.2. Plazo de garantía 85
16. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA 85
17. CÓDIGO CPV 85
18. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS APLICABLE 85
19. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA 86
20. PRESUPUESTO 87
20.1. Presupuesto de ejecución material 87
20.2. Presupuesto base de licitación 88
20.3. Presupuesto para conocimiento de la administración 89
21. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO 90
22. CONCLUSIÓN 91

1. HOJA DE IDENTIFICACIÓN

Título:	Proyecto de construcción saneamiento y depuración de los municipios de la cuenca alta del río Guadiaro. **EDAR y colectores en El Colmenar (Málaga)**
Clave ACUAES:	ACE/314.05/19/PROY/01
Clave MITECOyRD:	06.329-615/2111
Tipo:	Proyecto de construcción
Localización geográfica:	Provincia de Málaga (T.M. Cortes de la Frontera)
Cliente:	ACUAES
Dirección:	C/ Agustín de Betancourt, 25- 4ª planta, 28003 Madrid
Tel:	915 98 62 70
Fax:	915 35 05 02
Director del contrato de Consultoría:	D. Nicolás Gutierrez Carmona Ing. de Caminos C. y P., Colegiado Nº 12.901
Autor del Proyecto:	D. Fernando José Trujillo Díez. Ing. de Caminos C. y P. Colegiado Nº 17.007
Equipo responsable de la redacción, verificación, revisión y validación	
Topografía	Topografía SUR2001 S.L.
Geología y Geotecnia	Marta Martín Martín (ICCP), Eva Anguís Izquierdo (Lcda. Geología) (Prospecciones realizadas por Geoxauen, S.L., geofísica realizada por Gama Geofísica, S.L.)
Cálculos climatológicos, hidrológicos e inundabilidad	Carlos Antonio Moreno Valderrama (ITOP)
Estudios de población, dotaciones, caudales y cargas	Fernando José Trujillo Díez (ICCP), Camen González Moreno (ICCP) (Campañas aforos y analíticas realizadas por DBO5, S.L.)
Estudio de alternativas	Fernando José Trujillo Díez (ICCP), Camen González Moreno (ICCP).
Diseño de los procesos y sistemas de tratamiento	Fernando José Trujillo Díez (ICCP), Camen González Moreno (ICCP)
Trazado y explanaciones	Christian Quirós Nebrera (ICCP)

Cálculos hidráulicos	Fernando José Trujillo Díez (ICCP), Carlos Antonio Moreno Valderrama (ITOP)
Cálculos estructurales	María del Rocío Pajuelo Lissen (Ing. Industrial), Benjamín Quintero Orrequia (ICCP)
Cálculos mecánicos	Fernando José Trujillo Díez (ICCP)
Cálculos eléctricos	Miguel Ángel Nimo Fernández (Ing. Téc. Industrial), Javier García Sánchez-Castilla (Ing. Mecánico)
Instrumentación y control	Fernando José Trujillo Díez (ICCP), Javier García Sánchez-Castilla (Ing. Mecánico)
Estudio de Impacto Ambiental	Silvia Luna Vega, (Ingeniero Agrónomo)
Estudio y prospección arqueológica	XERFLON Arqueólogos, S.L.
Gestión de residuos	Silvia Luna Vega, (Ingeniero Agrónomo)
Reposición de servicios	Fernando José Trujillo Díez (ICCP) , José María Cosgaya de los Toyos (ITOP), José Manuel Gómez Retamero (ITI)
Expropiaciones	Christian Quirós Nebrera, (ICCP), José María Cosgaya de los Toyos (ITOP)
Mediciones, presupuestos y especificaciones técnicas	Andrés Gómez Sepúlveda (ITOP), José Manuel Gómez Retamero (ITI)
Estudio de Seguridad y Salud	TÜV-SÜD Iberia
Explotación	Fernando José Trujillo Díez (ICCP)
Delineación	Luis Moreno Pérez, Alejandro Méndez Domínguez, Antonio Moriche Martínez
Empresa Adjudicataria:	IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.L.U.
Dirección:	Glorieta Aníbal González, Edificio Centris II. 41940 Tomares (Sevilla)
Tel:	955600528
Fax:	955600488
Fecha:	Mayo de 2020
Firma:	

D. Fernando José Trujillo Díez
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado Nº 17.007

2. ANTECEDENTES

2.1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

Mediante la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, se declaró de interés general del Estado la actuación "*Saneamiento y depuración de los municipios de la cuenca del río Guadiaro*".

Asimismo, en el Acuerdo de 26 de octubre de 2010 del Consejo de Gobierno, por el que se declaran de interés autonómico de Andalucía las obras destinadas al cumplimiento del objetivo de la calidad de las aguas en Andalucía (Boja de 10 de noviembre de 2010) en cumplimiento de lo establecido en la Ley 9/2010 de Aguas de Andalucía, de 30 de julio, se declaran de interés autonómico las actuaciones de "*EDAR y colectores en Arriate, Benaoján y Montejaque*", "*EDAR y colectores en Atajate, Benadalid y Jimera de Líbar*" y "*EDAR y colectores en Cortes de la Frontera y sus núcleos*".

Por otro lado, la actuación se encuentra incluida en el Anexo C del "*Protocolo General entre el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, actual Ministerio para la Transición Ecológica, y la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía, por el que se definen las líneas a seguir por ambas administraciones para el cumplimiento de la Directiva 91/271/CEE, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía*" firmado el 19 de julio de 2017.

La Entidad Local Autónoma de El Colmenar, perteneciente al municipio de Cortes de la Frontera, incumple la Directiva Europea 91/271/CEE, vertiendo directamente sus aguas residuales al río Guadiaro, sin ser previamente depuradas, al no contar con ningún tipo de tratamiento para ello, por lo que la calidad del vertido no es suficiente para cumplir la Directiva 91/271/CEE.

Así pues, esta actuación tiene el objetivo de dar cumplimiento a dicha directiva, así como al resto de directivas comunitarias aprobadas con posterioridad, incluyendo la Directiva 2000/60/CE y al objetivo de calidad de la masa de agua a la que vierte.

Con fecha 11 de diciembre de 2018, el Director General del Agua del Ministerio para la Transición Ecológica, atendiendo a lo previsto en la cláusula SÉPTIMA del Vigente Convenio de Gestión Directa firmado con la sociedad mercantil estatal Aguas de las Cuencas de España (Acuaes), autorizó a ésta la redacción del proyecto "*Saneamiento y depuración de los municipios de la Cuenca Alta del Río Guadiaro, EDAR y colectores en El Colmenar (Málaga)*".

Finalmente, con fecha 8 de marzo de 2019 la sociedad estatal ACUAES publicó la licitación de los servicios de asistencia técnica para la redacción del proyecto de construcción del saneamiento y depuración de la Cuenca del Río Guadiaro (Málaga), que fue adjudicado a IDOM Consulting, Engineering, Architecture el 26 de junio de 2019, procediéndose a la firma del correspondiente contrato el 24 de julio de 2019.

2.2. ANTECEDENTES TÉCNICOS

A continuación, se relaciona toda aquella documentación de carácter técnico, que ha servido de punto de partida para la redacción del proyecto.

- *Proyecto de saneamiento y depuración de Alto Guadiaro, colectores y EDAR de Cortes de la Frontera y El Colmenar*, que fue redactado por la Junta de Andalucía en agosto de 2005.
- Plan General de Ordenación Urbanística (PGOU) del municipio de Cortes de la Frontera, Aprobado Definitivamente el 28 de julio de 2008.
- Gestiones y consultas realizadas con organismos, administraciones y empresas respecto a servicios e infraestructuras afectadas de su titularidad, tal y como se detallan y adjuntan en el anejo nº11 del presente proyecto.
- Plan Hidrológico de la demarcación hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas. Segundo ciclo de planificación 2015-2021.
- Documentación ambiental elaborada por la Diputación de Málaga y resolución de informe de impacto ambiental, elaborado por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y publicado en BOE el 26 de octubre de 2016, del proyecto construcción de estación depuradora de aguas residuales en El Colmenar.
- Estudio de alternativas del proyecto elaborado por IDOM, presentado a ACUAES en diciembre de 2019 e incluido como *anejo nº6* del presente proyecto.
- Información y documentación facilitada por el Ayuntamiento de Cortes de la Frontera relativa a la ELA de El Colmenar.
- Documentación facilitada por el Consorcio Provincial de Aguas (Diputación de Málaga).

En concreto, la información solicitada al Ayuntamiento de Cortes de la Frontera, del que depende la ELA de El Colmenar, y al Consorcio Provincial del Agua de Málaga ha sido la siguiente:

- Planeamiento vigente (memoria de ordenación, normativa, planos, futuros desarrollos previstos en los próximos 15 años, modificaciones en curso del planeamiento vigente, etc.).
- Número y tipología de industrias existentes actualmente (cárnicas, salazones, talleres, almazaras, etc.) y previsión de instalación de nuevas industrias de este tipo.
- Confirmación de los puntos de vertido existentes y naturaleza de estos (urbano o industrial).
- Existencia de conexiones de agua limpia (fuentes o arroyos entubados) en la red de saneamiento.
- Ordenanza de vertidos.
- Suministro en alta y consumos en baja de agua en los núcleos durante los últimos años, al menos, con carácter mensual, en la máxima serie de años disponible.
- Planos de las redes de saneamiento y abastecimiento actuales del municipio.
- Conocimiento de las redes de servicios existentes en el municipio: telefonía, electricidad, gas y otros servicios, que pudieran verse afectados en la zona del proyecto.
- Cualquier infraestructura planificada en la zona que pudiera interferir con la presente actuación.

3. OBJETO DEL PROYECTO

Es objeto de este proyecto el diseño, definición, medición y valoración económica de las obras de la EDAR y colectores en El Colmenar (Málaga), de acuerdo con los pliegos generales y particulares de la licitación y la legislación vigente en materia de redacción de proyectos y la normativa técnica en vigor. El proyecto comprende:

- Los colectores, tuberías de impulsión y obras complementarias necesarias para la recogida del vertido de aguas residuales del núcleo urbano de El Colmenar, así como su conducción hasta la ubicación prevista para la EDAR.
- EBAR general, en las inmediaciones del río Guadiaro, para impulsar todas las aguas residuales hasta el emplazamiento de la EDAR.
- La EDAR que trata los vertidos anteriormente mencionados, y que se ubicará en el T.M. de Cortes de la Frontera, en las inmediaciones del río Guadiaro y la línea de ff.cc. Bobadilla-Algeciras, a 1 km aproximadamente al oeste del casco urbano.
- El emisario de salida de la EDAR para vertido a cauce público.

Con el desarrollo de esta actuación se pretende conseguir un doble objetivo: por un lado, conducir los vertidos actuales de la localidad hacia la ubicación de una estación depuradora, y por otro, proporcionar a las aguas residuales un tratamiento adecuado para su depuración, de forma que se puedan verter a los cauces públicos conforme a la normativa en vigor.

Para ello, la EDAR contará con un proceso de tratamiento adecuado, definido a partir de la caracterización del vertido (volumen y composición de las aguas a tratar) y con criterios de sencillez, fiabilidad, robustez y economía en la explotación, en cumplimiento de los objetivos de calidad marcados.

4. NORMAS Y REFERENCIAS

Serán de aplicación lo referido a la Normativa vigente en su última redacción y, en general, cuantas prescripciones figuren en las Normas, Instrucciones o Reglamentos oficiales, que guarden relación con las obras del presente proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

A continuación, se resume las principales normativas especificada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares:

4.1. DISPOSICIONES GENERALES

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público (BOE del 9 de noviembre de 2017, que entró en vigor el 9 de marzo de 2018).

4.2. LEGISLACIÓN AMBIENTAL

- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- Real Decreto 11/2016, de 8 de enero, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la demarcación hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación ambiental (BOE nº296, de 11 de diciembre de 2013).
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE n 38, de 13 de febrero de 2008).

4.3. LEGISLACIÓN DE CALIDAD DE AGUAS

- Real Decreto 1290/2012, de 7 de septiembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, y el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 995/2000, de 2 de junio, por el que se fijan objetivos de calidad para determinadas sustancias contaminantes y se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (y modificaciones posteriores).
- Real Decreto 2116/1998, de 2 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.

4.4. LEGISLACIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS

- Orden de 15 de septiembre de 1986 por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones (BOE nº228, de 23 de septiembre de 1986).
- Orden de 28 de julio de 1974 por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de abastecimiento de agua (BOE nº236, de 2 de octubre de 1974).
- Norma UNE-EN 12201: Sistema de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión (PE)
- Norma UNE-EN 13476:2018. Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento enterrado sin presión. Sistemas de canalización de pared estructurada de poli(cloruro) de vinilo) no plastificado (PVC-U), polipropileno (PE).

4.5. NORMATIVA DE ESTRUCTURAS, EDIFICACIÓN E INSTALACIONES INDUSTRIALES

- Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del RITE.
- Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE) (BOE nº149, de 23 de junio de 2011).
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE) (BOE nº203, de 22 de agosto de 2008).
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos. (RC-16).

4.6. NORMATIVA DE CARRETERAS Y VIALES

- Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3/1975), con las modificaciones posteriores.

4.7. LEGISLACIÓN ELÉCTRICA

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. (BOE nº224 de 18 de septiembre de 2002) y modificaciones posteriores recogidas en el Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo.
- Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 (BOE 09.06.14).
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.

5. SITUACIÓN ACTUAL

En El Colmenar existe un único punto de vertido al sur del caso urbano, que descarga directamente al río Guadiaro y recoge el 100% de las aguas residuales. La población permanente actual de El Colmenar asciende a 513 habitantes, presentando un área urbana total de 13 ha. No obstante, existe otro vertido contiguo al anteriormente identificado, que durante la primera campaña permaneció seco, pensándose que podía corresponder a una antigua conducción o a

un desagüe de pluviales de la casa rural contigua. Sin embargo, durante la campaña de invierno la situación era contraria, habiéndose aclarado por parte del Ayuntamiento que ambos tubos proceden de la misma arqueta y se utilizan alternativamente.

Por otro lado, tal y como han confirmado los propios técnicos municipales del Ayuntamiento de Cortes de la Frontera, hasta la fecha no se dispone de ordenanza de vertidos en el municipio.

Respecto a las industrias existentes, según la información proporcionada por el propio Ayuntamiento de Cortes de la Frontera, no constan actualmente industrias significativas en El Colmenar, solo pequeño comercio local, fundamentalmente de restauración y alojamiento rural.



Red de saneamiento de El Colmenar e imagen del punto de vertido PV1.

Además de la ausencia de instalaciones de tratamiento previas al vertido del agua residual al río Guadiaro, la principal incidencia detectada en la red de saneamiento municipal lo constituye el hecho de que en las dos campañas de aforos realizadas en campo se observó agua de dilución, lo cual ha quedado además contrastado a tenor de los resultados obtenidos en cuanto a cargas contaminantes.

En la campaña realizada en verano se observa que, pese a la dilución observada, el caudal medido es ligeramente inferior al esperado, debido a posibles pérdidas en la red de saneamiento o vertidos privados no contabilizados.

En este sentido, cabe destacar que según las indicaciones del propio Ayuntamiento y la inspección llevada a cabo en campo durante las campañas, no existe ninguna fuente o arroyo conectado al saneamiento urbano, por lo que la posible intrusión de agua limpia se debería a filtraciones generales en la propia red de saneamiento por el estado general de la misma.

6. ESTUDIOS PREVIOS REALIZADOS Y CONDICIONANTES BÁSICOS

6.1. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

La cartografía y topografía adoptada para el proyecto ha sido la siguiente:

- Localizador de Información espacial de Andalucía (Line@) del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA) de la Consejería de Economía, Conocimiento, Empresas y Universidad de la Junta de Andalucía.
- Modelo Digital del Terreno (MDT-05), con paso de malla de 5 metros, del Centro Nacional de Información Geográfica.
- Cartografía y Topografía a escala 1:1000 del ámbito del proyecto realizada en enero de 2020. Los trabajos realizados para la redacción del presente proyecto han consistido fundamentalmente en:
    - Enlace con la Red Geodésica Nacional e implantación, observación y cálculo de los vértices que constituyen la Red de Bases de Replanteo. Desde esta red se han tomado datos para el levantamiento topográfico y servirán para el replanteo de la obra.
    - Toma de datos de puntos de levantamiento topográfico para la definición planimétrica y altimétrica para la obtención de la cartografía necesaria para el proyecto.

La superficie final del levantamiento es de 46.885,23 metros cuadrados. Todo el trabajo se ha realizado en el sistema de referencia vigente ETRS-89, coordenadas UTM (huso 30) para las coordenadas en planta (X, Y), y altitudes ortométricas referidas al nivel medio del mar en el mareógrafo de Alicante. Para ello, se ha realizado un apoyo en las estaciones permanentes de la Red Andaluza de Posicionamiento (RAP) de Algeciras, Málaga, Osuna, Ronda y Universidad de Cádiz.

La metodología seguida para la realización de estos trabajos se describe en el *anejo nº2. Cartografía y Topografía* del presente proyecto.

6.2. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

En el *anejo nº3 Geología y geotecnia* se incluye el estudio geológico y geotécnico para la definición de las obras correspondiente a la EDAR y colectores de El Colmenar (Málaga).

Desde el punto de vista geológico, la zona de El Colmenar se encuentra dentro del denominado Complejo de Los Flyschs del Campo de Gibraltar. Desde el punto de vista litológico, predominan

las arcillas, areniscas y calcarenitas, en secuencias rítmicas turbidíticas. La tectónica a la que se han visto sometidos estos depósitos ha sido muy alta y el comportamiento de los sedimentos que lo componen ante ella ha sido muy diferente. Esto se refleja en relaciones estratigráficas algo caóticas, con formaciones sedimentarias de tipo olistostrómico.

Se realizó una campaña geotécnica con el objeto de identificar y caracterizar los distintos niveles geotécnicos, que constó de 2 sondeos mecánicos, 5 calicatas mecánicas y 1 perfil sísmico. Sobre las muestras extraídas en sondeos y calicatas se realizaron ensayos de laboratorio, que se resumen en la siguiente tabla:

MUESTRA		GRANULOMETRIA			LIMITES ATTERBERG			γ_{seca}	ω	PROCTOR			C.B.R		γ_{ap}	Res. Compresión simple (kPa)	Yeso (%)	SO_4 (mg/kg)	ác. Baumann-Gully (ml/kg)	CLASIFICACIÓN		
Muestra	Prof. (m)	# 2 UNE	# 0,40 UNE	# 0,08 UNE	L.L	L.P	I.P.	g/cm^3	g/cm^3	TIPO	γmáx (g/cm^3)	wopt (%)	100%	95%	g/cm^3					AASHTO	Casa-grande	PG-3 (FOM 1382/02)
C1 M15	0,20-1,50	71,0	49,0	22,0	20,60	12,20	8,40										0,0				SC	Tolerable
C2 M16	0,30-2,30	51,0	40,0	23,0	24,90	14,30	10,60										0,0				GC	Seleccionado
C3 M17	0,40-1,00	36,0	29,0	13,0	21,10	15,20	5,80										0,0				GC-GM	Seleccionado
C4 M18	1,00-3,00	67,0	59,0	38,0	26,20	12,60	13,60			M	2,17	7,50	12,40	5,50							GC	Seleccionado
C5 M19	0,20-1,00	84,0	75,0	44,0	22,60	12,40	10,20			M	2,01	10,90	9,10	4,00			0,0				SC	Tolerable
C5 M20	1,00-2,20	82,0	77,0	60,0	39,30	17,10	22,20			M	1,96	12,70	4,90	2,50			0,0				CL	Tolerable
SR-1 (M-51)	3,00-3,50	84,1	77,6	70,6	32,80	21,90	10,90	1,61	21,72						1,96	157		-	-	A-6 (6)	CL	
SR-1 (M-52)	6,50-6,70	98,4	91,9	84,4	38,60	22,30	16,30	1,63	21,97						1,99	199				A-6 (14)	CL	
SR-2 (M-53)	3,00-6,60	100,0	99,8	98,8	52,00	23,10	28,90	1,62	21,89						1,97	148		125,6	-	A-7-6 (32)	CH	
SR-2 (M-54)	7,30-7,70	100,0	99,7	97,7	55,20	23,70	31,50	1,63	22,90						2,00	372		89,8	-	A-7-6 (35)	CH	

Se distinguen las siguientes unidades geotécnicas:

- UG-1. Arenas y gravas arcillosas

Estos suelos se detectan a lo largo de todo el trazado.

Las arcillas se observan en el entorno de la EDAR y la EBAR, recubriendo las calcarenitas de la UG-3.

Las muestras se clasifican como arenas y gravas arcillosas y como suelos tolerables y seleccionados según el PG-3-

- UG-2. Margas y arcillas de consistencia firme -muy firme.

Esta unidad se observa intercalada con las areniscas de la UG-3, en los sondeos de la EBAR y la EDAR.

Se clasifican como arcillas de baja plasticidad en la zona de la EBAR, mientras que en la EDAR su plasticidad es muy elevada y se clasifican como CH, pudiendo presentar además cierto potencial expansivo.

Estos materiales no serán reutilizables por su bajo CBR.

Presentan una consistencia firme pasando a muy firme a partir de 3 m de profundidad.

- UG-3. Areniscas.

Esta unidad se observa como nivel resistente en el fondo de las calicatas o itnercalado con las margas y arcillas de la UG-2.

Esta roca es ripable con tractor de potencia media-alta.

En la siguiente tabla se resumen los parámetros geotécnicos recomendados para las distintas unidades geotécnicas

Parametro	UG-1	UG-2 firme	UG-2 muy firme	UG-3
	-	(N_{SPT}=18)	(N_{SPT}=R)	
Peso específico aparente γ (kN/m^3)	18	20	20	24
Resistencia al corte sin drenaje c_u (kPa)	-	75	100-150	-
Cohesión efectiva c' (kPa)	10	20-25	25-30	-
Ángulo de rozamiento efectivo ϕ' (º)	34-36	20-22	20-22	-
Módulo de deformación drenado E (MPa)	80-100	15-20	20-30	-
Expansividad	Baja	Baja-Media	Baja-Media	-
Agresividad frente al hormigón	No	No	No	-
Excavabilidad	Excavable	Excavable	Excavable	No excavable
Clasificación según Casagrande y PG-3	GC/SC	CL/CH	CL/CH	Roca
	Tolerable/ Seleccionado	Tolerable (no aprovechable)	Tolerable (no aprovechable)	Roca

Parámetros geotécnicos recomendados para las distintas unidades geotécnicas.

La impulsión discurre bajo un camino existente, desde la EBAR hasta la entrada a la EDAR. La profundidad de excavación es del orden de 1.50 m y se ejecutará mediante entibación para minimizar la afección en planta.

La excavación provisional para la ejecución de la EBAR se realizará con un talud 1H/3V. La cimentación de la EBAR se realizará a .50 m de profundidad sobre la UG-2, considerando una tensión admisible de 220 kPa. El nivel freático en esta zona se encuentra a 1.60 m de profundidad.

Las excavaciones provisionales para ejecutar los elementos de la EDAR se realizarán con un talud 1H/3V. Será necesario ejecutar un saneo adicional de 1 m y sustituirlo por suelo adecuado o granular con más del 10% de finos, debido al potencial expansivo que presentan las margas y arcillas de lata plasticidad en esta zona.

Para la explanación de la parcela será necesario realizar un desmonte en el lado oeste, y un relleno en el lado este, con taludes 1H/1V y 2H/1V respectivamente.

La cimentación de los elementos de la EDAR se realizará sobre las margas y arcillas de alta plasticidad, considerándose una tensión neta admisible de 150 kPa

6.3. CLIMATOLOGÍA

Partiendo de los datos climatológicos disponibles en las estaciones meteorológicas existentes en el ámbito del proyecto, solicitados a la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), se han analizado las variables climatológicas más relevantes y se han calculado los índices (fitoclimáticos y no fitoclimáticos) y clasificación climática en el entorno de la obra proyectada:

Para ello, se han seguido las directrices marcadas por la Norma Española UNE 157921 y la Guía para la elaboración de estudios del medio físico, del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2014).

Las principales características del clima en la zona de proyecto son las siguientes:

- Precipitación media anual= 1162,11 mm
- Temperatura media anual = 16,69ºC
- Temperatura media en el mes más frío= 9,7ºC
- Temperatura media en el mes más cálido = 26ºC

Finalmente, y a partir de esta caracterización, se calculado el número de días trabajables útiles en las principales actividades que será necesario desarrollar para la construcción de la obra: hormigonado, explanaciones, mezclas bituminosas, áridos, riegos y tratamientos superficiales, etc.

La selección de estaciones climatológicas, el análisis de los datos climatológicos disponibles, así como el cálculo de los distintos índices y clasificación climática de la zona de proyecto y el número de días trabajables por actividad de obra, se encuentran recogidos en el *anejo 4. Climatología, hidrología e inundabilidad*.

6.4. HIDROLOGÍA

El estudio de las series de datos de precipitaciones máximas mensuales permite conocer, mediante la aplicación de las correspondientes funciones de distribución para cada período de retorno, el valor de la precipitación máxima correspondiente. La metodología seguida puede resumirse en:

- Localización de las estaciones pluviométricas en el ámbito de estudio.
- Relación de los datos obtenidos en cada una de ellas: tratamiento de datos, criterios de selección de estaciones. En el caso de la Cuenca Alta del río Guadiaro, las estaciones seleccionadas fueron las siguientes:

RESUMEN ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL ÁMBITO DEL PROYECTO					
Código de la estación	Denominación	Provincia	Coordenadas		Tipo
			Latitud	Longitud	
6034	Arriate	Málaga	364745	050822W	Termopluviométrica
6035	Benaoján (Cueva de la pileta) (CMA)	Málaga	364111	051701W	Pluviométrica
6039	Cortes de la Frontera (Bañue-los) (CMA)	Málaga	363416	052821W	Pluviométrica
6040	Presa de Buitreras (CMA)	Málaga	363441	052031W	Pluviométrica
6040U	Cortes de la Frontera (El Colmenar)	Málaga	363231	052326W	TermoPluviométrica
6045	Alpandeire	Málaga	363801	051207W	Termopluviométrica
6050	Gaucin	Málaga	363106	051907W	Termopluviométrica

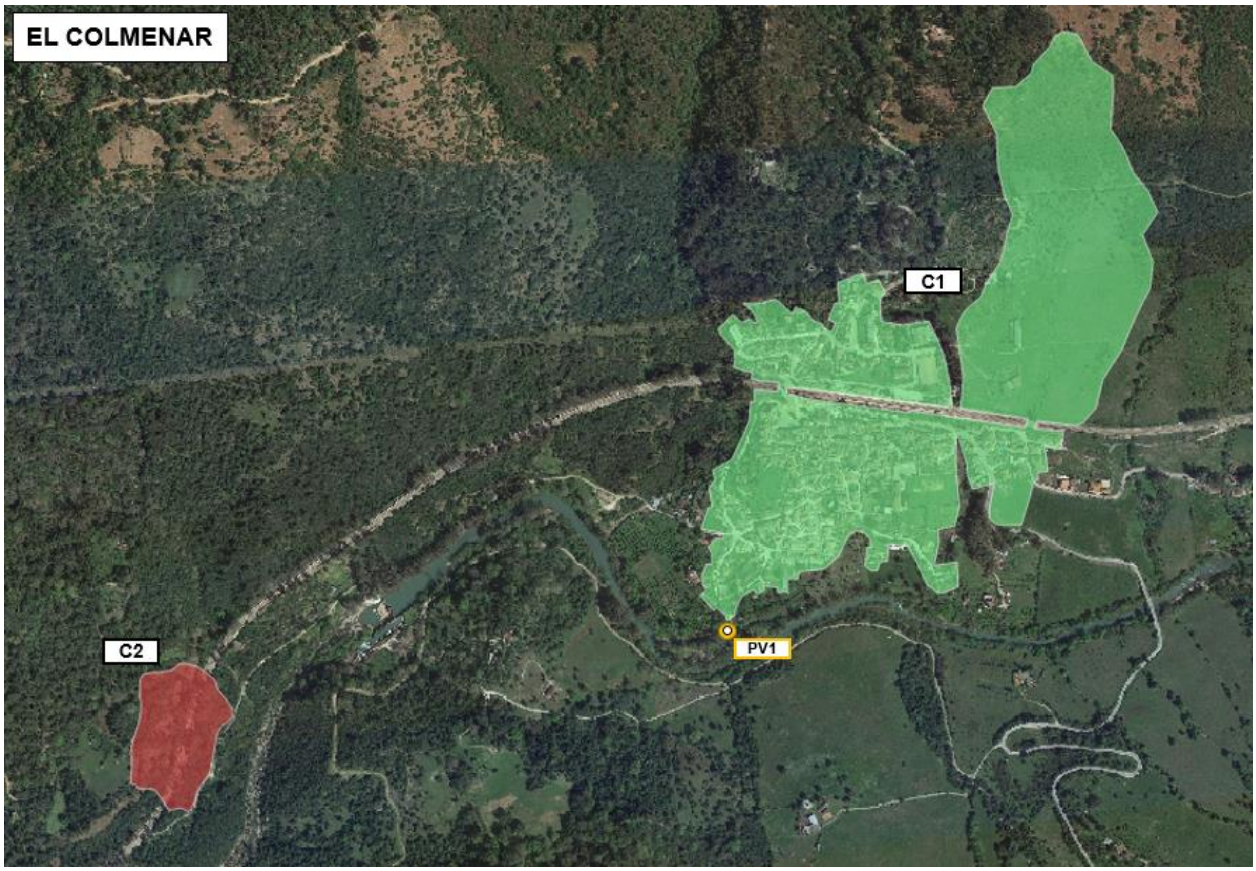
- Cálculo de la precipitación máxima mensual en 24 horas, precipitación máxima anual.
- Cálculo de las precipitaciones máximas en 24 horas para distintos periodos de retorno, ajustes de distribuciones estadísticas Gumbel, SQRT y Log-Pearson III.
- Comparación de los datos con los obtenidos con la aplicación Maxpluwin “Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular” de la Dirección General de Carreteras, Secretaría de Estado de Infraestructuras y Transportes del Ministerio de Fomento.
- Selección de las precipitaciones máximas diarias más desfavorables para cada período de retorno y cálculo de las intensidades horarias máximas.

RESUMEN PRECIPITACIÓN MÁXIMA Pd (mm) EN 24 HORAS PARA DISTINTOS PERÍODOS DE RETORNO (años)								
T2	**T5**	**T10**	**T25**	**T50**	**T100**	**T200**	**T500**	**T1000**
81,21	113,59	135,11	162,32	182,51	204,26	230,18	265,88	325,38

Por otro lado, respecto a la estimación de caudales máximos de avenida para los distintos períodos de retorno asociados a las cuencas de aportación que intervienen en el proyecto, se procede de la siguiente forma:

- Delimitación y caracterización de las cuencas de aportación. Partiendo de la cartografía disponible y la proyección de crecimiento que tendrá la región de El Colmenar según el PGOU, se han delimitado las cuencas, así como sus diferentes características en relación con la hidrología (pendientes, usos del suelo, umbral de escorrentía, etc), es decir, los parámetros necesarios para obtener el caudal máximo en el punto de control. Este ejercicio se ha realizado para la cuenca urbana asociada al punto de vertido existente y para la cuenca asociada a las instalaciones de la EDAR.
- Se ha realizado la zonificación de las cuencas en función de la litología del terreno y se ha establecido el tipo de suelo según dicha litología, para cada uso. Definido el tipo de suelo y el uso de suelo de la cuenca, se escoge de la Tabla 2.3 de la Norma 5.2-IC el umbral de escorrentía Po correspondiente.
- Estimación de los caudales de diseño, para lo que se ha adoptado el método racional, de acuerdo con la Norma 5.2-IC.

Todos los parámetros adoptados, así como el cálculo de los caudales quedan detallados en el *anejo 4. Climatología, hidrología e inundabilidad*.



Delimitación de las cuencas externas involucradas en el proyecto de agrupación de vertidos y EDAR de El Colmenar.

6.5. INUNDABILIDAD

En relación con la selección de la ubicación de una infraestructura de las características de una EDAR o una EBAR en una determinada zona, el análisis de la inundabilidad tiene como objetivo definir el riesgo existente en la zona ante posibles avenidas, y así determinar su grado de idoneidad o aptitud para la implantación frente a ese riesgo.

Se distinguen varios cauces en el ámbito de estudio, siendo el más relevante en este caso particular el del río Guadiaro, encontrándose este en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). En aquellos casos en los que la información ofrecida por estos mapas tuviera limitaciones, se desarrollaron estudios hidrológicos complementarios.

A partir de la información mencionada se realizó un análisis para cada una de las instalaciones principales y observaciones generales al respecto del diseño de la agrupación de vertidos, obteniéndose lo siguiente:

- El trazado del colector desde la EBAR hasta el P.K. 1+120 se encuentra con diferentes tramos dentro de la zona de DPH y manchas de inundación para los diferentes periodos de retorno 10, 100 y 500 años (río Guadiaro, arroyo del Colmenar y arroyo de Los Fresnillos), que no se han podido salvar en su diseño conceptual ya que el trazado del colector se ha ubicado finalmente junto a un camino existente. Esta situación se justifica, teniendo en cuenta que cualquier otra solución que fuese alejarse de este camino o del río Guadiaro implicaría una gran afectación ambiental al Parque Natural de los Alcornocales. Añadido a esto, este camino existente se aprovecha para las posibles labores de mantenimiento, evitando así proyectar otro y aumentar la afectación anterior.
  Para minimizar el impacto de esta situación en la agrupación de vertidos de saneamiento, se ha provisto incorporar tapas estancas en los pozos registros de saneamiento de la red, ventosas y desagües. Además, en el punto alto de la conducción se incorpora una arqueta adicional para desodorización del aire que pudiese expulsarse de la ventosa, así como racor de conexión en las salidas de desagües con el fin de permitir que el vaciado del colector se realice a camión.
- La EBAR principal podemos observar que, aunque queda fuera del DPH, no se encuentra a salvo de la avenida para periodo de retorno de 500 años cota 208,39, siendo la cota superior de la cántara de bombeo la 206,20. Esta situación en la ubicación de la EBAR, no tiene otra alternativa que evite esta zona inundable ya que el punto de conexión de la red existente previo al vertido, se encuentra ubicado en un punto muy próximo al río Guadiaro que impide otra situación mejor.
  Por otro lado, para la mancha de inundación del periodo de retorno de 10 años cota 205,20, queda ubicada por encima de la cota de descarga 201,88, por lo que se ha provisto a la embocadura de salida de una clapeta de fin de línea, para evitar reflujo del cauce en el mismo y que las condiciones de la descarga sean las adecuadas. Si hay que resaltar, que esta embocadura o descarga queda ubicada dentro del DPH de la mancha que se ha proporcionado. El diseño de la descarga se ha llevado finalmente a la misma ubicación que el antiguo punto de vertido, muy próximo al límite físico del cauce actual con la información de campo y topografía actualizada que se ha llevado a cabo para este proyecto, por lo que atendiendo a la escala con la que hemos contado que se han generado estos estudios, podrían existir ciertas diferencias, sobre todo en cauces con taludes con pendiente no uniformes o irregulares.
- Por último, vemos que la EDAR queda a salvo de la avenida de periodo de retorno de 500 años. Además, la instalación queda fuera y alejada del límite del DPH.

Por otro lado, para la mancha de inundación del periodo de retorno de 10 años cota 200, queda ubicada por encima de la cota de descarga 198,71, por lo que se ha provisto a la embocadura de salida de una clapeta de fin de línea, para evitar reflujo del cauce en el mismo y que las condiciones de la descarga sean las adecuadas.

Si hay que resaltar al igual que el caso anterior, que esta embocadura o descarga queda ligeramente ubicada dentro del DPH de la mancha que se ha proporcionado. El diseño de la descarga se ha llevado finalmente al límite físico del cauce actual con la información de campo y topografía actualizada que se ha llevado a cabo para este proyecto, por lo que atendiendo a la escala con la que hemos contado que se han generado estos estudios, podrían existir ciertas diferencias, sobre todo en cauces con taludes con pendiente no uniformes o irregulares.

El detalle lo mencionado ha sido desarrollado en el *anejo 4. Climatología, hidrología e inundabilidad*.

6.6. CAMPAÑA DE AFOROS Y ANALÍTICAS

Con el objeto de determinar la cantidad y características del agua residual que circula por la red de saneamiento de El Colmenar, se han llevado a cabo dos campañas de aforo: Una primera campaña en verano, con el fin de poder determinar los caudales y cargas máximas estacionales, y una segunda campaña en invierno, con objeto de contrastar los caudales y cargas aforados en una época del año con menor afluencia de población estacional.

Para un óptimo dimensionamiento de estas campañas de aforos se han estudiado las características de la red de saneamiento actual de la localidad e inventariado las industrias existentes. Adicionalmente, se ha analizado la campaña de aforos y analíticas realizada con motivo de la redacción del proyecto de agrupación de vertidos del año 2005 para identificar la información relevante a tener en cuenta (contraste de dotaciones, posible presencia de vertidos no asimilables a urbanos, etc).

La metodología seguida para la realización de estas campañas, así como el análisis de los resultados obtenidos, y el informe emitido por la empresa encargada de su ejecución, quedan recogidos con detalle en el *anejo nº5 Población, caudales y cargas*.

En términos generales, se puede decir que el vertido de El Colmenar presenta valores de contaminación habituales de un agua residual urbana, en su rango inferior, con posibles intrusiones de agua limpia de escorrentía (al haberse detectado estos significativamente en la

campaña de invierno). Tanto los caudales como las concentraciones se ven afectadas por esta dilución.

Los principales resultados de ambas campañas realizadas se recogen en las siguientes tablas:

Campaña verano:

PARÁMETROS / COLECTOR	PV1
D.B.O. mg/L O_2	116
D.Q.O. mg/L O_2	340
Sólidos en suspensión mg/L	116
Conductividad eléct. µS.cm-1 a 20ºC	880
m^3/día	92.1

Campaña invierno:

COLECTOR Nº	P1B
D.B.O. mg/L O_2	95
D.Q.O. mg/L O_2	190
Sólidos en suspensión mg/L	70
Conductividad eléct. µS.cm-1 a 20ºC	620
m^3/día	214.7

6.7. POBLACIÓN, CAUDALES Y CARGAS

Para definir los caudales de cálculo en el vertido se ha realizado, por un lado, un estudio de la población actual y, por otro, una prospectiva a un horizonte de diseño de 25 años. Teniendo en cuenta lo anterior, el año horizonte considerado para el proyecto es 2045 para el diseño de la EDAR y los colectores. En el caso de la EDAR, se considerará para el diseñó la situación más desfavorable que es la época estival.

La población estimada de cálculo se detalla en el *anejo nº5 Población, caudales y cargas*, y se resume en la siguiente tabla:

	2020	2045
Población permanente	513	664
Población estacional	769	1,066
Meses estivales	2	2
POBLACIÓN DE CÁLCULO		
Población invierno	513	664
Población verano	898	1,197

Respecto a los caudales se ha considerado una dotación de abastecimiento de 240 l/hab/día, que resulta en una dotación de saneamiento de 204 l/had/día. Con relación a los coeficientes, para el caudal mínimo se ha considerado un coeficiente de 0,4. Los datos obtenidos en las campañas de aforos realizadas en agosto de 2019 y febrero de 2020 confirman que este coeficiente adoptado es adecuado. Por otra parte, para la estimación del caudal punta se ha estimado un coeficiente de 2.

Los datos de partida (caudal y contaminación) para el diseño de las instalaciones son las que figuran en la siguiente tabla:

		EL COLMENAR			
		Año Actual (2020)		Año horizonte (2045)	
		Invierno	Verano	Invierno	Verano
Población					
Población	(hab)	513	898	664	1,197
Población equivalente	(h-e)	513	898	664	1,197
Caudales					
Dotación saneamiento	(l/hab/d)	204.00	204.00	204.00	204.00
Caudal diario	(m³/d)	104.65	183.19	135.46	244.19
Caudal medio	(m³/h)	4.36	7.63	5.64	10.17
Factor punta adoptado		2.00	2.00	2.00	2.00
Caudal punta biológico	(m³/h)	8.72	15.27	11.29	20.35
Coeficiente caudal mínimo		0.40	0.40	0.40	0.40
Caudal mínimo	(m³/h)	1.74	3.05	2.26	4.07
Coeficiente caudal máximo		5.00	5.00	5.00	5.00
Caudal máximo lluvias (pretratamiento)	(m³/h)	21.80	38.17	28.22	50.87
DBO5					
Carga unitaria (*)	(g/hab/d)	60.00	60.00	60.00	60.00
Carga	(kg/d)	30.78	53.88	39.84	71.82
Concentración	(mg/l)	294.12	294.12	294.12	294.12
Población equivalente	(hab-eq)	513	898	664	1,197
DQO					
Carga unitaria	(g/hab/d)	**120.00**	**120.00**	**120.00**	**120.00**
Carga	(kg/d)	**61.56**	**107.76**	**79.68**	**143.64**
Concentración	(mg/l)	588.24	588.24	588.24	588.24
SS					
Carga unitaria	(g/hab/d)	**48.00**	**48.00**	**48.00**	**48.00**
Carga	(kg/d)	**24.62**	**43.10**	**31.87**	**57.46**
Concentración	(mg/l)	235.29	235.29	235.29	235.29
Nitrógeno NTK					
Carga unitaria	(g/hab/d)	**8.98**	**8.98**	**8.98**	**8.98**
Carga	(kg/d)	**4.60**	**8.06**	**5.96**	**10.74**
Concentración	(mg/l)	44.00	44.00	44.00	44.00
Fósforo					
Carga unitaria	(g/hab/d)	**0.96**	**0.96**	**0.96**	**0.96**
Carga	(kg/d)	**0.49**	**0.86**	**0.64**	**1.15**
Concentración	(mg/l)	4.70	4.70	4.70	4.70
Temperatura agua					
Temperatura agua	ºC	15.00	25.00		

Los correspondientes cálculos y justificaciones se encuentran recogidos en el *anejo nº5 Población, caudales y cargas*.

6.8. EFECTOS SÍSMICOS

Resulta de aplicación la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-02), aprobada mediante Real Decreto 997/200, de 27 de septiembre y la Norma de

Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07), aprobada mediante Real Decreto 637/2007, de 18 de mayo.

De acuerdo con el artículo 1.2.2. Clasificación de las construcciones de la norma NCSE-02, la clasificación de las estructuras de este proyecto, se consideran como estructuras de "importancia normal" por tratarse de instalaciones que no da un servicio imprescindible a la sociedad y cuya destrucción en ningún caso dará lugar a efectos catastróficos.

Según el anejo 1 de la citada norma, la aceleración sísmica básica a_b (este valor es característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un período de retorno de 500 años) en la zona objeto del proyecto es a_b / g =0,14.

Por tanto, de acuerdo con el artículo 1.2.3. Criterios de aplicación de la norma NCSE-02, por tratarse de construcciones de importancia normal o especial y ser la aceleración sísmica básica a_b superior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad, será necesario considerar la aplicación de la norma de construcción sismorresistente NCSE-02 en este proyecto.

En el *anejo nº9 Cálculos mecánicos y estructurales* se justifica el cálculo de los parámetros de diseño para el cálculo sísmico.

7. RESULTADOS A OBTENER Y CARACTERÍSTICAS DEL EFLUENTE TRATADO

Los parámetros a garantizar en el agua tratada, a la salida de la EDAR, deberán cumplir con la normativa y disposiciones vigentes:

- Las exigencias de la Directiva 91/271/CEE, transpuesta por el Real Decreto Ley 11/1995, de 28 de diciembre.
- Los objetivos de calidad fijados en el Plan Hidrológico de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas.
- La Ley de Aguas.

El núcleo de El Colmenar restituirá su efluente al río Guadiaro, en la masa de agua *Guadiaro Buitreras-Corchado* (ES060MSPF0612061), la cual no está identificada como zona sensible en el PH de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas. En este sentido, atendiendo estrictamente a la Directiva 91/271/CEE, habría que cumplir los parámetros de vertido en zonas no sensibles:

Parámetro	Valor límite (mg/l)	Porcentaje mínimo reducción
DBO_5	25	70-90

Parámetro	Valor límite (mg/l)	Porcentaje mínimo reducción
DQO	125	75
SS	35	90

Cabe destacar que, en la respuesta emitida por parte de la Subdirección de Gestión del Dominio Público Hidráulico y Calidad de las Aguas el 2 de marzo de 2020, a la consulta realizada por ACUAES sobre los parámetros de calidad que debía cumplir el vertido de la EDAR, se indica la innecesaridad de reducción de nutrientes, siendo los límites de vertido requeridos los expresados en la tabla anterior. Estos límites de emisión se aplicarán en la arqueta final tras el proceso de depuración, tras la cual no podrán incorporarse otros efluentes.

Respecto a la línea de fangos**,** se considerará una sequedad mínima tras la deshidratación del 22% y una estabilidad den fango del 60%.

8. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

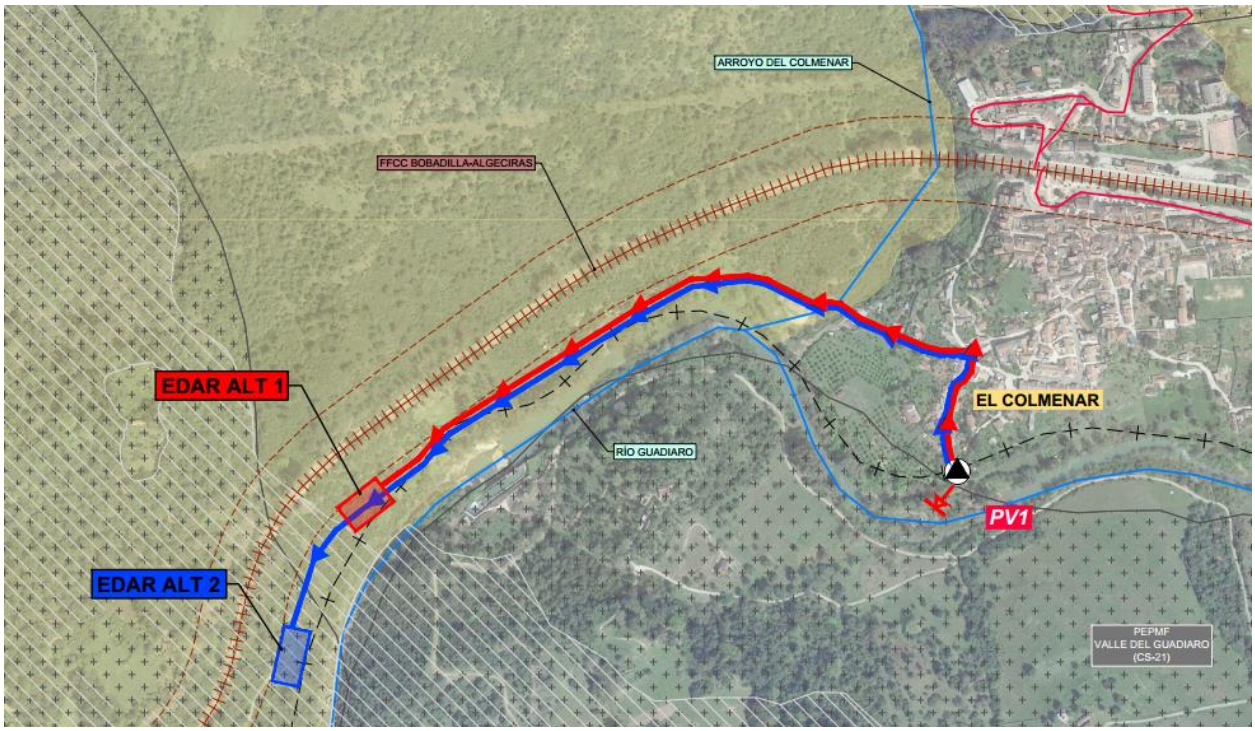
La selección del lugar idóneo para la ubicación de una EDAR, así como del sistema de depuración a emplear, conlleva un proceso de análisis de las posibles alternativas existentes, en función de una serie de parámetros de carácter técnico-sanitario tales como la proximidad al núcleo urbano, los costes de transporte de las aguas residuales, la orografía, las afecciones ambientales, la superficie mínima requerida, etcétera. Además, estos parámetros han de ser compatibilizados con la política de ordenación del territorio del municipio en cuestión, de tal forma que, en la manera de lo posible, se consiga llegar a un acuerdo que beneficie a todas las partes, tratando de no perjudicar a particulares innecesariamente.

El emplazamiento tratará de minimizar el número de bombeos a emplear. Adicionalmente a la ubicación, se analizan las alternativas en la línea de tratamiento, ya que son comunes a cualquier emplazamiento y trazado de colectores elegido.

A continuación, se describen las alternativas analizadas y la solución seleccionada.

8.1. ALTERNATIVAS UBICACIÓN EDAR Y AGRUPACIÓN DE VERTIDOS

Se han planteado dos alternativas de ubicación, ambas muy próximas la una de la otra. La principal diferencia entre ambas es que en la 1 el movimiento de tierras a ejecutar sería menor, pero el espacio disponible entre el límite de no edificación de ADIF y la zona inundable es menor que para la alternativa 2. La alternativa 2 se ubica aproximadamente 40 metros al sur de la solución planteada en el anteproyecto de 2005.



Planta general de alternativas planteadas para los colectores y EDAR de El Colmenar.

8.1.1 Alternativa 1

Se emplaza en las parcelas 36 y 66 del polígono 13 La Breña (Cortes de la Frontera), con referencias catastrales 29046A013000360000GW y 29046A013000660000GU.

La solución presenta una estación de bombeo ubicada junto al vertido actual y un total de **982 m de colector** en impulsión (PEAD PN16 DN160 mm).

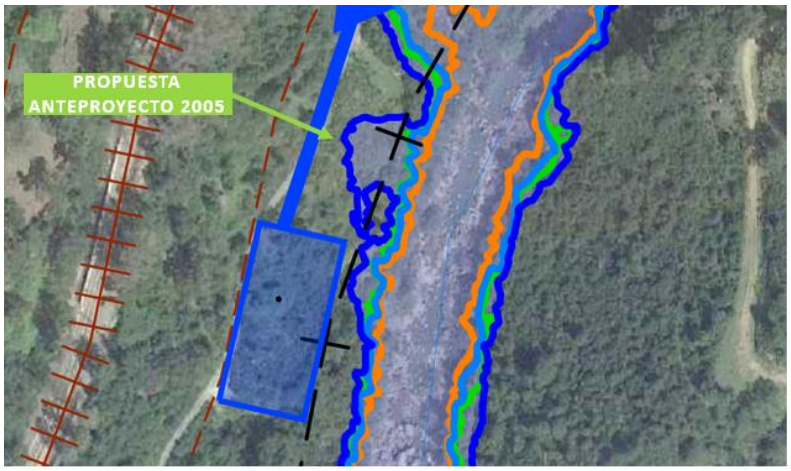
La principal ventaja frente a la alternativa 2 es que presenta una menor longitud de colectores y el movimiento de tierras de la parcela sería menor. Sin embargo, c**omo inconveniente**, hay que destacar que el espacio disponible entre el límite de no edificación de ADIF y la zona inundable es menor al mínimo necesario para la implantación, por lo que sería necesario invadir algunas de las anteriores zonas.

Respecto a la inundabilidad, la EDAR se encuentra contigua a la zona inundable del río Guadiaro, de forma que el movimiento de tierras la invadiría en caso de no poder sobrepasar el límite de no edificación de ADIF.

8.1.2 Alternativa 2

Se emplaza en la parcela 34 del polígono 13 Monte Robledal (Monte Público, Cortes de la Frontera), con referencia catastral 29046A013000340000GU.

La solución presenta una estación de bombeo ubicada junto al vertido actual y un total de **1185 m de colector** en impulsión (PEAD PN16 DN160 mm). Se ha optado por ubicar esta alternativa 40 metros al sur de la propuesta en el anteproyecto de 2005 (ver flecha verde en la siguiente imagen) debido a que invadía la zona inundable para 500 años de periodo de retorno.



La principal ventaja frente a la alternativa 1 es que se encuentra totalmente fuera de la zona inundable y de la zona de no edificación de ADIF. Sin embargo, c**omo inconveniente**, hay que destacar que la longitud de colector es mayor.

Respecto a la inundabilidad, la EDAR se encuentra fuera de la zona inundable del río Guadiaro.

En el *anejo nº6 Estudio de alternativas* del proyecto se detalla la valoración de cada una de las alternativas y el análisis multicriterio efectuado.

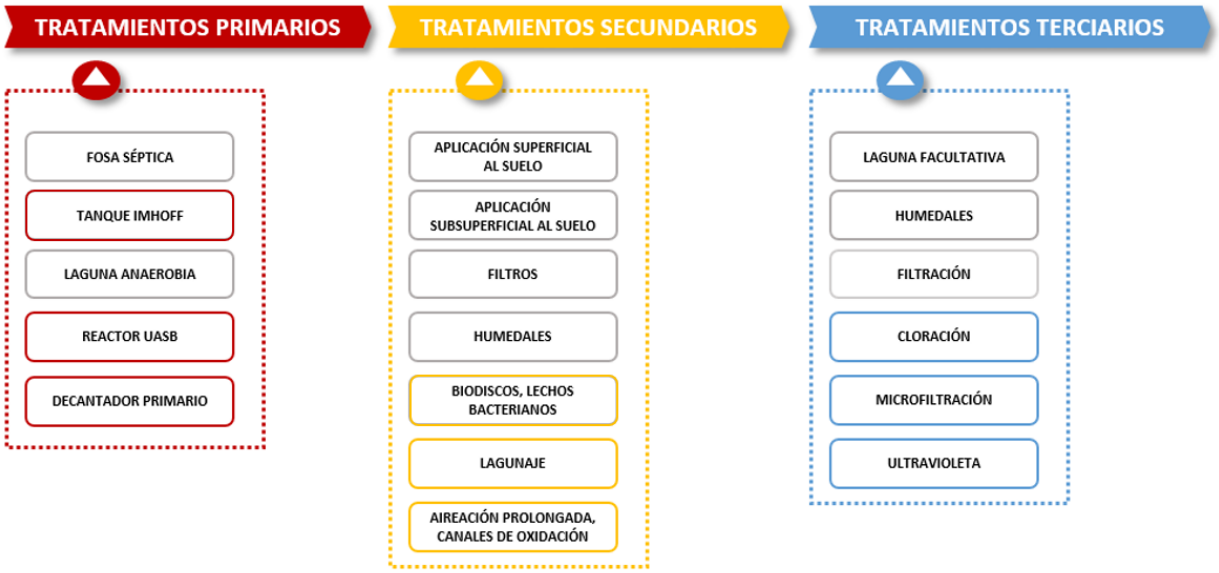
8.2. ALTERNATIVAS PROCESOS DE DEPURACIÓN Y TRATAMIENTO DE FANGOS

Siguiendo lo expuesto en la Directiva 91/271/CEE, las aglomeraciones de menos de 10.000 habitantes equivalentes son consideradas pequeñas poblaciones, lo que significa que la solución de tratamiento podría verse beneficiada por las ventajas de los sistemas naturales o extensivos de depuración. En general, la solución de tratamiento se basará en buscar:

- Tiempo mínimo de operador

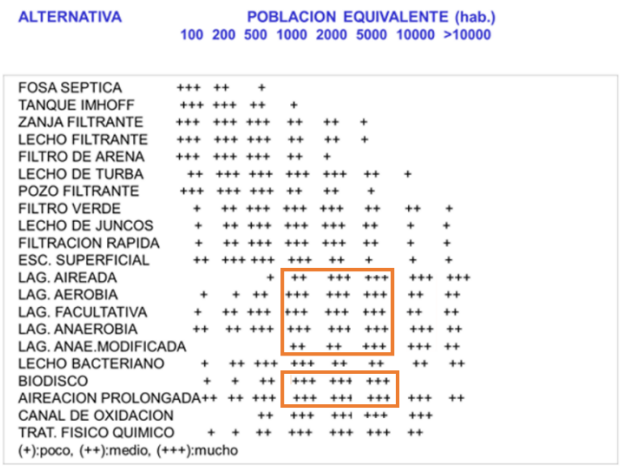
- Mínimo mantenimiento
- Eficaz ante variaciones de caudal y carga
- Gasto mínimo de energía
- Instalaciones donde los posibles fallos de equipos y proceso causen el mínimo deterioro
- Máxima integración en el medio ambiente

Las principales opciones de tratamiento para pequeñas y medianas aglomeraciones se resumen en la siguiente figura:



Según el porcentaje de reducción de contaminantes que se desee obtener, la disponibilidad de espacio, la formación o especialización de los explotadores o el ahorro en consumo eléctrico entre otras razones, algunos de los métodos anteriormente mencionados serán más o menos indicados.

Se representa en la siguiente imagen la idoneidad de la aplicación de los sistemas presentados en función del número de habitantes equivalentes, destacando aquellos que más aplicación tendrían para los rangos de población de El Colmenar.



Campo poblacional de aplicación de las diferentes alternativas de depuración (Fuente: La depuración de las aguas residuales en pequeñas comunidades. Criterios de selección. Ramón Collado Lara, 1991)

Los sistemas de depuración como lagunajes, filtros de turba, filtros verdes o humedales artificiales presentan ciertas ventajas frente a los sistemas de depuración convencionales. Estas ventajas consisten fundamentalmente en que presentan unos costes asociados a la operación muy reducidos en comparación con aquéllos, y en su mayor simplicidad constructiva y de explotación. La mayoría de las operaciones de mantenimiento y explotación de este tipo de instalaciones se pueden asimilar a labores agrícolas clásicas (rastrillado, eliminación de malas hierbas, etc.) por lo que el personal de mantenimiento no requiere de una elevada especialización, pudiendo ser desempeñadas incluso por habitantes de la zona en la que se ubica la instalación.

Sin embargo, desde el punto de vista de la superficie necesaria para su implantación, son sistemas cuya implantación es muy extensiva. Mientras que una EDAR basada en un sistema de aireación prolongada necesitaría en torno a 0,8 m²/heq, un humedal aumentaría el ratio a 2-4 m²/heq, dependiendo de la carga de entrada, y un lagunaje incluso hasta 6 m²/heq. Por ejemplo, la EDAR de Albondón, de humedales, depura el ARU de 800 heq, ocupando una superficie de 3.000 m².

Además de sus mayores exigencias en cuanto a superficie, conviene tener en cuenta que los humedales requieren de una larga puesta en marcha, que puede llegar a ser de varios años, en el caso de los sistemas de flujo superficial. Los humedales pueden presentar también riesgo de colmatación del sustrato y son poco flexibles ante modificaciones de las condiciones operativas, es decir, que lleguen cargas superiores a lo esperado o vertidos anómalos. Para corregir la colmatación del sustrato sería necesario aislar el humedal afectado durante varias semanas o

incluso meses y derivar el agua, pudiendo llegar a ser necesario la restitución de parte del ARU a cauce sin tratamiento, situación que no sería deseable.



Humedal colmatado EDAR Žminj -Croacia- (Fuente: Constructed Wetlands)

Por último, es preciso mencionar que, en algunos casos, es posible que se dé la aparición de mosquitos, y que, en casos de pérdidas de agua por evapotranspiración, se produce un incremento de la salinidad de los efluentes depurados.

Respecto a los sistemas de aplicación al terreno (como filtros verdes o zanjas, lechos y pozos filtrantes), se debe tener en cuenta que no resultan indicados en zonas de acuíferos con uso consuntivo, pues se podría llegar a contaminar el freático. Debido a que en esta zona hay una gran masa de agua subterránea, de la que además se abastecen, se descarta el empleo de estos sistemas.

Con todo lo mencionado, para el caso que nos ocupa, no se consideran viables ni los sistemas de aplicación al terreno ni los humedales.

Respecto a los tratamientos de biopelícula mediante contactores biológicos rotativos (CBR), uno de los grandes problemas es su colmatación ante cargas variables, pudiendo esto llevar a problemas de rotura del eje. Para evitar esto, se deben plantear varias líneas (por ejemplo, cuatro en lugar de dos) repartiendo así la carga entre diferentes equipos, y permitiendo combinarlos según las necesidades. Frente a una aireación prolongada, este sistema sería beneficioso para una EDAR, pues no consumiría tanta energía y la operación no sería tan especializada. Los

principales inconvenientes son la necesidad de anteponer un tratamiento primario, así como el costo de mantenimiento de los equipos.

Con relación a los lechos bacterianos, se destaca su flexibilidad y eficacia en cuanto a la eliminación de la materia orgánica. El rango de población no es limitante, puesto que hay depuradoras de mayor población, como la de Albacete, que operan sin ningún problema con este sistema.

No obstante, una condición para que este proceso funcione adecuadamente es que requiere una mano de obra especializada, pues una explotación deficiente de este proceso conlleva la aparición de vectores (moscas, mosquitos y otros insectos) así como una reducción drástica en los rendimientos de depuración.

Por último, se puede recurrir también a los sistemas de lodos activados o a modificaciones de este como son los MBR, MMBR o SBR.

Dentro de los lodos activados, y por el tamaño de población, las soluciones que se plantean son diferentes configuraciones de aireación prolongada, para los que más adelante, se analizan todas las variables que intervienen en la selección de un sistema de depuración.

Respecto a los otros sistemas, se va a descartar el MMBR pues conlleva mayores costes de gestión, no justificables para el tamaño de población que nos ocupa. Además, los MMBR resultan idóneos para optimizar el proceso en plantas ya existentes de lodos activados que se han quedado pequeñas. Respecto a los SBR, requieren de operadores especializados y con experiencia previa en el sistema, por lo que debido al tamaño de población no se considerarán tampoco. Por último, en cuanto a los MBR, aunque no requiere de una mano de obra muy especializada, el costo de inversión inicial es elevado, por lo que se descarta su estudio.

Los sistemas considerados para el análisis multicriterio detallado en el presente proyecto son **los lechos bacterianos**, los **biodiscos** y la **aireación prolongada**. Para el caso de la aireación prolongada, se ha estudiado, además, la opción de recurrir a otros sistemas de aireación que permitan optimizar el consumo energético (el mayor detractor de este tipo de procesos).

En el *anejo nº6 Estudio de alternativas* del proyecto se detalla la valoración de cada una de las alternativas y el análisis multicriterio efectuado.

8.3. SOLUCIÓN FINALMENTE ADOPTADA

En cuanto a la ubicación de las instalaciones y trazado de los colectores, valorando los aspectos económicos, funcionales y ambientales, se ha concluido mediante un proceso de análisis multicriterio que la alternativa óptima es la **Alternativa 2.** En ella la EDAR se dispone en la parcela 34 del polígono 13, paraje Monte Robledal (Monte Público), con referencia catastral 29046A013000340000GU. Estos terrenos se encuentran en el término municipal de Cortes de la Frontera. Esta solución contempla una estación de bombeo ubicada junto al vertido actual y un total de 1185 m de colector en impulsión. Se ha optado por ubicar esta alternativa 40 metros al sur de la propuesta en el anteproyecto de 2005, debido a que invadía la zona inundable para 500 años de periodo de retorno. Para restituir el efluente depurado a cauce se precisa una conducción de 58 metros.

A continuación, se presenta un resumen de las distintas conducciones:

El Colmenar	Desde EBAR a EDAR: PEAD PN16 DN200mm

Por otro lado, se ha llevado a cabo una valoración de los distintos sistemas de depuración mediante una matriz, cuyas columnas corresponden a los sistemas (j) y las filas a los criterios (i). Los valores por rellenar en la matriz corresponderán a la valoración de la aptitud de los sistemas para cada uno de los criterios considerados: superficie, simplicidad de construcción, rendimientos, estabilidad térmica, oscilaciones de carga y caudal, impacto medioambiental, producción de fangos o requisitos del explotador. En cuanto a este último aspecto, se ha ponderado en la fila *poblaciones de similares características,* dando peso a los lechos bacterianos frente al resto de sistemas.

Finalmente, se concluye que el proceso más adecuado es el de lechos bacterianos.

En la implantación seleccionada se ha adaptado la superficie ocupada a las limitaciones de espacio derivadas de la inundabilidad y la proximidad de la línea de ff.cc. Bobadilla-Algeciras, procurando que:

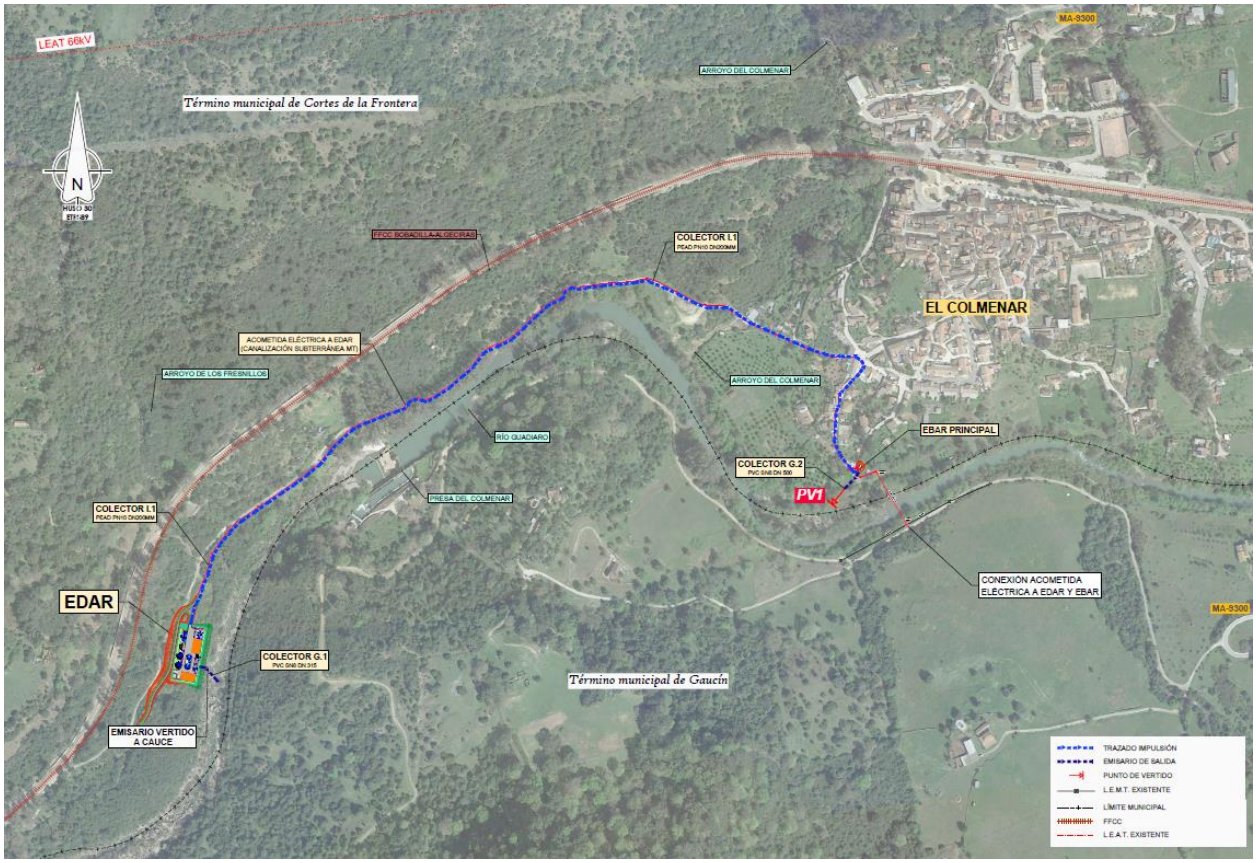
- La sala CCM se ubique próxima al centro de transformación y a los grandes consumidores
- El edificio de control se ubique lo más alejado posible de los focos de olor y ruido (soplantes, deshidratación o pretratamiento).
- Se han dispuesto tornillos transportadores que conduzcan los residuos hasta el interior de un edificio.

- Atendiendo a las indicaciones del Consorcio, no se han considerado plantas compactas de pretratamiento.
- Se prevé desodorización en las salas de deshidratación, residuos del pretratamiento y atmósferas libres del espesador y tolva.

9. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS

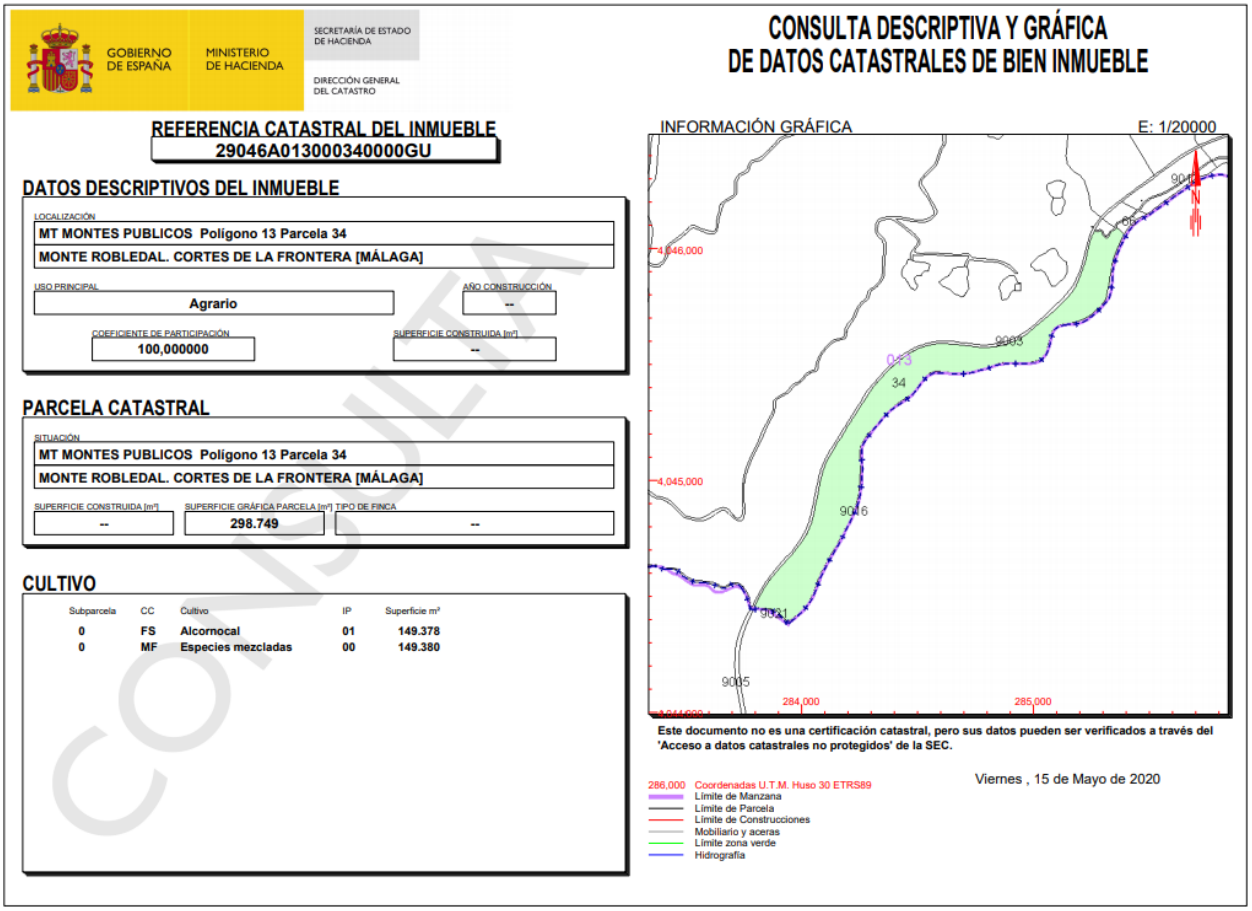
Las obras proyectadas comprenden:

- Los colectores y obras complementarias necesarias para la recogida del vertido de aguas residuales del núcleo urbano de El Colmenar.
- EBAR general, en las inmediaciones del río Guadiaro, para impulsar todas las aguas residuales hasta el emplazamiento de la EDAR.
- La EDAR que trata los vertidos anteriormente mencionados, y que se ubicará en el T.M. de Cortes de la Frontera, en las inmediaciones del río Guadiaro y la línea de ff.cc. Bobadilla-Algeciras, a 1 km aproximadamente al oeste del casco urbano.
- El emisario de salida de la EDAR para vertido a cauce público.



Ubicación de la parcela en la que se proyecta la EDAR

La EDAR de El Colmenar se emplaza en la parcela 34 del polígono 13 Monte Robledal (Monte Público), con referencia catastral 29046A013000340000GU, que corresponde a la Alternativa nº2 del Estudio de Alternativas. Estos terrenos se encuentran en el término municipal de Cortes de la Frontera y se ubica en la misma parcela catastral que la solución propuesta en el proyecto de 2005 y la cual cuenta con Informe de Impacto Favorable válido hasta el 26 de octubre de 2020. Sin embargo, ha sido necesario desplazarla 40 metros al sur debido a que invadía la zona inundable para 500 años de periodo de retorno.



Ficha catastral de la parcela en la que proyecta la EDAR

Tal y como se ha podido verificar en campo, el terreno natural presenta una pendiente de un 15% hacia el río, habiendo sido necesario ubicar la instalación de forma que tanto el movimiento de tierras como la explanación se ubiquen fuera de la zona de no edificación de ADIF y de la llanura inundable del río Guadiaro para crecidas de hasta 500 años de periodo de retorno inclusive. La explanación se encuentra a la cota 204, 7.00 metros sobre el cauce y 5.90 m sobre la lámina de inundación T500. La cota del terreno natural en toda la parcela varía entre la 207 y 202.

El agua residual llega a la depuradora impulsada desde la EBAR, la cual se emplaza al sur del caso urbano junto al punto de vertido.

Para la construcción de todas las instalaciones necesarias, se requiere una superficie total de 3,130 m^2 (considerando el movimiento de tierras necesario para implantar la plataforma). Una vez finalizada la obra, el cerramiento de la parcela envolverá un área total de 2,500 m^2.

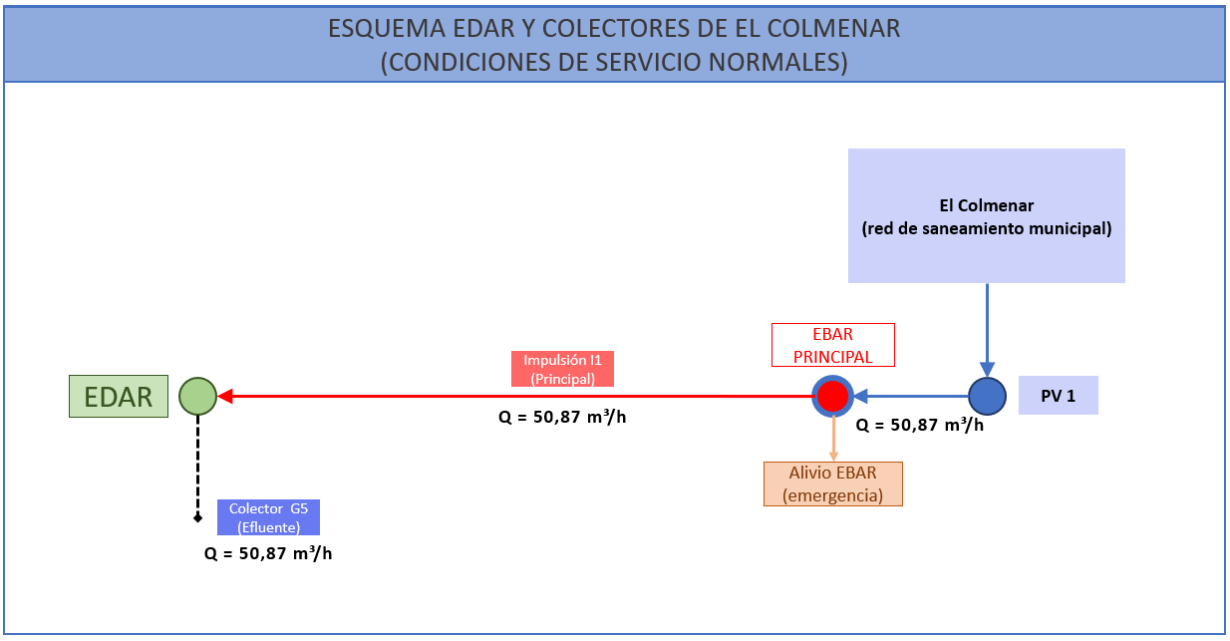
A la mencionada parcela se accede a través del Camino de la Presa, al oeste del núcleo urbano, en la margen derecha del río Guadiaro, que también da acceso a la presa de El Colmenar, ubicada en un punto intermedio entre el casco urbano y la futura EDAR.

9.1. AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EMISARIOS

9.1.1 Colectores

La agrupación del único vertido de El Colmenar hasta el emplazamiento de la futura EDAR se lleva a cabo mediante una impulsión general de PEAD y DN 200 mm. Igualmente se considera un emisario de vertido por gravedad para reintegrar el efluente de la EDAR al río Guadiaro.

En el siguiente gráfico se muestran de forma esquemática las obras proyectadas para la agrupación de vertidos y EDAR de El Colmenar, en condiciones de servicio normales (dilución 5:1), que corresponden a la operación normal de la estación de bombeo e impulsión, así como la capacidad nominal prevista para los mismos.

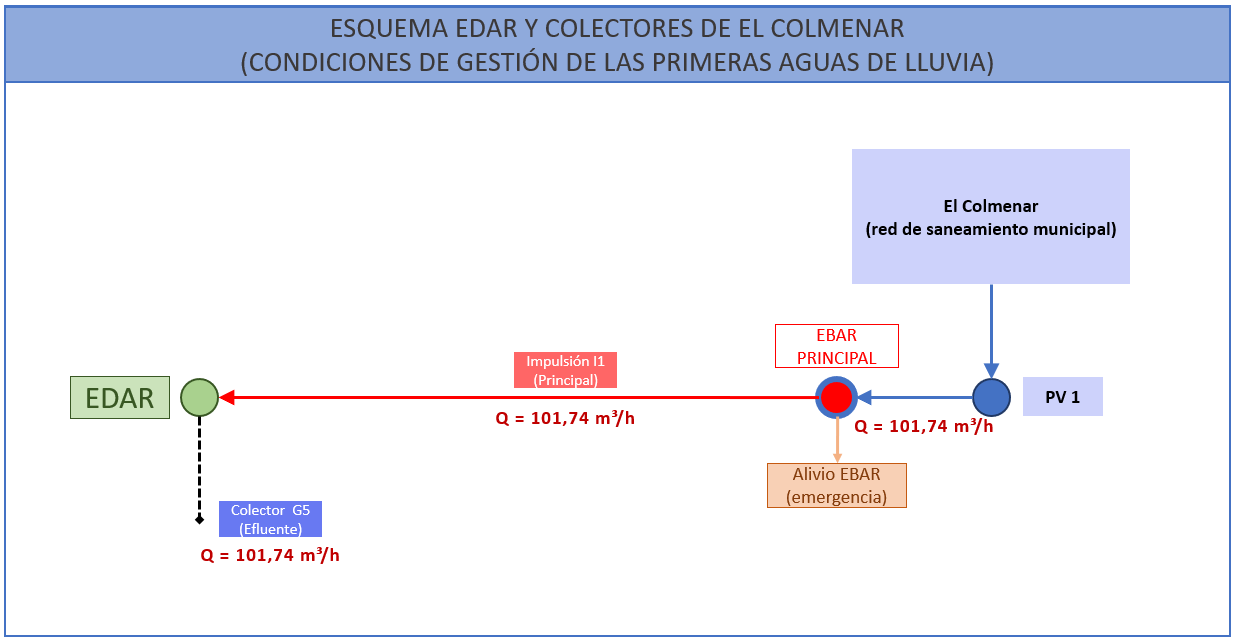


Esquema general de los colectores y caudales en El Colmenar, en condiciones de servicio normales.

No obstante, el sistema también estaría preparado para el manejo de las primeras aguas de lluvia, que potencialmente pudieran arrastrar una contaminación superior. De este modo, la estación de bombeo y la conducción de impulsión serían capaces de vehicular hasta un 100% más del caudal nominal previsto y retener en la estación de bombeo y la propia red el volumen de los primeros minutos de lluvia. Esta gestión de las primeras aguas de lluvia para su tratamiento en la EDAR ante posible contaminación de las mismas se consigue mediante las siguientes actuaciones:

i. Incremento del volumen de la cántara del bombeo general, para un máximo de 6 arranques/hora, lo que supone hasta 10 minutos de almacenamiento.
ii. Posibilidad de entrada en servicio de la bomba de reserva de la EBAR para poder incrementar el caudal de bombeo hasta la EDAR en tiempo de lluvia, permitiendo impulsar hasta un máximo de 10·Qm.
iii. Disposición a la entrada a la EDAR un depósito de homogenización y laminación.

En este escenario, los caudales máximos a vehicular por el sistema serían los siguientes:



Esquema general de los colectores y caudales en El Colmenar, en la gestión de las primeras aguas de lluvia.

La EBAR general de El Colmenar se ubica en el límite sur del casco urbano, en las inmediaciones del río Guadiaro, fuera de su zona de DPH y servidumbre. La EBAR recibe las aguas residuales del municipio y las impulsa hasta la EDAR, situada a una cota similar, aunque debiendo salvar la impulsión un trazado bastante irregular. Este bombeo constituye, a su vez, el bombeo de cabecera de la propia instalación de tratamiento.

La conducción de impulsión es de PEAD DN 200 mm y 1.261,85 metros de longitud, discurriendo el trazado inicialmente por el viario urbano (Calle Lepanto y Calle de la Presa), y posteriormente junto al camino que discurre paralelo al río Guadiaro y da acceso a la presa de El Colmenar, con pendientes que oscilan entre el 0,3% y el 12%.



Calle Lepanto, por donde asciende la impulsión general de El Colmenar en el tramo urbano inicial.



Panorámica del camino de la presa por donde discurre la impulsión general hacia la EDAR.

9.1.1.1 Emisario de vertido a cauce

Tras el proceso de tratamiento en la EDAR, el efluente es reintegrado al cauce mediante un colector de PVC DN 315 mm y 31,57 m de longitud, que debe salvar el desnivel existente entre la parcela de la EDAR y el cauce del río Guadiaro. Para ello se ha previsto una sucesión de

pozos de resalto, protegiéndose la descarga del colector en el cauce con escollera y llevándose a cabo ésta con un ángulo de unos 45º con respecto al sentido de la corriente.

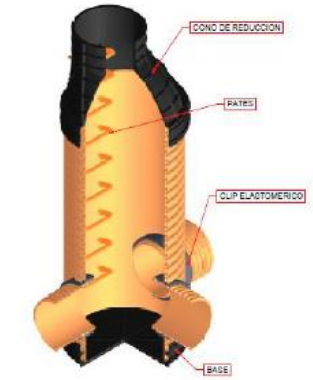
9.1.1.2 Secciones tipo de zanja para instalación de tuberías

A partir del análisis de estabilidad realizado en el a*nejo nº3 Geología y geotecnia*, se distinguen diferentes secciones tipo de zanja, tal y como puede apreciarse en el plano 2.4 del proyecto, dependiendo de si el trazado discurre bajo terreno natural o bajo camino, si éste se encuentra pavimentado o no, en los cruces de cauces y arroyos, y de la profundidad de la propia zanja.

Para excavaciones en terreno natural, de menos de 2,5 metros de profundidad, se ha previsto una zanja con taludes 1:3 (H:V), con un ancho en la base de la excavación variable en función del diámetro de la conducción. Con profundidades de excavación superiores a 2,5 m, será necesario ejecutar una berma intermedia de 1,0 m de ancho, entibando los 2,5 m inferiores de la excavación. En el caso de zanjas en zona urbana (Calle Lepanto y Calle de la Presa) o bajo caminos existentes en los que el movimiento de tierras pueda afectar el cerramiento de las parcelas o al propio camino, la excavación será con taludes verticales y entibada en toda su altura. Para el relleno general se empleará material adecuado procedente de la excavación de tamaño menor a 50 mm compactado al 100% PN. El relleno de protección hasta 30 cm por encima de la clave del tubo se llevará a cabo con material seleccionado de tamaño menor a 15 mm compactado al 95% PN. Además, el tubo se apoyará en una cama de arena de 15 cm de espesor bajo el mismo, arriñonando la tubería hasta 1/4 de su diámetro. En el caso de zanjas compartidas para dos o más tuberías, se respetará una distancia en planta mínima de 50 cm.

9.1.1.3 Pozos de registro y resalto

Con carácter general los pozos de registro serán prefabricados de hormigón armado y 1.200 mm de diámetro. En el caso de colectores que se encuentran dentro de zona inundable, como es el alivio de emergencia de la propia EBAR, los pozos serán del mismo material que la conducción (PVC) y diámetro interior 1.200 mm, de manera que se pueda garantizar la estanqueidad de estos pozos. En este caso la unión del pozo con el tubo se llevará a cabo mediante un clip elastomérico para garantizar la estanqueidad. Para la correcta ejecución de los pozos se dispondrá una cimentación de hormigón armado sobre la que se apoyan los anillos de hormigón prefabricado o módulos de PVC, en su caso, que conformarán el pozo de registro.



Esquema general de pozo



Esquema general de componentes del pozo con las diferentes alternativas de conexión al colector

Detalle de pozo prefabricado de PVC a instalar en el alivio de emergencia de la EBAR de El Colmenar.

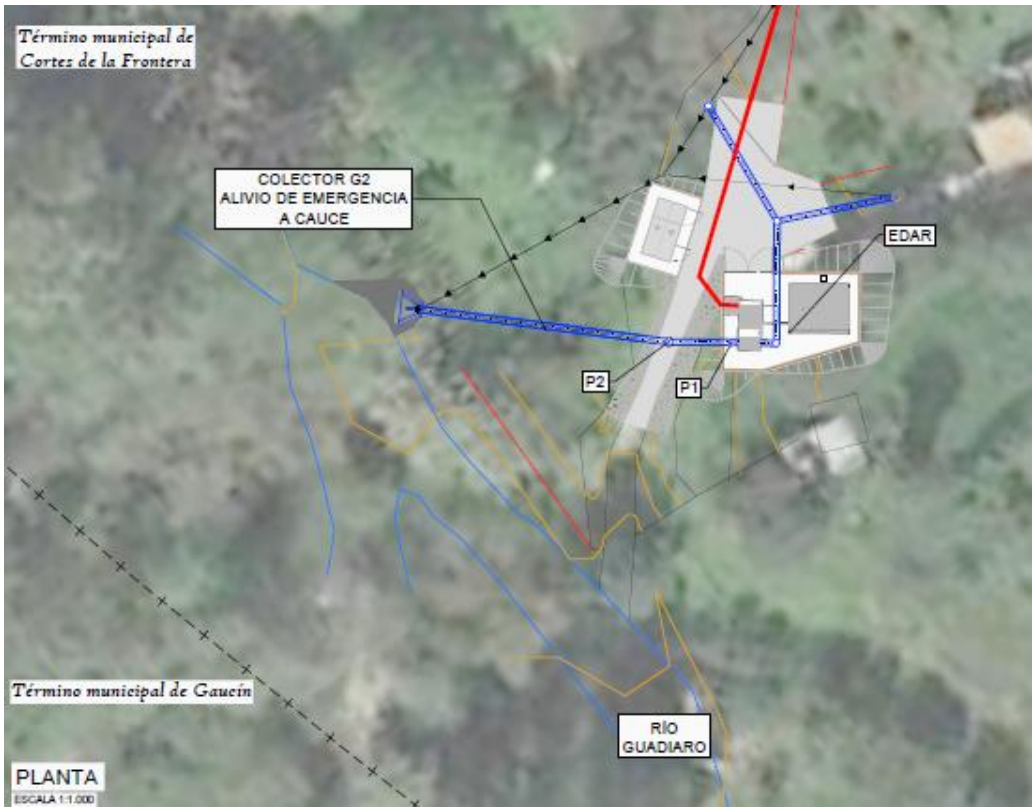
9.1.2 Estación de Bombeo

Para la agrupación del vertido del núcleo urbano de El Colmenar se ha dispuesto una estación de bombeo general, cuyas características principales en las condiciones máximas de servicio se detallan a continuación:

EBAR e impulsión		Nº bombas	Altura geométrica	Longitud impulsión	Diámetro impulsión	Qmáx
			m	m	mm	l/s
EBAR general	**I1**	1+1	14.20	1261.85	200	28,26

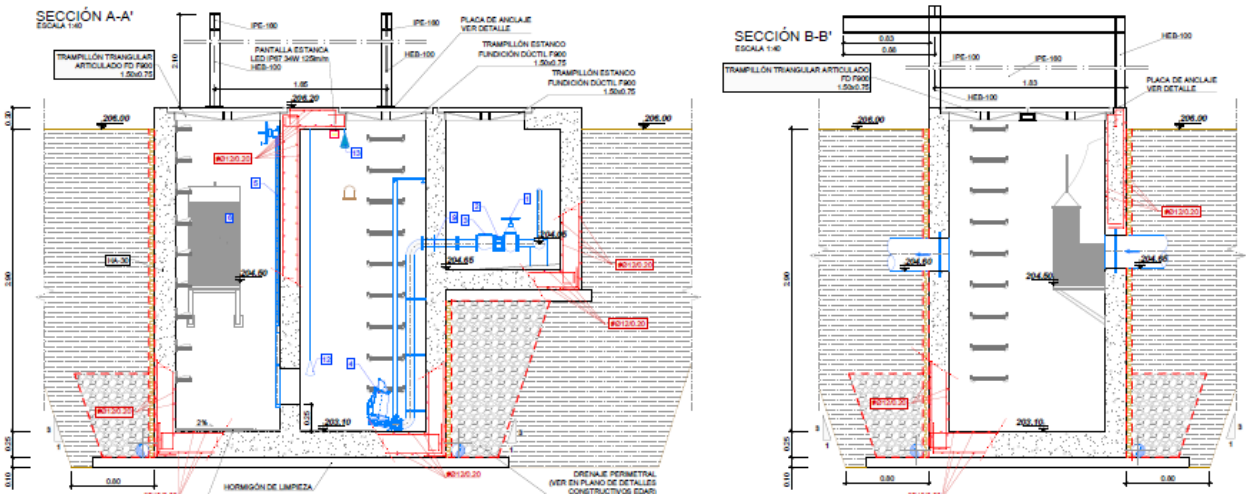
La EBAR general de El Colmenar recoge todas las aguas residuales del municipio y las impulsa hasta la EDAR, ubicada a unos 1,25 km de distancia de ésta, hacia el Oeste. La parcela adoptada para la implantación de la estación de bombeo general se encuentra en el límite meridional del casco urbano, a la cota 206.00, próxima al cauce del río Guadiaro, aunque fuera del límite de DPH y zona de servidumbre.

La estación de bombeo presenta unas dimensiones totales de 4.10x1.90 m^2 y dispone de un primer recinto de 1.50x1.00 de dimensiones interiores, donde se produce la llegada de agua bruta y su desbaste mediante un cestillo de acero inoxidable de 30 mm de luz de paso, para retención de sólidos gruesos y flotantes.



Ubicación de la EBAR de El Colmenar, en el límite del casco urbano.

De esta primera cámara el agua residual pasaría al pozo de bombeo de 1.50x1.20 de dimensiones interiores y 3.10 m de profundidad total donde se alojan 1+1 bombas capaces de impulsar el caudal correspondiente hasta la futura EDAR.



Definición geométrica de la EBAR de El Colmenar proyectada.

A la salida de cada bomba se dispone un juego completo de válvulas compuesto por válvula antirretorno para aguas residuales, carrete de desmontaje y válvula de compuerta para

protección y aislamiento del conjunto. También se ha dispuesto una tubería de bypass de retorno a la cántara de bombeo para poder realizar el vaciado de la tubería de impulsión en caso necesario.

Para poder realizar operaciones de mantenimiento de las bombas se ha considerado también una estructura metálica sobre la estación de bombeo, que permitirá mediante un polipasto la extracción de los equipos en caso necesario.

La acometida para suministro eléctrico a la EBAR se lleva a cabo en la margen opuesta del río Guadiaro, debiendo cruzar la línea aérea correspondiente hasta el centro de transformación situado junto a la EBAR. A partir de este punto continúa también la acometida eléctrica a la futura EDAR, mediante una canalización subterránea en MT que discurre paralela a la conducción de impulsión.

9.2. ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

La EDAR de El Colmenar se emplaza en la parcela 34 del polígono 13, paraje Monte Robledal (Monte Público), con referencia catastral 29046A013000340000GU, que corresponde a la Alternativa nº2 del Estudio de Alternativas. Estos terrenos se encuentran en el término municipal de Cortes de la Frontera.

A la mencionada parcela se accede a través del Camino de la Presa, al oeste del núcleo urbano, en la margen derecha del río Guadiaro. Esta parcela se encuentra aproximadamente a 1,0 km del núcleo urbano de El Colmenar.

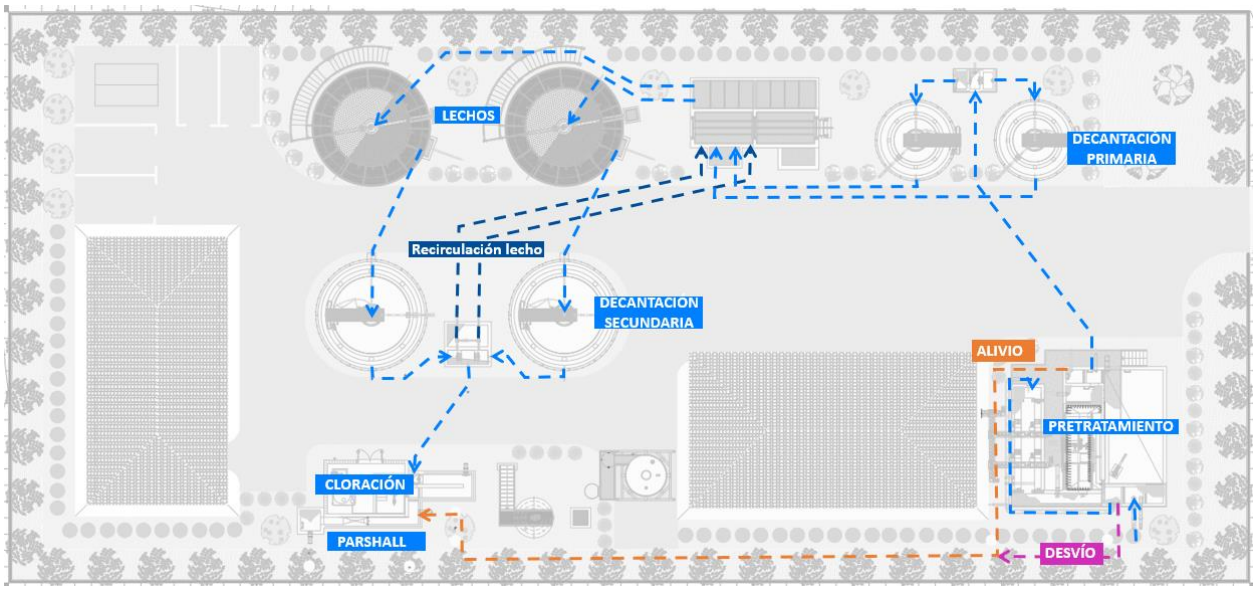
9.2.1 Procesos que componen la EDAR

La solución para el tratamiento biológico elegida se basa en el empleo de un sistema de biopelícula, en concreto, lechos bacterianos, estando la línea de procesos formada por:

- Línea de agua
  - Arqueta de llegada (rotura de carga) y reparto (desbaste previo en EBAR)
  - Canal de desbaste
  - Canal de desarenado-desengrasado aireado
  - Alivio exceso caudal pretratamiento
  - Reparto a decantación primaria y medida de caudal
  - Decantador primario (2 líneas)
  - Arqueta de bombeo para carga de lecho

  - Lecho bacteriano (2 líneas)
  - Decantador secundario (2 líneas)
  - Arqueta de reparto a salida o recirculación
  - Laberinto de cloración
  - Medida caudal salida de planta en canal Parshall
- Línea de fango
  - Bombeo purga de fango primario y secundario a espesador
  - Espesador de fangos por gravedad
  - Deshidratación mecánica del fango (en edificio instalaciones)
  - Almacenamiento del fango deshidratado en tolva
- Servicios auxiliares
  - Dosificación de polielectrolito para deshidratación de fango
  - Dosificación de hipoclorito para desinfección en caso de necesidad
  - Desodorización aire viciado
  - Bombeo de vaciados y sobrenadantes
  - Redes: desvíos, vaciados, drenaje superficial, drenaje profundo, agua potable, agua de servicio y riego
  - Acometida eléctrica, centro de transformación e Instalación eléctrica de baja tensión
- Automatismos y telecontrol.

Respecto a la **línea de agua**, el colector de agrupación de vertidos (PEAD PN16 DN200) llega por impulsión a la EDAR y vierte a una arqueta de rotura, previa medida de caudal en la EBAR mediante caudalímetro electromagnético DN150. En la misma se ha dispuesto una compuerta para **desviar** el caudal en situación de necesidad hacia la red de alivio general de planta. Cabe destacar que a la planta llega el caudal máximo admisible por el pretratamiento (5Qmed) al estar regulado por la EBAR principal. Durante episodios de fuertes lluvias se podría tratar hasta un máximo de 10Qmed, al haberse dispuesto un tanque de homogeneización capaz de almacenar esta diferencia de caudal durante los primeros minutos de lluvias. Los caudales aliviados o desviados en la EDAR cumplirían con lo dispuesto en el RD 1290/2012 sobre eliminación de gruesos y flotantes, al haber pasado por el pretratamiento ubicado en la EBAR principal.



Esquema línea agua EDAR

En esta arqueta de llegada, cuya parte superior se encuentra 1,80 metros por encima de la cota de explanación de la EDAR, se distinguen tres cántaras. Una primera de tranquilización y otras de distribución, o bien hacia el desarenado o bien el exceso de 5Qmed hacia el tranque de homogeneización. En el labio de vertido hacia el tanque se ha dispuesto un vertedero regulable con el fin de poderse adaptar el nivel de alivio en función de los requerimientos del explotador.

El desbaste se realizará en unos canales de 40 cm de ancho, en configuración 1+1R. Ambos están equipados con una reja y tamiz autolimpiantes, de 30 y 3 mm de paso respectivamente, cuyos residuos serán recogidos en primer lugar a través de un tornillo transportador-compactador y conducidos hasta otros dos tornillos transportadores que vehicularán el detritus hasta un contenedor de 2 m³ ubicado en el interior del edificio de instalaciones.

Por otro lado, el desarenado-desengrasado tiene lugar en canal rectangular de 5 metros de longitud. La emulsión de grasas se ha previsto según una turbina de microburbuja y fácil extracción. Para una correcta distribución y separación de las grasas, se recomienda que la mampara divisoria quede 5 cm bajo la superficie del agua, habiéndose previsto su instalación según un panel de acero inoxidable regulable. Los flotantes separados en el tanque de desarenado se llevarán a un concentrador de grasas y las arenas a un clasificador. Estos se encuentran en el interior del edificio de instalaciones de forma que se minimice la generación de olores.

Tras el labio de vertido del desarenado el agua podrá continuar hacia la línea de tratamiento o derivarse al tanque en caso de detectar algún parámetro de contaminación anormal en la

entrada. Para ello se ha previsto la instalación de unas sondas de conductividad y DQO a la entrada cuyas consignas regularán la apertura y cierre de las compuertas ubicadas tras el labio de vertido. A la salida del desarenado, el exceso de caudal sobre el máximo de diseño del tratamiento (2Qmed) se aliviará mediante vertedero rectangular. Se ha previsto la instalación de un caudalímetro por ultrasonidos en la tubería de alivio.

Tras el pretratamiento, el agua es conducida mediante un tubo de PEAD PN10 DN 110 hasta una arqueta para reparto a la decantación primaria. El reparto se realizará a través de vertederos, cuya altura de labio podrá regularse según compuertas. Se ha previsto la instalación de medidores de nivel para el registro indirecto de caudal, cuyas consignas podrán adicionalmente regular la altura de las compuertas vertedero. Se ha dispuesto un desvío de la decantación primaria en la misma arqueta mediante un juego de compuertas.

Antes del tratamiento biológico, y con objeto de evitar la colmatación del lecho, se someterá el ARU a una decantación primaria. Esta se realizará mediante decantadores circulares, cumpliendo así con las prescripciones establecidas por el futuro explotador. Los decantadores tienen un diámetro de 3 metros y un calado útil de 2. Debido a las pequeñas dimensiones, se ha dispuesto la canaleta perimetral de vertido en el exterior de forma que sea posible la instalación del puente de barrido.

El tratamiento biológico se realizará mediante lechos bacterianos, a través de dos reactores con 4.6 metros de diámetro y 4 metros de altura de relleno. Se ha dispuesto una arqueta de reparto conjunta, la cual será posible aislar permitiendo el funcionamiento en serie o en paralelo de los lechos. En esta arqueta confluirá también el caudal de recirculación del lecho, de forma que el bombeo de carga será único.

La sedimentación de la materia floculada tendrá lugar en dos decantadores de 5.00 metros de diámetro y 3.00 de calado útil. Desde ahí, el agua será conducida hasta una arqueta de reparto, que permitirá distribuir el caudal de recirculación necesario, enviando el sobrando hacia la salida de planta. La recirculación se regulará mediante caudalímetros electromagnéticos, en función de cuyas consignas de abrirán o cerraran las válvulas de compuertas que alimentan esta red. Por encima de la salida hacia la recirculación se encuentra el labio de vertido hacia la salida de planta.

El agua no recirculada desemboca en un laberinto de cloración, desde el que podrá realizarse la toma de agua a través de un grupo de presión compacto con objeto de cubrir las necesidades de riego y baldeo. Se ha previsto un depósito de almacenamiento de hipoclorito, así como su

sistema de dosificación, desde el que se podrá clorar el agua en caso de ser necesario. La cloración se puede realizar tanto en el propio laberinto como de forma directa en tubería.

Con relación a la **línea de fangos**, los lodos extraídos de los decantadores van hacia una arqueta desde donde son purgados hasta el espesador (con control de llenado en cámara de llaves anexa). Esta arqueta es contigua a la de carga del lecho. La medida del caudal purgado se realiza mediante un caudalímetro electromagnético (DN80 respectivamente) dispuesto en un pozo próximo al bombeo.

Los lodos extraídos del espesador se deshidratarán mediante centrífugas (1+1R), habiéndose previsto la regulación del polielectrolito según las consigas de un medidor de sólidos a instalar en la tubería de admisión.

Todos los depósitos cuentan con vaciado, los cuales se conducen por gravedad hasta el **pozo de vaciados** (contiguo al de fangos y carga de lecho) y desde ahí son bombeados a cabecera de planta. Cabe destacar que al pozo de vaciados también se conducirá el agua procedente del saneamiento de edificios.

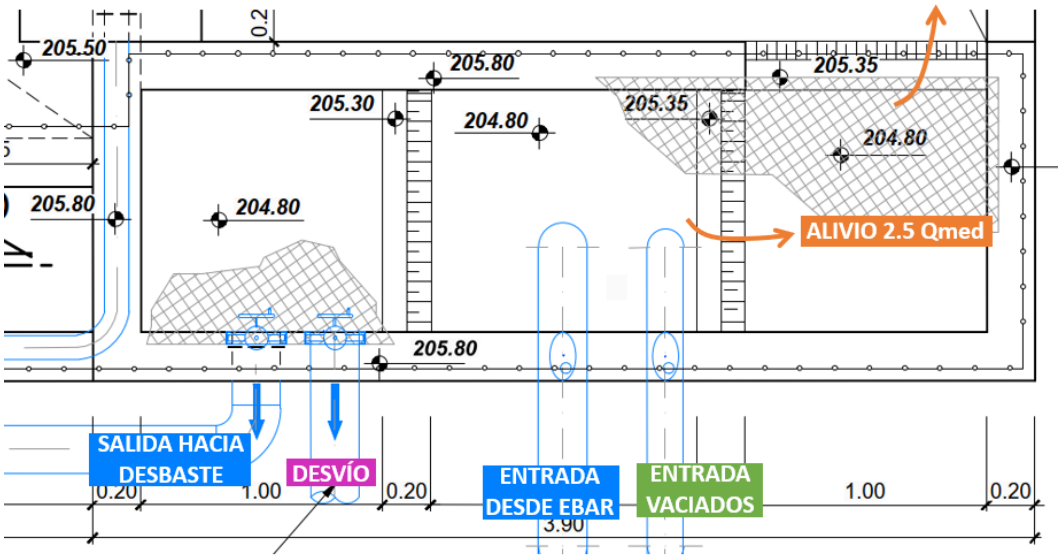
9.2.2 Descripción detallada de los procesos

9.2.2.1 Obra de llegada y bypass general

El colector de agrupación de vertidos (PEAD PN16 DN200) llega por impulsión a la EDAR y vierte a una arqueta de rotura, previa medida de caudal en la EBAR mediante caudalímetro electromagnético DN150. En la misma se ha dispuesto una compuerta para desviar el caudal en situación de necesidad hacia la red de alivio general de planta. Cabe destacar que a la planta llega el caudal máximo admisible por el pretratamiento (5Qmed) al estar regulado por la EBAR principal. Durante episodios de fuertes lluvias se podría tratar hasta un máximo de 10Qmed, al haberse dispuesto un tanque de homogeneización capaz de almacenar esta diferencia de caudal durante los primeros minutos de lluvias. Los caudales aliviados o desviados en la EDAR cumplirían con lo dispuesto en el RD 1290/2012 sobre eliminación de gruesos y flotantes, al haber pasado por el pretratamiento ubicado en la EBAR principal.

En esta arqueta de llegada, cuya parte superior se encuentra 1,80 metros por encima de la cota de explanación de la EDAR, se distinguen tres cántaras. Una primera de tranquilización y otras de distribución, o bien hacia el desarenado o bien el exceso de 5Qmed hacia el tranque de

homogeneización. En el labio de vertido hacia el tanque se ha dispuesto un vertedero regulable con el fin de poderse adaptar el nivel de alivio en función de los requerimientos del explotador.

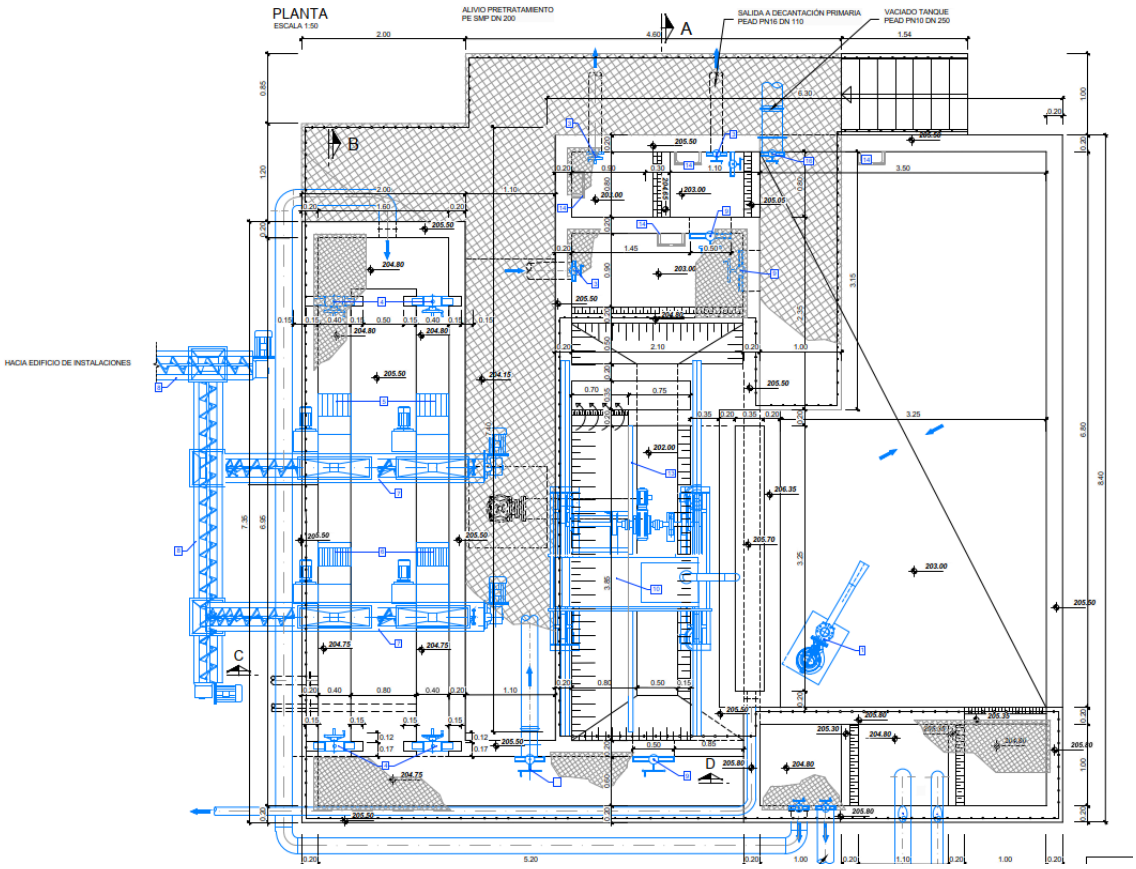


9.2.2.2 Tanque de homogeneización

Según las prescripciones establecidas por el futuro explotador, se debían diseñar las instalaciones (colector y EBAR) de forma que puedan ser capaces de vehicular hasta 10 veces el caudal medio de residuales como mínimo durante los primeros 20 minutos de lluvia. Este exceso de agua debe ser almacenado de forma que pueda reintegrarse posteriormente a la línea de tratamiento.

Para ello, en la EDAR se ha optado por diseñar un tanque de homogeneización, fuera de línea, que permita almacenar el caudal correspondiente a los primeros minutos de la tormenta para posteriormente darle tratamiento. Este se ha dimensionado para almacenar durante 60 minutos la diferencia entre 5Qmed y el máximo extraordinario (10 Qmed) a 2045.

El tanque de homogeneización se configura según un vaso de planta rectangular de 3.5 metros de ancho, 6.65 de largo y 2.20 de calado útil. Para evitar las condiciones de septicidad se ha dispuesto un aireador-agitador efecto Venturi.



Vista del conjunto obra de llegada-pretratamiento-tanque de homogeneización

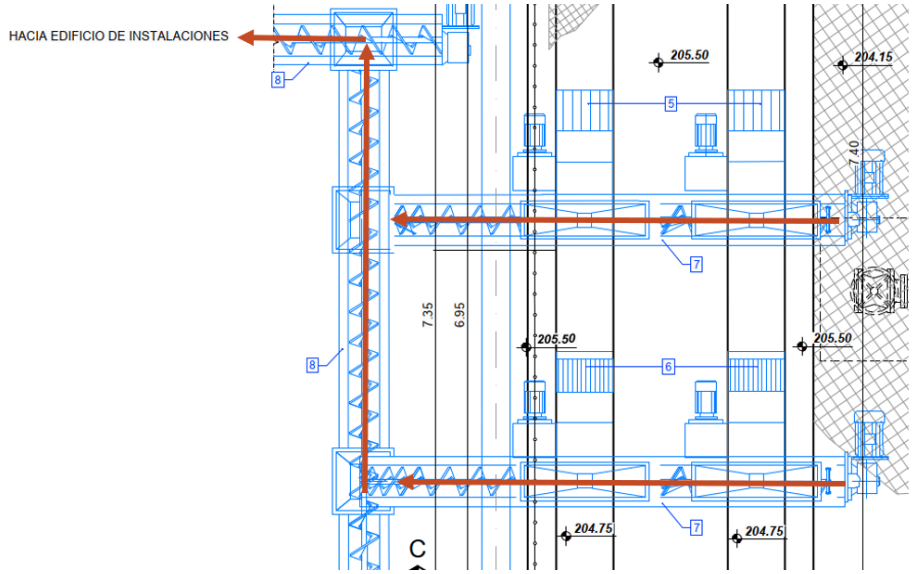
9.2.2.3 Desbaste

Desde la arqueta de llegada el ARU se vehicula hasta los canales de desbaste, los cuales operan en configuración 1+1R.

Los canales tienen un ancho de 40 cm y una profundidad de 0.75 metros, habiéndose dejado entre ambos un espacio libre de 80 cm para labores de mantenimiento. Cada uno de ellos se ha equipado con una reja de limpieza automática de 30 mm de paso y otra de 3 mm. Se han diseñado para pretratar un caudal máximo de 5 veces el caudal medio de residuales a 2045 y se independizan mediante compuertas canal 400x400 mm.

Con objeto de facilitar la gestión de residuos, se ha adoptado un contenedor conjunto para el desbaste y desarenado de 2 m³ ubicado en el interior del edificio de instalaciones. Los residuos extraídos de las rejas se recogerán en tornillos compactadores de 2 m³ de capacidad, los cuales descargarán sobre un tornillo transportador de 2.5 m³/h de capacidad y este a su vez sobre otro

que conducirá el detritus hasta el edificio. La descarga se realizará a través de boquillas flexibles en polietileno.



9.2.2.4 Desarenado y desengrasado

El desarenado–desengrasado se realiza en un canal longitudinal de 5.00 m de largo, 2.00 m de ancho y 2.80 metros de profundidad total, con capacidad para tratar 5 veces el caudal medio de residuales a 2045. Este se encuentra equipado con un sistema de rasquetas superficiales para el arrastre y extracción de flotantes con una alimentación eléctrica extensible (tipo guirnalda), previéndose sus interruptores de final de carrera y de paro de seguridad.

El ARU entra al canal a través de un hueco ubicado en la arqueta de reparto desde los canales de desbaste. Cabe destacar que, en caso de querer realizar el desvío completo del desarenado, se ha previsto una salida desde esta arqueta mediante tubería de AISI-316L DN200 mm. Esta ingresa de nuevo a la salida del desarenador.

El canal de desarenado proyectado tiene dos zonas diferenciadas: una principal donde se da la sedimentación de las arenas y otra lateral más pequeña que es la zona para la acumulación y recogida de las grasas y sobrenadantes. En el canal se inyecta aire dándole una componente vertical al movimiento del agua residual, que al componerse con la velocidad longitudinal de avance produce un movimiento helicoidal que favorece el depósito de las partículas de mayor densidad (arenas), así como la emulsión y acumulación de las grasas en el extremo contario.

Para el suministro de aire se ha dispuesto un compresores-inyector, con capacidad unitaria de aireación de 14 Nm³/h. Se ha seleccionado este sistema en lugar de la aireación mediante difusores y soplantes, no solo por el ahorro energético que representa sino por la significativa efectividad en la separación de grasas que ofrecen las microburbujas frente a la burbuja gruesa de los difusores, así como por la facilidad de mantenimiento y durabilidad.

La zona para tranquilización y recogida de grasas queda separada de la de aireación mediante una mampara de acero inoxidable, pudiéndose modificar la cota de instalación con facilidad. Esto permite al explotador seleccionar el modo de funcionamiento según las necesidades, siendo recomendable la opción propuesta en proyecto, en donde la lámina de agua queda ligeramente sobre la mampara, no existiendo separación física en superficie.

Desde esta canaleta, las grasas se vehiculan hacia el concentrador mediante una tubería de acero inoxidable DN80. Para evitar la acumulación de grasas en las tolvas de salida, se instalará un sistema de rociado de agua para arrastre de estas, que periódicamente irá descargando pequeñas cantidades de agua, la suficiente para evitar sedimentación y malos olores en estas tuberías.

El desnatador tiene una capacidad máxima de tratamiento de 5 m³/h y los residuos se almacenarán en un contenedor IBC (Intermediate Bulk Container) de 1000 litros.

Por su parte las arenas, acumuladas en la parte inferior del tanque, se extraerán con una bomba centrífuga sumergible, de capacidad unitaria 15 m³/h. La bomba se desplaza por el canal inferior de forma solidaria al movimiento de traslación del puente. La mezcla agua-arena se deposita en un canal central, con pendiente hacia un extremo, desde el que sale una tubería de acero inoxidable DN100 hasta el clasificador de arenas de 15 m³/h ubicado en la sala de residuos del pretratamiento. La arena se almacenará en el contenedor de 2 m³ utilizado también para el desbaste y el agua se conducirá hacia el pozo de vaciados para su recirculación a cabecera de planta.

Los laterales del recinto de desarenado son transitables a través de una pasarela en voladizo, constituida por un tramex de PRFV apoyado en perfiles metálicos UPN-140. El acceso se realiza desde el exterior mediante una escalera.

9.2.2.5 Alivio exceso caudal tratamiento y reparto de caudal a tratamiento primario

En la arqueta de salida del desarenado tendrá lugar el alivio del caudal superior al máximo de diseño del tratamiento (2 Qmed). Para ello se ha equipado el labio de vertido con un vertedero regulable, de forma que pueda calibrarse la altura de vertido según las necesidades.

Desde este punto el agua es conducida mediante un tubo de PEAD PN10 DN 110 hasta una arqueta para reparto a la decantación primaria. El reparto se realizará a través de vertederos, cuya altura de labio podrá regularse según compuertas. Se ha previsto la instalación de medidores de nivel para el registro indirecto de caudal, cuyas consignas podrán adicionalmente regular la altura de las compuertas vertedero. Se ha dispuesto un desvío de la decantación primaria en la misma arqueta mediante un juego de compuertas.

9.2.2.6 Decantación primaria

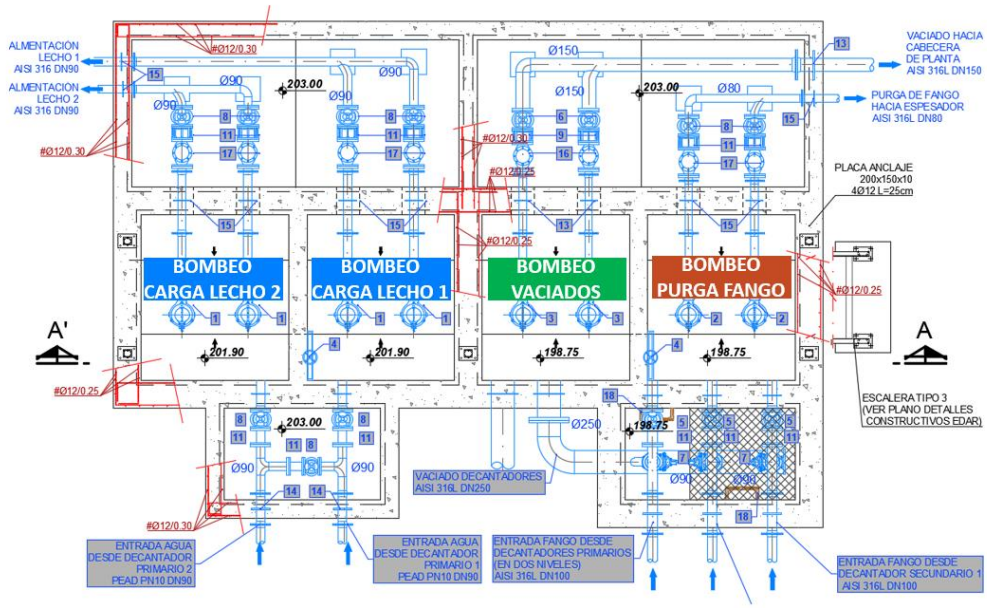
Antes del tratamiento biológico, y con objeto de evitar la colmatación del lecho, se someterá el ARU a una decantación primaria. Esta se realizará mediante decantadores circulares, cumpliendo así con las prescripciones establecidas por el futuro explotador.

Se han proyectado dos tanques de planta circular y alimentación central, con 3 metros de diámetro y 2 de calado recto útil. El fondo se configura con pendiente para facilitar la recogida de los fangos. Estos se concentran en la parte central gracias a la acción de un sistema de rasquetas de fondo sujetadas por un puente radial de tracción periférica. Posteriormente, se aspirarán desde una arqueta externa para su bombeo mediante bombas sumergidas hasta el espesador de fangos. La extracción de lodos se debe realizar con una frecuencia tal que se evite la fermentación, lo cual generaría gases que ascenderían a superficie contaminando el efluente.

En la superficie del decantador se dispone un vertedero perimetral de recogida del agua clarificada, con una chapa deflectora previa para evitar la salida de sobrenadantes. Esta tolva colectora cuenta con una toma de agua y válvula para poder llevar a cabo el lavado de esta. Debido a las pequeñas dimensiones, se ha dispuesto la canaleta perimetral de vertido en el exterior de forma que sea posible la instalación del puente de barrido. El apoyo del puente deberá realizarse sobre el muro interno del decantador, para lo cual se han previsto huecos para el paso de agua de 1.05 m de largo y 0.50 m de alto.

9.2.2.7 Arqueta bombeo: impulsión carga lecho

A la salida de los decantadores primarios, el agua entrará en una arqueta de bombeo para su distribución al lecho. Esta arqueta cuenta con cuatro cántaras: dos para la carga de los lechos, una para el bombeo de vaciados y otra para la purga de fangos. Las cántaras para carga de lechos se encuentran independizadas mediante una compuerta para poder llevar a cabo el funcionamiento de los lechos tanto en paralelo (configuración prevista) como en serie.



Esquema del bombeo para carga lechos, purga y vaciados

Se han previsto unos alivios de emergencia desde las cántaras de bombeo de los lechos hasta el pozo de vaciados, para que en caso de falla de todas las bombas exista un desagüe. Por otro lado, el vaciado de los decantadores se ha previsto desde la misma conducción de purga, disponiéndose la valvulería necesaria para poder realizar la apertura y cierre de líneas en cada caso.

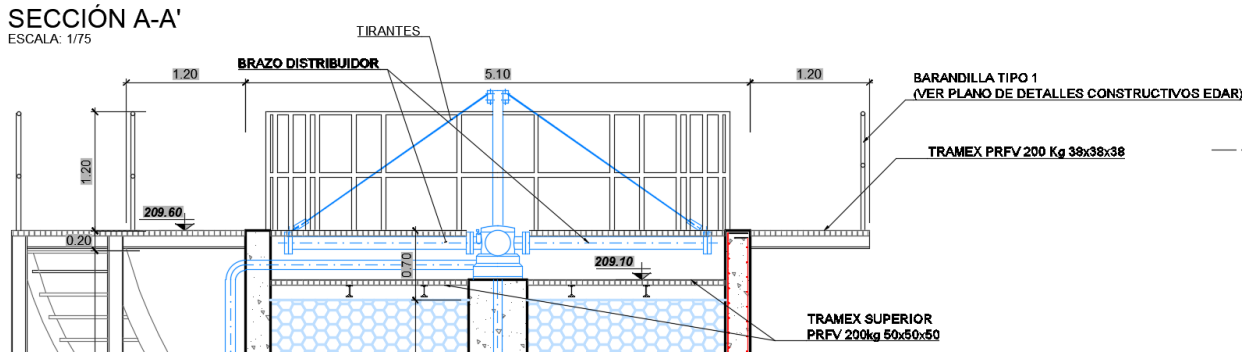
9.2.2.8 Lecho bacteriano

El tratamiento biológico, de **lechos bacterianos**, se conforma por **dos tanques cilíndricos de obra civil**, con un volumen total de 132.95 m³ (66.48 m³ por línea), presentando cada uno 4.6 metros de diámetro y 4.0 metros de altura de relleno. Para el dimensionamiento se ha seguido lo indicado en la normativa alemana ATV-281E, calculando el volumen de forma que la carga orgánica sea inferior a 0.5 kg DBO/m³/d y con una superficie tal que la carga hidráulica sea de 0.8 m³/h/m².

En el diseño se ha tenido en cuenta que la altura de relleno esté en el entorno de los 4 metros o inferior con el objeto de facilitar la ventilación natural.

El tratamiento en un lecho bacteriano es posible gracias a los microorganismos que se adhieren al relleno en forma de biopelícula, cuya formación y tipología dependerá de la carga orgánica de diseño. El agua residual discurre desde la parte superior del tanque hasta el fondo, con salida libre sin llegar a inundarlo. Para esto, se ha previsto un distribuidor móvil compuesto por dos brazos perforados, de forma que el agua impulsada desde la arqueta de bombeo sea regada por igual a través de toda la superficie del lecho. Debido al reducido diámetro de las conducciones, se ha previsto que la impulsión ascienda por el exterior del tanque y no por la columna central, de forma que cualquier labor de reparación por posibles atascos pueda realizarse cómodamente Con objeto de controlar el caudal bombeado al lecho (tratamiento+recirculación) se ha previsto la instalación de un caudalímetro DN80.

La accesibilidad a la parte superior del lecho queda garantizada con una escalera de trazado curvo que cubre menos de la mitad del perímetro del lecho. Esta se encuentra separada del muro y soportada mediante pilares HEB-160. Todo el perímetro del lecho será transitable en la parte superior gracias a una pasarela de 1.20 m conformada por un tramex de PRFV apoyado en perfiles UPN-140. Cabe destacar que se ha dispuesto un tramex superior, por encima del relleno, con objeto de facilitar las labores de mantenimiento en el distribuidor, el cual irá apoyado sobre vigas IPE-120. La luz de huecos es de 50 mm de forma que permita el correcto rociado del agua.



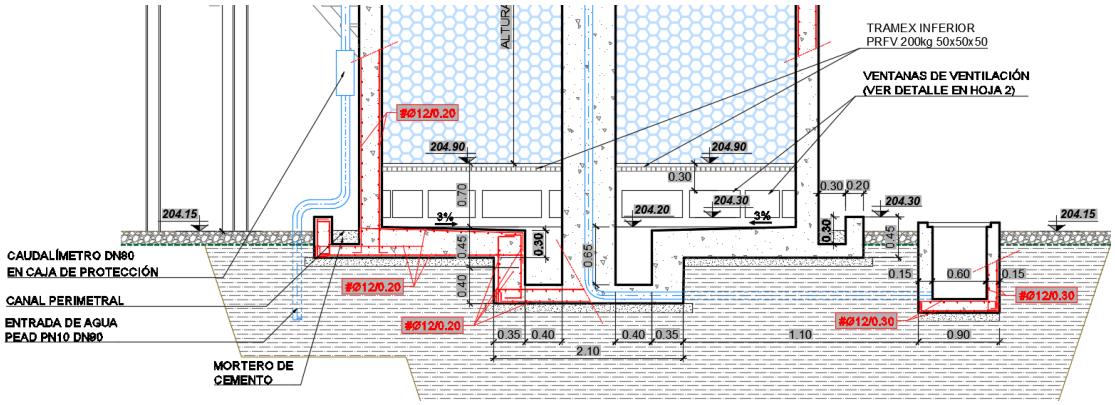
Esquema de la parte superior del lecho

Para el material filtrante se ha considerado un relleno desordenado en polipropileno con superficie específica de 140 m^2/m^3, siendo este el más recomendable según la normativa alemana para lechos con bajas cargas orgánicas de trabajo.



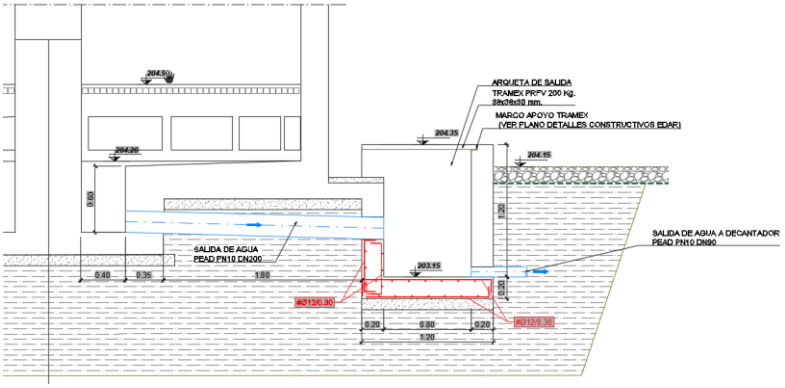
Relleno desordenado en polipropileno de 140 m²/m³

Este medio de soporte se dispone sobre un falso fondo drenante, conformado por un tramex de 50x50x50 mm (al igual que el dispuesto en la cubierta), apoyado en vigas y muretes de hormigón armado.



Esquema de la parte inferior del lecho

El desagüe del lecho tiene lugar desde una poceta central, conduciéndose al exterior a través de un tubo de polietileno de 200 mm de diámetro. Se ha previsto una sección amplia de este tubo con objeto de evitar atascos, ya que al estar ubicado bajo la losa de cimentación su mantenimiento sería complejo. Adicionalmente, se ha previsto una canaleta exterior perimetral con objeto de conducir posibles pérdidas de agua que se produzcan por los huecos de ventilación del lecho.



Detalle de la salida del agua en el lecho

9.2.2.9 Decantación secundaria

El efluente de los lechos se conduce a dos decantadores (decantador secundario o clarificador) donde se separarán los flóculos biológicos del agua. Se han proyectado dos tanques de planta circular y alimentación central, con 5 metros de diámetro y 3.0 de calado recto útil. El fondo se configura con pendiente para facilitar la recogida de los fangos. Estos se concentran en la parte central gracias a la acción de un sistema de rasquetas de fondo sujetadas por un puente radial de tracción periférica. Posteriormente, se aspirarán desde una arqueta externa para su bombeo mediante bombas sumergidas hasta el espesador de fangos.

La extracción de lodos se debe realizar con una frecuencia tal que se evite la fermentación, lo cual generaría gases que ascenderían a superficie contaminando el efluente ya depurado.

En la superficie del decantador se dispone un vertedero perimetral de recogida del agua clarificada, con una chapa deflectora previa para evitar la salida de sobrenadantes. Esta tolva colectora cuenta con una toma de agua y válvula para poder llevar a cabo el lavado de esta. Del mismo modo que en el decantador primario, y debido a las pequeñas dimensiones, se ha dispuesto la canaleta perimetral de vertido en el exterior de forma que sea posible la instalación del puente de barrido. El apoyo del puente deberá realizarse sobre el muro interno del decantador, para lo cual se han previsto huecos para el paso de agua de 1.70 m de largo y 0.50 m de alto.

9.2.2.10 Desinfección del efluente

El efluente de la decantación secundaria es adecuado para el vertido en términos de materia orgánica y sólidos Sin embargo, en ninguno de los procesos anteriores se consigue eliminar en gran medida el contenido de microorganismos perjudiciales para el ser humano tales como bacterias, virus, amebas y otros. Uno de los indicadores de medida más conocido es el de los coliformes totales.

Para que el cloro y el efluente tratado permanezcan el suficiente tiempo en contacto como para que se dé la desinfección (mínimo de 15 minutos) se proyectan tanques de contactos con planta sinuosa o laberíntica. El almacenamiento, preparación y dosificación del reactivo se efectúa en un edificio anexo al laberinto, con ventilación independiente.

El dimensionado del tanque de cloración se ha realizado partiendo de un volumen (calado, ancho y largo) y comprobando que el tiempo de retención fuera el adecuado. El número de canales y

la disposición de estos se obtiene de forma que la relación L/B esté entre 10 y 40, siendo L la longitud total que recorre el agua y B el ancho de cada canal.



Laberinto de cloración EDAR Aznalcóllar (Fuente: elaboración propia)

Se ha optado por un recinto de planta laberíntica, conformado por dos canales de 0.60 metros de ancho y 3.00 de largo.

Tras la salida del laberinto y una vez se hayan unido todos los efluentes de la planta, se realizará una medida de caudal mediante canal Parshall de 6''.

9.2.2.11 Bombeo de purga del fango

Para la purga hacia el espesador se ha considerado que los 8.78 m³/día producidos en el año horizonte se purguen en 1 horas al día, disponiéndose para ello dos bombas en configuración 1+1R de 8.5 m³/h de caudal unitario.

9.2.2.12 Espesamiento del fango

A la salida del decantador secundario los lodos presentan una concentración de 8 kg/m³. De ahí hasta las concentraciones de 200 kg/m³ que se pueden obtener en el proceso de deshidratación, es posible reducir algo más el contenido del agua en el fango para conseguir un proceso de deshidratación más eficiente. Por ello se proyecta un espesador por gravedad, con el que se consigue alcanzar una concentración de hasta 30 kg/m³ (valor máximo de cálculo recomendado).

En general el proceso de cálculo se basa en establecer las cargas usuales de trabajo y determinar con ellas la superficie mínima necesaria.

Con todo esto resulta un espesador de 2.00 metros de calado útil y 2.00 metros de diámetro, capaz de almacenar los fangos generados durante al menos 2 días para el año horizonte.

El espesador contará con una cubierta de PRFV y una escalera para acceso al mismo.



Espesador EDAR Aznalcóllar (Fuente: fabricante)

Desde el espesador se bombearán los fangos hacia la deshidratación mediante una bomba de tornillo helicoidal con caudal nominal de 1.5 m³/h, altura máxima de bombeo de 10 metros, velocidad de trabajo de 120 rpm y potencia de 1,1kW. Se colocará un equipo de reserva y el accionamiento será mediante variador de frecuencia.

Para el control de caudal de lodo enviado a deshidratación, se instalará un caudalímetro DN80 en el interior de edificio de instalaciones, antes de la adición del polielectrolito.

9.2.2.13 Deshidratación del fango

Se ha proyectado un proceso de deshidratación basado en el empleo de una decantadora centrífuga, pues es de los sistemas que mayor eficiencia puede aportar en el proceso de reducción de volumen del fango.

La centrífuga se ha dimensionado de manera que el contenido en materia seca sea superior al 22% con la máquina trabajando 2 días a la semana y en torno a 5 horas al día. Se ha considerado un equipo en reserva.

Así pues, dada la cantidad de fangos purgada del espesador, las concentraciones de entrada y salida y el rango de funcionamiento, se estima el caudal horario a tratar y la carga horaria. Con ello se escoge la centrífuga adecuada. El volumen de fangos deshidratados se obtiene tras aplicar las concentraciones antes indicadas (del 3% al 22%), con lo que se selecciona el sistema de almacenamiento adecuado.

9.3. ELEMENTOS AUXILIARES

9.3.1 Desodorización

Se ha previsto una desodorización para el edificio de instalaciones, la sala donde se encuentra la deshidratación, la sala de residuos del pretratamiento, la atmosfera libre del espesador y la tolva, extrayendo el aire del interior y conduciéndolo hacia un filtro de carbón activo. El caudal de aire se ha calculado a partir de las renovaciones por hora estableciendo un valor de 10.

En la sala de deshidratación, la cual presenta una superficie de 48,5 m^2 y una altura libre de 4,35 m, el volumen de aire a renovar es de 211 m^3. Por su parte, la sala de residuos tiene una superficie de 42,35 m^2 y una altura de 4,35 m, lo que resulta un volumen de aire a renovar de 184,20 m^3. Si se añade la atmósfera libre del espesador, de 6,30 m^3 y el volumen de la tolva 20m^3, hace un volumen total de aire a renovar de 421,5 m^3.

Considerando las diez renovaciones a la hora, se tiene un caudal total de aire a extraer por la desodorización de 4.215 m^3/h.

El equipo de desodorización seleccionado según los datos del fabricante es capaz de tratar dicho caudal con un ventilador habilitado hasta una presión de 1.862 Pa.

9.3.2 Vaciados

El bombeo de vaciados se encuentra en una arqueta contigua a la de bombeo de fangos, y su objetivo es impulsar el agua procedente de los vaciados de los recintos hasta la cabecera de planta.

Se ha optado por una configuración de dos equipos (en funcionamiento según 1+1R o 2+0R, a criterio del explotador), con unas bombas centrífugas sumergibles cuyas características y punto de funcionamiento se detallan en la siguiente figura.

Este pozo recibe el vaciado de los decantadores, pretratamiento, espesador y laberinto y lo conducirá hasta la arqueta de llegado, así como el escurrido del clasificador de arenas, sobrenadantes de decantadores y espesador y saneamiento de los edificios.

9.3.3 Bombeo aguas de servicio o uso industrial

El bombeo de las aguas de servicio se realizará mediante un grupo de presión dispuesto en un edificio contiguo al tanque de cloración, del cual se abastecerá para su suministro. Se ha previsto un grupo capaz de bombear 6m³/h con una presión de 30 mca.

9.3.4 Protección contra incendios

Se ha previsto un sistema de Protección Contra Incendios, formado por los correspondientes sensores y alarmas. Todas las señales serán enviadas a la Central de Detección Analógica ubicada en el edificio de control. Esta se comunicará con los elementos de los otros edificios mediante cableado de ida y vuelta, dispuesto en las canalizaciones de instrumentación y control. Dado que no está prevista la presencia permanente de personal en los edificios, se ha proyectado la monitorización de la central de detección mediante el SCADA, donde será posible configurar el sistema de mensajes a móviles, pudiendo seleccionar aquellas alarmas que serán enviadas y a qué móviles se enviarán.

9.3.5 Evacuación y drenaje de cuencas externas

Para la evacuación y drenaje de las cuencas externas o áreas de aportación que pudieran afectar a las instalaciones proyectadas por el efecto de la escorrentía procedente de aguas de lluvia se ha analizado la superficie que drenará hacia este punto teniendo en cuenta la topografía del entorno, delimitándose así el área de aporte de la cuenca C2 para luego estimar los caudales de avenida.

Al área de aportación definida la cruza la línea del ferrocarril, que podría llevarse la escorrentía de cabecera, sin embargo, se ha considerado para el cálculo la aportación del mismo.

La escorrentía procedente de dicha área de aportación será conducida al río Guadiaro, primeramente, mediante una cuneta hormigonada ubicada al pie del talud de corte del camino existente situado en las inmediaciones de la EDAR y luego con una OTDL hacia el río.

Para el dimensionamiento de la cuneta y la OTDL se ha usado la fórmula de Manning, con el caudal de avenida para el periodo de retorno de 25 años.

Así pues, se ha proyectado disponer una cuneta de sección trapecial revestida de hormigón en masa con una dimensión en la base 0,5 m, altura de 0,5 m y taludes H:V 1:1, en el margen del camino que recibirá principalmente la mayor parte de la escorrentía de la cuenca C2, para la mínima pendiente del camino del 0,50%. Para el caso de la OTDL que evacuará el caudal de la cuneta se prevé que esta cuente con un diámetro de Ø 800 mm en hormigón para una pendiente mínima del 1%.

De forma general, en el resto de cunetas necesarias en el área externa de las instalaciones proyectadas se prevé disponer de cunetas de sección triangular hormigonadas (espesor 10 cms) con un talud H:V 1:1 y una profundidad de 0,50 m, las cuales recogerán áreas de aportación que no son relevantes.

9.3.6 Red de drenaje interior

Para evacuar las pluviales del interior de la EDAR será necesario disponer distintos puntos de captación a lo largo de la planta, los cuales desembocarán en una red de 315 mm de diámetro en polietileno corrugado, con una pendiente mínima del 1%. Esta red de pluviales será conducida hasta el pozo de salida de la EDAR.

9.3.7 Particularidades en la línea piezométrica

Partiendo de la cota de restitución a cauce y estudiando las pérdidas de carga en las distintas conducciones y singularidades aguas arriba, se ha calculado la cota mínima que podrá alcanzar el fluido en el pozo de salida de la EDAR. Con esto, se ha comprobado que la red general de alivio llegue al pozo de salida a una cota igual o superior a esta. Por su parte, estableciendo la lámina de agua deseada en el canal de salida, y calculando las pérdidas en cada elemento aguas arriba del mismo, se ha calculado la altura de descarga de las impulsiones en cabecera de planta.

Debido a la configuración del proceso biológico adoptado es necesario que la lámina de agua en el decantador secundario quede por debajo del terreno, de forma que la piezométrica se mantenga por debajo de los huecos de ventilación del lecho.

Con todo ello, se ha establecido la piezométrica de funcionamiento. Como podrá comprobarse en los cálculos, la rasante de salida de la cloración se encuentra a una cota superior a la lámina de inundación correspondiente a 500 años de período de retorno, por lo que el funcionamiento normal de la planta no se verá comprometido ante posibles crecidas del río Guadiaro.

9.4. URBANIZACIÓN Y EDIFICACIÓN

La planta de la EDAR, ubicada sobre una explanada a la cota 204.00 msnm, cuenta con una plataforma central donde se ubican los distintos elementos de la EDAR. Bordeándola, se dispone un vial perimetral de hormigón, de 4 metros de ancho entre caras internas de bordillos, con el siguiente acabado:

- Firme de 18 cm de hormigón impreso sobre 20 cm de zahorra artificial.
- Explanada bajo el firme: 45 cm de suelo seleccionado S2 con CBR > 10.

Los recintos se emplazarán sobre gravilla para evitar encharcamientos ante posibles derrames. En el resto de espacios libres, el acabado es con tierra vegetal para la disposición de los elementos de jardinería proyectados, que se describen en el apartado de ajardinamiento.

Junto a los edificios se dispone un acerado perimetral, conformado por baldosa hidráulica y separado del vial mediante bordillos prefabricados de 28 cm de canto (14 cm vistos), con anchura de 1,20 metros.

Con el objetivo de potenciar el carácter ornamental de las zonas desprovistas de instalaciones, se realizarán plantaciones en parterres en la parcela de la EDAR. Se propone la selección de especies autóctonas acordes con la vegetación potencial de la zona, preferentemente de hoja perenne, resistentes a las características de la zona, aromáticas y que precisen poco riego.

Las especies arbustivas y arbóreas elegidas son las siguientes:

- Romero (*Rosmarinus officinalis*)
- Lentisco (*Pistacia lentiscus*)
- Lavanda (*Lavandula officinalis*)
- Carrasca (*Quercus coccifera*)
- Alcornoque (*Quercus súber*)

Por otro lado, se propone la plantación de un seto de adelfa (*Nerium oleander*) en todo el perímetro vallado de la parcela de la EDAR. Las especies se dispondrán cada 30 cm para facilitar el cierre del seto en el menor tiempo posible, de modo que sirva de pantalla vegetal de corrección de impacto visual y para control de olores.

En la zona de acceso vehicular y peatonal (a cada lado de las puertas), el cerramiento consta de una cimentación mediante zapata corrida de hormigón de 40 cm de ancho sobresaliendo 15 cm

del nivel del terreno. Sobre esta se dispondrá un muro de bloques de hormigón de 20x20x40 armados (4Ø8), de 2,80 metros de altura y revestido con aplacado de piedra pizarra recibido con mortero de cemento.

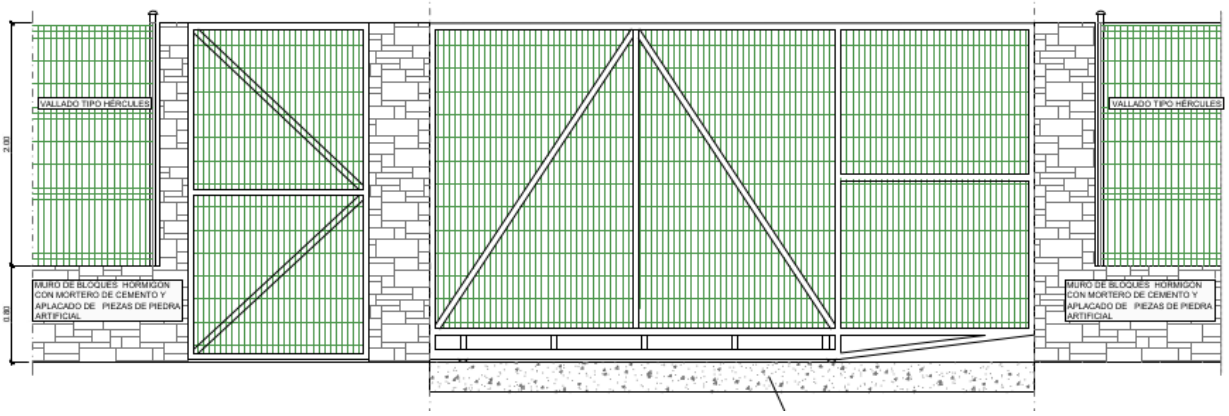


Ilustración 1. Modelo de cerramiento.

En el resto del perímetro, el muro tendrá 100 cm de altura y sobre el mismo se colocará un vallado tipo Hércules.

El acceso de los vehículos se realizará a través de una puerta corredera tipo cancela de una hoja, fabricada con estructura tubular galvanizada laminado en frio, con zócalo de chapa perfilada y barrotes verticales de tubo rectangular. Las soldaduras irán tratadas con pintura galvánica y contará con un pórtico lateral de sustentación equipado con roldanas de nylon y tope de cierre; con ruedas torneadas galvanizadas con rodamientos autoengrasados, apoyados sobre carril y cerrojo de enclavamiento al suelo.

Por su parte, para el acceso peatonal se ha previsto próxima a la anterior una puerta de 1,5 m de ancho.

En la EDAR se pueden encontrar las siguientes edificaciones:

El **edificio de control y taller** tiene las siguientes dimensiones exteriores: 14,70 m de largo, 7,40 m de ancho y altura de 3,55 m hasta forjado. La estructura está resuelta mediante pilares y vigas de apoyo de forjado de viguetas. Las dimensiones de los pilares son 35 x 35 cm, mientras que las vigas están en función de la longitud y cargas de cálculo. El forjado de doble viguetas y bovedillas de hormigón tiene un canto de 25 cm, más una capa de compresión ejecutada in situ de 5 cm. La cubierta de teja árabe será a cuatro aguas y un vuelo perimetral de 50 cm. El cerramiento se realizará mediante bloques de hormigón armado. La cimentación se resuelve a través de zapatas aisladas con pozos de hormigón en masa hasta 3 m de profundidad para

superar la capa activa del terreno. Las zapatas se conectan mediante vigas de atado, las cuales además de arriostrar la cimentación ante cargas horizontales, sirven de cimentación del cerramiento. Se coloca solera de hormigón armado de 20 cm de espesor. En sala de cuadros para facilitar la acometida y distribución de cables se coloca suelo técnico de 65 cm de canto, mientras que en la zona de oficinas y servicios para mejorar las condiciones térmicas y evitar humedades se coloca bajo solera de cimentación terminación con cavity de 15 cm.

El **edificio de instalaciones** tiene las siguientes dimensiones exteriores: 16,20 m de largo, 8,30 m de ancho y altura de 4,45 m. La estructura está resuelta mediante pilares y vigas de apoyo de forjado de viguetas. Las dimensiones de los pilares son 30 x 30 cm, mientras que las vigas son función de la longitud y cargas de cálculo. El forjado de viguetas y bovedillas tiene un canto de 25 cm, más una capa de compresión ejecutada in situ de 5 cm. El polipasto de 2,00 t de capacidad ubicado en la sala de deshidratación requiere una viga carril IPE-270, que cuelgan de las vigas de hormigón armado del forjado a través de placas de anclaje 250 x 250 x 10 y 4 pernos Ø12.La cubierta de teja árabe será a cuatro aguas y un vuelo perimetral de 50 cm. El cerramiento se realizará mediante bloques de hormigón armado. La cimentación se resuelve a través de zapatas aisladas con pozos de hormigón en masa hasta 3 m de profundidad para superar la capa activa del terreno. Las zapatas estarán conectadas mediante vigas de atado, las cuales además de arriostrar la cimentación ante cargas horizontales, sirven de cimentación del cerramiento. Se coloca solera de hormigón armado de 20 cm de espesor.

9.5. CAMINOS DE ACCESO A EDAR Y EBAR

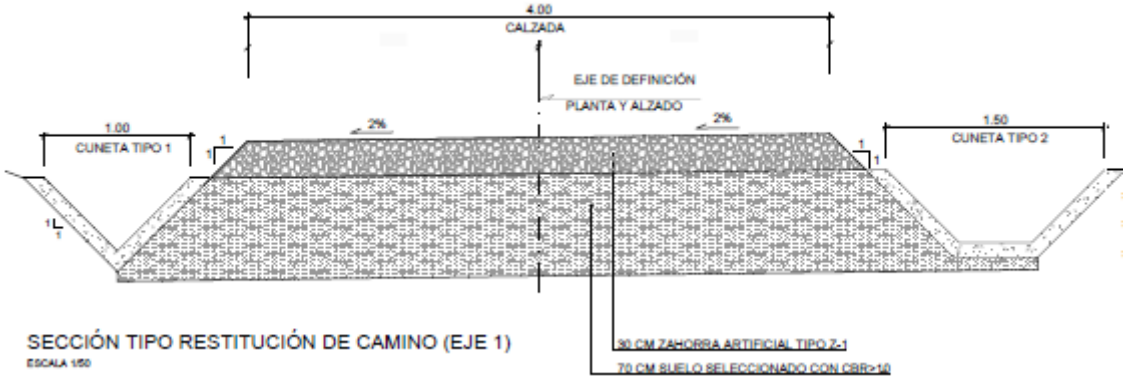
Para el acceso a las distintas instalaciones definidas en el proyecto se ha contemplado el trazado de diferentes viales. En primer lugar, se considera la reposición del camino de acceso a la presa de El Colmenar desde el puente que cruza sobre el Arroyo El Colmenar hasta las inmediaciones de la EDAR y que discurre a lo largo de la margen derecha del río Guadiaro, ampliando su anchura hasta los 4 m y restituyendo un tramo final de 200 m que se encuentra afectado por la explanación de la EDAR. Por otra parte, se proyecta la creación de un desvío sobre el camino anteriormente descrito que materialice el acceso a la propia EDAR.

La **reposición del camino de acceso a la presa de El Colmenar** discurre por la margen derecha del río Guadiaro. En concreto, la intervención sobre este camino se efectuará en una extensión de unos 850 m desde su cruce con el Arroyo El Colmenar, hasta el desvío de acceso a la EDAR proyectado. La reposición de este camino consistirá en una ampliación del mismo hasta alcanzar una franja de rodadura de 4 m de ancho y que se materializará por medio de la

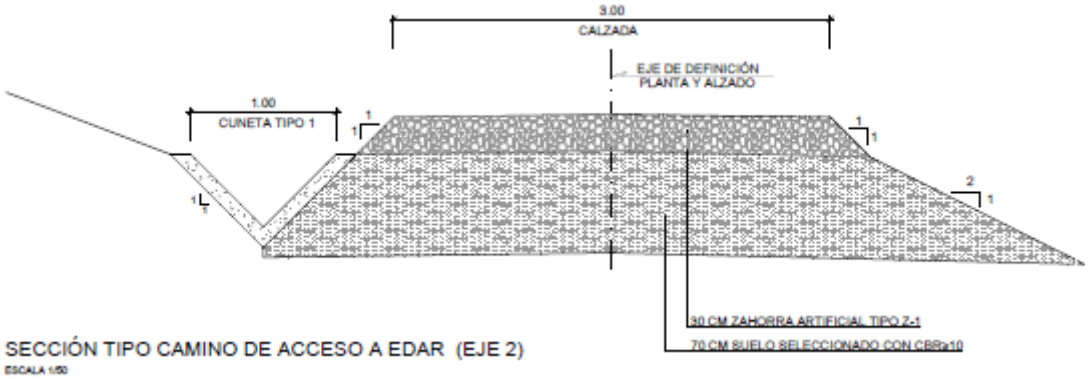
formación de la explanada sobre el terreno natural y su coronación con una capa de rodadura de zahorra artificial de 30 cm de espesor. En los tramos en los que la pendiente del camino supera el 10% y aquellas zonas del camino que se prevean inundables se ha previsto una losa de hormigón en masa de 18 cm de espesor.

Adicionalmente, se proyecta la restitución de un tramo de 180 m que se encuentra afectado por la explanación de la EDAR y que se resuelve mediante un desvío del mismo salvando un desnivel de 6 metros. En cuanto a su trazado, cuenta con pendiente máxima del 10%, radios mínimos de 25 m y una anchura de la superficie de rodadura de 3 m. Respecto a la explanación se ha adoptado un paquete de 75 cm de suelo seleccionado con CBR >= 10, seguido de una capa de rodadura conformada por 30 cm de zahorra artificial.

Finalmente, se ha dotado a la sección tipo de toda la intervención con una cuneta a pie de desmonte revestida con 10 cm de hormigón en masa de sección triangular con 50 cm de profundidad y 100 cm de anchura que se apoya al borde del paquete de firme.

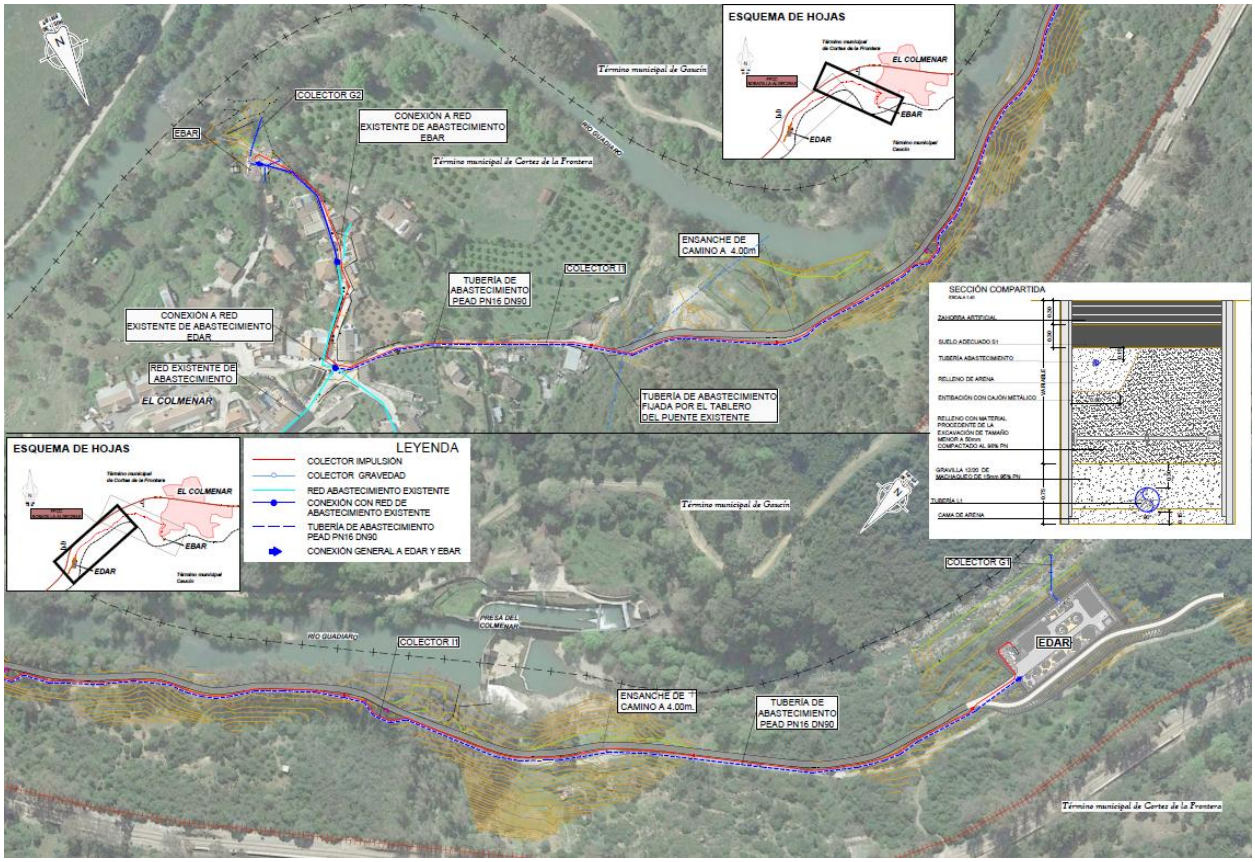


El **camino de acceso a la EDAR** parte desde el camino de servicio de la presa de El Colmenar. Este vial presenta una longitud de 36 m, salvando un desnivel de 0,7 m con radios mínimos de 110 m y pendientes máximas del 3%. Respecto a la explanación se ha adoptado un paquete de 75 cm de suelo seleccionado con CBR >= 10, seguido de una capa de rodadura conformada por 30 cm de Zahorra Artificial. Además, se ha dotado a la sección tipo de con una cuneta a pie de desmonte revestida con 10 cm de hormigón en masa de sección triangular con 50 cm de profundidad y 100 cm de anchura que se apoya al borde del paquete de firme.



9.6. CONEXIÓN EXTERIOR PARA SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

Con objeto de garantizar el suministro de agua potable para labores de limpieza y aseo en la EDAR, la acometida de agua potable se lleva a cabo desde el casco urbano de El Colmenar, mediante una conducción de PEAD PN16 DN 90 mm, que parte de la confluencia de la Calle Lepanto con la Calle de la Presa, conectando a la red municipal de distribución existente en un tramo de PVC DN 90 mm. Esta nueva conducción, de unos 1.100 m de longitud, discurre paralela al trazado del colector general o emisario, alojándola en la misma zanja.



Planta general de la conducción de acometida de agua potable a la EDAR

El agua potable estará disponible en todos los edificios de la EDAR: tanto en el de instalaciones para la preparación del polielectrolito como en el de control para el uso en laboratorio y aseos.

9.7. INSTALACIONES ELECTRICAS, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

9.7.1 Acometidas eléctricas

9.7.1.1 EDAR

Para el suministro eléctrico a la EDAR, se ha previsto la instalación de un nuevo apoyo en la línea existente de la compañía Eléctrica de Gaucín. Para ello, es preciso el tendido de una nueva línea aérea particular en media tensión de 78 m de longitud, entre el punto de conexión facilitado por la compañía, donde se ha proyectado un apoyo en bóveda con crucetas de derivación para el cruce del río, al otro lado del río se ubicará un apoyo fin de línea con entronque aéreo-subterráneo. Se realizará la entrada y salida en el CT de la EBAR para continuar la línea en MT soterrada hasta la EDAR. En total, se implantarán 2 nuevos apoyos.



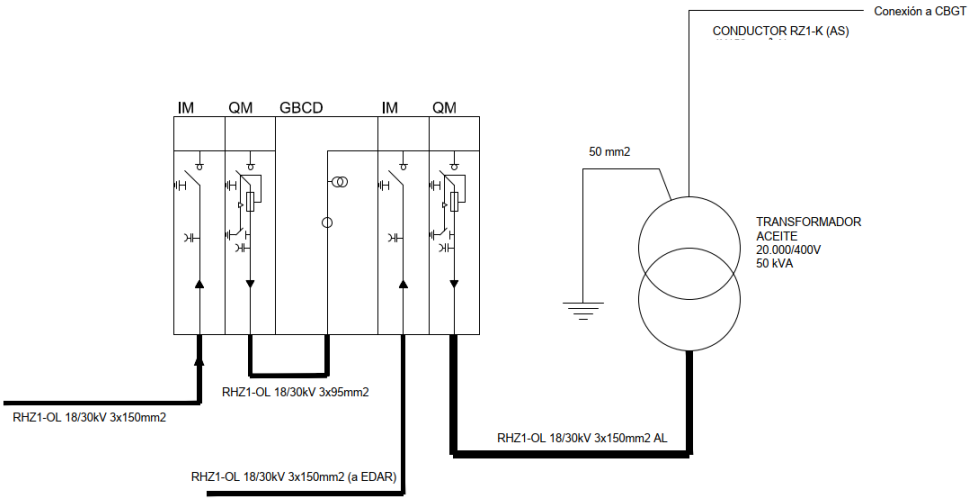
Planta general de la acometida eléctrica a la EBAR general y EDAR de El Colmenar

Los apoyos serán metálicos de celosía para 1 circuito de 20 KV distribuidos sobre bóveda triangular. Para la ubicación del apoyo fijación rígida y fin de línea se excavará una zanja de 2x2x2,5 m (4 m^2 de planta por 2,5 metros de profundidad).

Los cálculos justificativos de la línea aérea de media tensión proyectada para el suministro eléctrico de la EDAR se recogen en el *anejo 14. Cálculos eléctricos y electromecánicos*.

9.7.1.2 EBAR Colmenar

La acometida a la EBAR se realiza en Media Tensión, se ha proyectado un CT que se detalla mas abajo, donde se realizará la medida en MT para la EDAR y para la EBAR. En la caseta de la EBAR se instalará el Cuadro General de Baja Tensión, según esquemas. Se utilizará un cable de Cobre y armado, impidiendo el uso indebido y su protección frente a robo. La longitud total del tramo subterráneo de BT será de 20 (m) y el conductor empleado será RZ1MZ1-(AS) (0,6-1 kV).



9.7.2 Instalación eléctrica MT EDAR

La red aérea propuesta para el suministro eléctrico a la depuradora estará dotada de un conductor con alma de acero recubierto de aluminio del tipo LA56, de 20 kV, 50 Hz, un único circuito sobre apoyo tipo boveda. La temperatura máxima del conductor es de 85 ºC.

Los apoyos serán metálicos de celosía, para 1 circuito de 20 kV distribuidos sobre boveda y un cable de tierra para la estructura. Estarán constituidos por perfiles angulares normalizados con

acero EN 10025 S 275 JR para las diagonales y EN 10025 S 355 J2 para los montantes, siendo su anchura mínima 45 mm y su espesor mínimo de 4 mm.

La altura elegida de los apoyos viene dada por la distancia mínima reglamentaria a mantener al terreno y demás obstáculos por los conductores de la línea aérea.

Los apoyos se cimentarán mediante zapatas aisladas de hormigón HM-20, debiendo cumplir con lo especificado en la instrucción EHE-08, instalando un bloque de hormigón para las patas del apoyo. Sobre cada uno de los bloques de hormigón se hará la correspondiente peana, con un vierteaguas de 5 cm de altura.

La toma a tierra de los apoyos se materializará mediante picas de tierra. Se dispondrán tantas picas de tierra conectadas al apoyo como sean necesarias para obtener valores inferiores a 20 Ω. El extremo superior de la pica de tierra quedará, como mínimo, a 0,8 metros por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre las picas de tierra y el apoyo.

Ninguno de los apoyos proyectados se encuentra en una zona de pública concurrencia, por lo que no será necesario realizar la puesta a tierra en anillo cerrado, se dispondrá de acerado perimetral para el apoyo de conexión en vano flojo y para el apoyo fin de línea ubicado en el interior de la EDAR.

El aislamiento constará de cadenas sencillas para los apoyos de suspensión o cruce y dobles para los apoyos de amarre, las cuales tendrán tres aisladores de vidrio U40BS.

Para la **conexión soterrada en media tensión con el CT desde el apoyo de entronque** se emplea cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 18/30 KV, de 150 mm^2 en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

Por su parte, **la conexión en baja tensión con el CGBT**, ya en la depuradora, se emplean cables BT unipolares de aislamiento 0.6/1 KV tipo RZ1MZ1-Al (AS), de 1x240 mm^2 Cu para las fases y 1x240 mm^2 Cu para el neutro.

9.7.3 Centro de transformación EDAR

La potencia máxima estimada en las instalaciones de la EDAR será de unos 135 kW, por lo que se proyecta un centro de transformación de (1) x 160 kVA a 20 kV.

Este será de superficie, compacto, de intemperie y monobloque tipo caseta de hormigón prefabricado. Desde el transformador se acomete al Cuadro General de Baja Tensión, donde se instalarán las protecciones automáticas definidas en los esquemas unifilares.

Este Centro de Transformación contendrá con carácter general los siguientes elementos:

- Celda de Remonte
- Celda Ruptofusible
- Transformador de 160kVA de aceite mineral.

9.7.4 Centro de transformación EBAR

La potencia máxima estimada en las instalaciones de la EDAR será de unos 25 kW, por lo que se proyecta un centro de transformación de (1) x 50 kVA a 20 kV.

Este será de superficie, compacto, de intemperie y monobloque tipo caseta de hormigón prefabricado. Desde el transformador se acomete al Cuadro General de Baja Tensión, donde se instalarán las protecciones automáticas definidas en los esquemas unifilares.

Este Centro de Transformación contendrá con carácter general los siguientes elementos:

- Celda de línea
- Celda Ruptofusible
- Celda de Medida
- Celda interruptor de línea para la EDAR
- Celda Ruptofusible a transformador EBAR
- Transformador de 50kVA de aceite mineral.
- Cuadro contador tarificador electrónico multifunción.

9.7.5 Instalación eléctrica en BT

9.7.5.1 Armario General de Distribución EDAR y EBARs.

En la sala de cuadros eléctricos del Edificio de Instalaciones se ubicará un cuadro General de Baja tensión de dimensiones 2000 x 1500 x 450 mm. equipado con salidas para los siguientes cuadros:

- Los cuadros CCM (Centro de control de motores), específicos para los equipos instalados para el funcionamiento de la EDAR, complementándose con cuadros independientes dónde se ubicarán los variadores de frecuencia (cuadro AE/VF).

- Los Cuadros de Control

- Los cuadros secundarios auxiliares como serían el de alumbrado exterior, fuerza y los de los edificios.

- El cuadro para la batería de condensadores

- El Cuadro para el SAI

Las protecciones de las derivaciones se efectuarán mediante interruptores automáticos magnetotérmicos del calibre y poder de corte adecuados; llevarán además protección diferencial estableciendo selectividad con los diferenciales instalados en los cuadros de mando y protección. Todos los diferenciales y magnetotérmicos contendrán contacto de señalización de estado para envió al Autómata. Todos los diferenciales que alimentan a motores eléctricos o variadores serán regulables en tiempo e intensidad de disparo.

9.7.5.2 Cuadro de mando y protección de motores EDAR y EBARs.

Estará formado por módulos de paneles metálicos en chapa de acero con unas dimensiones por módulo de 2000 x 650 x 450 mm, debidamente pintados, accesibles por su parte anterior. El embarrado general del cuadro estará protegido mediante un interruptor automático general de corte omnipolar. Desde este embarrado se alimentará a los motores y a los subcuadros de la instalación.

El cuadro de motores tendrá como características principales:

- Tensión nominal de aislamiento en el circuito principal 1000 V en el circuito auxiliar 400 V. alterna.
- Salida de 24 VCC para señalización.
- Salida de 24 VAC para electroválvulas de proceso.
- Extractores accionados mediante termostatos ambiente
- Resistencias calefactoras.

A partir del embarrado general del cuadro de protección y maniobra de motores se acomete a los distintos motores a través del aparellaje de mando y protección de cada motor constituido por:

- Interruptor de protección diferencial con toroidal.
- Interruptor automático de protección de motor con reglaje de disparo térmico.

- Contactor tripolar.
- Variadores para motores de potencia mayor a 5,5 kW de potencia.
- Variadores de frecuencia para las bombas de recirculación y las bombas dosificadoras de Cl3Fe, etc.
- Dispositivo contra la marcha en monofásico.

Todos estos cuadros contendrán un interruptor de corte omnipolar de cabecera. Los circuitos estarán protegidos contra sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos) y contra contactos directos e indirectos mediante protecciones magnetotérmicas y diferenciales individuales de sensibilidad regulable o selectiva para cada equipo en el caso de los CCMs, y agrupando circuitos en un diferencial en el caso de los Cuadros Generales de Alumbrado y Fuerza, según se puede apreciar en el esquema unifilar recogido en los planos. Todos los diferenciales y magnetotérmicos contendrán contacto de señalización de estado para envió al Autómata. El detalle del cálculo de las instalaciones de media y baja tensión se encuentra en el a*nejo 14. Cálculos Eléctricos.*

9.7.5.3 Batería de condensadores EDAR

Junto al Cuadro General de Distribución se instalará una batería de condensadores de regulación automática con una composición de 60kVAr para la compensación de la energía reactiva, equipada con interruptor de corte en carga

9.7.5.4 Batería de condensadores EBAR

Debido a la escasa potencia de la instalación y a la utilización de variadores de frecuencia no se requiere la utilización de batería de condensadores

9.7.5.5 Líneas de alimentación EDAR y EBARs

Cableado de fuerza y maniobra.

A partir de los automáticos alojados tanto en el cuadro de mando y protección de motores, como en los cuadros de protección y maniobra de alumbrado, saldrán las líneas de alimentación a los distintos receptores de la planta. Estas alimentaciones se realizarán con cables tipo **RZ1MZ1-K (AS) 0,6/1 KV**. Las secciones de los cables, se ha calculado, de acuerdo con las intensidades máximas admisibles establecidas en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional, teniendo en cuenta los factores de corrección del sistema de montaje adoptado, y cumpliendo la ITC-BT-

19. Las alimentaciones a motores realizadas a través de variadores de frecuencia se harán con cables apantallados tipo **RZ1KZ1-K (AS) 0,6/1 KV**, cuyas pantallas se conectarán adecuadamente a tierra para reducir señales de ruido.

La sección mínima empleada para fuerza en los receptores ha sido 2,5 mm2 y para los elementos auxiliares tales como pulsadores “in situ” y limitadores de par ha sido 1,5 mm2.

Desde los armarios hasta los elementos receptores los cables discurrirán por bandeja de PVC y bajo tubo de PVC superficial en las instalaciones interiores y bajo tubo enterrado en instalaciones exteriores. La subida desde el nivel de suelo de las alimentaciones individuales llevarán protección mecánica adecuada, bien con tubo de acero galvanizado o bien con bandeja de acero inoxidable; las canalizaciones fijadas sobre pared interior se efectuarán con tubo rígido de PVC. En todos los conductores se ha tenido en cuenta tanto el coeficiente de corrección de intensidad en función de la agrupación de circuitos y conductores con el tipo de montaje adoptado, como que la caída de tensión sea inferior al 4.5% en alumbrado y al 6.5 % en el resto de usos desde el origen de la instalación.

9.7.5.6 Alumbrado general.

Con relación al alumbrado, se ha previsto una iluminación tanto de exteriores como de interiores, así como la correspondiente de emergencia.

Para la iluminación de los viales y la urbanización de la EDAR se ha proyectado una disposición axial con luminaria LED P=62,7W FlujoLuminoso:8546 lm. Distribución Media, sobre soportes troncocónicos de 8 m de altura y brazos de 1’00 m y de tipo mural en el entorno de los edificios, a una interdistancia aproximada de 30 m.

Las características de las canalizaciones, cimentaciones de los báculos, conductores y sistemas de protección se recogen en el *Anejo 10. Cálculos Eléctricos y Electromecánicos.*

9.7.5.7 Alumbrado de emergencia.

Se ha previsto alumbrado de emergencia, dicha iluminación se concentrará exclusivamente en puertas, escaleras, pasillo y en general en zonas de escape y paneles en los que hubiera que realizar alguna maniobra de inspección o medida. El sistema de alumbrado de emergencia es autónomo y cumple con las prescripciones establecidas en las normas UNE 20062 y 20392.

9.7.5.8 Empalmes y derivaciones.

Todos los elementos y derivaciones de la red de alumbrado, se realizarán en los cuadros y en las cajas de registros, que serán de dimensiones adecuadas a la sección del cable, por medio de bornes de apriete y rigidez eléctrica adecuada, con el fin de evitar calentamiento y pérdidas de aislamiento.

9.7.5.9 Instalación general de tierras

Red de tierras.

Se ha previsto para la planta una red de tierras con pozos equipados con una pica de cobre de 2 m. de longitud y 14 mm de diámetro, disponiendo una en las inmediaciones del CCM para la medida de la misma. Las conexiones entre las tomas de tierra estarán formadas a base de cables en cobre desnudo de 50 mm2 para la red de tierra general. Las masas metálicas están conexionadas a la red de tierras con cable de 50 mm2 aislado. Todas las soldaduras a realizar serán aluminotérmicas tipo Caldwell, y los conexionados a cada pica llevarán brida apropiada. Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

9.7.5.10 Climatización EDAR

Se ha proyectado la climatización de los despachos y de la sala de cuadros, mediante la instalación de unidades split, formada por un conjunto de 1x1, con potencia térmica unitaria de 3,1 kW para el despacho y 5kW para la sala de los cuadros. Se instalarán y legalizarán según RITE.

9.7.6 Automatización y Control

Se ha proyectado un sistema que permita la supervisión y el control de todas las variables necesarias para la correcta operación de las instalaciones, así como la operación local automática y manual de las mismas. De la misma forma, permitirá satisfacer los siguientes requisitos:

1. Medidas: Niveles, caudales instantáneos, horas de funcionamiento de los equipos, estado de funcionamiento de los equipos, etc.
2. Alarmas: Dispositivos de protección de motores, niveles máximos y mínimos en los depósitos y canales y fallos de suministro eléctrico.

3. Gestión automática y local: Arranque/paro de motores desde el Sistema SCADA, gestión de los grupos según alarmas del sistema y gestión de las comunicaciones con el servidor de la Sala de Control.

El sistema de control de la EDAR se ha planteado mediante dos autómatas encargados del control de todos los equipos así como de la instrumentación de la planta. Estos equipos se alojarán en cuadros de envolvente metálica de 2000x800x 500 mm con su correspondiente HMI en el frontal de este.

El sistema de control de las EBAR se ha planteado mediante un autómata encargado del control de todos los equipos así como de la instrumentación de la estación. Estos equipos se alojarán en un cuadro de envolvente metálica de 2000x800x 500 mm con su correspondiente HMI en el frontal de este.

Las instalaciones dispondrán de tres niveles de control: un primer nivel constará de los automatismos de seguridad básica y de funcionamiento manual, un segundo nivel, de automatismo general integrado, y el tercer nivel, de supervisión. Toda la instrumentación se ha proyectado conforme a los requisitos establecidos por el futuro explotador.

El automatismo se ha proyectado para todas las posibilidades con objeto de que el explotador pueda optar por la óptima según las condiciones de operación de la planta.

La comunicación dentro de la planta de la EDAR se realizará mediante protocolo Modbus serie con los diferentes instrumentos y sensores. El soporte físico será mediante cableado de cobre, sobre canalización de dos tubos con la protección adecuada en el exterior y en el interior mediante bandejas o tubos a cada elemento. La comunicación será cableada desde los sensores o actuadores a los módulos de entrada y salida dispuestos en los armarios de control. Para supervisar la EDAR desde el Edificio de Control con la sala de cuadros, se enlazan por medio de una red de comunicaciones IP sobre cableado ethernet con los correspondientes conversores de medios para la correcta comunicación entre ambos. En el Edificio de control se instalará un ordenador-servidor de última generación que nos permita el control integro de la Planta. Para la comunicación IP con el exterior y con el bombeo se dispondrá de comunicación GSM/GPRS, la compañía Vodafone presenta cobertura en la zona, que se prevé con un ancho de banda de 10 Mb simétricos.

Para las estaciones de bombeo la comunicación será cableado desde los sensores o actuadores a los módulos de entrada y salida dispuestos en el armario de control.

El sistema de control y automatización debería soportar la comunicación remota y deberá tener la posibilidad de implementar funcionalmente la web-servidor para la presentación de datos en comunicación directa (online) así como la información para archivo en los formatos compatibles de la web. Entre sus características se incluye la gestión y privilegios de usuarios, generación de informes automáticos, rebote de alarmas mediante SMS desde las propias estaciones, al contar con servidor web integrado desde el propio servidor, la función del SCADA podrá realizarse desde cualquier PC con las respectivas autorizaciones. Adicionalmente se permitirá visualizar mediante graficas estadísticas los históricos descargados, gestionar las estaciones remotas y exportar los registros históricos.

Los circuitos de mando, señalización y control dispondrán de alimentación eléctrica mediante un transformador de aislamiento con relación 400 / 230 V. Del secundario de dicho transformador de aislamiento saldrán dos circuitos: uno para mando y control de las máquinas y otro para pilotos de señalización, teniendo cada circuito protección magnetotérmica independiente. Los elementos de seguridad tales como boyas de nivel mínimo en pozos, finales de carrera en compuertas o válvulas, presostatos, etc. actuarán directamente sobre la lógica cableada. Esto permite la protección de la máquina ante cualquier maniobra peligrosa para su integridad.

10. EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS

10.1. EXPROPIACIONES

En el *anejo nº12. Expropiaciones* del presente proyecto quedan establecidas las bases de partida para la incoación y subsiguiente tramitación del expediente de expropiación de los bienes y derechos afectados por la ejecución de las obras contenidas en el presente proyecto, ajustándose a los requerimientos de todo proyecto promovido por la sociedad estatal ACUAES y el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y conforme a la legalidad vigente.

Para el análisis de las expropiaciones, el proyecto puede descomponerse en las siguientes zonas de obra: Colectores agrupación de vertidos (incluyendo pozos y elementos auxiliares), emisario de vertido EDAR, plataforma o explanada EDAR y EBAR, camino acceso a EDAR y EBAR, acometida eléctrica EDAR y EBAR y acometida abastecimiento EDAR y EBAR.

Asimismo, se distinguen tres tipos de conceptos: expropiación, servidumbre y ocupación temporal.

Para la valoración de las expropiaciones se ha seguido el siguiente procedimiento:

1. Consulta de precios actualizados al año 2020 a la Agencia Tributaria de la Junta de Andalucía de las fincas afectadas por ocupación de la obra.
2. Valoración a partir del documento: "Encuesta de precios de la tierra en Andalucía", del año 2018 y actualizada a fecha de mayo de 2020 con los datos obtenidos de la página web del Instituto Nacional de Estadística para la provincia de Málaga.
3. Precios medios de la zona de estudio, obtenidos a partir de consulta al Ayuntamiento de Cortes de la Frontera.

Para la determinación del precio unitario de las plantaciones y cosechas se han tomado los datos proporcionados por la Diputación de Málaga proporcionados en otros proyectos.

Teniendo en cuenta los criterios de valoración definidos anteriormente, asciende el presupuesto general de expropiaciones a la cantidad de **TRES MIL SESENTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS (3.063,49 €)**. En el *anejo nº12 Expropiaciones* se desglosa el coste mencionado.

10.2. SERVICIOS AFECTADOS

En el *anejo nº11 Servicios afectados y reposiciones* se recogen los contactos mantenidos con todos los organismos, entidades y empresas concesionarias de servicios, que pudieren verse afectados por el desarrollo de las obras definidas en el presente proyecto, con objeto de obtener información acerca de infraestructuras o actuaciones en el ámbito del proyecto, tanto actualmente existentes como previstas, así como petición de condicionantes en posibles cruces o paralelismos con infraestructuras y en ocupaciones de dominio público e información acerca del proceso de solicitud y obtención de permisos y autorizaciones que sean necesarias. Los organismos consultados han sido los siguientes:

- Ayuntamiento de Cortes de la Frontera, ELA de El Colmenar
- Consorcio Provincial de Gestión Integral del Agua de Málaga
- Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico (IAPH).
- ENDESA Distribución, S.L.U.
- Gas Natural Andalucía, S.A.
- Movistar/Telefónica
- Orange Espagne, S.A.U.

- Vodafone España, S.A.U.
- Red Eléctrica de España (R.E.E.)
- Enagas
- Compañía Logística de Hidrocarburos (C.L.H.)
- Sociedad Estatal de Correos y Telégrafos
- Diputación Provincial de Málaga. Servicio de Vías y Obras.
- Delegación Territorial de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio en Málaga
- Dirección General de Planificación y Recursos Hídricos de la Junta de Andalucía
- Delegación Territorial de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible (Málaga).
- Delegación Territorial de Cultura y Patrimonio Histórico en Málaga
- Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)
- Inkolan
- Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)
- Distribuidora Eléctrica de Gaucín, S.L.

En el *anejo nº11 Servicios afectados y reposiciones* se incluyen todas las cartas y comunicaciones enviadas y recibidas durante la redacción del presente proyecto.

De acuerdo con los resultados obtenidos de las consultas mantenidas durante la redacción del proyecto, las cuales están detalladas en el *anejo nº11 Servicios afectados y reposiciones*, se verán afectados los servicios que se muestran a continuación:

- Viario urbano de El Colmenar y Camino público de la Presa.
- Redes de abastecimiento y saneamiento municipales.
- Cruces de arroyos y cauces afluentes del río Guadiaro.

Para cada una de ellas en el citado anejo se describe en qué consiste la afección y las prescripciones para su reposición. La valoración económica de la reposición de todos estos servicios se incluye como capítulo nº3 en el presupuesto general de la obra.

11. TRAMITACIÓN AMBIENTAL Y DE SALUD

El municipio de Cortes de la Frontera, al que pertenece la ELA de El Colmenar, incumple la *Directiva Europea 91/271/CEE*, vertiendo directamente sus aguas residuales al río Guadiaro sin ser previamente depuradas al no contar con ningún tipo de tratamiento para ello. El presente

proyecto contempla, por tanto, las siguientes actuaciones: ejecución de colectores y EDAR para el núcleo de El Colmenar.

La EDAR se proyecta para 1.287 habitantes equivalentes; para la agrupación de los vertidos se requieren un total de 1.185 metros de conducción en impulsión. Adicionalmente, para restituir el efluente depurado a cauce se precisa una conducción de 58 metros. Para ello será preciso la instalación de una estación de bombeo.

Para el suministro eléctrico de la EDAR se ha previsto la conexión en M.T. a la línea aérea de 20 KV LA 56 propiedad de Distribuidora Eléctrica de Gaucín S.L., siguiendo las prescripciones de esta compañía eléctrica suministradora. Este suministro se ha propuesto mediante el trazado de otra línea aérea de 20 kV, de unos 190 m de longitud, desde un apoyo existente en la mencionada línea, hasta otro ubicado al otro lado del río Guadiaro, donde pasa a ser soterrado hasta llegar a la parcela de la EBAR, donde se colocará un centro de transformación con entrada y salida para continuar la línea en Media Tensión soterrada hasta la EDAR. Se instalará un centro de transformación de tipo prefabricado con un transformador de 160 kVA. La línea en M.T. soterrada discurrirá paralela a la conducción de agua residual que llega a la EDAR y contará con unos 1.250 m de longitud. La acometida eléctrica a la Estación de Bombeo de Aguas Residuales (EBAR) se realizará de la siguiente forma: En la EBAR se dispondrá de un centro de transformación con entrada y salida en Media Tensión para continuar hasta la EDAR. La Medida se realizará en Media Tensión, por lo que se medirá la energía tanto de la EDAR como de las EBAR. El centro de transformación dispondrá de un transformador que alimentará a la estación de Bombeo en Baja Tensión. La acometida seguirá las prescripciones de la compañía eléctrica suministradora (Distribuidora Eléctrica de Gaucín S.L.)

Parte del proyecto se ubica en el espacio de la Red Natura 2000 ZEC (Zona de Especial de Conservación) y ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves) PARQUE NATURAL DE LOS ALCORNOCALES (ES0000047); y la planta de tratamiento de aguas residuales proyectada verterá el efluente depurado al río Guadiaro, que en este tramo forma parte del PARQUE NATURAL LOS ALCORNOCALES.

Teniendo en cuenta la población del núcleo al que es preciso dar servicio, se observa que la capacidad máxima de la depuradora a proyectar no superará los 10.000 habitantes equivalentes, por lo que, considerando las magnitudes y ubicación del proyecto, en base a la *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental* (NORMATIVA ESTATAL), modificada por la *Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación*

ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, se considera que la actuación puede ubicarse en dos escenarios distintos:

- ESCENARIO 1: Las actuaciones a proyectar precisan someterse al procedimiento de EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL SIMPLIFICADA, para la obtención del correspondiente INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL (IIA), para lo que se deberá elaborar el DOCUMENTO AMBIENTAL recogido en el artículo 45 de la Ley 21/2013, modificada por la Ley 9/2018.

  Este primer escenario es el que se considera más probable, debido a la coincidencia territorial del proyecto con espacios naturales protegidos pertenecientes a la Red Natura 2000, por lo que se considera que el proyecto puede quedar encuadrado dentro del Art. 7.2 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, en alguno de los siguientes apartados:

  Grupo 4. Industria energética.

  b) Construcción de líneas para la transmisión de energía eléctrica (proyectos no incluidos en el anexo I) con un voltaje igual o superior a 15 kV, que tengan una longitud superior a 3 km, salvo que discurran íntegramente en subterráneo por suelo urbanizado, así como sus subestaciones asociadas.

  Grupo 10. Los siguientes proyectos que se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

  a) Plantas de tratamiento de aguas residuales cuando puedan suponer transformaciones ecológicas negativas para el espacio.

- ESCENARIO 2: La actuación a proyectar precisa someterse al procedimiento de EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ORDINARIA, para la obtención de la correspondiente DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (DIA), para lo que se deberá elaborar el ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA) recogido en el artículo 35 de la Ley 21/2013.

  Este escenario se produciría en el supuesto de que el órgano ambiental determine que el proyecto ha de ser objeto de una evaluación de impacto ambiental ordinaria, o por encontrarse en alguno de los siguientes apartados:

  Grupo 4. Industria energética.

b) Construcción de líneas para la transmisión de energía eléctrica (proyectos no incluidos en el anexo I) con un voltaje igual o superior a 15 kV, que tengan una longitud superior a 3 km, salvo que discurran íntegramente en subterráneo por suelo urbanizado, así como sus subestaciones asociadas.

Por lo tanto, se considera que la actuación puede encontrarse comprendida en el ESCENARIO 1, dentro del supuesto grupo 10.a, del ANEXO II (Proyectos sometidos a la EVALUACIÓN AMBIENTAL SIMPLIFICADA) de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, modificada por la Ley 9/2018, de 5 de diciembre.

No obstante, de las cinco actuaciones integradas dentro del PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN EN ARRIATE, BENAOJÁN-MONTEJAQUE, JIMERA DE LÍBAR Y CORTES DE LA FRONTERA. CUENCA DEL RÍO GUADIARO. (MÁLAGA). CLAVE: ACE/314.01/19/PROY/01, se considera que todas ellas, excepto la de ARRIATE, pueden encontrarse comprendidas dentro del supuesto grupo 10.a, del ANEXO II (Proyectos sometidos a la EVALUACIÓN AMBIENTAL SIMPLIFICADA) de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, modificada por la Ley 9/2018, de 5 de diciembre.

Por ello, a solicitud de la Dirección General del Agua **se ha tramitado un DOCUMENTO AMBIENTAL** conjunto de los cinco proyectos. Su contenido se ajusta al recogido en el artículo 45 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, redactado según la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, que se adjunta en el **ANEJO 13. INTEGRACIÓN AMBIENTAL** del presente proyecto.

Por otro lado, considerando la normativa autonómica, en concreto la *Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental,* la actuación objeto de este proyecto puede estar incluida en varios epígrafes de su Anexo I, donde se recogen las categorías de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental: Autorización Ambiental Integrada (AAI), Autorización Ambiental Unificada (AAU), Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) y Calificación Ambiental (CA). Esta Ley autonómica se ha ido modificado/actualizando, siendo el texto consolidado de 15 de octubre de 2018 recogido en el BOE, la última actualización.

Según esta norma, la mayoría de las actuaciones objeto de estudio estaría sometida al instrumento de prevención y control ambiental de calificación ambiental (CA), dado que la EDAR tendría que dimensionarse para menos de 10.000 habitantes equivalentes. Sin embargo, según el Artículo 27 (Ámbito de aplicación) de la Ley 7/2007, de 9 de julio, estarían sometidas a Autorización Ambiental Unificada las actividades sometidas a Calificación Ambiental que se

extiendan a más de un municipio, como es el presente caso, que se desarrolla en los términos municipales de Cortes de la Frontera y Gaucín. Sin embargo, al ser el órgano ambiental de la actuación el Ministerio competente en materia de Medio Ambiente (también es promotor y órgano sustantivo), la tramitación ambiental a la que debe someterse el proyecto es la recogida en la normativa estatal, la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

En relación a los antecedentes descritos en el DOCUMENTO AMBIENTAL, hay que destacar que en agosto del año 2005 la Junta de Andalucía redactó el anteproyecto de Colectores y EDAR de Cortes de la Frontera (Málaga). El proyecto obtuvo resolución de INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL de 14/10/2016 (BOE Nº259 de 26/10/2016), después de ser sometido al trámite de evaluación de impacto ambiental simplificada. Esta resolución seguirá vigente si el proyecto se aprueba antes del 26/10/2020. **Las principales conclusiones o requerimientos de este informe se han recogido en el DOCUMENTO AMBIENTAL.**

Por otro lado, desde el ámbito estatal, a través de la promulgación de la *Ley 33/2011 General de la Salud Pública, de 4 de octubre*, se estableció por primera vez que las Administraciones Públicas deberían someter a evaluación del impacto en la salud los planes, programas y proyectos que fuesen seleccionados por tener un impacto significativo en la salud. En base a esto, y a través de la promulgación de la *Ley 6/2011, de 23 de diciembre, de Salud Pública de Andalucía* que regula en su Título II la Evaluación de impacto en la salud y del *Decreto 169/2014, de 9 de diciembre, por el que se establece el procedimiento de la Evaluación del Impacto en la Salud de la Comunidad Autónoma de Andalucía*, se ha establecido la herramienta EIS (Evaluación del Impacto en Salud) para predecir los posibles impactos positivos y negativos de las actuaciones reflejadas en el anexo I del Decreto 169/2014, sobre la salud de la población.

En este caso, la actuación en cuestión se trata de una planta de tratamiento de aguas residuales cuya capacidad es inferior a 10.000 habitantes equivalentes, que está recogida en el Anexo I del Decreto 169/2014. Esta actuación se sitúa a menos de 1.000 metros de una zona residencial, y como cumplimento del procedimiento establecido del artículo 15 al 23, se ha elaborado la Valoración del impacto en la Salud (en adelante VIS) del proyecto. En el **APÉNDICE 4. VALORACIÓN DEL IMPACTO EN LA SALUD (VIS) del DOCUMENTO AMBIENTAL**, se adjunta el VIS elaborado.

Con fecha 14 de mayo de 2020, tuvo entrada en la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD), escrito de la Subdirección General de Dominio Público Hidráulico e Infraestructuras de la Dirección General del Agua, de solicitud de inicio de procedimiento de evaluación de impacto ambiental

simplificada del "Proyecto de construcción saneamiento y depuración en Arriate, Benaoján-Montejaque, Jimera de Líbar y Cortes de la Frontera. Cuenca del río Guadiaro (Málaga)".

Finalmente, con fecha 26 de julio de 2021 y como resultado de la evaluación de impacto ambiental practicada, la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental formula el correspondiente **Informe Ambiental**, resolviendo que no es necesario el sometimiento al procedimiento de evaluación ambiental ordinaria del "*Proyecto de construcción saneamiento y depuración en Arriate, Jimera de Líbar y Cortes de la Frontera. Cuenca del río Guadiaro (Málaga)*", ya que no se prevén efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, siempre y cuando se cumplan las medidas y prescripciones establecidas en el documento ambiental y en dicha resolución. El texto íntegro de la resolución se adjunta en el **ANEJO 13. INTEGRACIÓN AMBIENTAL** del presente proyecto.

12. GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Para dar cumplimiento a lo establecido en el RD 105/20018, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición, en el *anejo 15. Gestión de residuos de construcción y demolición* del presente proyecto, se realiza una estimación de los residuos generados y de las medidas de gestión a aplicar. Este estudio servirá de base para la redacción, por parte del Contratista, del correspondiente Plan de Gestión de Residuos, en el que se desarrollarán y complementarán las previsiones realizadas en función de los proveedores concretos y su propio sistema de ejecución de la obra.

El presupuesto para la gestión de los residuos de la construcción y demolición se incluye como capítulo nº8 del presupuesto general de la obra y su presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de **VEINTISÉIS MIL SETECIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS (26.789,49 €).**

13. SEGURIDAD Y SALUD

Al encontrarse la actuación proyectada dentro de los supuestos incluidos en el artículo 4, apartado 1, del R.D: 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, se ha redactado un Estudio de Seguridad y Salud (incluido como *anejo nº14 Seguridad y salud* del presente proyecto) que servirá como base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en función de los sistemas de ejecución a emplear y la normativa legal vigente.

El presupuesto de seguridad y salud se incluye como Capítulo nº 7 del presupuesto general de la obra y su presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de **TREINTA Y UN MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS (31.694,25 €).**

14. CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad de producción corresponde al contratista, que lo desarrollará encuadrado en un Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAC) redactado e implantado según la Norma UNE-EN ISO 9001. El coste de este control será asumido íntegramente por el contratista.

El control de calidad de recepción o ensayos de contraste le corresponde a la Dirección de Obra, que lo desarrollará encuadrado en un Plan de Supervisión de la Calidad (PSC) redactado e implantado según la Norma UNE-EN ISO 9001. El contratista asumirá, en parte, el coste de este control, hasta los límites establecidos en el PCAP que rija la licitación y el contrato de las obras.

En el *anejo Nº20 Control de calidad* se define el tipo y número de ensayos a realizar sobre las principales unidades de obra del Proyecto a partir de su medición, tanto como parte del plan de calidad de producción como recepción.

15. PLAZOS DE EJECUCIÓN DE LA OBRA Y GARANTÍA

15.1. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Dadas las características de las obras a realizar, donde los volúmenes de hormigón, tierras y firmes son de mediana o moderada entidad, la climatología adversa no ha de influir de manera significativa. No obstante, los rendimientos tomados, muy del lado de la seguridad (más bien bajos), permiten absorber los tiempos perdidos por la climatología adversa.

El conjunto de los distintos trabajos que constituyen las obras a realizar para la construcción y puesta en marcha de la EDAR, se pueden agrupar en dos grandes grupos: obra civil y equipos.

La obra civil comprende de manera general:

- movimiento de tierras
- canalizaciones de distinto tipo
- edificaciones
- construcción de los distintos recintos de tratamiento, hormigonado
- urbanización y pavimentación de las parcelas

- obras auxiliares, jardinería, cerramientos

Por su parte, los equipos pueden agruparse en cuatro grandes grupos:

- fabricación y suministro de equipos
- acopio en obra
- instalación y montaje
- puesta en marcha, individual y de conjunto

Los tiempos considerados en el diagrama de Gantt se corresponden a los de montaje de los equipos en obra, habiéndose previsto los plazos para la fabricación y suministro a obra.

A grandes rasgos la ejecución de la obra se ha planteado de la siguiente manera:

1. Explanación de la parcela.
2. Realización de los colectores de la agrupación de vertidos
3. Construcción de estaciones de bombeo
4. Construcción de los diferentes recintos de tratamiento y edificaciones, ambas actividades en paralelo y ligeramente desfasadas unas de otras
5. Ejecución de redes
6. Montaje de equipos electromecánicos
7. Electrificación e instrumentación.
8. Obras de urbanización de la parcela.
9. Otras obras auxiliares.
10. Puesta en marcha y pruebas.

Una vez que la parcela esté accesible, deben de iniciarse las acometidas de servicios, en especial la acometida eléctrica en media tensión y abastecimiento. Al depender estos servicios de agentes externos a la propia obra, se tiene menos control sobre ellos y habrá que disponer de autorizaciones y permisos para su ejecución.

Dadas las características del Proyecto y el importe del Presupuesto, se propone un plazo para la total ejecución de las obras de **DIECIOCHO (12+6) MESES**, a contar desde la firma del Acta de Replanteo correspondiente, de acuerdo con el programa que se adjunta como *anejo nº18 Plan de Obras* a esta Memoria. Del plazo indicado, doce (12) meses se corresponden con la ejecución de la propia obra y seis (6) meses con el periodo de pruebas y puesta en marcha.

15.2. PLAZO DE GARANTÍA

De acuerdo con el Art. 243 de la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público, de 8 de noviembre, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, el plazo de garantía mínimo a considerar es de UN (1) AÑO.

No obstante, el plazo de garantía de las obras descritas en este proyecto será el que en su caso fije el PCAP que rija la licitación y el contrato de las obras, contado a partir de la recepción de éstas.

16. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

En cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 13, apartado 3, de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, se manifiesta que el presente Proyecto define una obra completa, esto es, susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente, sin perjuicio de las ampliaciones de que posteriormente pueda ser objeto, comprendiendo todos y cada uno de los elementos que son precisos para la utilización de la misma.

17. CÓDIGO CPV

El código CPV de aplicación para las obras objeto del presente proyecto es:

CPV 45232420-2 (Construcción de planta depuradora de aguas residuales).

18. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS APLICABLE

En principio, al no superar el plazo previsto de ejecución de obras los dos años de duración, no será de aplicación la revisión de precios, según lo indicado en el artículo 103, apartado 5, de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y el Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, lo que quedará contemplado en el PCAP que rija la licitación y el contrato.

No obstante, se propone como fórmula de revisión de precios para el presente proyecto la fórmula polinómica tipo nº561 (OBRAS HIDRAULICAS; obras más representativas, Instalaciones

y conducciones de abastecimiento y saneamiento. Alto contenido en siderurgia, cemento, rocas y áridos), aprobada por el *Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por lo que se aprueba la Relación de materiales básicos y las Fórmulas tipo generales de Revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas*, que es la siguiente:

$$Kt= 0,10Ct/Co+0,05E1/Eo+0,02Pt/Po+0,08Rt/Ro+0,28St/So+0,01Tt/To+0,46$$

Donde el subíndice “t” corresponde al mes de certificación y el subíndice “o” al mes de fecha límite de recepción de ofertas, siendo el significado de los símbolos es el siguiente:

- A Aluminio
- B Materiales bituminosos
- C Cemento
- E Energía
- F Focos y luminarias
- L Materiales cerámicos
- M Madera
- O Plantas
- P Productos Plásticos
- Q Productos Químicos
- R Áridos y rocas
- S Materiales siderúrgicos
- T Materiales electrónicos
- U Cobre
- V Vidrio
- X Explosivos

19. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Atendiendo a lo dispuesto en el artículo 77 de la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público, de 8 de noviembre, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, por tratarse de una obra de presupuesto superior a 500.000 euros, es requisito indispensable que el empresario que concurra a la licitación se encuentre debidamente clasificado como contratista de obras.

Para ello se tiene en cuenta lo dispuesto en relación a la Clasificación de Contratistas derivado de la modificación de determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos

de las Administraciones Públicas, realizadas por el Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto (BOE, número 213, de 5 de septiembre de 2015), así como aquellas que se contemplaban anteriormente por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, que no fueron objeto de modificación.

De este modo, se exige que el licitador esté clasificado como contratista de obras del Estado en los grupos, subgrupos y categorías mínimas siguientes:

Grupo	Subgrupo	Categoría
E HIDRAULICAS	1 Abastecimiento y saneamiento	4
K OBRAS ESPECIALES	8 Estaciones de tratamiento de aguas	4

20. PRESUPUESTO

20.1. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Se presenta a continuación el resumen por capítulos del Presupuesto de Ejecución Material del proyecto.

C001 AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EMISARIO EDAR.....320,583.41
C002 EDAR 1,445,770.59
C003 SERVICIOS AFECTADOS..... 7.744,17
C004 CONEXIÓN A SISTEMAS GENERALES.....229,746.59
C005 PUESTA EN MARCHA Y PRUEBAS 46.729,50
C006 MEDIDAS MEDIOAMBIENTALES 78.832,00
C007 SEGURIDAD Y SALUD 31.694,25
C008 GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN..... 26.789,49

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL 2.187.890,00

Que se desglosan de la siguiente manera:

Costes directos (E.M): 2.078.495,50 €

Costes Indirectos (E.M): 109.394,50 €

Asciende, por tanto, el Presupuesto de Ejecución Material a la cantidad de **DOS MILLONES CIENTO OCHENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA EUROS CON CERO CÉNTIMOS (2.187.890,00 €).**

20.2. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

Aplicando los porcentajes de gastos generales (13%) y beneficio industrial (6%) obtendríamos el valor estimado del contrato (sin IVA), así como los costes directos e indirectos correspondientes.

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL			2.187.890,00
13,00	% Gastos generales	284.425,70	
6,00	% Beneficio industrial	131.273,40	
	Suma		415.699,10
VALOR ESTIMADO DEL CONTRATO (Sin IVA)			2.603.589,10

Costes directos (B.L): 2.473.409,65 €

Costes Indirectos (B.L): 130.179,46 €

21% IVA		546.753,71
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (IVA incluido)		3.150.342,81

Por lo tanto, aplicando al Presupuesto de Ejecución Material los coeficientes de Gastos Generales y Beneficio Industrial (19%) e I.V.A. (21 %), el Presupuesto Base de Licitación asciende a la cantidad de **TRES MILLONES CIENTO CINCUENTA MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS (3.150.342,81 €).**

(Los precios de la mano de obra se han calculado a partir de los salarios establecidos en el Convenio Colectivo Provincial de Construcción, Obras Públicas y Oficios Auxiliares de Málaga, para el año 2020, publicado en el Boletín Oficial de la Provincia de Málaga el 28 de enero del 2.020 – número 18, que es el último publicado a la fecha de entrega del proyecto).

En dichos precios no hay diferenciación por razón de género, entendiendo que los salarios serán los mismos independientemente del género de la persona que los desarrolle.

20.3. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

- Presupuesto Base de Licitación ..... 3.150.342,81 €
- Presupuesto estimativo para expropiaciones ..... 3.063,49 €
- Presupuesto para trabajos de Conservación del Patrimonio (1% P.E.M.) ..... 21.878,90 €
- Exceso del Plan de C.C.R. sobre el 1% del P.E.M. ..... 11.783,84 €

PRESUPUESTO PARA CONOCIM. DE LA ADMINISTRACIÓN ..... 3.187.069,04 €

Asciende, por tanto, el Presupuesto para Conocimiento de la Administración a la cantidad de **TRES MILLONES CIENTO OCHENTA Y SIETE MIL SESENTA Y NUEVE EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS (3.187.069,04 €).**

21. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

El presente proyecto está integrado por los siguientes documentos:

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

ANEJO Nº0 FICHA TÉCNICA
ANEJO Nº1 ANÁLISIS SITUACIÓN ACTUAL
ANEJO Nº2 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA
ANEJO Nº3 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
ANEJO Nº4 CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA E INUNDABILIDAD
ANEJO Nº5 ESTUDIO DE POBLACIÓN CAUDALES Y CARGAS
ANEJO Nº6 ESTUDIO ALTERNATIVAS
ANEJO Nº7 TRAZADO
ANEJO Nº8 CÁLCULOS HIDRÁULICOS Y FUNCIONAMIENTO
ANEJO Nº9 CÁLCULOS MECÁNICOS Y ESTRUCTURALES
ANEJO Nº10 CÁLCULOS ELÉCTRICOS INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
ANEJO Nº11 SSAA Y REPOSICIONES
ANEJO Nº12 EXPROPIACIONES
ANEJO Nº13 INTEGRACIÓN AMBIENTAL
ANEJO Nº14 SEGURIDAD Y SALUD
ANEJO Nº15 GESTIÓN RCD
ANEJO Nº16 ESTUDIO COSTES EXPLOTACIÓN
ANEJO Nº17 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
ANEJO Nº18 PLAN DE OBRAS
ANEJO Nº19 PRESUPUESTO CONOCIMIENTO ADMINISTRACIÓN
ANEJO Nº20 CONTROL DE CALIDAD

DOCUMENTO nº 2: PLANOS

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO

MEDICIONES
CUADROS DE PRECIOS
PRESUPUESTOS PARCIALES
RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

22. CONCLUSIÓN

El presente proyecto se ha redactado conforme a las disposiciones legales y normativa vigentes de aplicación en este tipo de contratos y se estima que define adecuadamente los trabajos propuestos y las condiciones de ejecución de los mismos, de acuerdo con las prescripciones que los rigen.

Por todo ello, considerándolo suficientemente justificado, se eleva al órgano de contratación correspondiente para su consideración y aprobación, si procede, tras los trámites reglamentarios.

En Sevilla, mayo de 2020.

El ingeniero Autor del Proyecto



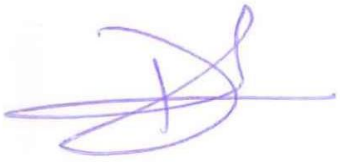
D. Fernando José Trujillo Díez
Colegiado Nº 17.007

Examinado y conforme:
El Director del Proyecto



D. Nicolás Gutiérrez Carmona

Conforme:
El Jefe del Área de Proyectos



D. Daniel Gálvez Cruz

VºBº:
El Director Técnico



D. Jerónimo Moreno Gayá

ANEJO Nº 0. FICHA TÉCNICA

ÍNDICE

1. INFORMACIÓN GENERAL 2
1.1. Título del proyecto 2
1.2. Claves 2
1.3. Ámbito 2
1.4. Localización 2
1.5. Promotor de la redacción del Proyecto 2
1.6. Descripción GENERAL DE LA ACTUACIÓN 2
2. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA AGRUPACIÓN DE VERTIDOS 3
2.1. Colectores 3
2.2. Aliviaderos 3
2.3. EBARs 4
2.4. Esquema de la actuación 4
3. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA EDAR 5
4. RESUMEN COSTES EXPLOTACIÓN 8
5. RESUMEN EXPROPIACIONES 8
6. PRESUPUESTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN 9

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1. TÍTULO DEL PROYECTO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA).

1.2. CLAVES

- ACUAES: ACE/314.05/19/PROY/01.
- DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA: 06.329-615/2111.

1.3. ÁMBITO

Saneamiento y Depuración.

1.4. LOCALIZACIÓN

Término Municipal de Cortes de la Frontera, provincia de Málaga.

1.5. PROMOTOR DE LA REDACCIÓN DEL PROYECTO

Aguas de las Cuencas de España (ACUAES)

1.6. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN

Las obras proyectadas comprenden:

- Los colectores y obras complementarias necesarias para la recogida del vertido de aguas residuales del núcleo urbano de El Colmenar.
- EBAR general, en las inmediaciones del río Guadiaro, para impulsar todas las aguas residuales hasta el emplazamiento de la EDAR.
- La EDAR que trata los vertidos anteriormente mencionados, y que se ubicará en el T.M. de Cortes de la Frontera, en las inmediaciones del río Guadiaro y la línea de ff.cc. Bobadilla-Algeciras, a 1 km aproximadamente al oeste del casco urbano.
- El emisario de salida de la EDAR para vertido a cauce público.

2. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA AGRUPACIÓN DE VERTIDOS

2.1. COLECTORES

Para la materialización de la agrupación de vertidos que permita conducir las aguas residuales hacia la EBAR se ha proyectado el siguiente esquema de colectores:

- **Colector I1**: Intercepta el vertido PV1 en la EBAR de El Colmenar ubicada al Sur del núcleo de población e impulsa el vertido hacia la EDAR.
- **Colector G1**. Efluente de la EDAR hacia el río Guadiaro.
- **Colector G2**: Alivio de seguridad de la EBAR de El Colmenar hacia el río Guadiaro.

Los caudales estimados de vertido para el año horizonte del proyecto en cada uno de los puntos a recoger se resumen en la tabla siguiente:

Caudales (l/s)	PV1
Qmed	2,83
Qmáx	5,65
5·Qmed	14,13
Qmín	1,13

Los colectores que conforman la agrupación de vertidos, tanto en impulsión como por gravedad, presentan las características siguientes:

Tramo	Longitud (m)	Qmax (l/s)	Pte. max (%)	Pte. min (%)	Material tubería	DN (mm)	Dint (mm)
G1 (Efluente)	31,57	28,26	3,00	1,00	PVC	315	285
G2 (Alivio EBAR)	26,65	479,88	2,00	1,50	PVC	500	452
I1 (principal)	1.261,85	28,26	-	-	PEAD	200	155,2

2.2. ALIVIADEROS

El sistema de colectores proyectado que conforma la agrupación de vertido de El Colmenar no cuenta con ningún punto de desbordamiento a excepción del alivio de emergencia incorporado en la EBAR que vierte hacia el río Guadiaro y que tiene capacidad para evacuar el caudal máximo que recibe la instalación.

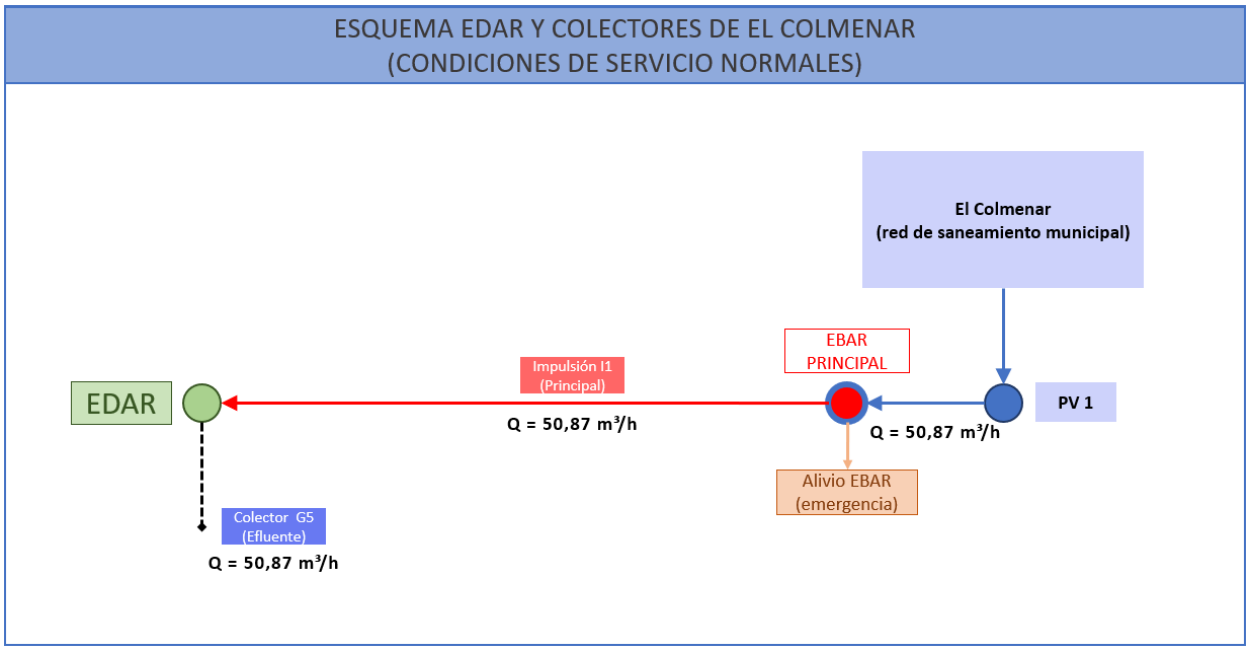
2.3. EBARS

La agrupación de vertidos proyectada cuenta con la implantación de una EBAR ubicada al Sur del núcleo de población de El Colmenar próximo al río Guadiaro. A continuación, se detallan las principales características en las condiciones máximas de servicio y las características geométricas de las instalaciones:

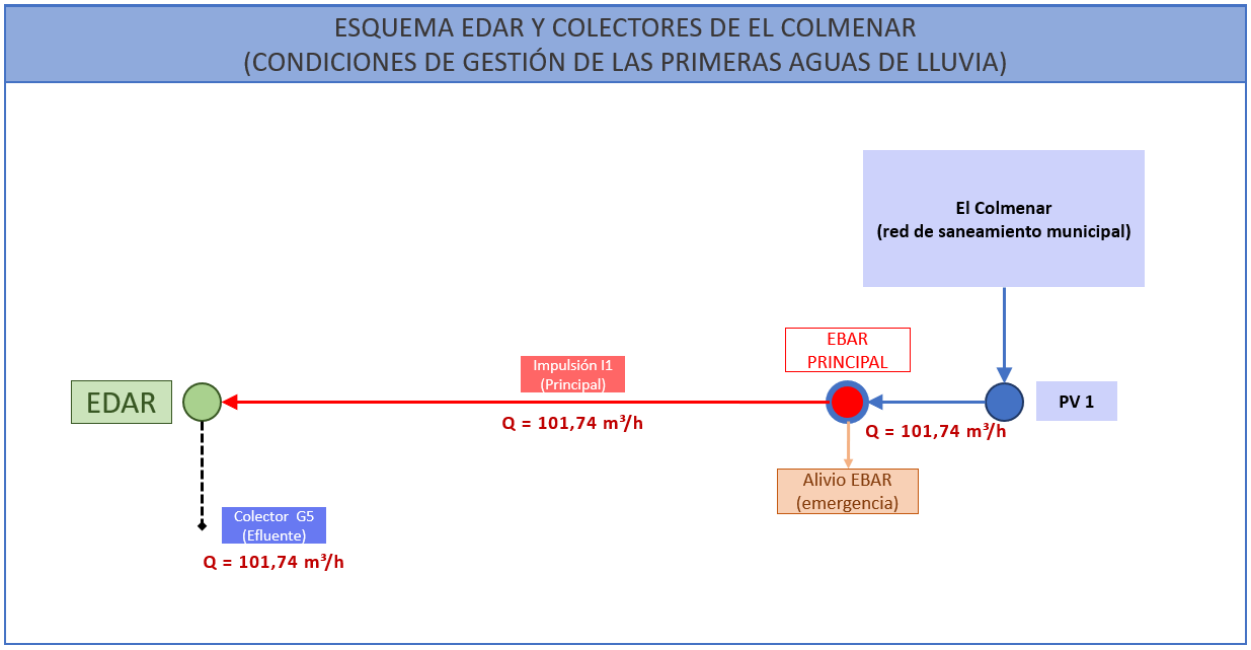
EBAR e impulsión		Nº bombas	Altura geométrica	Longitud impulsión	Diámetro impulsión	Qmáx
			m	m	mm	l/s
EBAR Colmenar	I1	1+1	14.20	1261.85	200	28,26

EBAR e impulsión		Pozo de gruesos	Tipo de Desbaste	Luz de paso	Cántara de bombeo	Profundidad
		(m^2)	(-)	(mm)	(m^2)	(m)
EBAR Colmenar	I1	1,50x1,00	Cestillo	30	1,50x1,20	3,10

2.4. ESQUEMA DE LA ACTUACIÓN



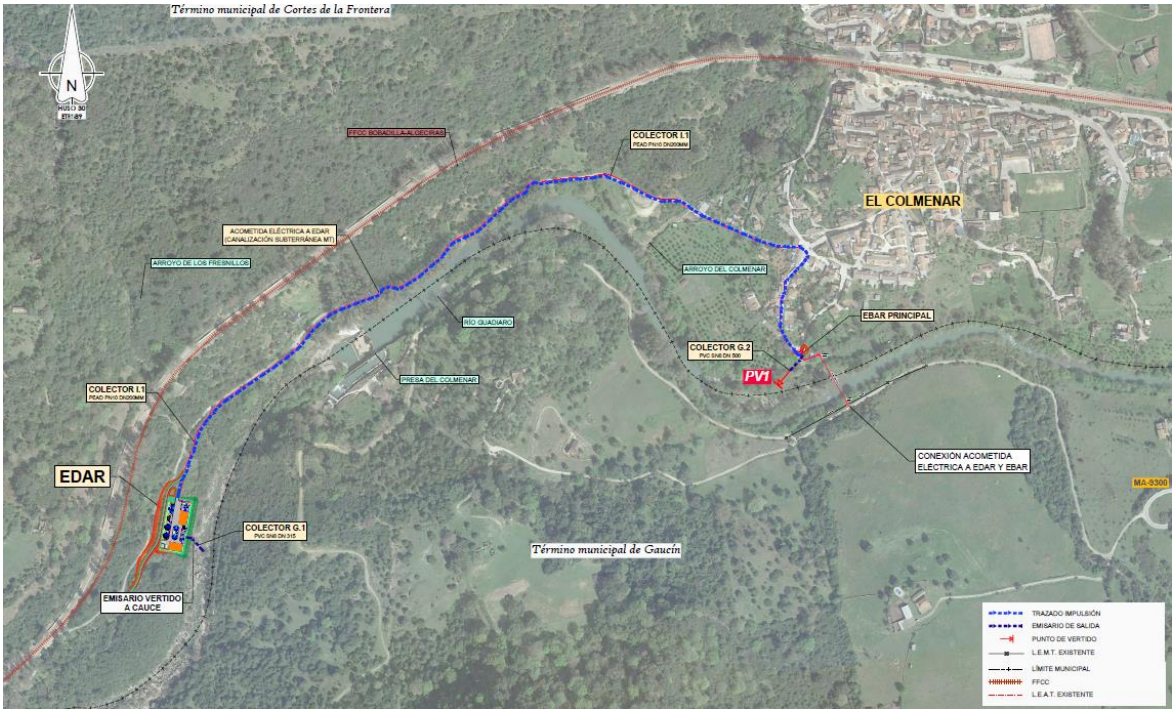
Esquema general de los colectores y caudales en El Colmenar, en condiciones de servicio normales.



Esquema general de los colectores y caudales en El Colmenar, en la gestión de las primeras aguas de lluvia.

3. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA EDAR

La EDAR de El Colmenar se emplaza se emplaza en la parcela 34 del polígono 13 Monte Robledal (Monte Público, Cortes de la Frontera), con referencia catastral 29046A013000340000GU.



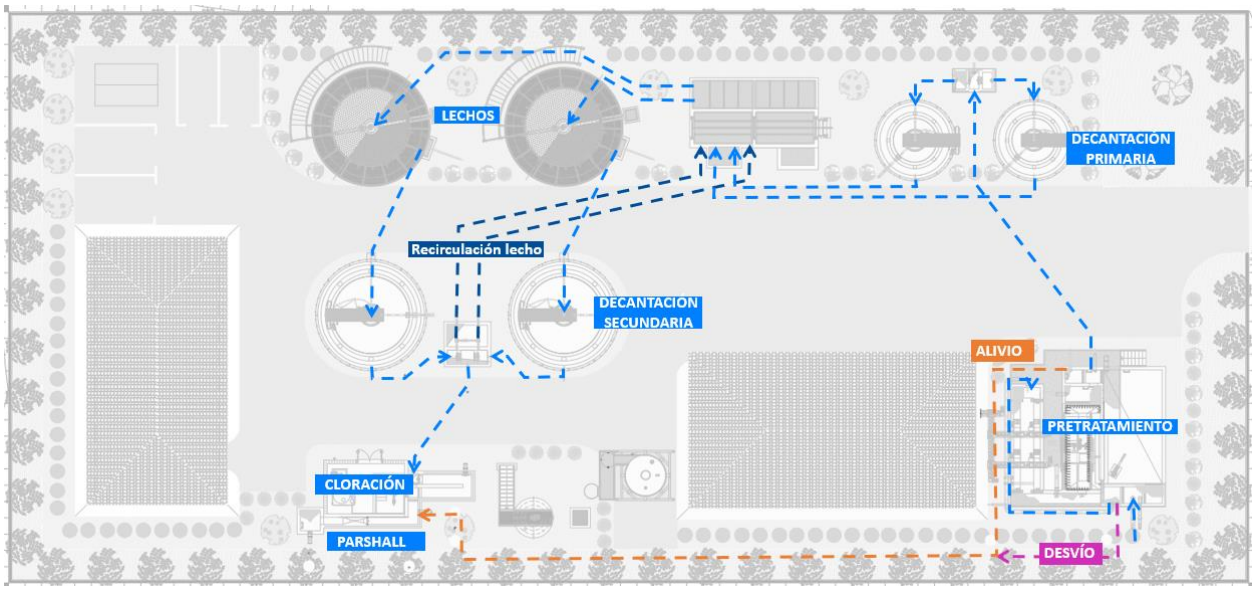
Ubicación de la parcela en la que se proyecta la EDAR

A la mencionada parcela se accede a través del Camino de la Presa, al oeste del núcleo urbano, en la margen derecha del río Guadiaro. Esta parcela se encuentra a 825 m del núcleo urbano de El Colmenar.

La estación depuradora de aguas residuales está constituida por dos líneas de tratamiento secundario mediante el empleo de un sistema de biopelícula, en concreto, lechos bacterianos, dimensionada para 1.197 habitantes equivalentes y 244,19 m^3/d, cuyos datos y parámetros de diseño se resumen en la tabla siguiente:

La instalación de tratamiento y depuración proyectada presenta las siguientes etapas:

- **Entrada a planta.** El afluente llega por impulsión a la EDAR y vierte a una arqueta de rotura, en la que se dispone además el alivio o bypass general de planta.
- **Desbaste.** Dimensionado para un caudal máximo de 50,87 m^3/h, está formado por unos canales de 40 cm de ancho y 75 cm de profundidad, en configuración 1+1R. Ambos están equipados con una reja y tamiz autolimpiantes, de 30 y 3 mm de paso respectivamente.
- **Tanque de homogeneización.** Será capaz de almacenar durante 60 minutos la diferencia entre 5·Qmed y el máximo extraordinario (10·Qmed) a 2045. Se configura según un vaso de planta rectangular de 3,5 metros de ancho, 6,65 de largo y 2,20 de calado útil. Se han dispuesto dos aireadores-agitadores efecto Venturi, con un rendimiento de transferencia de oxígeno unitario de 1.25 kg O_2/h y un caudal de 50 Nm^3/h.
- **Pretratamiento.** Dimensionado para un caudal máximo de 50,87 m^3/h, está formado por un canal de desarenado-desengrasado de 5,0 m de largo, 2,00 m de ancho y 2,80 metros de profundidad total.
- **Decantación primaria.** Se han proyectado dos tanques de planta circular y alimentación central, con 3,0 metros de diámetro y 2,.0 de calado recto útil. El fondo se configura con pendiente para facilitar la recogida de los fangos.
- **Tratamiento biológico.** Este se realiza mediante lechos bacterianos, a través de dos líneas con un caudal máximo de 20,35 m^3/h, formadas por dos reactores con 4,6 metros de diámetro y 4,0 metros de altura de relleno, consiguiendo un volumen total de 132.95 m^3 (66.48 m^3 por línea)**.**
- **Decantación secundaria.** Se han proyectado dos tanques de planta circular y alimentación central, con 5,0 metros de diámetro y 3,0 m de calado recto útil para la sedimentación de la materia floculada. El fondo se configura con pendiente para facilitar la recogida de los fangos.



Esquema línea agua EDAR

- **Desinfección, medida de caudal y vertido:** Antes del vertido, se desinfectará el efluente en un tanque de cloración de planta laberíntica, conformado por tres canales de 0,60 metros de ancho y 3,00 de largo. La medida de caudal se realiza mediante caudalímetro por ultrasonidos. Se contempla la captación de las aguas mediante un grupo de presión para su uso en los riegos y baldeos de la planta.
- **Línea de fango.** Arqueta anexa a los lechos para purga (1+1R bombas de 8,5 m³/h) y recirculación (2+2R bombas de 60 m³/h) de lodos, espesador por gravedad de 2,00 metros de diámetro y 2,00 metros de altura útil, deshidratación mediante centrífugas (1+1R) de 1,64 m³/h y almacenamiento en tolva de 20 m³.

4. RESUMEN COSTES EXPLOTACIÓN

El costo anual de explotación de las instalaciones (EDAR, colectores y bombeo) es de 93,493.25 euros, de los que un 51% son fijos y un 49% variables. De todos ellos, el gasto energético es el más representativo, suponiendo un 28% del total, seguido por el costo de personal que representa un 24%.

A continuación, se incluyen unas tablas resumen con estos datos:

Concepto costes fijos	Total €/año EDAR	Total €/año EBAR	Total €/año colectores	Totales
Gasto anual de personal	17,389.87	2,173.73	2,173.73	21,737.34
Gasto anual mantenimiento	10,139.77	1,199.33	1,041.83	12,380.93
Gasto anual analíticas	3,109.87	0.00	0.00	3,109.87
Gasto anual término fijo potencia	3,123.96	853.66	0.00	3,977.62
Gastos anuales varios	5,254.26	656.78	656.78	6,567.82
	39,017.73	**4,883.50**	**3,872.34**	**47,773.57**

Concepto costes variables	Total €/año EDAR	Total €/año EBAR	Total €/año colectores	Totales
Gasto anual de energía	12,914.99	9,714.83	0.00	22,629.82
Gasto anual de reactivos	8,889.86	0.00	0.00	8,889.86
Gasto anual de transporte y gestión residuos	13,970.00	230.00	0.00	14,200.00
	35,774.84	**9,944.83**	**0.00**	**45,719.68**

Concepto	Total €/año	Total 25 años
Total gastos fijos	47,773.57	1,194,339.32
Total gastos variables	45,179.68	1,142,991.92
TOTAL:	**93,493.25**	**2,337,331.24**

5. RESUMEN EXPROPIACIONES

El presupuesto general de expropiaciones asciende a la cantidad de **TRES MIL SESENTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS (3.063,49 €)**.

En la siguiente tabla se desglosan las superficies afectadas según el tipo de aprovechamiento y el motivo (ocupación temporal, definitiva o servidumbre), así como el número de árboles afectados.

SUPERFICIES DE EXPROPIACIÓN DEFINITIVA (m^2)				ÁRBOLES AFECTAD (UDS)
USO O APROVECHAMIENTO	OCUPACIÓN TEMPORAL	SERVIDUMBRE	EXPROPIACIÓN DEFINITIVA	
Rústico				
CR Labor o labradío regadío (0)	51	0	15	0
E- Pastos (1/2)	1.199	217	318	4
E- Pastos (2/2)	1.526	719	23	5
HR Huerta regadío (0)	346	180	148	2
FS Alcornocal (1/3)	1.587	368	5.528	17
FR Frutales regadío (0)	112	149	36	3
HG Hidrografía natural	240	199	0	1
MT Matorral (0)	5.951	984	931	16
VT Vía de comunicación	1.199	2.340	2.300	0
Urbano				
Viario municipal	347	803	41	0
Suelo Urbano (pob. <1000 hab)	12	29	6	0
TOTAL	**12569**	**5.987**	**9.345**	**48**

Tabla 1. Superficie afectada por tipo de aprovechamiento

6. PRESUPUESTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN

Para la ejecución de los trabajos de construcción se ha estimado un plazo de **12 meses + 6 meses** de puesta en marcha de la explotación.

El Presupuesto Base de Licitación (IVA incluido) asciende a la cantidad de **TRES MILLONES CIENTO CINCUENTA MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS con OCHENTA Y UN (3.150.342,81 €).**

ANEJO Nº1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO 2
2. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE SANEAMIENTO E INSTALACIONES 2
3. ORDENANZA DE VERTIDOS E INVENTARIO DE INDUSTRIAS 4
4. DIAGNÓSTICO DEL SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN 4
5. PROPUESTA DE ACTUACIONES 4

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El presente anejo recoge el análisis del sistema de saneamiento y depuración actual en el núcleo urbano de El Colmenar, así como un diagnóstico detallado de las principales deficiencias y necesidades de actuación en el mismo. El Colmenar está constituido como Entidad Local Autónoma (ELA) del municipio de Cortes de la Frontera.

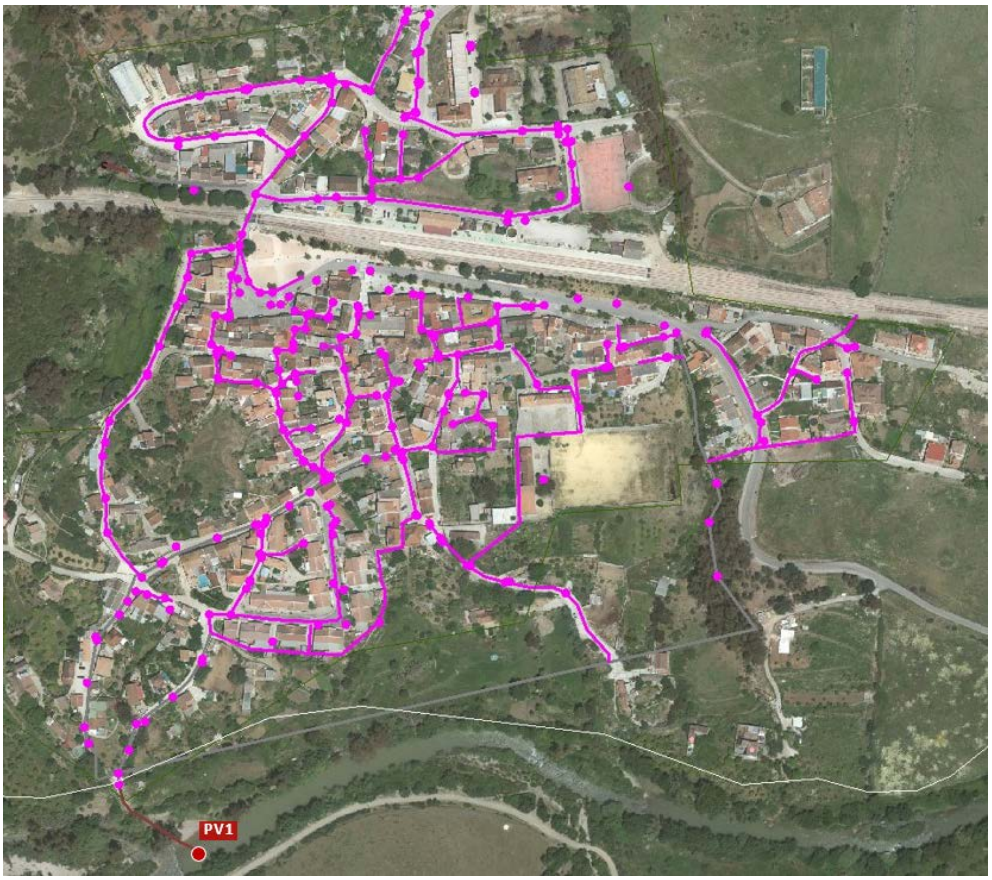
De forma previa a la elaboración del presente estudio se ha llevado a cabo una recopilación de toda la información existente asociada a las redes e instalaciones de saneamiento municipales, con el fin de poder realizar un diagnóstico preciso del funcionamiento actual de las mismas, detectando e identificando las posibles deficiencias más importantes. De este modo, se ha recabado información de las siguientes fuentes:

- Servicio de Información Territorial de la Provincia de Málaga (SITMAP).
- Visor de Datos Espaciales de la Diputación de Málaga (IDEMAP).
- Información relativa a las redes e infraestructuras de saneamiento recogidas en el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Cortes de la Frontera.
- Reuniones y contactos mantenidos con el personal técnico, concejal pedáneo de El Colmenar y alcalde del Ayuntamiento de Cortes de la Frontera.
- Inspecciones y reconocimientos en campo de las redes e instalaciones de saneamiento del municipio.

A partir de la información anterior recopilada se ha realizado un análisis y diagnóstico de la situación actual y se han identificado los problemas más importantes del sistema de saneamiento, así como las principales necesidades de intervención.

2. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE SANEAMIENTO E INSTALACIONES

En El Colmenar existe un único punto de vertido al sur del caso urbano, que descarga directamente al río Guadiaro y recoge el 100% de las aguas residuales. La población permanente actual de El Colmenar asciende a 513 habitantes, presentando un área urbana total de 13 ha. No obstante, existe otro vertido contiguo al anteriormente identificado, que durante la primera campaña permaneció seco, pensándose que podía corresponder a una antigua conducción o a un desagüe de pluviales de la casa rural contigua. Sin embargo, durante la campaña de invierno la situación era contraria, habiéndose aclarado por parte del Ayuntamiento que ambos tubos proceden de la misma arqueta y se utilizan alternativamente.



Red de saneamiento de El Colmenar



PV1 El Colmenar.

3. ORDENANZA DE VERTIDOS E INVENTARIO DE INDUSTRIAS

Tal y como han confirmado los técnicos municipales del Ayuntamiento de Cortes de la Frontera, en comunicación recibida el 10 de octubre de 2019, hasta la fecha no se dispone de ordenanza de vertidos en el municipio.

Respecto a las industrias existentes, según la información proporcionada por el propio Ayuntamiento de Cortes de la Frontera, no constan actualmente industrias significativas en El Colmenar, aparte del pequeño comercio local, fundamentalmente de restauración y alojamiento rural.

4. DIAGNÓSTICO DEL SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN

Además de la ausencia de instalaciones de tratamiento previas al vertido del agua residual al río Guadiaro, la principal incidencia detectada en la red de saneamiento municipal lo constituye el hecho de que en las dos campañas de aforos realizadas en campo se observó agua de dilución, lo cual ha quedado además contrastado a tenor de los resultados obtenidos en cuanto a cargas contaminantes.

En la campaña realizada en verano se observa que, pese a la dilución observada, el caudal medido es ligeramente inferior al esperado, debido a posibles pérdidas en la red de saneamiento o vertidos privados no contabilizados.

En este sentido, cabe destacar que según las indicaciones del propio Ayuntamiento y la inspección llevada a cabo en campo durante las campañas, no existe ninguna fuente o arroyo conectado al saneamiento urbano, por lo que la posible intrusión de agua limpia se debería a filtraciones generales en la propia red de saneamiento por el estado general de la misma.

5. PROPUESTA DE ACTUACIONES

Teniendo en cuenta lo anterior, no se contemplan actuaciones específicas en la red de saneamiento municipal dentro del presente proyecto. No obstante, se recomienda que por parte del Ayuntamiento se lleve a cabo una progresiva renovación de las redes de saneamiento municipales con el fin de minimizar las pérdidas o filtraciones de agua al interior de la propia red, mejorando así la eficiencia del servicio.

Con el fin de regular los parámetros de vertido de aguas residuales domésticas e industriales a la red de saneamiento municipal para garantizar unas condiciones y límites máximos de

contaminación en el agua residual bruta que llegará a la futura EDAR, de forma previa a su puesta en marcha se deberá publicar la ordenanza de vertidos correspondiente, de modo que las nuevas actividades que opten por verter a los colectores municipales están obligadas a solicitar del Ayuntamiento la autorización de vertido a la red de saneamiento y las que ya lo estén haciendo adecúen la calidad de sus aguas residuales a dicha ordenanza.

Nº2. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

ÍNDICE

1. IDENTIFICACIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO 3
2. RED DE VÉRTICES Y BASES DE REPLANTEO 5
2.1. Estudio de la geodesia local 5
2.1.1 Reseñas oficiales de vértices geodésicos 6
2.1.2 Plano de comparación altimétrico 11
2.1.3 Instrumental utilizado 11
2.2. Red de bases de replanteo 19
2.2.1 Metodología de observación 19
2.2.2 Gráfico de observación de la red 19
2.2.3 Cálculo de baselíneas 20
2.2.4 Relación final de coordenadas 21
2.2.5 Reseñas de las bases 41
3. LEVANTAMIENTO TAQUIMÉTRICO 44
3.1. Metodología del levantamiento 44
3.2. Listado del levantamiento 46
3.3. Delineación y generación del MDT 46
APÉNDICE Nº 1. COORDENADAS DE CAMPO 47
APÉNDICE Nº2. PLANOS LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 69

1. IDENTIFICACIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO

En el presente anejo se detallan los objetivos y métodos empleados en la obtención de la cartografía necesaria para la redacción y desarrollo del PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADAIRO. EDAR Y COLECTORES EN COLMENAR (MALAGA).

Los trabajos a los que hace referencia la presente documentación han consistido en:

- Enlace con la Red Geodésica Nacional e implantación, observación y cálculo de los vértices que constituyen la Red de Bases de Replanteo. Desde esta red se tomarán datos para el levantamiento topográfico y servirán para el replanteo de la obra.

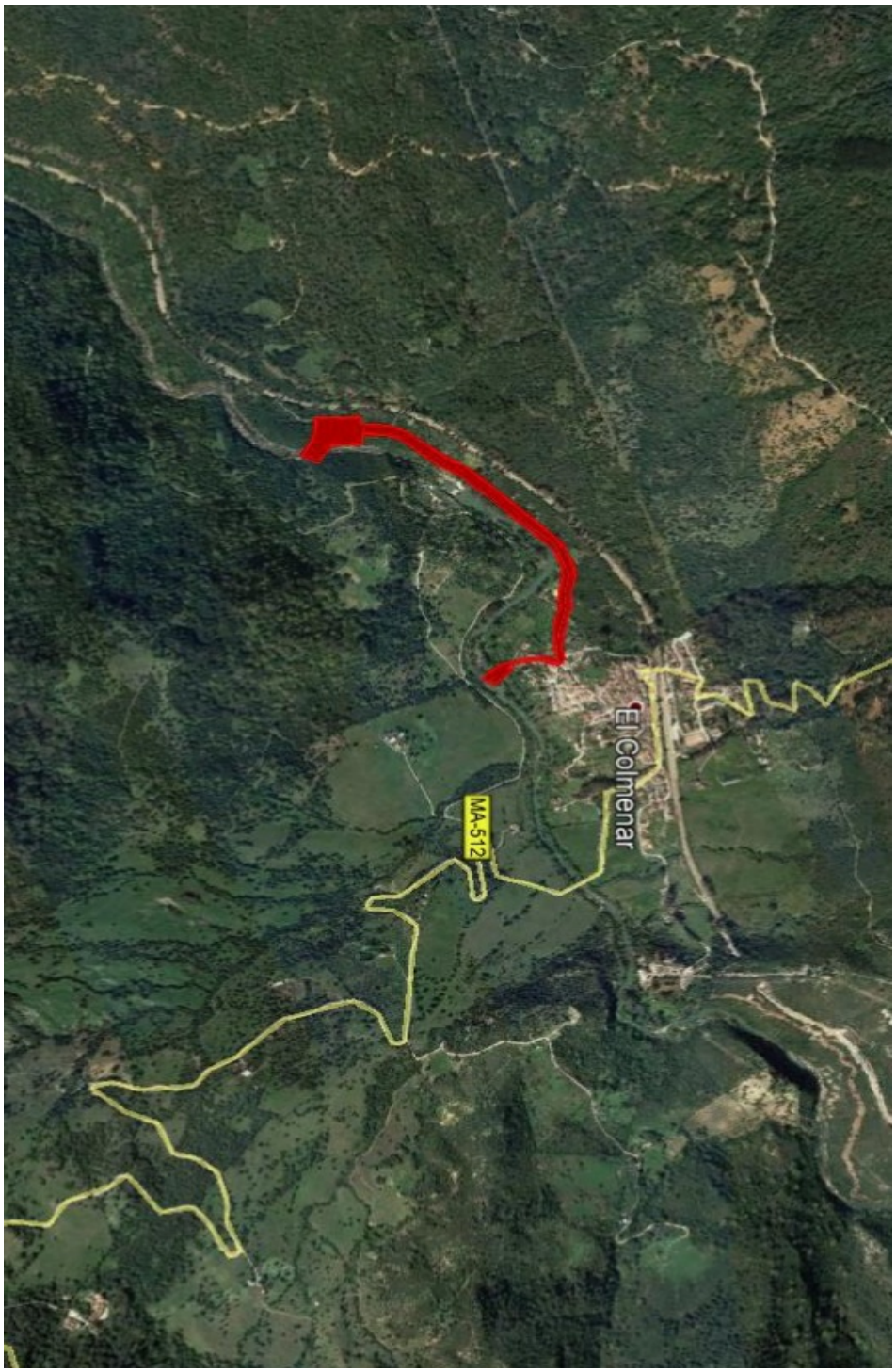
- Toma de datos de puntos de levantamiento topográfico para la definición planimétrica y altimétrica para la obtención de la cartografía necesaria para el Proyecto.

Tal y como puede apreciarse, la zona objeto del levantamiento discurre por terreno rústico, fuera del ámbito urbano, por lo que el curvado es simple al existir pocas líneas de rotura asociadas a cerramientos, servicios, etcétera.

La toma de datos se llevó a cabo en los últimos días del mes de Enero de 2020, con interrupciones puntuales como consecuencia de la autorización de paso por las distintas parcelas que componen la traza. De hecho, en algunas partes del trazado fue necesario reducir la franja a levantar a cada lado del eje debido a la negativa de algunos propietarios de acceder a su parcela.

La superficie final del levantamiento es de 46.885,23 metros cuadrados.

El ámbito de actuación es el reflejado en la siguiente imagen:



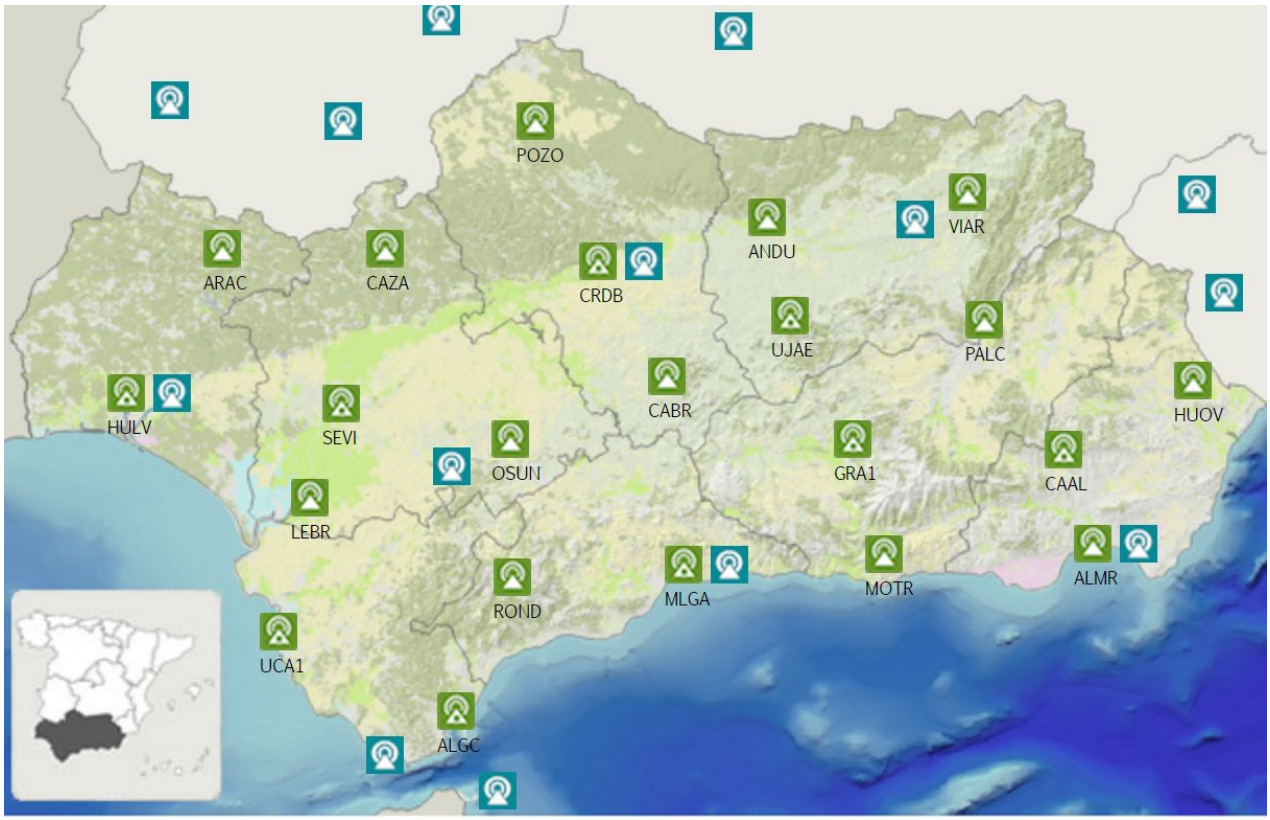
Ámbito de actuación

2. RED DE VÉRTICES Y BASES DE REPLANTEO

2.1. ESTUDIO DE LA GEODESIA LOCAL

Todo el trabajo se ha realizado en el sistema de referencia vigente ETRS-89, coordenadas UTM (huso 30) para las coordenadas en planta (X, Y), y altitudes ortométricas referidas al nivel medio del mar en el mareógrafo de Alicante.

Para ello se ha realizado un apoyo en las estaciones permanentes de la Red Andaluza de Posicionamiento (RAP) Algeciras, Málaga, Osuna, Ronda, Universidad de Cádiz información obtenida se han adjuntado en el cálculo de la red en ella se puede ver el tiempo de posicionamiento encada bases. lo cual vemos que son vectores muy aceptables, ya que la observación se ha realizado durante tres horas de toma de datos RINEX.



Estaciones de referencia de la red NAP de la Junta de Andalucía.

Vemos en la imagen anterior la disposición de las estaciones de referencia de las cuales dispone la Junta de Andalucía a lo largo de su territorio, así como la situación de las estaciones utilizadas.

2.1.1 Reseñas oficiales de vértices geodésicos

RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y CONOCIMIENTO

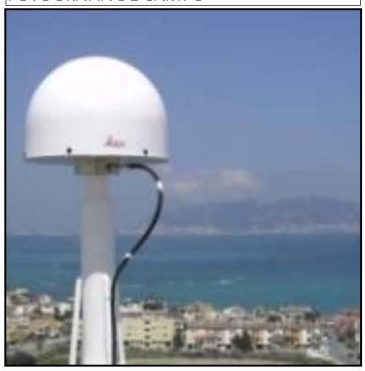
Estación permanente de Algeciras

(Fecha última actualización: 01/09/2007)

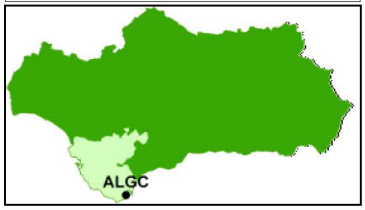
ORTOFOTO



FOTOGRAFÍA DE CAMPO



MAPA DE SITUACIÓN



INFORMACIÓN ADICIONAL:

SITUACIÓN

VERTICE: ALGC **NOMBRE:** Algeciras
ID DE RED: 003 **Nº IERS DOMES:** 13456M001

PROVINCIA: Cádiz **MUNICIPIO:** Algeciras
HOJA MTN-50: 1078

UBICACIÓN: Hospital Comarcal Punta de Europa.
Ctra. De Getares, s/n. C.P.: 11207 – Algeciras (CÁDIZ).

CONSTRUCCIÓN Soporte metálico cilíndrico de 0.55 m de altura y 0.09 m de diámetro dotado con tornillo geodésico y soldado directamente a la estructura del edificio.

INSTRUMENTACIÓN

RECEPTOR: Leica GRX 1200 Pro **ANTENA:** LEIAT504 LEIS

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: Paroscientific MET3
REGISTROS: Presión, humedad y temperatura

COORDENADAS ETRS-89

CARTESIANAS

X(m): 5135570,639 **Y(m):** -489449,719 **Z(m):** 3738221,726

GEODÉSICAS

	DECIMAL	*SEXAGESIMAL*
LATITUD:	36,111041190	36° 6' 39,74828" N
LONGITUD:	-5,444176889	5° 26' 39,03680" O

H ELIPS (m): 117,190

UTM

HUSO 30

X UTM 30 (m): 280000,829
Y UTM 30 (m): 3999031,148

INFORMACIÓN ADICIONAL

INSTITUCIÓN RESPONSABLE:

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA).
Consejería de Economía y Conocimiento
C/ Leonardo Da Vinci, nº 21 (Pabellón de Nueva Zelanda) Isla de La Cartuja.
41092 Sevilla. España

E-MAIL RAP: rap.ieca@juntadeandalucia.es

WEB RAP: http://www.ideandalucia.es/portal/web/portal-posicionamiento

RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y CONOCIMIENTO

Estación permanente de Málaga

(Fecha última actualización: 01/09/2007)

ORTOFOTO



FOTOGRAFÍA DE CAMPO



MAPA DE SITUACIÓN



INFORMACIÓN ADICIONAL:

SITUACIÓN

VERTICE: MLGA **NOMBRE:** Málaga
ID DE RED: 0005 **Nº IERS DOMES:** 13460M001

PROVINCIA: Málaga **MUNICIPIO:** Málaga
HOJA MTN-50: 1053

UBICACIÓN: Consejería de Agricultura y Pesca.
Avda. de la Aurora, 47. C.P.: 29002 – Málaga.

CONSTRUCCIÓN Soporte metálico cilíndrico de 2.7 m de altura y 0.09 de diámetro, dotado con tornillo geodésico, montado sobre pared vertical.

INSTRUMENTACIÓN

RECEPTOR: Leica GRX 1200 Pro **ANTENA:** LEIAT504 LEIS

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: Paroscientific MET3
REGISTROS: Presión, humedad y temperatura

COORDENADAS ETRS-89

CARTESIANAS

X(m): 5103686,781 **Y(m):** -395880,322 **Z(m):** 3792209,024

GEODÉSICAS

	DECIMAL	*SEXAGESIMAL*
LATITUD:	36,715596690	36° 42' 56,14808" N
LONGITUD:	-4,435410167	4° 26' 7,47660" O

H ELIPS (m): 115,670

UTM

HUSO 30

X UTM 30 (m): 371804,891
Y UTM 30 (m): 4064283,484

INFORMACIÓN ADICIONAL

INSTITUCIÓN RESPONSABLE:

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA).
Consejería de Economía y Conocimiento
C/ Leonardo Da Vinci, nº 21 (Pabellón de Nueva Zelanda) Isla de La Cartuja.
41092 Sevilla. España

E-MAIL RAP: rap.ieca@juntadeandalucia.es

WEB RAP: http://www.ideandalucia.es/portal/web/portal-posicionamiento

RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y CONOCIMIENTO

Estación permanente de Osuna

(Fecha última actualización: 29/11/2017)

ORTOFOTO



FOTOGRAFÍA DE CAMPO



MAPA DE SITUACIÓN



INFORMACIÓN ADICIONAL:

SITUACIÓN

VERTICE: OSUN **NOMBRE:** Osuna
ID DE RED: 0011 **Nº IERS DOMES:** 13465M001
PROVINCIA: Sevilla **MUNICIPIO:** Osuna
HOJA MTN-50: 1005

UBICACIÓN: Hospital Comarcal De La Merced.
Avda. Constitución, nº 2. C.P.: 41640 – Osuna (Sevilla).

CONSTRUCCIÓN Soporte metálico cilíndrico de 0.5 m de altura y 0.09 m de diámetro, dotado con tornillo geodésico y fijado a un pilar del edificio en la cubierta.

INSTRUMENTACIÓN

RECEPTOR: Trimble NETR9 **ANTENA:** TRM57971.00 NONE

ESTACIÓN METEOROLÓGICA:
REGISTROS:

COORDENADAS ETRS-89

CARTESIANAS

X(m): 5064632,624 **Y(m):** -451576,052 **Z(m):** 3838171,732

GEODÉSICAS

	DECIMAL	*SEXAGESIMAL*
LATITUD:	37,232311690	37° 13' 56,32208" N
LONGITUD:	-5,095169722	5° 5' 42,61100" O
H ELIPS (m):	363,170	

UTM

HUSO 30

X UTM 30 (m): 314137,516
Y UTM 30 (m): 4122700,611

INFORMACIÓN ADICIONAL

INSTITUCIÓN RESPONSABLE:

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA).
Consejería de Economía y Conocimiento
C/ Leonardo Da Vinci, nº 21 (Pabellón de Nueva Zelanda) Isla de La Cartuja.
41092 Sevilla. España

E-MAIL RAP: rap.ieca@juntadeandalucia.es

WEB RAP: http://www.ideandalucia.es/portal/web/portal-posicionamiento

RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y CONOCIMIENTO

Estación permanente de Ronda

(Fecha última actualización: 17/06/2017)

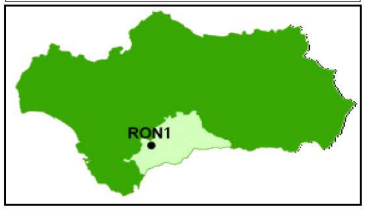
ORTOFOTO



FOTOGRAFÍA DE CAMPO



MAPA DE SITUACIÓN



INFORMACIÓN ADICIONAL:

SITUACIÓN

VERTICE: RON1 **NOMBRE:** Ronda
ID DE RED: 0064 **Nº IERS DOMES:** 17002M001

PROVINCIA: Málaga **MUNICIPIO:** Ronda
HOJA MTN-50: 1051

UBICACIÓN: Hospital Comarcal de La Serranía.
Carretera Ronda - San Pedro, Km 2
29400-Ronda (Málaga)

CONSTRUCCIÓN Soporte metálico cilíndrico de 1.5 m. de altura y 0.10 m de diámetro, dotado con tornillo geodésico y fijado sobre la cubierta del edificio.

INSTRUMENTACIÓN

RECEPTOR: Trimble NETR9 **ANTENA:** TRM57971.00 NONE

ESTACIÓN METEOROLÓGICA:
REGISTROS:

COORDENADAS ETRS-89

CARTESIANAS

X(m): 5098497,042 **Y(m):** -459286,391 **Z(m):** 3793221,268

GEODÉSICAS

	DECIMAL	*SEXAGESIMAL*
LATITUD:	36,722236353	36° 43' 20,05087" N
LONGITUD:	-5,147464940	5° 8' 50,87378" O

H ELIPS (m): 820,795

UTM

HUSO 30

X UTM 30 (m): 308221,328
Y UTM 30 (m): 4066209,409

INFORMACIÓN ADICIONAL

INSTITUCIÓN RESPONSABLE:

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA).
Consejería de Economía y Conocimiento
C/ Leonardo Da Vinci, nº 21 (Pabellón de Nueva Zelanda) Isla de La Cartuja.
41092 Sevilla. España

E-MAIL RAP: rap.ieca@juntadeandalucia.es

WEB RAP: http://www.ideandalucia.es/portal/web/portal-posicionamiento

RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y CONOCIMIENTO

Estación permanente de Cádiz

(Fecha última actualización: 01/06/2015)

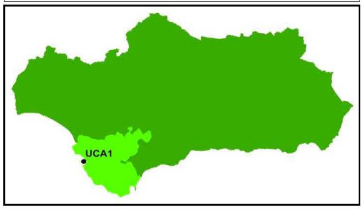
ORTOFOTO



FOTOGRAFÍA DE CAMPO



MAPA DE SITUACIÓN



INFORMACIÓN ADICIONAL:

SITUACIÓN

VERTICE: UCA1 **NOMBRE:** Cádiz
ID DE RED: 0001 **Nº IERS DOMES:** 13455M002

PROVINCIA: Cádiz **MUNICIPIO:** Puerto Real
HOJA MTN-50: 1061

UBICACIÓN: Facultad de Ciencias de la Universidad de Cádiz. Campus de Puerto Real, s/n. C.P.: 11510 - Puerto Real (Cádiz).

CONSTRUCCIÓN Soporte metálico cilíndrico de 0.5 m de altura y 0.09 m de diámetro, dotado con tornillo geodésico y montado sobre monolito de hormigón con forma prismática de 0.5 m de altura y 0.55 m de diagonal.

INSTRUMENTACIÓN

RECEPTOR: Leica GRX 1200 Pro **ANTENA:** LEIAT504 LEIS

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: Paroscientific MET3
REGISTROS: Presión, humedad y temperatura

COORDENADAS ETRS-89

CARTESIANAS

X(m): 5101025,0817 **Y(m):** -555217,1869 **Z(m):** 3775803,271

GEODÉSICAS

	DECIMAL	*SEXAGESIMAL*
LATITUD:	36,531714222	36° 31' 54,17120" N
LONGITUD:	-6,211861703	6° 12' 42,70213" O

H ELIPS (m): 67,702

UTM

	HUSO 30		HUSO 29
X UTM 30 (m):	212433,970	**X UTM 29 (m):**	749619,540
Y UTM 30 (m):	4047726,790	**Y UTM 29 (m):**	4046542,970

INFORMACIÓN ADICIONAL

INSTITUCIÓN RESPONSABLE:

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA).
Consejería de Economía y Conocimiento
C/ Leonardo Da Vinci, nº 21 (Pabellón de Nueva Zelanda) Isla de La Cartuja.
41092 Sevilla. España

E-MAIL RAP: rap.ieca@juntadeandalucia.es

WEB RAP: http://www.ideandalucia.es/portal/web/portal-posicionamiento

2.1.2 Plano de comparación altimétrico

La cota ortométrica se ha transmitido desde las observaciones realizadas desde la RAP, no realizando ningún tipo de nivelación debido a la gran distancia a la que se encuentra los clavos de alta precisión.

2.1.3 Instrumental utilizado

Tanto la adquisición de datos RINEX como la radiación de puntos en RTK se realiza con tres GPS Leica SR530 y dos Leica 1200, y para los levantamientos topográficos se han llevado simultáneamente con los GPS indicados anteriormente más la utilización de 2 receptores GPS modelo TOPCOM HIPER PLUS y varias estaciones totales modelo Leica 1200 plus y Leica 705 .de los cuales se adjuntan las especificaciones técnicas.

Especificaciones Técnicas – SR530: Receptor geodésico de doble frecuencia para cinemático en tiempo real



Modos y Aplicaciones	Estático, Estático Rápido, Cinemático, Cinemático OTF, RTK en Tiempo Real, DGPS/RTCM, Post-proceso.
12 canales en L1	Fase portadora de onda completa, código C/A con técnica de correlación estrecha, código de precisión.
12 canales en L2	Fase portadora de onda completa, código P, código P auxiliar bajo AS.
Consumo de Energía y peso	12VDC en promedio. 7W para SR530 + terminal. Peso: 1.25Kg
Antena AT502	L1/L2 microstrip, con plano de tierra integrado, 0.4Kg
Emc de línea base con RTK	Estacionario, posterior a la inicialización: 5mm + 0.5ppm (emc) Móvil, posterior a la inicialización: 10mm + 1ppm (emc)
Emc de línea base con post-proceso, empleando SKI-Pro	Estático, líneas largas, períodos largos de observación: 3mm + 0.5ppm (emc) Estático rápido: 5mm + 0.5ppm (emc) Cinemático/móvil posterior a la inicialización: 10mm + 1ppm (emc)
Emc de línea base con código / DGPS	DGPS/RTCM y código únicamente: típicamente 25cm (emc).
Nota sobre el emc de línea base	Emc de línea base = precisión en posición Precisión en altura = 2 x precisión en posición.
Los datos corresponden a condiciones de normales a favorables	También dependen del número de satélites, la geometría, tiempos de observación, efemérides, ionosfera, efecto multitrayectoria, etc.
Inicialización RTK (OTF) sin inicialización estática	Tiempo: típicamente 10 seg. Fiabilidad mejor que 99.99% Alcance: típicamente 10km, con transmisor de baja potencia Hasta 30km con transmisor de mayor potencia o teléfono GSM bajo condiciones favorables
Terminal TR500	Pantalla: 12 líneas de 32 caracteres. Peso: 0.4Kg
Registro de datos: desde 0.1 hasta 60 seg.	Tarjetas PCMCIA ATA Flash: 8MB,16MB, 96MB. Memoria interna opcional: 8MB, 16MB.
Con capacidad de 16MB (Divida / 2 para 8MB; Multiplique x 6 para 96MB)	Aprox. 625 hrs cada 15 seg., 2500 hrs cada 60 seg. Aprox. 16 000 posiciones en tiempo real.
Batería GEB121, 2 baterías se insertan en el SR530	3.6Ah/6V. 2 GEB121 abastecen al SR530 + terminal durante aprox. 6 hrs. Peso de la GEB121: 0.35Kg.
Suministro de energía externa	Batería externa GEB71 7Ah/12V o cualquier fuente de 12V.
Operación sin terminal	Automática al oprimir el botón ON, 3 indicadores LED del estado
Operación con terminal	Manejo a través de menús, operación del sistema en dos niveles
Modos de operación	Levantamiento, replanteo, navegación, RTK, RTCM, por tiempo.
Pantallas de coordenadas	Geog: Lat, Lon, Alt. Cartesianas: X, Y, Z. De Cuadrícula: E, N, Alt.
Pantallas de Replanteo	Gráficas con acercamiento. Digital. Polar y Ortométrica.
Precisión del Replanteo	10mm + 1ppm. Intervalo de actualización de pos.: 10Hz (0.1 seg.)
Intervalo de la actualización de la posición	10Hz (0.1 seg). Retraso en obtención de pos. DGPS < 0.03 seg.
Programas estándar	COGO. Áreas. Líneas/Cuadrículas/Pendientes. Pto. Inaccesible.
Programas opcionales	Road Plus, Quick slope, DTM Stakeout
Sistemas de coordenadas	Elipsoides, proyecciones, transformaciones, modelos geoidales.
Especificaciones ambientales: Receptor, terminal, etc. **Antena**	Operación: –20°C a +55°C; Almacenamiento: –40°C a + 70°C –40°C a +75°C; –40°C a + 75°C
Programa SKI-Pro	Programa Profesional de Soporte para Oficina
Opciones no protegidas, trabajan sin candado de protección	Planeación, manejo, transferencia, importación/exportación en ASCII, visualización/edición, codificación, reportes, ayuda.
Opciones protegidas, requieren de candado de protección	Procesamiento de datos, Datum/map/transformación, diseño/ajuste, exportación a GIS/CAD, importación de RINEX.

CLEARTRAK ON BOARD

TQM ISO 9001 / ISO 14001

Total Quality Management – Nuestro compromiso para complacer totalmente a los clientes.

Solicite más información sobre nuestro programa TQM en su agencia Leica Geosystems.

Leica Geosystems

Leica Geosystems AG
CH-9435 Heerbrugg
(Switzerland)
Phone +41 71 727 31 31
Fax +41 71 727 46 73
www.leica-geosystems.com

Los datos técnicos, las ilustraciones y descripciones no son vinculantes y pueden ser modificados. Impreso en Suiza.
Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Switzerland, 2001.
711640es – 1.02 – RDV

Leica GPS1200

Especificaciones técnicas y características del sistema



Receptores GPS1200	GX1230 GG/ATX1230 GG	GX1230	GX1220 (GG)	GX1210
Tecnología GNSS	SmartTrack+	SmartTrack	SmartTrack(+)	SmartTrack
Tipo	Doble frecuencia	Doble frecuencia	Doble frecuencia	Monofrecuencia
Canales	72 canales 14 L1 + 14 L2 GPS 2 SBAS 12 L1 + 12 L2 GLONASS	14 L1 + 14 L2 GPS 2 SBAS	14 L1 + 14 L2 GPS 2 SBAS 12 L1 + 12 L2 GLONASS → GX1220 GG (con opción DGPS)	14 L1 GPS 2 SBAS (con opción DGPS)
RTK	SmartCheck+	SmartCheck	No	No
Indicadores de estado	3 indicadores LED: para alimentación, seguimiento, memoria			

Receptores GPS1200	GX1230 GG/GX1230/GX1220 GG/GX1220	GX1210	ATX1230 GG
Puertos	1 puerto de alimentación, 3 puertos seriales, 1 puerto de controlador, 1 puerto de antena		1 puerto alimentación/controlador, *Puerto de tecnología inalámbrica Bluetooth®*
Tensión de alimentación, Consumo	Nominal 12 VCC receptor 4,6 W + controlador + antena		Nominal 12 VCC 1,8 W
Entradas y PPS	Opcional: 1 puerto de salida PPS 2 puertos de entrada	Opcional: 1 puerto de salida PPS 2 puertos de entrada	
Antena estándar Plano de tierra integrado	SmartTrack+ AX1202 GG Plano de tierra integrado	SmartTrack AX1201 Plano de tierra integrado	SmartTrack+ ATX1230 GG Plano de tierra integrado

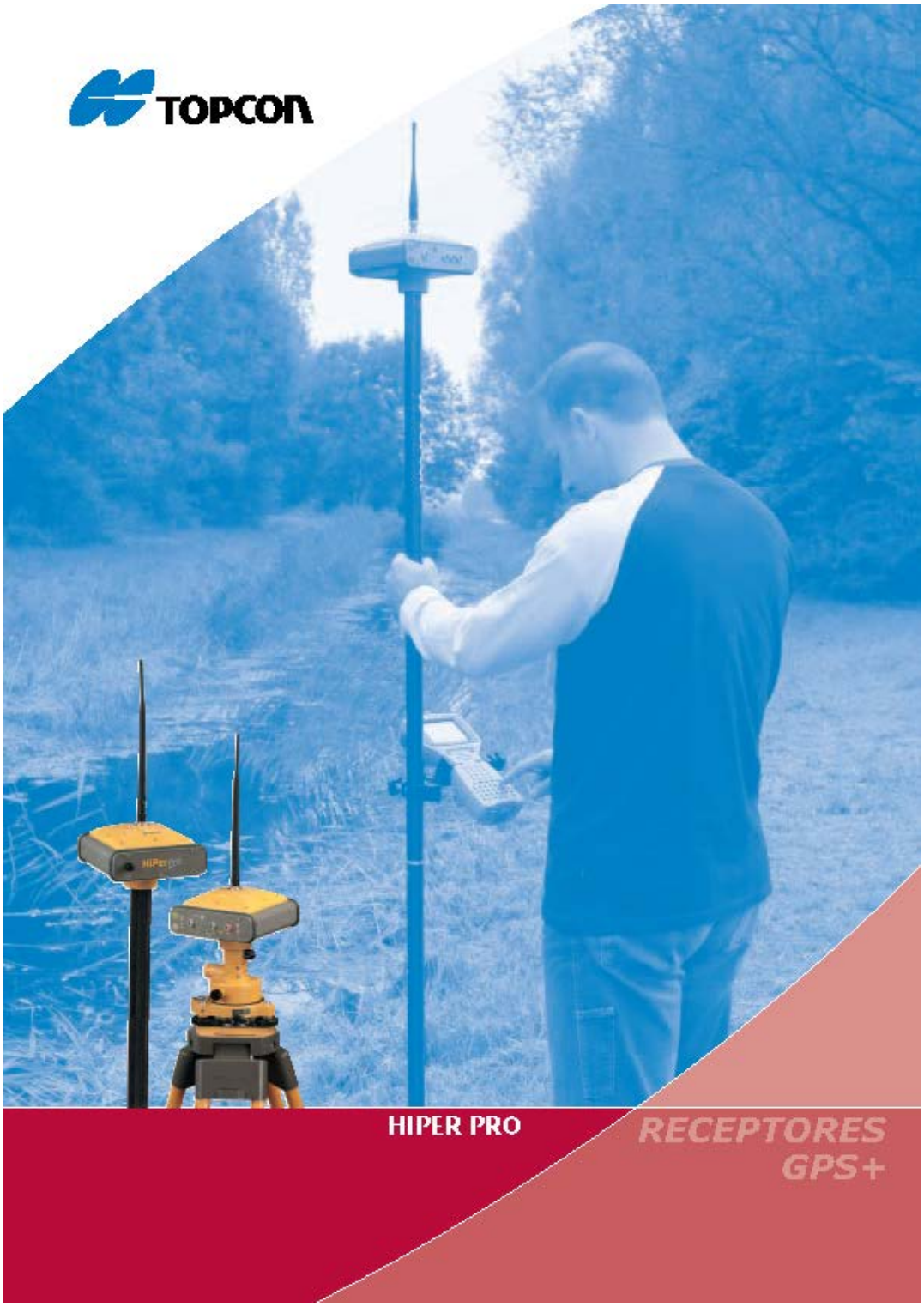
Lo siguiente es aplicable a todos los receptores excepto en lo señalado.

Fuente de alimentación	Dos baterías Ion-Li 4,2 Ah/7,4 V en interior del receptor. Una Ion-Li 2,1 Ah/7,4 V insertada en ATX1230 GG y RX1250.
Baterías Ion-Li insertables Lo mismo para GNSS y TPS	Alimentan receptor + controlador + antena SmartTrack durante 17 horas (para registro de datos).
	Alimentan receptor + controlador + antena SmartTrack + radiomódem de baja potencia o teléfono durante 11 horas (para RTK/DGPS). Alimenta SmartAntenna + controlador RX1250 durante unas 6 horas (para RTK/DGPS)
Alimentación externa	Entrada de alimentación externa 10,5 V a 28 V.
Pesos	Receptor 1,20 kg. Controlador 0,48 kg (RX1210) y 0,75 kg (RX1250). Antena SmartTrack 0,44 kg. SmartAntenna 1,12 kg. Batería Ion-Li insertable 0,09 kg (1,9 Ah) y 0,19 kg (1,9 Ah).
	Bastón de fibra de carbono con antena SmartTrack y controlador RX1210: 1,80 kg.
	Todo en bastón: bastón de fibra de carbono con SmartAntenna, controlador RX1250 y baterías insertables: 2,84 kg.

Temperatura ISO9022 MIL-STD-810F	Funcionamiento: Receptor	–40 °C hasta +65 °C
	Antenas	–40 °C hasta +70 °C
	Controladores	–30 °C hasta +65 °C
	Controlador RX1250c	–30 °C hasta +50 °C
	Almacenamiento: Receptor	–40 °C hasta +80 °C
	Antenas	–55 °C hasta +85 °C
	Controladores	–40 °C hasta +80 °C
	Controlador RX1250c	–40 °C hasta +80 °C
Humedad ISO9022, MIL-STD-810F	Receptor, antenas y controladores hasta 100 % humedad.	
Protección contra agua, polvo y arena IP67, MIL-STD-810F	Receptor, antenas y controladores: Resistente al agua a inmersión temporal de 1 m. Hermético al polvo	
Choque/Caída contra superficie dura	Receptor: resiste la caída de 1 m contra una superficie dura. Antenas: resiste la caída de 1 m sobre una superficie dura.	
Dejar caer bastón	Receptor, antenas y controladores: resisten la caída si se viene abajo el bastón.	
Vibraciones ISO9022 MIL-STD-810F	Receptor, antenas y controladores: Aguantan vibraciones sobre grandes máquinas de construcción. Sin pérdidas de señal.	

SmartTrack+ **Tecnología GNSS avanzada de medición**	El tiempo necesario para adquirir todos los satélites después del encendido: normalmente unos 50 seg. Readquisición de satélites tras pérdida de señal (p. ej. al atravesar un túnel): normalmente con 1 seg. Muy elevada sensibilidad: adquiere más del 99 % de las observaciones posibles sobre una elevación de 10 grados. Nivel de ruido muy bajo. Seguimiento resistente. Sigue señales débiles con muy poca elevación y en condiciones adversas. Mitigación del multipath. Resistente las interferencias
	Precisión de medición: Fase portadora en L1: 0.2 mm emc. En L2: 0,2 mm emc. Código (pseudo distancia) en L1 y L2: 20 mm emc.
SmartCheck+ **Tecnología RTK avanzada de largo alcance**	Inicialización normalmente 8 segundos. Intervalo de actualización de posición seleccionable hasta 20 Hz. Latencia < 0,03 s Alcance 30 km o más en condiciones favorables. Autocomprobación.
Precisiones	Cinématico Horizontal: 10 mm + 1 ppm Vertical: 20 mm + 1 ppm Estático (ISO 17123-8) Horizontal: 5 mm + 0.5 ppm Vertical: 10 mm + 0.5 ppm
	Fiabilidad: 99.99 % para líneas base de hasta 30 km.
	Formatos compatibles para la transmisión y la recepción: Leica propietario, CMR, CMR+, RTCM V2.1/2.2/2.3/3.0/3.1.
Redes de estaciones de referencia	Móvil RTK totalmente compatible con redes de estaciones de referencia de formatos de Leica Spider i-MAX & MAX, VRS y Corrección de área (FKP).
DGPS GX1230 (GG), ATX1230 GG, GX1220 (GG) – estándar GX1210 – opcional	DGPS, incluye soporte de WAAS y EGNOS. Los formatos RTCM V2.1/2.2/2.3/3.0/3.1. soportados para transmisión y recepción. Emc línea base: normalmente 25 cm emc con la estación de referencia adecuada.
Intervalo actualización posición y latencia	Aplicable a RTK, DGPS y posiciones de navegación. Intervalo de actualización seleccionable desde 0,05 seg (20 Hz) hasta 1 seg. Latencia menor de 0,03 seg.
Salida NMEA	NMEA 0183 V3.00 y Leica propietario.
Post-proceso con el software Leica Geo Office **Todos los receptores GPS1200 de doble frecuencia**	Horizontal: 10 mm + 1 ppm, cinemático Vertical: 20 mm + 1 ppm, cinemático Horizontal: 5 mm + 0,5 ppm, estático Vertical: 10 mm + 0,5 ppm, estático Para líneas largas con observaciones largas Horizontal: 3 mm + 0,5 ppm, estático Vertical: 6 mm + 0,5 ppm, estático
Notas sobre funcionamiento y precisiones	Las figuras ofrecidas son para condiciones de normales a favorables. El funcionamiento y las precisiones pueden variar dependiendo del número de satélites, geometría de satélites, hora de observación, efemérides, ionosfera, multipath etc.

Controladores **RX1210/RX1250**	Pantalla 1/4 VGA de alto contraste con opción de color (RX1250) Pantalla táctil, 11 líneas x 32 caracteres.
	Windows CE 5.0 en RX1250.
	Teclado QWERTY totalmente alfanumérico. Teclas de función y teclas definibles por el usuario. Iluminación para pantalla y teclas.
	También puede utilizarse con TPS1200+ para entrada alfanumérica y codificación extensa.
Funcionamiento con controlador Lo mismo para GNSS y TPS	Mediante teclado y/o a través de pantalla táctil. Concepto de funcionamiento gráfico. Teclas de función y teclas definibles por el usuario. Se muestra toda la información.
Información mostrada	Toda la información mostrada: estado, seguimiento, registro de datos, base de datos, RTK, DGPS, navegación, levantamiento, replanteo, calidad, cronómetro, alimentación, coordenadas geográfica, cartesianas, cuadrícula, etc.
Pantalla gráfica de levantamiento Lo mismo para GNSS y TPS	Pantalla gráfica (plano) de levantamiento. Acercamientos. Puede accederse a puntos levantadas directamente por la pantalla táctil.
Pantalla replanteo Lo mismo para GNSS y TPS	Gráfico con zoom. Digital, polar y ortométrico. Precisión: 10 mm + 1 ppm a 20 Hz (0,05 seg.) actualización. Sin degradación por intervalos altos de actualización.
Funcionamiento sin controlador Sólo para GX1200	Encendido automático. Indicador de estado LED. Para estaciones de referencia y mediciones estáticas.
Registro de datos Las mismas tarjetas se usan para GNSS y TPS	En tarjetas CompactFlash: 64, 256 Mb y 1 Gb Memoria interna del receptor (opcional): 64 y 256 Mb.
Capacidad	64 Mb suficiente para (30 % menos para GPS/GLONASS): Aprox. 500 horas de registro de datos L1 + L2 a intervalos de 15 seg. Aprox. 2 000 horas de registro de datos L1 + L2 a intervalos de 60 seg. Aprox. 90 000 puntos RTK con códigos.
Gestión de datos Lo mismo para GNSS y TPS	Gestión de trabajo definible por el usuario. Identificadores de punto, coordenadas, códigos, atributos, etc.
	Rutinas de búsqueda, filtrado y visualización. Promedio multipuntos. Cinco tipos de sistemas de codificación que cubren todos los requisitos.
Sistemas de coordenadas Lo mismo para GNSS y TPS	Elipsoides, proyecciones, modelos geoidales, coordenadas, transformaciones, parámetros de transformación, sistemas de coordenadas específicos del país.
Programas de aplicación Lo mismo para GNSS que TPS	Estándar: todas las funciones de COGO. Punto oculto.
	Opcional: Avance, Línea de referencia, Replanteo MDT, Plano de referencia, División de área y Levantamiento de sección X, Exportación DXF y Cálculos de volumen
Programable Lo mismo para GNSS y TPS	Programable por el usuario en GeoC++. Los usuarios pueden escribir y cargar programas para sus propios requisitos y aplicaciones especiales.
Comunicación **Enlaces de datos**	Se puede conectar uno o dos de los siguientes dispositivos: radiomódem, GSM, GPRS, CDMA.
	Se puede recibir o transmitir en diferentes frecuencias y/o formatos. Soporta Time slicing.


TOPCON
HIPER PRO
RECEPTORES
GPS+

HiPer Pro, ¡libre de cables!, ¡Sistema GPS+ RTK con radio UHF integrada!

El HiPer Pro de Topcon mejora los receptores GPS+ incorporando la más avanzada tecnología y características de Topcon.
Todo lo necesario para trabajar con un GPS+ completamente integrado en el nuevo HiPer Pro.
Receptor, antena, baterías y módem RTK, todo junto, e integrado en el interior de la compacta y resistente carcasa del HiPer Pro.
Para móvil RTK, equipo base, registro estático o stop-and-go, este es el modelo adecuado a sus necesidades ¡Un equipo para todo!

HiPer Pro



El HiPer Pro de Topcon está disponible con radio módem integrado para base y móvil. Un equipo Hiper Pro está compuesto por un equipo Base con radio módem emisor/receptor y Móvil sólo receptor. El equipo Base puede intercambiarse como base o móvil. Esto, reduce el número de dispositivos externos, baterías y cables necesarios para conectarlos. ¡Todo lo necesario para un equipo RTK, integrado en un equipo compacto y montado sobre trípode o jalón!
Con el HiPer Pro, se elimina cualquier cable de conexión entre la controladora y el receptor gracias a la tecnología Bluetooth, proporcionando una solución ¡totalmente libre de cables!

Sistema RTK con radio UHF integrada

El HiPer Pro proporciona una cobertura de hasta 6 kilómetros con la radio interna, un transmisor/receptor de 1-Watt compatible con todas las frecuencias europeas. incorpora una avanzada tecnología de radio llamada 'Escaneo de Canal Libre', que detecta automáticamente interferencias del canal de radio y cambia de canal para compensarlo.

HiPer Pro

- Sencilla configuración y utilización
- Construcción compacta y ligera
- Base y Móvil, ambos HiPer Pro
- Sin cables
- Comunicación Bluetooth integrada
- Radio UHF completamente integrada
- 'Escaneo de Canal Libre'
- Ampliable a seguimiento GPS+GLONASS

Utilidad

El HiPer Pro es la solución más completa para GPS+ RTK con mayor utilidad. Se acabaron los inconvenientes de un equipo base RTK con baterías externas, antenas y radios RTK conectadas mediante frágiles cables.
El HiPer Pro tiene un diseño completamente integrado de sistema base y móvil RTK, libre de cables. ¡No más cables rotos! ¡Se acabaron las perdidas de tiempo de un montaje complicado! ¡Menos equipo para llevar al campo. Menos que olvidar en la oficina!



ESPECIFICACIONES

	HIPER PRO
DESCRIPCIÓN	40 canales integrados en el receptor/ antena GPS+ con MINTER interface
ESPECIFICACIONES DE BÚSQUEDA	
Canales Búsqueda, estándar	40 L1 GPS (20GPS L1+L2 en días Cenicienta) *
Canales Búsqueda, opcional	20 GPS L1+L2 (GD), GPS L1 + GLONASS (GG) 20 GPS L1+L2+GLONASS (GGD)
Señal Seguida	GPS L1/L2, C/A y Código P & Portadora y GLONASS L1/L2 y L2C
RENDIMIENTO	
Estático, Estático Rápido	H: 3 mm + 0.5 ppm V: 5 mm + 0.5 ppm
RTK	H: 10 mm + 1.0 ppm V: 15 mm + 1.0 ppm
Inicialización	<60 segundos
Re-inicialización	<10 segundos
Readquisición	<1 segundo
ESPECIFICACIONES DE ALIMENTACIÓN	
Batería	Baterías internas de Lítio-Ión de hasta 14 horas de duración (10 horas Tx)
Alimentación externa	6 a 28 voltios DC
Consumo de energía	Menos de 4.2 W
ESPECIFICACIONES DE ANTENA GPS+	
Antena GPS / GLONASS	Integrado
Plano de Tierra	Plano de Tierra integrado
ESPECIFICACIONES DE RADIO	
Tipo de Radio	Interna Tx/Rx (seleccionable rango de frecuencias)
Potencia de salida	1.0 Wat / 0.25 Wat (seleccionable)
Antena Radio	Antena UHF Centrada
COMUNICACIÓN SIN CABLES	
Comunicación	Bluetooth® versión 1.1 comp. **†
I/O	
Puertos Comunicación	2x serie (RS232)
Otras Señales Entrada/ Salida	1pps, Marcador de Eventos
Indicador de Estados	4x3-color LEDs (Verde, Rojo, Amarillo), dos teclas de función (MINTER)
Unidad de Control & Display	Controladora de Campo Externa
MEMORIA Y ALMACENAMIENTO	
Memoria Interna	Hasta 1 GB
Actualización	Hasta 20 veces por segundo (20Hz)
Tipo de Dato	Código y POrtadora de L1 y L2, GPS y GLONASS y L2C GLONASS
SALIDA DE DATOS	
Salida de datos tiempo real	RTCM SC104 versión 2.1, 2.2, 2.3, CMR, CMR+
Salida ASCII	NMEA 0183 versión 3.0
Otras Salidas	Formato TPS
Velocidad	Hasta 20 veces por segundo (20Hz)
ESPECIFICACIONES AMBIENTALES	
Carcasa	Extrusión de aluminio, impermeabilizada
Temperatura operativa	-30°C a 55°C
Dimensiones	W:159 x H:172 x D:88 mm
Peso	1.65 kg

Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso. Las especificaciones de rendimiento asumen un mínimo de 6 satélites GPS o 7 GPS/GLONASS por encima de 15 grados de elevación y siguiendo procesos recomendados por TPS en sus manuales. En áreas de alto multicamino, durante períodos de alto PDOP y durante períodos de alta actividad Ionosférica el rendimiento puede disminuir. Se recomienda encarecidamente un proceso de chequeo exhaustivo en áreas de multicamino extremo o bajo arbolado.

* La función Cenicienta activa todas las funciones de recepción del GPS durante 24 horas cada dos Martes.
** Tipo Bluetooth® depende del consentimiento del propio país. Por favor contacte con su representante Topcon para más información.
† Marca y logos de Bluetooth son propiedad de Bluetooth SIG, Inc. y cualquier uso de esa marca por Topcon Positioning Systems, Inc. está bajo licencia. Otras marcas registradas y razón social son de sus respectivos propietarios.

Otros Productos GPS+ de Topcon



Receptor GPS+ GB-500
Ideal para un amplio rango de funciones topográficas con GPS, funciona perfecto como receptor base para medición estática o RTK y como solución móvil en mochila con equipo base local o utilizado en una red de trabajo GPS.



Receptor GPS+ GB-1000
El nuevo receptor GPS+ con completa capacidad de GPS y GLONASS, batería interna, pantalla LCD, Ethernet y puertos USB, y Compact Flash extraible.



PG-A1
La PG-A1 es una antena bifrecuencia, biconstelación de precisión, de tecnología precisa de microcentrado y con plano de tierra integrado que ayuda a eliminar errores causados por el multicamino.
La PG-A1 fue creada para acompañar a los receptores modulares de Topcon como el Legacy-E, Legacy-H Odyssey-RS, GB-500 y GB-1000.

Más de 70 años de experiencia

Durante más de 70 años, Topcon ha sido líder en la fabricación y mejora de productos para Industria, Construcción y Medicina. Esta gran experiencia ha servido de base para la amplia línea de productos Topcon, cubriendo todas las necesidades del sector.
Para la industria de la construcción, Topcon ofrece una completa gama de innovadores láser y soluciones sónicas, incluyendo productos líderes para aplicaciones en interior, utilidades, construcción en general y control de maquinaria. Además Topcon fabrica y suministra una extensa gama de productos ópticos para medición, desde niveles ópticos y digitales hasta teodolitos y estaciones totales, y una completa línea de soluciones para posicionamiento por satélite GPS.

Productos y Apoyo Técnico

Para garantizar el mejor rendimiento de su equipo, su distribuidor Topcon más cercano cuenta con técnicos cualificados, formados en nuestra fábrica. Y en el supuesto de no disponer de asistencia en su localidad, nuestra red europea de oficinas Topcon le proporcionará un servicio de reparación y devolución inigualable.

Innovación, no imitación

En las últimas décadas, Topcon ha presentado innovadoras soluciones para la industria, que proporcionan un significativo aumento de la productividad. Esta es la fuerza de nuestro liderazgo y la razón por la que Topcon es líder mundial en fabricación y entrega de equipos topográficos y de nivelación láser. He aquí algunos ejemplos de la exclusiva tecnología:

- Niveles ópticos impermeables
- Estación Total Integrada, el modelo "Guppy"
- Estación Total Compacta Coaxial (GTS-1)
- Primer láser del mundo con tecnología láser de escaneo
- Primera Estación Total impermeable
- Láser para construcción de Rayo Verde®
- Sistema de Control Automático para Excavadora
- Primer Sistema 3D de Control de Maquinaria (3D- MC™ LPS)
- Láser de pte. de 5" con alin. automático y control remoto
- Láser autonivelante Horizontal con compensador hidráulico
- Primera Estacion Total Robotizada con sistema de bloqueo inmediato de rayo (GTS-800A and RC-2)
- Primer sistema de Control de Maquinaria directo vía satélite en 3D(3D-MC™ GPS)
- mmGPS: GPS con precisión de Estación Total

TOPCON

TOPCON EUROPE B.V.

Essebaan 11
2908 LJ Capelle a/d IJssel
The Netherlands

Phone: 31-(0)10 - 458 50 77
Fax: 31-(0)10 - 458 50 45
E-mail: survey@topcon.nl
http: //www.topconeurope.com

Item number: 5710081
Language: English
Printed: 03-2005

Su Distribuidor Topcon

CE

Certificatie No. NL-04/0091QA
TOPCON EUROPE B.V.
Capelle a/d IJssel, The Netherlands

2.2. RED DE BASES DE REPLANTEO

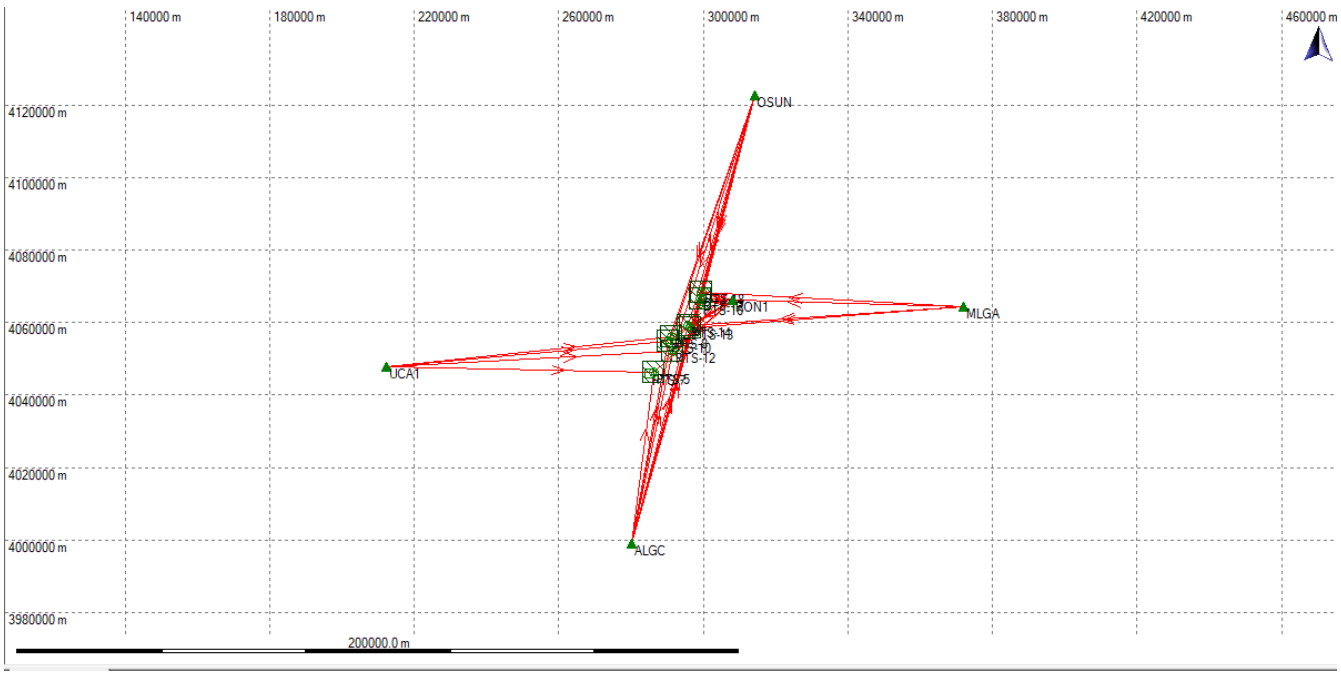
Para el levantamiento topográfico de la zona se ha establecido una red de bases apoyada en la Red RAP (Algeciras, Málaga, Osuna, Ronda, Universidad de Cádiz Las coordenadas están referidas al sistema ETRS-89, HUSO 30, ya mencionado anteriormente.

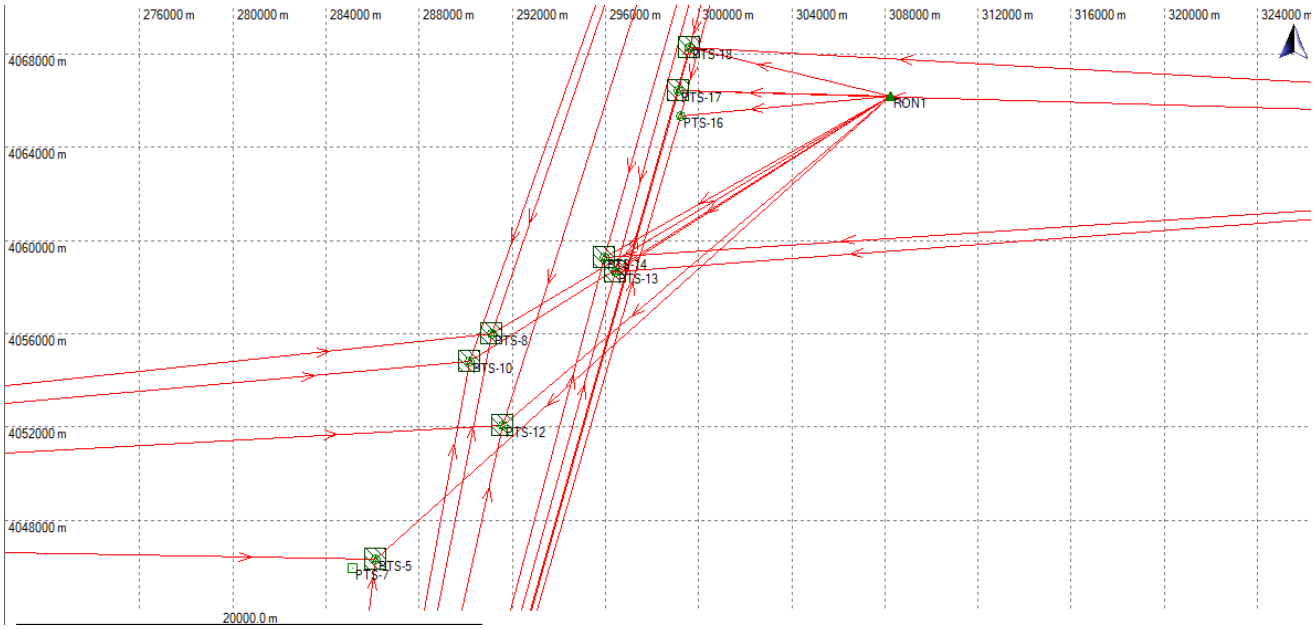
La colocación de la red de bases de replanteo fue realizada según la necesidad propia del terreno. Para su señalización en el campo se han utilizado diversos tipos de elementos, tales como clavos normalizados o marcas con pintura.

2.2.1 Metodología de observación

La obtención de las coordenadas de las bases se ha realizado mediante observaciones con GPS (Leica) con metodología denominada EN ESTATICO, realizando observaciones con el método de triangulación y posteriormente y desarrollando los cálculos y ajustes necesarios para la obtención de dichas coordenadas de cada base. El tiempo de observación de cada base con el vértice geodésico ha sido en todo los casos igual o superior a los 10 minutos, según las características y necesidades de cada base y superando siempre la franja del 100% de calidad en cada una de las bases.

2.2.2 Gráfico de observación de la red





2.2.3 Cálculo de baselíneas

Se han procesado las bases líneas realizadas determinando los valores de los vectores de acimut, distancia y altura, a partir de la distancia geométrica de los satélites conectados. Así mismo se han eliminado los satélites que no cumplían geométricamente con las condiciones exigidas.

Los parámetros de control de las baselíneas son:

- Línea base
  - Ángulo de elevación: 15 °
  - Tipo de efemérides: Transmitidas
  - Datos empleados: Automático
  - Satélites inhabilitados: Ninguno
- Límites
  - Fijar ambigüedades hasta: 20 km
  - Tiempo mínimo para ambigua. (L1): 9 min
  - Límite emc: Automático
- Estrategia
  - Tipo de solución: Fijo sin Ionosfera
  - Modelo ionosférico: Automático
  - Frecuencia: Automática

- Intervalo de muestreo: Usar Todas
- Modelo troposférico: Hopfield
- Detección de saltos de ciclo: Revisar fase y pérdida señal
- Modelo estocástico: Sí
- Distancia mínima: 10 km
- Actividad ionosférica: Media

- Procesamiento Automático
  - Tiempo mínimo para datos comunes: 300 s
  - Longitud máxima de línea base: 15 km
  - Modo de procesamiento: Todas las líneas base
  - Criterio de selección automática: Tiempo
  - Clase más baja para puntos referencia: Posición de punto simple
  - Clase más baja para iniciar en punto conocido: Medido
  - Usar soluciones flotantes como referencia: No
  - Iniciar SGS/KIS con coord. Conocidas: No
  - Recalcular líneas base ya calculadas: No
- SPP
  - Ángulo de elevación: 15 °
  - Modelo troposférico: Hopfield
  - Modelo ionosférico: Sin modelo
  - Tipo de efemérides: Transmitidas
  - Frecuencia de código: L2
  - Intervalo de muestreo: Usar Todas

2.2.4 Relación final de coordenadas

BASE	COORD X	COORD Y	COORD Z
PTS-5	*286132,331*	*4046299,605*	*219,887*
PTS-6	*285461,966*	*4046181,330*	*204,361*
PTS-7	*285138,268*	*4045787,318*	*217,918*

- when it has to be right

Análisis previo del ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2006 Grontmij
con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 27-01-2020 19:38:39

Información del proyecto

Nombre del proyecto:	MALAGA RED CORTES
Kernel de procesamiento:	MOVE3 3.3

Información general

Tipo:	3D Red ajustada sobre WGS 84 elipsoide

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas:	5
Número de estaciones desconocidas:	9
Total:	14

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS:	102 (34 líneas base)
Coordenadas conocidas:	15
Total:	117

Incógnitas

Coordenadas:	42
Total:	42

Grados de libertad:	75

Revisión de datos de entrada

Observaciones y coordenadas aproximadas

El valor crítico es 10.0 Valor crítico de tiempo de la prueba W 1.96

	Estación	Pto visado	Lectura	Error
DX	MLGA	PTS-18	-7181.3311 m	269.3108 m
DY	MLGA	PTS-18	-71900.1245 m	-14.7806 m
DZ	MLGA	PTS-18	2424.8012 m	7.5976 m
DX	MLGA	PTS-17	-6220.0137 m	269.3039 m
DY	MLGA	PTS-17	-72446.4528 m	-14.7751 m
DZ	MLGA	PTS-17	871.4626 m	7.5875 m
DX	MLGA	PTS-14	-2305.7306 m	269.2819 m
DY	MLGA	PTS-14	-75827.8765 m	-14.7996 m
DZ	MLGA	PTS-14	-4986.4830 m	7.5799 m
DX	MLGA	PTS-13	-1835.5706 m	269.3306 m
DY	MLGA	PTS-13	-75394.5263 m	-14.8141 m

DZ	MLGA	PTS-13	-5419.9993 m	7.6152 m
DX	UCA1	PTS-8	2122.3076 m	269.3005 m
DY	UCA1	PTS-8	78556.3084 m	-14.7806 m
DZ	UCA1	PTS-8	8799.3020 m	7.6552 m
DX	UCA1	PTS-5	7177.2644 m	269.2777 m
DY	UCA1	PTS-5	73332.3175 m	-14.7808 m
DZ	UCA1	PTS-5	693.3889 m	7.6481 m
DX	UCA1	PTS-12	4288.5872 m	269.2971 m
DY	UCA1	PTS-12	78934.0864 m	-14.7799 m
DZ	UCA1	PTS-12	5515.9215 m	7.6628 m
DX	UCA1	PTS-10	2734.3597 m	269.2839 m
DY	UCA1	PTS-10	77587.9027 m	-14.7784 m
DZ	UCA1	PTS-10	7829.1947 m	7.6390 m
DX	OSUN	PTS-8	38514.7560 m	269.8543 m
DY	OSUN	PTS-8	-25084.8530 m	-14.8206 m
DZ	OSUN	PTS-8	-53569.0159 m	8.0177 m
DX	OSUN	PTS-18	31872.8020 m	269.8170 m
DY	OSUN	PTS-18	-16204.4208 m	-14.8204 m
DZ	OSUN	PTS-18	-43537.9266 m	8.0012 m
DX	OSUN	PTS-17	32834.1540 m	269.8447 m
DY	OSUN	PTS-17	-16750.7498 m	-14.8155 m
DZ	OSUN	PTS-17	-45091.2476 m	8.0087 m
DX	OSUN	PTS-16	33416.7680 m	269.8409 m
DY	OSUN	PTS-16	-16676.2009 m	-14.8161 m
DZ	OSUN	PTS-16	-46016.2373 m	8.0009 m
DX	OSUN	PTS-14	36748.4172 m	269.8028 m
DY	OSUN	PTS-14	-20132.1433 m	-14.8098 m
DZ	OSUN	PTS-14	-50949.2179 m	7.9764 m
DX	OSUN	PTS-13	37218.5535 m	269.8277 m
DY	OSUN	PTS-13	-19698.7885 m	-14.8197 m
DZ	OSUN	PTS-13	-51382.7584 m	7.9874 m
DX	OSUN	PTS-12	40681.0262 m	269.8416 m
DY	OSUN	PTS-12	-24707.0746 m	-14.8195 m
DZ	OSUN	PTS-12	-56852.4190 m	8.0027 m
DX	OSUN	PTS-10	39126.8211 m	269.8508 m
DY	OSUN	PTS-10	-26053.2670 m	-14.8265 m
DZ	OSUN	PTS-10	-54539.1017 m	8.0229 m
DX	ALGC	PTS-8	-32423.3081 m	268.8065 m
DY	ALGC	PTS-8	12788.8535 m	-14.7525 m
DZ	ALGC	PTS-8	46380.9394 m	7.2463 m
DX	ALGC	PTS-5	-27368.3386 m	268.7964 m
DY	ALGC	PTS-5	7564.8631 m	-14.7522 m
DZ	ALGC	PTS-5	38275.0324 m	7.2453 m
DX	ALGC	PTS-18	-39065.2940 m	268.7372 m
DY	ALGC	PTS-18	21669.2935 m	-14.7444 m
DZ	ALGC	PTS-18	56412.0262 m	7.2273 m
DX	ALGC	PTS-17	-38103.9427 m	268.7642 m
DY	ALGC	PTS-17	21122.9558 m	-14.7483 m
DZ	ALGC	PTS-17	54858.7037 m	7.2333 m
DX	ALGC	PTS-16	-37521.2818 m	268.8073 m
DY	ALGC	PTS-16	21197.5007 m	-14.7528 m
DZ	ALGC	PTS-16	53933.7405 m	7.2520 m
DX	ALGC	PTS-14	-34189.6167 m	268.7851 m
DY	ALGC	PTS-14	17741.5615 m	-14.7434 m
DZ	ALGC	PTS-14	49000.7777 m	7.2453 m
DX	ALGC	PTS-13	-33719.4769 m	268.8136 m
DY	ALGC	PTS-13	18174.9087 m	-14.7609 m
DZ				

	ALGC	PTS-13	48567.2281 m	7.2472 m
DX	ALGC	PTS-12	-30257.0228 m	268.8087 m
DY	ALGC	PTS-12	13166.6275 m	-14.7557 m
DZ	ALGC	PTS-12	43097.5565 m	7.2515 m
DX	ALGC	PTS-10	-31811.2493 m	268.7966 m
DY	ALGC	PTS-10	11820.4438 m	-14.7542 m
DZ	ALGC	PTS-10	45410.8389 m	7.2369 m
DX	RON1	PTS-8	4650.2925 m	269.3416 m
DY	RON1	PTS-8	-17374.4862 m	-14.7844 m
DZ	RON1	PTS-8	-8618.5839 m	7.6296 m
DX	RON1	PTS-5	9705.2936 m	269.3632 m
DY	RON1	PTS-5	-22598.4782 m	-14.7857 m
DZ	RON1	PTS-5	-16724.4755 m	7.6441 m
DX	RON1	PTS-18	-1991.6011 m	269.3647 m
DY	RON1	PTS-18	-8494.0510 m	-14.7811 m
DZ	RON1	PTS-18	1412.5341 m	7.6419 m
DX	RON1	PTS-17	-1030.2841 m	269.3574 m
DY	RON1	PTS-17	-9040.3849 m	-14.7813 m
DZ	RON1	PTS-17	-140.7964 m	7.6398 m
DX	RON1	PTS-16	-447.6711 m	269.3526 m
DY	RON1	PTS-16	-8965.8349 m	-14.7806 m
DZ	RON1	PTS-16	-1065.7795 m	7.6386 m
DX	RON1	PTS-14	2884.0399 m	269.3763 m
DY	RON1	PTS-14	-12421.7913 m	-14.7884 m
DZ	RON1	PTS-14	-5998.7231 m	7.6512 m
DX	RON1	PTS-13	3354.1286 m	269.3536 m
DY	RON1	PTS-13	-11988.4172 m	-14.7790 m
DZ	RON1	PTS-13	-6432.2846 m	7.6412 m
DX	RON1	PTS-12	6816.5785 m	269.3446 m
DY	RON1	PTS-12	-16996.7073 m	-14.7828 m
DZ	RON1	PTS-12	-11901.9715 m	7.6301 m
DX	RON1	PTS-10	5262.3706 m	269.3510 m
DY	RON1	PTS-10	-18342.8869 m	-14.7771 m
DZ	RON1	PTS-10	-9588.6773 m	7.6273 m

- when it has to be right

Cierres

www.MOVE3.com

(c) 1993-2007 Grontmij
con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 01/27/2020 19:40:31

Información del proyecto

Nombre del proyecto:	MALAGA RED CORTES
Fecha de creación:	01/27/2020 08:41:23
Huso horario:	1h 00'
Sistema de coordenadas:	UTM 30 ETRS89
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Kernel de procesamiento:	MOVE3 3.4
El valor crítico de la prueba W es:	1.96
Dimensión:	3D

Cierres de líneas base GPS

Cierre 1

Desde	A	dX[m]	dY[m]	dZ[m]
RON1	PTS-12	6816.5785	-16996.7073	-11901.9715
PTS-12	ALGC	30257.0228	-13166.6275	-43097.5566
ALGC	PTS-10	-31811.2493	11820.4438	45410.8389
PTS-10	RON1	-5262.3706	18342.8869	9588.6773

X:	-0.0186 m	Prueba W:	-0.21
S:	-0.0041 m		-0.10
Z:	-0.0118 m		-0.13
X local:	-0.0058 m	Prueba W:	-0.14
Y local:	0.0013 m		0.01
Altura:	-0.0216 m		-0.24
Error de cierre:	0.0224 m	(0.1 ppm)	Razón: (1:6878509)
Longitud:	154166.9269 m		

Cierre 2

Desde	A	dX[m]	dY[m]	dZ[m]
RON1	PTS-10	5262.3706	-18342.8869	-9588.6773
PTS-10	ALGC	31811.2493	-11820.4438	-45410.8389
ALGC	PTS-13	-33719.4769	18174.9087	48567.2281
PTS-13	RON1	-3354.1286	11988.4172	6432.2846

X:	0.0144 m	Prueba W:	0.18
S:	-0.0047 m		-0.12
Z:	-0.0036 m		-0.04
X local:	-0.0034 m	Prueba W:	-0.08

Y local:	-0.0117 m		-0.14	
Altura:	0.0098 m		0.12	
Error de cierre:	0.0156 m	(0.1 ppm)	Razón: (1:9876077)	
Longitud:	153914.9097 m			

Cierre 3

Desde	**A**	**dX[m]**	**dY[m]**	**dZ[m]**
RON1	PTS-10	5262.3706	-18342.8869	-9588.6773
PTS-10	ALGC	31811.2493	-11820.4438	-45410.8389
ALGC	PTS-14	-34189.6167	17741.5615	49000.7777
PTS-14	RON1	-2884.0399	12421.7913	5998.7231

X:	-0.0367 m	Prueba W:	-0.45
S:	0.0221 m		0.56
Z:	-0.0155 m		-0.16
X local:	0.0186 m	Prueba W:	0.47
Y local:	0.0106 m		0.12
Altura:	-0.0402 m		-0.46
Error de cierre:	0.0455 m	(0.3 ppm)	Razón: (1:3391585)
Longitud:	154467.5934 m		

Cierre 4

Desde	**A**	**dX[m]**	**dY[m]**	**dZ[m]**
RON1	PTS-10	5262.3706	-18342.8869	-9588.6773
PTS-10	ALGC	31811.2493	-11820.4438	-45410.8389
ALGC	PTS-17	-38103.9427	21122.9558	54858.7038
PTS-17	RON1	1030.2841	9040.3849	140.7964

X:	-0.0387 m	Prueba W:	-0.47
S:	0.0100 m		0.25
Z:	-0.0161 m		-0.18
X local:	0.0064 m	Prueba W:	0.16
Y local:	0.0106 m		0.12
Altura:	-0.0413 m		-0.49
Error de cierre:	0.0431 m	(0.3 ppm)	Razón: (1:3645239)
Longitud:	157201.0330 m		

Cierre 5

Desde	**A**	**dX[m]**	**dY[m]**	**dZ[m]**
RON1	PTS-10	5262.3706	-18342.8869	-9588.6773
PTS-10	ALGC	31811.2493	-11820.4438	-45410.8389
ALGC	PTS-18	-39065.2940	21669.2935	56412.0262
PTS-18	RON1	1991.6011	8494.0510	-1412.5341

X:	-0.0731 m	Prueba W:	-0.78
S:	0.0138 m		0.31
Z:	-0.0241 m		-0.27
X local:	0.0070 m	Prueba W:	0.16
Y local:	0.0247 m		0.27
Altura:	-0.0738 m		-0.80

Error de cierre:	0.0782 m	(0.5 ppm)	Razón: (1:2032000)	
Longitud:	158843.1602 m			

Cierre 6

Desde	**A**	**dX[m]**	**dY[m]**	**dZ[m]**
RON1	PTS-10	5262.3706	-18342.8869	-9588.6773
PTS-10	ALGC	31811.2493	-11820.4438	-45410.8389
ALGC	PTS-8	-32423.3081	12788.8535	46380.9394
PTS-8	RON1	-4650.2925	17374.4862	8618.5839

X:	0.0193 m	Prueba W:	0.22
S:	0.0090 m		0.22
Z:	0.0071 m		0.08
X local:	0.0108 m	Prueba W:	0.26
Y local:	-0.0053 m		-0.06
Altura:	0.0190 m		0.22

Error de cierre:	0.0225 m	(0.1 ppm)	Razón: (1:6941288)
Longitud:	156008.7698 m		

Cierre 7

Desde	**A**	**dX[m]**	**dY[m]**	**dZ[m]**
OSUN	PTS-10	39126.8211	-26053.2670	-54539.1017
PTS-10	RON1	-5262.3706	18342.8869	9588.6773
RON1	PTS-12	6816.5785	-16996.7073	-11901.9715
PTS-12	OSUN	-40681.0263	24707.0746	56852.4190

X:	0.0028 m	Prueba W:	0.03
S:	-0.0127 m		-0.29
Z:	0.0230 m		0.25
X local:	-0.0124 m	Prueba W:	-0.28
Y local:	0.0161 m		0.18
Altura:	0.0169 m		0.19

Error de cierre:	0.0264 m	(0.1 ppm)	Razón: (1:7160860)
Longitud:	189344.0356 m		

Cierre 8

Desde	**A**	**dX[m]**	**dY[m]**	**dZ[m]**
OSUN	PTS-10	39126.8211	-26053.2670	-54539.1017
PTS-10	RON1	-5262.3706	18342.8869	9588.6773
RON1	PTS-13	3354.1286	-11988.4172	-6432.2846
PTS-13	OSUN	-37218.5535	19698.7885	51382.7584

X:	0.0257 m	Prueba W:	0.30
S:	-0.0088 m		-0.21
Z:	0.0494 m		0.56
X local:	-0.0064 m	Prueba W:	-0.15
Y local:	0.0238 m		0.27
Altura:	0.0507 m		0.59

Error de cierre:	0.0564 m	(0.3 ppm)	Razón: (1:3084124)
Longitud:	173803.9545 m		

Cierre 9

Desde	A	dX[m]	dY[m]	dZ[m]
ALGC	PTS-10	-31811.2493	11820.4438	45410.8389
PTS-10	RON1	-5262.3706	18342.8869	9588.6773
RON1	PTS-5	9705.2936	-22598.4782	-16724.4755
PTS-5	ALGC	27368.3386	-7564.8631	-38275.0324

X:	0.0123 m	Prueba W:	0.16
S:	-0.0106 m		-0.26
Z:	0.0083 m		0.10
X local:	-0.0094 m	Prueba W:	-0.23
Y local:	-0.0012 m		-0.01
Altura:	0.0156 m		0.19
Error de cierre:	0.0183 m	(0.1 ppm)	Razón: (1:8511010)
Longitud:	155446.5383 m		

Cierre 10

Desde	A	dX[m]	dY[m]	dZ[m]
OSUN	PTS-10	39126.8211	-26053.2670	-54539.1017
PTS-10	RON1	-5262.3706	18342.8869	9588.6773
RON1	PTS-14	2884.0399	-12421.7913	-5998.7231
PTS-14	OSUN	-36748.4172	20132.1433	50949.2179

X:	0.0733 m	Prueba W:	0.90
S:	-0.0280 m		-0.71
Z:	0.0704 m		0.77
X local:	-0.0213 m	Prueba W:	-0.53
Y local:	0.0111 m		0.13
Altura:	0.1027 m		1.21
Error de cierre:	0.1054 m	(0.6 ppm)	Razón: (1:1644753)
Longitud:	173416.8872 m		

Cierre 11

Desde	A	dX[m]	dY[m]	dZ[m]
ALGC	PTS-10	-31811.2493	11820.4438	45410.8389
PTS-10	RON1	-5262.3706	18342.8869	9588.6773
RON1	PTS-16	-447.6711	-8965.8349	-1065.7795
PTS-16	ALGC	37521.2818	-21197.5007	-53933.7405

X:	-0.0092 m	Prueba W:	-0.11
S:	-0.0049 m		-0.13
Z:	-0.0038 m		-0.04
X local:	-0.0057 m	Prueba W:	-0.14
Y local:	0.0021 m		0.02
Altura:	-0.0092 m		-0.11
Error de cierre:	0.0111 m	(0.1 ppm)	Razón: (1:14090377)
Longitud:	156123.4920 m		

Cierre 12

Desde	A	dX[m]	dY[m]	dZ[m]

OSUN	PTS-10	39126.8211	-26053.2670	-54539.1017
PTS-10	RON1	-5262.3706	18342.8869	9588.6773
RON1	PTS-17	-1030.2841	-9040.3849	-140.7964
PTS-17	OSUN	-32834.1540	16750.7498	45091.2476
X:	0.0124 m	Prueba W:	0.15	
S:	-0.0152 m		-0.37	
Z:	0.0268 m		0.30	
X local:	-0.0140 m	Prueba W:	-0.33	
Y local:	0.0132 m		0.15	
Altura:	0.0271 m		0.31	
Error de cierre:	0.0332 m	(0.2 ppm)	Razón: (1:4840989)	
Longitud:	160697.6995 m			

Cierre 13

Desde	**A**	**dX[m]**	**dY[m]**	**dZ[m]**
OSUN	PTS-10	39126.8211	-26053.2670	-54539.1017
PTS-10	RON1	-5262.3706	18342.8869	9588.6773
RON1	PTS-18	-1991.6011	-8494.0510	1412.5341
PTS-18	OSUN	-31872.8020	16204.4208	43537.9266
X:	0.0475 m	Prueba W:	0.48	
S:	-0.0102 m		-0.22	
Z:	0.0363 m		0.39	
X local:	-0.0058 m	Prueba W:	-0.13	
Y local:	0.0002 m		0.00	
Altura:	0.0604 m		0.63	
Error de cierre:	0.0607 m	(0.4 ppm)	Razón: (1:2613673)	
Longitud:	158534.1459 m			

Cierre 14

Desde	**A**	**dX[m]**	**dY[m]**	**dZ[m]**
OSUN	PTS-10	39126.8211	-26053.2670	-54539.1017
PTS-10	RON1	-5262.3706	18342.8869	9588.6773
RON1	PTS-8	4650.2925	-17374.4862	-8618.5839
PTS-8	OSUN	-38514.7560	25084.8530	53569.0159
X:	-0.0129 m	Prueba W:	-0.14	
S:	-0.0132 m		-0.30	
Z:	0.0076 m		0.08	
X local:	-0.0144 m	Prueba W:	-0.32	
Y local:	0.0130 m		0.14	
Altura:	-0.0048 m		-0.05	
Error de cierre:	0.0200 m	(0.1 ppm)	Razón: (1:9194686)	
Longitud:	183887.3824 m			

Cierre 15

Desde	**A**	**dX[m]**	**dY[m]**	**dZ[m]**
OSUN	PTS-10	39126.8211	-26053.2670	-54539.1017
PTS-10	ALGC	31811.2493	-11820.4438	-45410.8389
ALGC	PTS-16	-37521.2818	21197.5007	53933.7405

	PTS-16	OSUN	-33416.7680	16676.2009	46016.2373
	X:	0.0206 m	Prueba W:	0.23	
	S:	-0.0091 m		-0.22	
	Z:	0.0372 m		0.43	
	X local:	-0.0071 m	Prueba W:	-0.17	
	Y local:	0.0170 m		0.20	
	Altura:	0.0393 m		0.45	
	Error de cierre:	0.0435 m	(0.2 ppm)	Razón: (1:5913528)	
	Longitud:	256992.7796 m			

Cierre 16

Desde	**A**	**dX[m]**	**dY[m]**	**dZ[m]**
UCA1	PTS-12	4288.5872	78934.0864	5515.9215
PTS-12	RON1	-6816.5785	16996.7073	11901.9715
RON1	PTS-10	5262.3706	-18342.8869	-9588.6773
PTS-10	UCA1	-2734.3597	-77587.9027	-7829.1947
X:	0.0196 m	Prueba W:	0.22	
S:	0.0041 m		0.10	
Z:	0.0210 m		0.24	
X local:	0.0060 m	Prueba W:	0.14	
Y local:	0.0054 m		0.06	
Altura:	0.0279 m		0.32	
Error de cierre:	0.0290 m	(0.1 ppm)	Razón: (1:6908891)	
Longitud:	200469.5477 m			

Cierre 17

Desde	**A**	**dX[m]**	**dY[m]**	**dZ[m]**
MLGA	PTS-13	-1835.5706	-75394.5263	-5419.9993
PTS-13	RON1	-3354.1286	11988.4172	6432.2846
RON1	PTS-14	2884.0399	-12421.7913	-5998.7231
PTS-14	MLGA	2305.7306	75827.8765	4986.4830
X:	0.0713 m	Prueba W:	1.22	
S:	-0.0239 m		-0.96	
Z:	0.0453 m		0.80	
X local:	-0.0175 m	Prueba W:	-0.70	
Y local:	-0.0074 m		-0.13	
Altura:	0.0857 m		1.49	
Error de cierre:	0.0878 m	(0.5 ppm)	Razón: (1:2046946)	
Longitud:	179743.0461 m			

Cierre 18

Desde	**A**	**dX[m]**	**dY[m]**	**dZ[m]**
UCA1	PTS-10	2734.3597	77587.9027	7829.1947
PTS-10	RON1	-5262.3706	18342.8869	9588.6773
RON1	PTS-8	4650.2925	-17374.4862	-8618.5839
PTS-8	UCA1	-2122.3076	-78556.3085	-8799.3020
X:	-0.0260 m	Prueba W:	-0.30	

S:	-0.0051 m		-0.13	
Z:	-0.0139 m		-0.17	
X local:	-0.0075 m	Prueba W:	-0.19	
Y local:	0.0040 m		0.05	
Altura:	-0.0287 m		-0.34	
Error de cierre:	0.0299 m	(0.2 ppm)	Razón: (1:6632286)	
Longitud:	198406.7069 m			

Cierre 19

Desde	A	dX[m]	dY[m]	dZ[m]
MLGA	PTS-13	-1835.5706	-75394.5263	-5419.9993
PTS-13	RON1	-3354.1286	11988.4172	6432.2846
RON1	PTS-18	-1991.6011	-8494.0510	1412.5341
PTS-18	MLGA	7181.3311	71900.1245	-2424.8012

X:	0.0309 m	Prueba W:	0.44	
S:	-0.0356 m		-1.19	
Z:	0.0183 m		0.39	
X local:	-0.0328 m	Prueba W:	-1.08	
Y local:	-0.0056 m		-0.10	
Altura:	0.0381 m		0.61	
Error de cierre:	0.0505 m	(0.3 ppm)	Razón: (1:3378399)	
Longitud:	170760.3135 m			

Cierre 20

Desde	A	dX[m]	dY[m]	dZ[m]
MLGA	PTS-13	-1835.5706	-75394.5263	-5419.9993
PTS-13	RON1	-3354.1286	11988.4172	6432.2846
RON1	PTS-17	-1030.2841	-9040.3849	-140.7964
PTS-17	MLGA	6220.0137	72446.4528	-871.4627

X:	0.0304 m	Prueba W:	0.52	
S:	-0.0412 m		-1.54	
Z:	0.0263 m		0.55	
X local:	-0.0384 m	Prueba W:	-1.41	
Y local:	0.0008 m		0.02	
Altura:	0.0429 m		0.78	
Error de cierre:	0.0576 m	(0.3 ppm)	Razón: (1:2976865)	
Longitud:	171441.9427 m			

Cierre 21

Desde	A	dX[m]	dY[m]	dZ[m]
UCA1	PTS-10	2734.3597	77587.9027	7829.1947
PTS-10	ALGC	31811.2493	-11820.4438	-45410.8389
ALGC	PTS-5	-27368.3386	7564.8631	38275.0324
PTS-5	UCA1	-7177.2644	-73332.3175	-693.3889

X:	0.0060 m	Prueba W:	0.09	
S:	0.0045 m		0.13	
Z:	-0.0006 m		-0.01	

X local:	0.0050 m	Prueba W:	0.14
Y local:	-0.0038 m		-0.05
Altura:	0.0041 m		0.06
Error de cierre:	0.0075 m	(0.0 ppm)	Razón: (1:34050453)
Longitud:	256063.8359 m		

- when it has to be right

Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2007 Grontmij
con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 01/27/2020 19:40:02

Información del proyecto

Nombre del proyecto:	MALAGA RED CORTES
Fecha de creación:	01/27/2020 08:41:23
Huso horario:	1h 00'
Sistema de coordenadas:	UTM 30 ETRS89
Programa de aplicación:	LEICA Geo Office 6.0
Kernel de procesamiento:	MOVE3 3.4

Información general

Ajuste

Tipo:	Forzado	
Dimensión:	3D	
Sistema de coordenadas:	WGS 1984	
Tipo de altura:	Elipsoidal	
Número de iteraciones:	1	
Corrección máxima de coordenadas en la última iteración:	0.0000 m	✔ (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas:	5
Número de estaciones desconocidas:	9
Total:	14

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS:	102 (34 líneas base)
Coordenadas conocidas:	15
Total:	117

Incógnitas

Coordenadas:	42
Total:	42
Grados de libertad:	75

Pruebas

Alfa (multi dimensional):	0.5982
Alfa 0 (una dimensión):	5.0 %
Beta:	80.0 %
Sigma a-priori (GPS):	10.0
Valor crítico de Prueba W:	1.96
Valor crítico de la prueba T (2 dimensiones):	2.42

Valor crítico de la prueba T (3 dimensiones):	1.89	
Valor crítico de prueba F:	0.95	
Prueba F:	47.89	⚠ (rechazado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
ALGC	Latitud	36° 06' 34.84981" N	0.0000 m	-	fijo
	Longitud	5° 26' 38.58497" W	0.0000 m	-	fijo
	Altura	336.5054 m	0.0000 m	-	fijo
MLGA	Latitud	36° 42' 51.17089" N	0.0000 m	-	fijo
	Longitud	4° 26' 07.20923" W	0.0000 m	-	fijo
	Altura	334.0653 m	0.0000 m	-	fijo
OSUN	Latitud	37° 13' 51.28417" N	0.0000 m	-	fijo
	Longitud	5° 05' 42.21588" W	0.0000 m	-	fijo
	Altura	580.7702 m	0.0000 m	-	fijo
PTS-10	Latitud	36° 36' 51.61039" N	0.0000 m	0.1080 m	
	Longitud	5° 20' 46.55323" W	0.0001 m	0.0755 m	
	Altura	861.8143 m	0.0000 m	0.2148 m	
PTS-12	Latitud	36° 35' 23.86318" N	0.0000 m	0.0617 m	
	Longitud	5° 19' 46.81277" W	0.0001 m	0.0523 m	
	Altura	624.3432 m	0.0000 m	0.1478 m	
PTS-13	Latitud	36° 39' 01.93010" N	0.0000 m	0.0531 m	
	Longitud	5° 16' 39.01806" W	0.0001 m	0.0379 m	
	Altura	748.3942 m	0.0000 m	0.0904 m	
PTS-14	Latitud	36° 39' 21.50490" N	0.0000 m	0.0578 m	
	Longitud	5° 16' 58.13185" W	0.0001 m	0.0379 m	
	Altura	663.7216 m	0.0000 m	0.1328 m	
PTS-16	Latitud	36° 42' 40.25966" N	0.0000 m	0.0423 m	
	Longitud	5° 14' 51.84885" W	0.0001 m	0.0390 m	
	Altura	695.6721 m	0.0000 m	0.1166 m	
PTS-17	Latitud	36° 43' 15.42926" N	0.0000 m	0.0405 m	
	Longitud	5° 14' 56.98710" W	0.0001 m	0.0362 m	
	Altura	789.0899 m	0.0000 m	0.1066 m	
PTS-18	Latitud	36° 44' 15.34915" N	0.0000 m	0.0519 m	
	Longitud	5° 14' 38.60641" W	0.0001 m	0.0465 m	
	Altura	910.7360 m	0.0000 m	0.1411 m	
PTS-5	Latitud	36° 32' 12.52694" N	0.0000 m	0.0616 m	
	Longitud	5° 23' 20.23664" W	0.0001 m	0.0529 m	
	Altura	481.5703 m	0.0000 m	0.1120 m	
PTS-8	Latitud	36° 37' 30.40081" N	0.0000 m	0.0718 m	
	Longitud	5° 20' 10.04689" W	0.0001 m	0.0489 m	
	Altura	879.0004 m	0.0000 m	0.1367 m	
RON1	Latitud	36° 43' 15.07588" N	0.0000 m	-	fijo
	Longitud	5° 08' 50.47285" W	0.0000 m	-	fijo
	Altura	1039.1752 m	0.0000 m	-	fijo
UCA1	Latitud	36° 31' 49.22898" N	0.0000 m	-	fijo
	Longitud	6° 12' 42.10318" W	0.0000 m	-	fijo
	Altura	286.4118 m	0.0000 m	-	fijo

Observaciones y residuales

Estación	Pto	Obs. ajus.	Resid	Resid	Desv. Est.

		visado			(ENA)	
DX	MLGA	PTS-18	-7181.3021 m	-0.0290 m	-0.0011 m	0.1271 m
DY			-71900.1257 m	0.0012 m	-0.0083 m	0.0528 m
DZ			2424.8332 m	-0.0320 m	-0.0424 m	0.0828 m
DX	MLGA	PTS-17	-6219.9678 m	-0.0459 m	0.0033 m	0.0889 m
DY			-72446.4597 m	0.0069 m	-0.0118 m	0.0405 m
DZ			871.5119 m	-0.0492 m	-0.0666 m	0.0765 m
DX	MLGA	PTS-14	-2305.6222 m	-0.1084 m	-0.0187 m	0.0982 m
DY			-75827.8662 m	-0.0103 m	-0.0063 m	0.0389 m
DZ			-4986.3952 m	-0.0879 m	-0.1385 m	0.1108 m
DX	MLGA	PTS-13	-1835.5597 m	-0.0109 m	-0.0295 m	0.0875 m
DY			-75394.4976 m	-0.0288 m	-0.0078 m	0.0399 m
DZ			-5419.9830 m	-0.0162 m	-0.0167 m	0.0651 m
DX	UCA1	PTS-8	2122.2928 m	0.0148 m	0.0009 m	0.1336 m
DY			78556.3092 m	-0.0007 m	0.0287 m	0.0510 m
DZ			8799.2554 m	0.0467 m	0.0397 m	0.0783 m
DX	UCA1	PTS-5	7177.1507 m	0.1137 m	0.0081 m	0.1019 m
DY			73332.3218 m	-0.0042 m	0.0298 m	0.0559 m
DZ			693.2678 m	0.1211 m	0.1633 m	0.0770 m
DX	UCA1	PTS-12	4288.6340 m	-0.0467 m	0.0007 m	0.1304 m
DY			78934.0807 m	0.0058 m	0.0365 m	0.0563 m
DZ			5515.9110 m	0.0105 m	-0.0316 m	0.0932 m
DX	UCA1	PTS-10	2734.3569 m	0.0028 m	0.0077 m	0.1594 m
DY			77587.8952 m	0.0075 m	0.0174 m	0.0801 m
DZ			7829.1717 m	0.0230 m	0.0153 m	0.1791 m
DX	OSUN	PTS-8	38514.2294 m	0.5266 m	0.0069 m	0.1350 m
DY			-25084.8130 m	-0.0400 m	-0.0190 m	0.0515 m
DZ			-53569.3933 m	0.3775 m	0.6488 m	0.0798 m
DX	OSUN	PTS-18	31872.3699 m	0.4321 m	-0.0004 m	0.1276 m
DY			-16204.3819 m	-0.0389 m	0.0053 m	0.0527 m
DZ			-43538.2629 m	0.3363 m	0.5489 m	0.0831 m
DX	OSUN	PTS-17	32833.7042 m	0.4498 m	0.0063 m	0.0893 m
DY			-16750.7160 m	-0.0338 m	-0.0048 m	0.0403 m
DZ			-45091.5843 m	0.3367 m	0.5629 m	0.0765 m
DX	OSUN	PTS-16	33416.3043 m	0.4638 m	0.0055 m	0.1025 m
DY			-16676.1651 m	-0.0358 m	-0.0101 m	0.0409 m
DZ			-46016.5780 m	0.3407 m	0.5765 m	0.0768 m
DX	OSUN	PTS-14	36748.0498 m	0.3674 m	0.0119 m	0.0978 m
DY			-20132.1225 m	-0.0208 m	-0.0049 m	0.0384 m
DZ			-50949.4913 m	0.2734 m	0.4582 m	0.1104 m
DX	OSUN	PTS-13	37218.1123 m	0.4412 m	0.0047 m	0.0881 m
DY			-19698.7538 m	-0.0346 m	-0.0124 m	0.0397 m
DZ			-51383.0792 m	0.3207 m	0.5464 m	0.0653 m
DX	OSUN	PTS-12	40680.5706 m	0.4557 m	0.0074 m	0.1310 m
DY			-24707.0415 m	-0.0332 m	-0.0226 m	0.0564 m
DZ			-56852.7377 m	0.3187 m	0.5566 m	0.0937 m
DX	OSUN	PTS-10	39126.2935 m	0.5276 m	0.0070 m	0.1604 m
DY			-26053.2269 m	-0.0400 m	-0.0213 m	0.0803 m
DZ			-54539.4770 m	0.3753 m	0.6483 m	0.1797 m
DX	ALGC	PTS-8	-32422.8824 m	-0.4257 m	-0.0128 m	0.1344 m
DY			12788.8258 m	0.0277 m	-0.0068 m	0.0513 m
DZ			46381.2589 m	-0.3195 m	-0.5328 m	0.0790 m
DX	ALGC	PTS-5	-27368.0245 m	-0.3141 m	-0.0052 m	0.1028 m
DY			7564.8384 m	0.0247 m	-0.0073 m	0.0561 m
DZ			38275.2713 m	-0.2389 m	-0.3953 m	0.0776 m
DX	ALGC	PTS-18	-39064.7419 m	-0.5522 m	-0.0159 m	0.1274 m
DY			21669.2569 m	0.0367 m	0.0326 m	0.0526 m
DZ						

			56412.3894 m	-0.3631 m	-0.6609 m	0.0828 m
DX	ALGC	PTS-17	-38103.4076 m	-0.5351 m	-0.0179 m	0.0893 m
DY			21122.9228 m	0.0330 m	0.0215 m	0.0402 m
DZ			54859.0680 m	-0.3642 m	-0.6476 m	0.0764 m
DX	ALGC	PTS-16	-37520.8075 m	-0.4743 m	-0.0181 m	0.1022 m
DY			21197.4737 m	0.0270 m	0.0101 m	0.0407 m
DZ			53934.0743 m	-0.3338 m	-0.5802 m	0.0763 m
DX	ALGC	PTS-14	-34189.0620 m	-0.5547 m	-0.0077 m	0.0985 m
DY			17741.5163 m	0.0452 m	0.0183 m	0.0387 m
DZ			49001.1610 m	-0.3833 m	-0.6754 m	0.1107 m
DX	ALGC	PTS-13	-33718.9995 m	-0.4774 m	-0.0216 m	0.0879 m
DY			18174.8850 m	0.0238 m	0.0027 m	0.0396 m
DZ			48567.5731 m	-0.3451 m	-0.5891 m	0.0649 m
DX	ALGC	PTS-12	-30256.5412 m	-0.4816 m	-0.0156 m	0.1311 m
DY			13166.5973 m	0.0302 m	-0.0050 m	0.0564 m
DZ			43097.9145 m	-0.3580 m	-0.6007 m	0.0937 m
DX	ALGC	PTS-10	-31810.8182 m	-0.4311 m	-0.0091 m	0.1600 m
DY			11820.4118 m	0.0319 m	-0.0170 m	0.0802 m
DZ			45411.1753 m	-0.3363 m	-0.5474 m	0.1794 m
DX	RON1	PTS-8	4650.2367 m	0.0557 m	0.0008 m	0.1335 m
DY			-17374.4820 m	-0.0042 m	-0.0155 m	0.0509 m
DZ			-8618.6063 m	0.0223 m	0.0582 m	0.0781 m
DX	RON1	PTS-5	9705.0946 m	0.1990 m	0.0091 m	0.1019 m
DY			-22598.4694 m	-0.0088 m	-0.0241 m	0.0559 m
DZ			-16724.5939 m	0.1184 m	0.2303 m	0.0770 m
DX	RON1	PTS-18	-1991.6228 m	0.0217 m	0.0019 m	0.1251 m
DY			-8494.0510 m	0.0000 m	-0.0050 m	0.0517 m
DZ			1412.5242 m	0.0099 m	0.0233 m	0.0806 m
DX	RON1	PTS-17	-1030.2885 m	0.0044 m	0.0005 m	0.0859 m
DY			-9040.3850 m	0.0001 m	-0.0020 m	0.0390 m
DZ			-140.7972 m	0.0008 m	0.0040 m	0.0739 m
DX	RON1	PTS-16	-447.6884 m	0.0173 m	0.0008 m	0.0995 m
DY			-8965.8342 m	-0.0007 m	-0.0012 m	0.0396 m
DZ			-1065.7909 m	0.0114 m	0.0207 m	0.0741 m
DX	RON1	PTS-14	2884.0571 m	-0.0172 m	-0.0013 m	0.0960 m
DY			-12421.7915 m	0.0002 m	-0.0049 m	0.0377 m
DZ			-5998.7042 m	-0.0189 m	-0.0250 m	0.1094 m
DX	RON1	PTS-13	3354.1196 m	0.0090 m	0.0064 m	0.0846 m
DY			-11988.4229 m	0.0057 m	0.0010 m	0.0384 m
DZ			-6432.2921 m	0.0075 m	0.0112 m	0.0621 m
DX	RON1	PTS-12	6816.5779 m	0.0006 m	0.0033 m	0.1302 m
DY			-16996.7105 m	0.0032 m	-0.0169 m	0.0561 m
DZ			-11901.9507 m	-0.0209 m	-0.0123 m	0.0929 m
DX	RON1	PTS-10	5262.3009 m	0.0697 m	0.0153 m	0.1594 m
DY			-18342.8960 m	0.0091 m	-0.0309 m	0.0800 m
DZ			-9588.6900 m	0.0126 m	0.0625 m	0.1791 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	MLGA	PTS-18	72298.5407	0.0432	0.6
DV	MLGA	PTS-17	72718.2031	0.0677	0.9
DV	MLGA	PTS-14	76026.6093	0.1399	1.8
DV	MLGA	PTS-13	75611.3468	0.0348	0.5
DV	UCA1	PTS-8	79076.0693	0.0490	0.6
DV	UCA1	PTS-5	73685.9656	0.1662	2.3
DV	UCA1	PTS-12	79242.7079	0.0482	0.6
DV	UCA1	PTS-10	78029.8284	0.0244	0.3

DV	OSUN	PTS-8	70585.2223	0.6491	9.2
DV	OSUN	PTS-18	56338.3554	0.5489	9.7
DV	OSUN	PTS-17	58239.9312	0.5629	9.7
DV	OSUN	PTS-16	59264.4018	0.5766	9.7
DV	OSUN	PTS-14	65966.4474	0.4584	6.9
DV	OSUN	PTS-13	66433.7987	0.5465	8.2
DV	OSUN	PTS-12	74145.6709	0.5571	7.5
DV	OSUN	PTS-10	72001.3336	0.6487	9.0
DV	ALGC	PTS-8	58017.3986	0.5330	9.2
DV	ALGC	PTS-5	47657.4437	0.3954	8.3
DV	ALGC	PTS-18	71958.1019	0.6619	9.2
DV	ALGC	PTS-17	70054.0140	0.6482	9.3
DV	ALGC	PTS-16	69036.4270	0.5806	8.4
DV	ALGC	PTS-14	62327.9001	0.6757	10.8
DV	ALGC	PTS-13	61855.5295	0.5895	9.5
DV	ALGC	PTS-12	54279.3497	0.6009	11.1
DV	ALGC	PTS-10	56690.6088	0.5477	9.7
DV	RON1	PTS-8	19944.3652	0.0602	3.0
DV	RON1	PTS-5	29742.0867	0.2318	7.8
DV	RON1	PTS-18	8838.0251	0.0239	2.7
DV	RON1	PTS-17	9099.9934	0.0045	0.5
DV	RON1	PTS-16	9040.0508	0.0208	2.3
DV	RON1	PTS-14	14092.6627	0.0255	1.8
DV	RON1	PTS-13	14012.3796	0.0130	0.9
DV	RON1	PTS-12	21840.5662	0.0211	1.0
DV	RON1	PTS-10	21356.4187	0.0714	3.3

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
ALGC	0.0000	0.0000	1.0	-15°	0.0000
MLGA	0.0000	0.0000	1.0	0°	0.0000
OSUN	0.0000	0.0000	1.0	-11°	0.0000
PTS-10	0.1138	0.0664	1.7	-23°	0.2148
PTS-12	0.0639	0.0495	1.3	-24°	0.1478
PTS-13	0.0534	0.0375	1.4	9°	0.0904
PTS-14	0.0603	0.0337	1.8	20°	0.1328
PTS-16	0.0443	0.0367	1.2	-32°	0.1166
PTS-17	0.0421	0.0343	1.2	-28°	0.1066
PTS-18	0.0528	0.0454	1.2	-22°	0.1411
PTS-5	0.0618	0.0526	1.2	-10°	0.1120
PTS-8	0.0734	0.0464	1.6	-16°	0.1367
RON1	0.0000	0.0000	1.0	-11°	0.0000
UCA1	0.0000	0.0000	1.0	-23°	0.0000

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
ALGC	Latitud	0.1401 m	11.9	-0.79	16.69 ⚠
	Longitud	0.1139 m	10.4	-1.76	
	Altura	0.3099 m	9.2	-7.05 ⚠	
MLGA	Latitud	0.2106 m	12.6	-0.01	0.08
	Longitud	0.1651 m	13.8	-0.29	
	Altura	0.4665 m	16.4	-0.42	
OSUN	Latitud	0.1491 m	12.0	0.34	12.25 ⚠

	Longitud	0.1197 m	10.5	1.26	
	Altura	0.3422 m	9.9	6.05 ⚠	
RON1	Latitud	0.1098 m	21.9	-0.10	0.26
	Longitud	0.0889 m	19.3	0.35	
	Altura	0.2448 m	17.4	0.83	
UCA1	Latitud	0.2019 m	20.1	0.80	0.49
	Longitud	0.1602 m	18.7	0.44	
	Altura	0.4009 m	22.0	1.07	

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Red	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	MLGA	PTS-18	0.7385 m	87	1.1	0.02	0.01
DY			0.3490 m	87	1.1	-0.10	
DZ			0.4369 m	86	1.1	-0.16	
DX	MLGA	PTS-17	0.5573 m	89	1.0	-0.03	0.02
DY			0.3284 m	89	1.0	-0.05	
DZ			0.4646 m	89	1.0	-0.14	
DX	MLGA	PTS-14	0.4849 m	84	1.2	-0.35	0.08
DY			0.2920 m	85	1.2	-0.15	
DZ			0.5473 m	85	1.2	0.09	
DX	MLGA	PTS-13	0.6843 m	88	1.0	-0.05	0.02
DY			0.3470 m	88	1.0	-0.26	
DZ			0.5073 m	88	1.0	-0.05	
DX	UCA1	PTS-8	0.7013 m	69	1.9	-0.15	0.07
DY			0.2785 m	68	1.9	0.18	
DZ			0.3797 m	68	1.9	0.46	
DX	UCA1	PTS-5	0.4983 m	59	2.3	0.43	0.65
DY			0.2947 m	60	2.3	0.46	
DZ			0.3769 m	61	2.2	1.02	
DX	UCA1	PTS-12	0.6433 m	76	1.6	-0.31	0.04
DY			0.3228 m	76	1.6	0.08	
DZ			0.4304 m	76	1.6	0.27	
DX	UCA1	PTS-10	0.7403 m	69	1.9	-0.06	0.01
DY			0.4130 m	68	1.9	0.12	
DZ			0.7497 m	66	1.9	0.15	
DX	OSUN	PTS-8	0.8550 m	82	1.3	0.86	2.02 ⚠
DY			0.3431 m	82	1.3	0.70	
DZ			0.4704 m	82	1.3	1.65	
DX	OSUN	PTS-18	0.8395 m	90	0.9	0.28	0.78
DY			0.3968 m	90	0.9	0.77	
DZ			0.4960 m	90	0.9	1.01	
DX	OSUN	PTS-17	0.5277 m	88	1.0	1.03	1.27
DY			0.3114 m	88	1.0	0.62	
DZ			0.4396 m	88	1.0	0.52	
DX	OSUN	PTS-16	0.6478 m	89	1.0	0.73	0.99
DY			0.3893 m	91	0.9	0.13	
DZ			0.4696 m	89	1.0	0.59	
DX	OSUN	PTS-14	0.3831 m	73	1.7	1.63	1.69
DY			0.2299 m	73	1.7	-0.05	
DZ			0.4278 m	73	1.7	-0.35	
DX	OSUN	PTS-13	0.7089 m	89	0.9	1.02	1.36
DY			0.3595 m	89	1.0	-0.20	
DZ			0.5252 m	89	1.0	1.06	
DX	OSUN	PTS-12	0.5949 m	69	1.8	1.13	2.36 ⚠
DY			0.2989 m	69	1.9	0.91	
DZ			0.3986 m	69	1.9	1.24	

DX	OSUN	PTS-10	0.8368 m	78	1.5	1.32	1.06	
DY			0.4663 m	78	1.5	0.36		
DZ			0.8441 m	77	1.5	0.18		
DX	ALGC	PTS-8	0.7357 m	73	1.7	-0.78	2.49	⚠
DY			0.2922 m	72	1.7	-0.82		
DZ			0.3985 m	72	1.7	-1.95		
DX	ALGC	PTS-5	0.5206 m	67	2.0	-1.36	2.42	⚠
DY			0.3057 m	66	2.0	-0.87		
DZ			0.3874 m	64	2.1	-1.52		
DX	ALGC	PTS-18	0.8295 m	90	0.9	-0.63	1.06	
DY			0.3919 m	90	0.9	-0.93		
DZ			0.4899 m	90	0.9	-0.93		
DX	ALGC	PTS-17	0.5761 m	90	0.9	-1.26	1.40	
DY			0.3399 m	90	0.9	-0.66		
DZ			0.4798 m	90	0.9	-0.33		
DX	ALGC	PTS-16	0.5482 m	85	1.1	-0.82	1.29	
DY			0.3140 m	85	1.1	-0.14		
DZ			0.4002 m	85	1.1	-0.59		
DX	ALGC	PTS-14	0.5098 m	86	1.1	-1.69	1.68	
DY			0.3073 m	87	1.1	0.19		
DZ			0.5752 m	87	1.1	0.46		
DX	ALGC	PTS-13	0.6977 m	89	1.0	-1.15	1.63	
DY			0.3538 m	89	1.0	0.09		
DZ			0.5168 m	89	1.0	-1.14		
DX	ALGC	PTS-12	0.6204 m	73	1.7	-0.97	2.38	⚠
DY			0.3116 m	73	1.7	-1.00		
DZ			0.4154 m	73	1.7	-1.40		
DX	ALGC	PTS-10	0.7406 m	68	1.9	-1.32	1.12	
DY			0.4155 m	70	1.9	-0.52		
DZ			0.7660 m	72	1.8	-0.25		
DX	RON1	PTS-8	0.7316 m	73	1.7	0.19	0.02	
DY			0.2927 m	73	1.7	0.04		
DZ			0.4008 m	73	1.7	0.06		
DX	RON1	PTS-5	0.5397 m	71	1.8	0.95	0.63	
DY			0.3194 m	71	1.8	0.41		
DZ			0.4091 m	72	1.7	0.50		
DX	RON1	PTS-18	0.5211 m	29	4.3	0.21	0.03	
DY			0.2463 m	29	4.4	0.18		
DZ			0.3080 m	29	4.4	0.07		
DX	RON1	PTS-17	0.3592 m	28	4.4	0.10	0.00	
DY			0.2119 m	28	4.5	0.03		
DZ			0.2993 m	28	4.4	-0.05		
DX	RON1	PTS-16	0.4470 m	23	5.2	0.16	0.03	
DY			0.2600 m	21	5.3	0.03		
DZ			0.3256 m	22	5.2	0.07		
DX	RON1	PTS-14	0.3318 m	49	2.8	-0.07	0.01	
DY			0.1997 m	50	2.8	0.02		
DZ			0.3733 m	51	2.8	-0.05		
DX	RON1	PTS-13	0.4561 m	29	4.3	0.13	0.03	
DY			0.2313 m	29	4.3	0.24		
DZ			0.3380 m	29	4.3	0.09		
DX	RON1	PTS-12	0.6612 m	78	1.5	0.11	0.01	
DY			0.3316 m	78	1.5	-0.02		
DZ			0.4420 m	78	1.5	-0.16		
DX	RON1	PTS-10	0.8777 m	81	1.3	0.25	0.02	
DY			0.4928 m	82	1.3	0.09		
DZ			0.9120 m	83	1.3	-0.08		

Redundancia:

Prueba W:

Prueba T (3 dimensiones):
Errores estimados (coord.)

Errores estimados para coordenadas rechazadas por las pruebas W (máx. 10)

Estación		Prueba W	Fact	Err est
ALGC	Altura	-7.05	3.6	-0.7806 m
OSUN	Altura	6.05	3.1	0.7394 m

Errores estimados para estaciones rechazadas por las pruebas T (máx. 10)

Estación		Prueba T	Fact	Err est
ALGC	Latitud	16.69	3.0	0.0037 m
	Longitud			-0.0244 m
	Altura			-0.7703 m
OSUN	Latitud	12.25	2.5	-0.0093 m
	Longitud			0.0156 m
	Altura			0.7343 m

Errores estimados para observaciones con altura de antena rechazadas por las pruebas W (máx. 10)

Estación	Pto visado	Prueba W	Fact	MDB [m]	Err est ant [m]
OSUN	PTS-8	2.46	1.3	0.8857	0.7782
OSUN	PTS-14	2.24	1.1	0.7744	0.6201
OSUN	PTS-13	2.02	1.0	0.8410	0.6063
OSUN	PTS-12	2.65	1.4	0.8364	0.7925
ALGC	PTS-8	-2.72	1.4	0.7748	-0.7541
ALGC	PTS-5	-2.69	1.4	0.6395	-0.6143
ALGC	PTS-17	-2.04	1.0	1.0104	-0.7362
ALGC	PTS-14	-2.24	1.1	0.9954	-0.7951
ALGC	PTS-13	-2.21	1.1	0.8323	-0.6555
ALGC	PTS-12	-2.67	1.4	0.8863	-0.8442

Errores estimados para observaciones rechazadas por las pruebas T (máx. 10)

	Estación	Pto visado	Prueba T	Fact	Err est
DX	ALGC	PTS-8	2.49	1.1	-0.5822 m
DY					0.0380 m
DZ					-0.4412 m
DX	ALGC	PTS-5	2.42	1.1	-0.4734 m
DY					0.0307 m
DZ					-0.3670 m
DX	ALGC	PTS-12	2.38	1.1	-0.6568 m
DY					0.0403 m
DZ					-0.4891 m
DX	OSUN	PTS-12	2.36	1.1	0.6560 m
DY					-0.0467 m
DZ					0.4601 m
DX	OSUN	PTS-8	2.02	1.0	0.6434 m
DY					-0.0475 m
DZ					0.4607 m

2.2.5 Reseñas de las bases

PROYECTOS Y TOPOGRAFÍA SUR 2001, S.L.
Calle Lisboa 210. 41006-SEVILLA
Tfno: 954934257 – Fax: 954932144
sur2001@sur2001.es

RESEÑA, BASE DE REPLANTEO					
PROYECTO:	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN COLMENAR (MÁLAGA)				
BASE NÚM:	PTS-5	H.M.N.:		HUSO:	29
COORDENADAS GEOGRÁFICAS ETRS-89				COORDENADAS UTM ETRS-89	
				X:	286132,331
LONGITUD:	11,38907874 W	ANAMORFOSIS:	1,00016341		
				Y:	4046299,605
LATITUD:	36,53818840 N	CONV. MERIDIANO:	1° 25' 22,4309"		
				Z:	219,887
TIPO DE SEÑAL EMPLEADA:			perno farola		
RESEÑA DE SITUACIÓN:			CROQUIS:		





DESCRIPCION:
perno farola colocada en la parte Nor-Oeste de la parcela

PROYECTOS Y TOPOGRAFÍA SUR 2001, S.L.
Calle Lisboa 210. 41006-SEVILLA
Tfno: 954934257 – Fax: 954932144
sur2001@sur2001.es

RESEÑA, BASE DE REPLANTEO

PROYECTO:	**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN COLMENAR (MÁLAGA)**				
BASE NÚM:	**PTS-6**	**H.M.N.:**		**HUSO:**	**29**
COORDENADAS GEOGRÁFICAS ETRS-89				**COORDENADAS UTM ETRS-89**	
				X:	285461,966
LONGITUD:	11,39652846 W	**ANAMORFOSIS:**	1,00016694		
				Y:	4046181,330
LATITUD:	36,53697285,N	**CONV. MERIDIANO:**	1° 25' 38,2690"		
				Z:	204,361

TIPO DE SEÑAL EMPLEADA:	CLAVO DE ACERO
RESEÑA DE SITUACIÓN:	**CROQUIS:**
	
	DESCRIPCION:
	clavo de acero colocado en bordillo, junto calle peatonal

PROYECTOS Y TOPOGRAFÍA SUR 2001, S.L.
Calle Lisboa 210. 41006-SEVILLA
Tfno: 954934257 – Fax: 954932144
sur2001@sur2001.es

RESEÑA, BASE DE REPLANTEO

PROYECTO:	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN COLMENAR (MÁLAGA)				
BASE NÚM:	**PTS-7**	**H.M.N.:**		**HUSO:**	**29**
COORDENADAS GEOGRÁFICAS ETRS-89				**COORDENADAS UTM ETRS-89**	
				X:	285138,268
LONGITUD:	11,40003178 W	**ANAMORFOSIS:**	1,0001686		
				Y:	4045787,318
LATITUD:	36,53335120 N	**CONV. MERIDIANO:**	1° 25' 45,3472"		
				Z:	217,918

TIPO DE SEÑAL EMPLEADA:	perno farola
RESEÑA DE SITUACIÓN:	**CROQUIS:**





DESCRIPCION:

perno farola colocado en la parte Sur-Este de la parcela

3. LEVANTAMIENTO TAQUIMÉTRICO

Desde los vértices implantados a lo largo del ámbito de los trabajos, se radiaron todos los puntos necesarios para la correcta representación tanto geométrica como descriptiva de la zona de estudio. Con la finalidad de plasmar a escala 1:1000 en los planos todos los elementos físicos existentes en el entorno de los colectores y a escala 1:500 en el entorno de la EDAR y elementos singulares, se ha efectuado el levantamiento topográfico a partir de los vértices indicados, tomando los datos relevantes de la zona de trabajo.

3.1. METODOLOGÍA DEL LEVANTAMIENTO

Se ha utilizado GPS RTK y estación total para el levantamiento topográfico.

La metodología en tiempo real o GPS RTK se basa en el cálculo de ambigüedades en el mismo instante de la toma de datos. Tras poner en funcionamiento el receptor de referencia se ha de esperar a que éste resuelva las ambigüedades antes de proceder a la obtención de datos de los puntos del levantamiento.

Si el número de satélites sobre el horizonte y su geometría es válido, el receptor de referencia fija ambigüedades en pocos minutos. Una vez realizada esta operación, el cálculo de coordenadas de los demás puntos será instantáneo.

La comunicación entre el receptor de referencia y los receptores móviles es posible gracias al sistema de telecomunicaciones utilizado para la transmisión, con un alcance de 5 Km entre ambos receptores. Para evitar problemas de comunicación entre receptores puede elevarse la antena del receptor de referencia lo máximo posible.

El procedimiento para efectuar el levantamiento de detalle con equipos GPS en tiempo real requiere el mismo equipo que para posicionamientos diferenciales, además de sistemas de transmisión de telecomunicaciones.

Las coordenadas de los puntos se obtienen en el sistema de referencia WGS84. La metodología RTK permite asociar una proyección y un sistema de referencia distinto, pudiendo por tanto obtener las coordenadas de los puntos directamente en la proyección deseada, en este caso UTM. También podrían obtenerse en cualquier otro sistema de referencia local con respecto al cual se haya realizado la georreferenciación (transformación de sistema de referencia).

Se han tomado datos de toda la superficie de desarrollo del trabajo, levantando todos los elementos físicos presentes en ella. En concreto han representado:

- Vías de comunicación, edificios, obras de fábrica, construcciones, sendas, caminos, cunetas, aceras, obras de fábrica, cabeza y pie de taludes, y, en general, todos los detalles que deben aparecer en un levantamiento a escala 1:1000 o 1:500.
- Detalles físicos que puedan facilitar la elaboración del plano parcelario, tales como mojones, cierres, muros, etc.
- Registros, arquetas, postes y demás elementos de las líneas de abastecimiento, saneamiento, gas, electricidad, líneas telefónicas y servicios afectados en general.

El procedimiento de toma de datos sobre el terreno se realizará por códigos. A cada elemento a levantar se le ha codificado de acuerdo a una tabla, previamente preparada, en la que se recojan todos los elementos que pueden ser objeto del levantamiento. En el momento de la observación, el punto observado se codificará. A aquellos elementos lineales que necesiten continuidad en su dibujo (aceras, caminos, bordillos…) se les generará, en el mismo momento de la observación, una secuencia de inicio y final que permitirá, en los programas informáticos de trabajo, generar las líneas de modo automático, sin necesidad de dibujarlas individualmente.

Para obtener las cotas del terreno necesarias para realizar posteriormente el curvado de la zona con la equidistancia definida, se toman una serie de puntos de relleno, dando una mayor densidad de puntos en las zonas donde la topografía del terreno es más variable.

Al final de cada día los puntos observados en campo se importan al ordenador, comprobando la nube de puntos para asegurar el recubrimiento de toda la zona a levantar, y evitando de esta forma que queden zonas sin el número de puntos adecuado para una buena edición posterior.

En la información planimétrica se reflejarán todos los detalles identificables, en su exacta posición y verdadera forma con dimensión mínima de 1 mm a la escala de salida gráfica, siendo objeto de representar mediante un símbolo los restantes.

Los elementos cuya dimensión sea inferior a este valor, se representarán mediante los símbolos convencionales; por lo normal, estos puntos habrán sido obtenidos en la fase de campo.

El catálogo de elementos hace una clasificación detallada de las realidades existentes, catalogando y clasificando un gran número de elementos. Se presta especial importancia a los servicios (registros de saneamiento, abastecimiento, gas, luz, postes, etc.).

Para la representación del relieve en el levantamiento topográfico llevado a cabo en el entorno del trazado de las nuevas conducciones, el curvado se presenta mediante curvas con equidistancia de 1,0 m y destacando las líneas maestras cada 5,0 m en las que se rotulará su cota para permitir la elaboración de planos topográficos a escala 1:1000 del ámbito de la actuación. En cuanto al relieve en la parcela de la EDAR y elementos singulares como EBARs su representación se plasma mediante curvas con equidistancia de 0,5 m y destacando las líneas maestras cada 2,5 m en las que se rotulará su cota para permitir la elaboración de planos topográficos a escala 1:500 y con el grado de detalle necesario para la perfecta definición a nivel constructivo de todas las actuaciones incluidas en el proyecto.

La precisión altimétrica en la definición de los elementos representados aumenta sustancialmente debido al control que nos permite tener en el registro con los datos tomados en campo.

3.2. LISTADO DEL LEVANTAMIENTO

Se adjunta en formato digital el plano topográfico de toda la traza en formato CAD. Por otro lado, en el apéndice 1 se listan las coordenadas obtenidas en campo para cada punto.

3.3. DELINEACIÓN Y GENERACIÓN DEL MDT

Toda la información levantada por GPS RTK y estación total se ha dibujado a escala 1:1000, con equidistancia de 1,0 m, en el ámbito de los trazados de las conducciones, a excepción del levantamiento desarrollado en el entorno de la EDAR y elementos singulares, donde la escala del plano topográfico de detalle es 1:500, con equidistancia de 0,5 m. En ella figurarán no solo los elementos físicos del terreno, sino también las cotas de los vértices de las Bases de Replanteo y de todos los puntos tomados por topografía clásica.

Para la edición gráfica y generación del MDT se ha empleado la AutoCAD 2017 – MDT 7.5, generándose un único fichero que contiene todos los trabajos de planimetría y edición. Con él se ha realizado el curvado y representación en 3D de la superficie topográfica.

Posteriormente, se ha procedido a la revisión del levantamiento, añadiendo todos los elementos secundarios (borde de caminos, obras de fábrica, etc.)

APÉNDICE Nº 1. COORDENADAS DE CAMPO

Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
1	286099,570	4046191,280	210,739	SAN
1	286132,325	4046299,599	219,897	pts-5
2	286132,331	4046299,605	219,887	pts-5
2	286103,695	4046182,970	209,677	MURO
3	286102,059	4046181,760	209,661	VLL
3	286132,324	4046299,597	219,875	pts-5
4	286108,970	4046173,374	207,878	MURO
4	286131,994	4046131,075	201,676	r
5	286107,645	4046169,891	207,594	VLL
6	286177,643	4046132,537	201,645	arroyo-i
6	286130,426	4046130,419	201,578	r
6	286109,355	4046161,790	206,246	VLL
7	286129,904	4046138,161	203,867	r
7	286118,702	4046164,401	207,184	MURO
7	286172,222	4046132,275	201,794	arroyo
8	286121,992	4046166,634	207,844	MURO
8	285461,966	4046181,330	204,361	pts-6
8	285461,966	4046181,330	204,361	pts-6
8	286164,577	4046129,410	201,846	arroyo
8	285461,966	4046181,330	204,361	pts-6
9	286150,706	4046133,889	202,646	arroyo
9	286122,139	4046166,680	207,849	FAR
10	286124,159	4046172,311	208,458	MURO
10	286139,177	4046132,341	200,068	arroyo-f
11	285286,588	4045891,416	204,273	r
11	286126,509	4046171,212	208,392	SAN
12	285289,595	4045892,236	204,703	r
12	286125,716	4046162,464	207,330	MURO
13	285290,065	4045892,237	204,603	r
13	286120,765	4046163,289	207,198	SEV
14	285305,098	4045884,392	201,292	c
14	286125,170	4046160,416	206,840	LOSA
15	286122,593	4046160,073	206,553	LOSA
15	285305,202	4045884,785	201,260	c
16	286119,498	4046160,816	206,491	LOSA
16	285307,107	4045884,522	200,798	c
17	286116,906	4046163,218	206,678	LOSA
18	286128,185	4046153,391	205,027	relleno
18	286117,698	4046165,072	206,961	LOSA
19	286122,721	4046154,556	205,155	R
19	286131,195	4046152,036	205,150	relleno
20	286133,959	4046148,690	204,852	relleno
20	286124,708	4046154,433	205,137	CT
20	285333,722	4045999,355	197,431	cabeza_t
21	286136,467	4046146,631	204,815	relleno
21	286128,264	4046149,906	205,063	CT
21	285330,349	4045987,298	199,910	cabeza_t
22	286130,802	4046154,180	205,776	relleno
22	286122,722	4046154,527	205,202	19
22	286131,194	4046145,628	204,893	CT
23	286134,955	4046143,056	204,639	CT
23	286122,736	4046154,528	205,187	19

Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
24	286122,736	4046154,532	205,188	19
24	286137,488	4046143,353	204,717	VLL
24	286122,736	4046154,532	205,188	19
25	286138,051	4046146,330	204,685	PT
26	286098,815	4046189,934	210,715	valla
26	286131,659	4046151,087	204,962	PT
27	286094,605	4046201,423	212,080	valla
27	286128,447	4046154,053	205,184	PT
28	285797,480	4046366,541	199,567	agua
28	286093,725	4046203,247	212,077	valla-f
28	285797,480	4046366,541	199,567	agua
28	286124,981	4046159,718	206,707	PT
29	285804,103	4046369,883	200,416	agua
29	285804,103	4046369,883	200,416	agua
29	286124,032	4046153,263	204,869	CAMINO
30	285817,635	4046383,783	201,000	r
30	286123,138	4046150,690	204,570	CAMINO
30	285817,635	4046383,783	201,000	r
30	286100,889	4046218,239	212,848	telef
31	286128,839	4046145,411	203,841	CAMINO
31	285818,348	4046378,848	201,322	r
31	285818,348	4046378,848	201,322	r
31	286100,909	4046217,217	212,837	telef
32	286101,687	4046217,232	212,837	telef
32	286127,305	4046144,797	203,837	CAMINO
33	285824,027	4046372,703	200,894	ct
33	285824,027	4046372,703	200,894	ct
33	286101,275	4046215,881	212,540	arqueta
33	286126,448	4046144,857	204,691	CT
34	285843,329	4046364,342	201,701	ct
34	286130,421	4046139,400	202,981	CAMINO
34	286100,335	4046215,906	212,540	arqueta
34	285843,329	4046364,342	201,701	ct
35	285851,860	4046357,107	200,121	ct
35	286127,964	4046138,169	203,388	CT
35	285851,860	4046357,107	200,121	ct
35	286101,242	4046214,677	212,475	arqueta
36	286132,247	4046140,854	202,915	CAMINO
36	285852,358	4046362,499	200,951	r
36	286122,310	4046272,507	216,868	san
36	285852,358	4046362,499	200,951	r
37	286136,096	4046133,716	202,625	CT
37	286122,587	4046276,646	217,370	abas
37	285858,525	4046366,288	200,784	r
37	285858,525	4046366,288	200,784	r
38	285851,557	4046382,616	201,105	r
38	286122,758	4046277,000	217,370	abas
38	285851,557	4046382,616	201,105	r
38	286136,718	4046134,583	201,852	CAMINO
39	285867,147	4046372,879	200,667	r
39	286122,568	4046277,092	217,355	abas
39	285867,147	4046372,879	200,667	r
40	285871,436	4046376,294	200,973	r

Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
40	285871,436	4046376,294	200,973	r
40	286122,765	4046277,141	217,358	abas
40	286138,464	4046153,185	206,577	EDIF
41	285849,209	4046402,171	204,591	r
41	286122,917	4046277,426	217,358	abas
41	286134,619	4046154,600	206,577	EDIF
41	285849,209	4046402,171	204,591	r
42	285841,210	4046400,924	206,337	r
42	285841,210	4046400,924	206,337	r
42	286136,015	4046158,393	207,301	EDIF
42	286122,755	4046277,513	217,479	abas
43	285832,540	4046404,695	209,194	r
43	285832,540	4046404,695	209,194	r
43	286126,692	4046276,721	217,524	telef
44	286127,231	4046276,269	217,524	telef
44	285822,814	4046406,507	209,462	r
44	285822,814	4046406,507	209,462	r
44	286121,437	4046151,890	204,815	PT
45	286127,846	4046277,003	217,660	telef
45	286117,377	4046158,195	206,212	CT
45	285812,335	4046408,924	211,348	r
45	285812,335	4046408,924	211,348	r
46	285803,894	4046410,296	212,463	r
46	286128,231	4046278,933	217,777	endesa
46	286114,914	4046156,062	206,083	CT
46	285803,894	4046410,296	212,463	r
47	286128,759	4046278,513	217,777	endesa
47	286115,131	4046155,678	205,495	PT
47	285801,614	4046410,907	212,610	r
48	286128,666	4046279,479	217,763	endesa
48	286114,018	4046156,386	206,181	SAN
49	286128,449	4046279,824	217,759	arqueta
49	286113,887	4046155,459	205,509	PT
50	286116,677	4046151,996	204,921	VLL
50	286128,081	4046280,081	217,759	arqueta
51	286128,297	4046280,392	217,761	arqueta
51	285797,431	4046407,436	210,718	r
51	286118,074	4046149,168	204,386	VLL
51	285797,431	4046407,436	210,718	r
52	285793,163	4046403,558	208,405	r
52	286137,286	4046137,329	201,658	CAMINO
52	286127,828	4046281,279	217,794	sumidero
52	285793,163	4046403,558	208,405	r
53	286128,026	4046281,681	217,803	sumidero
53	285786,855	4046401,948	206,178	r
53	285786,855	4046401,948	206,178	r
54	285769,121	4046401,609	210,242	r
54	285769,121	4046401,609	210,242	r
54	286129,997	4046280,558	217,891	sumidero
55	285763,544	4046400,201	210,274	r
55	286140,473	4046295,223	219,350	poste
55	285763,544	4046400,201	210,274	r
56	285762,746	4046392,872	207,922	ct

Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
56	285762,746	4046392,872	207,922	ct
56	286142,551	4046296,888	219,662	poste
57	286137,575	4046297,296	219,238	san
58	285731,443	4046358,289	203,397	141
58	286137,681	4046295,632	219,108	abas
58	285731,443	4046358,289	203,397	141
59	286140,240	4046294,637	219,319	edificacion
60	286147,728	4046287,384	218,659	edificacion
61	286148,790	4046301,395	220,453	edificacion
62	286153,125	4046310,807	221,347	muro-i
63	286153,061	4046308,864	221,270	sumidero
64	286152,829	4046308,716	221,227	sumidero
65	286153,758	4046307,244	221,198	sumidero
66	286150,299	4046306,711	220,823	san
67	286149,016	4046308,673	220,854	muro
68	286134,722	4046305,253	220,219	muro
69	286131,900	4046305,800	220,490	muro
70	286129,572	4046307,725	220,965	muro
71	286126,090	4046312,678	222,120	muro-f
72	286123,607	4046307,717	221,439	edificacion-i
73	286120,936	4046300,461	220,795	edificacion-f
74	286120,998	4046300,602	220,672	valla-i
75	286131,587	4046299,576	219,516	valla-f
79	286120,286	4046267,491	216,311	poste
80	286121,020	4046267,971	216,498	poste
81	286113,678	4046266,974	215,746	abas
85	286103,185	4046240,412	214,196	edificacion-i
86	286103,354	4046255,622	214,625	edificacion
87	286107,262	4046257,705	214,905	edificacion
88	286107,528	4046261,407	215,352	edificacion
89	286120,591	4046273,852	216,947	edificacion
90	286110,244	4046258,505	215,060	sumidero
91	286109,365	4046258,969	215,056	sumidero
92	286109,308	4046258,723	215,060	sumidero
93	286108,063	4046256,412	214,846	san
94	286109,419	4046254,407	214,759	endesa
95	286110,022	4046254,265	214,735	endesa
96	286109,864	4046253,592	214,735	endesa
97	286109,154	4046252,402	214,629	telef
98	286108,333	4046252,555	214,629	telef
99	286108,161	4046251,630	214,570	telef
100	286103,566	4046254,406	214,810	alu
100	286111,648	4046133,350	202,391	RH
101	286123,799	4046277,479	217,442	edificacion
101	286111,908	4046132,392	202,774	RH
101	285789,155	4046387,663	202,109	CAMINO
102	285787,763	4046384,880	202,159	CAMINO
102	286126,317	4046280,407	217,741	edificacion
102	286110,313	4046133,509	202,438	RH
103	286131,055	4046292,096	218,691	edificacion
103	286094,173	4046120,606	200,908	ARROYO
103	285782,359	4046383,618	202,360	CAMINO
104	285780,553	4046385,702	202,497	CAMINO

Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
104	286104,911	4046124,134	200,956	ARROYO
104	286121,434	4046296,983	219,194	edificacion
105	285772,290	4046382,827	203,179	CAMINO
105	286110,799	4046120,844	201,378	ARROYO
105	286107,649	4046295,600	217,063	edificacion
106	286095,994	4046296,431	215,877	edificacion
106	286115,409	4046119,748	201,407	ARROYO
106	285773,178	4046379,867	203,126	CAMINO
107	286119,461	4046118,310	201,402	ARROYO
107	285769,215	4046378,440	203,430	CAMINO
107	286097,076	4046296,411	216,020	poste
108	285769,389	4046378,233	203,459	ODT
108	286122,729	4046117,007	201,407	ARROYO
108	286089,104	4046297,769	215,406	edificacion-f
109	286089,012	4046297,684	215,352	valla-i
109	285767,711	4046376,977	203,467	ODT
109	286125,413	4046114,464	201,480	ARROYO
110	286059,241	4046308,339	212,265	valla
110	286122,969	4046123,485	201,417	ARROYO
110	285767,552	4046377,173	203,514	ODT
111	286039,429	4046318,041	209,542	valla
111	286124,424	4046124,468	201,421	ARROYO
111	285768,364	4046375,779	203,316	ODT
112	286126,454	4046124,476	201,419	ARROYO
112	285771,274	4046377,402	203,199	ODT
112	286023,788	4046323,068	207,643	valla
113	285769,195	4046378,076	203,485	ODT
113	286129,502	4046125,359	201,425	ARROYO
113	286005,031	4046330,214	206,507	valla
114	286135,168	4046125,939	201,487	ARROYO
114	285767,922	4046377,069	203,456	ODT
114	285990,948	4046333,880	206,333	valla
115	285768,316	4046377,299	202,575	RH
115	286124,474	4046129,559	201,425	ARROYO
115	285982,585	4046343,676	206,425	valla
116	285979,023	4046343,592	206,418	valla-f
116	286120,886	4046129,246	201,417	ARROYO
117	285766,447	4046380,526	202,724	RH
117	285977,851	4046343,322	206,342	camino-i
117	286111,206	4046130,564	201,313	ARROYO
118	285765,873	4046380,108	202,737	RH
118	285971,312	4046337,740	206,234	camino
118	286108,390	4046130,311	201,261	ARROYO
119	285962,240	4046333,639	205,748	camino
119	285768,850	4046377,714	202,563	RH
119	286102,748	4046127,065	201,004	ARROYO
120	285768,358	4046377,395	203,140	TUBO
120	285956,350	4046330,624	205,241	camino-f
120	286099,913	4046127,804	200,958	ARROYO
121	285768,979	4046377,778	203,144	TUBO
121	286098,052	4046127,112	200,946	ARROYO
121	285956,471	4046330,492	205,271	valla-i
122	285969,065	4046330,688	205,752	valla

Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
122	285766,163	4046382,265	203,554	ODT
123	285976,461	4046337,539	206,547	valla
123	285766,713	4046380,698	203,545	ODT
123	286117,621	4046133,464	202,553	MURO
124	285765,597	4046379,940	203,541	ODT
124	285978,688	4046343,278	206,430	valla-f
125	285979,303	4046349,536	205,994	camino-i
125	285764,247	4046380,614	203,555	ODT
126	285765,359	4046379,726	203,512	ODT
126	285973,554	4046342,959	206,281	camino
127	285765,476	4046379,542	203,546	ODT
127	285963,390	4046336,243	205,839	camino
128	285767,132	4046380,646	203,501	ODT
128	285954,711	4046332,966	205,069	camino-f
129	285977,762	4046351,862	205,886	puente-i
129	285763,588	4046394,319	207,240	R
130	285972,331	4046355,937	205,783	puente-f
130	285803,182	4046414,123	214,198	R
132	285772,217	4046397,921	207,170	R
132	285964,830	4046358,734	205,233	camino
133	285956,652	4046356,217	204,858	camino
134	285950,381	4046358,306	204,516	camino
134	285763,811	4046374,938	203,916	CAMINO
135	285942,905	4046356,955	204,281	camino
135	285762,284	4046376,949	203,954	CAMINO
136	285934,853	4046351,720	203,604	camino
136	285755,008	4046369,835	204,731	CAMINO
137	285931,392	4046347,928	203,560	camino
137	285757,544	4046373,706	204,539	CAMINO
138	285926,601	4046342,071	203,350	camino
138	285757,702	4046372,524	204,614	R
139	285767,509	4046381,919	203,649	CT
139	285922,216	4046335,151	203,150	camino
140	285766,292	4046384,873	204,367	CT
140	285913,949	4046338,147	202,884	camino
141	285906,402	4046348,423	202,569	camino
142	285902,097	4046356,839	202,417	camino
142	285769,405	4046374,651	203,007	CT
143	285770,257	4046375,078	202,529	PT
143	285886,596	4046382,441	202,186	camino-f
144	285768,360	4046376,303	202,522	PT
144	285904,382	4046372,985	202,739	camino-i
145	285770,892	4046376,019	202,503	PT
145	285902,382	4046367,223	202,438	camino
146	285771,959	4046377,021	203,032	PT
146	285907,518	4046358,117	202,510	camino
147	285918,412	4046347,964	203,053	camino
147	285762,276	4046384,283	203,407	PT
148	285767,886	4046377,258	204,043	BROF
148	285924,532	4046351,422	203,349	camino
149	285930,533	4046355,260	203,554	camino
150	285752,800	4046372,467	204,715	CAMINO
150	285932,686	4046358,825	204,029	camino-f

Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
151	285752,715	4046368,643	204,767	CAMINO
151	285925,417	4046358,848	203,598	relleno
152	285741,906	4046367,518	204,234	CAMINO
152	285920,225	4046361,663	203,268	relleno
153	285917,670	4046363,536	204,344	relleno
153	285740,122	4046362,604	204,057	CAMINO
154	285913,962	4046365,024	204,539	relleno
154	285730,547	4046353,832	203,164	CAMINO
155	285912,890	4046361,699	204,543	relleno
155	285728,542	4046355,157	203,069	CAMINO
156	285914,945	4046358,882	204,155	relleno
156	285717,710	4046346,621	202,346	CAMINO
157	285914,893	4046356,158	205,180	relleno
157	285718,870	4046344,162	202,290	CAMINO
158	285707,319	4046331,867	202,339	CAMINO
158	285915,800	4046354,630	205,407	relleno
159	285917,742	4046351,766	204,652	relleno
159	285705,838	4046334,091	202,452	CAMINO
160	285698,205	4046322,914	202,455	CAMINO
160	285932,061	4046340,218	203,709	relleno
161	285907,756	4046333,106	202,536	relleno
161	285689,512	4046317,067	202,239	CAMINO
162	285900,330	4046332,783	202,038	relleno
162	285735,168	4046355,213	203,580	R
163	285732,661	4046351,876	203,204	R
163	285890,921	4046331,186	201,846	relleno
164	285875,674	4046339,306	201,048	relleno
164	285730,270	4046350,744	203,148	R
165	285887,523	4046335,658	201,842	valla-i
165	285727,350	4046350,057	202,887	R
166	285905,538	4046343,317	202,631	valla
166	285730,732	4046358,524	203,389	R
167	285886,138	4046381,636	202,284	valla
167	285731,024	4046360,357	203,508	R
168	285732,450	4046362,772	203,653	R
168	285869,582	4046373,705	201,753	valla-f
169	285868,482	4046338,973	198,776	arroyo
169	285734,431	4046364,375	203,773	R
170	285868,825	4046339,029	200,530	cabeza_t
170	285735,738	4046366,547	204,086	R
171	285932,475	4046359,593	204,041	camino-i
171	285736,221	4046377,099	206,687	R
172	285735,293	4046381,797	208,557	R
172	285916,984	4046367,854	203,378	camino
173	285736,783	4046376,363	206,372	R
173	285904,214	4046373,817	202,754	camino
174	285724,613	4046370,040	206,978	R
175	285720,310	4046370,646	207,741	R
175	285872,049	4046389,489	202,063	camino
176	285718,039	4046371,021	208,400	R
176	285860,128	4046393,448	201,954	camino
177	285729,225	4046365,015	206,588	R
177	285841,894	4046389,377	202,151	camino

Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
178	285817,906	4046388,282	201,910	camino
179	285797,738	4046385,323	201,799	camino
179	285707,179	4046369,692	211,989	R
180	285799,002	4046380,580	200,989	relleno
180	285715,913	4046369,916	208,852	R
181	285802,582	4046379,017	201,506	relleno
181	285714,144	4046372,362	209,863	R
182	285796,413	4046378,923	200,829	relleno
182	285746,731	4046373,293	204,588	R
183	285799,354	4046371,343	200,069	relleno
183	285744,012	4046370,811	204,421	R
184	285797,017	4046368,727	199,853	relleno
184	285751,635	4046373,451	204,663	R
185	285798,979	4046366,532	199,485	cabeza_t
185	285752,909	4046367,420	204,579	R
186	285757,608	4046369,570	204,613	R
186	285798,913	4046366,235	198,892	arroyo
187	285795,208	4046384,687	201,885	camino
187	285693,948	4046363,042	214,852	R
188	285491,771	4046205,468	203,280	camino
188	285691,469	4046363,950	215,825	R
189	285486,917	4046201,324	203,393	camino
189	285714,386	4046351,068	204,701	R
190	285489,902	4046199,333	201,842	relleno
190	285711,357	4046348,416	204,391	R
191	285494,347	4046198,200	201,299	relleno
191	285713,575	4046347,889	203,090	R
192	285714,784	4046347,417	202,084	R
192	285466,374	4046179,411	204,153	camino
193	285715,406	4046345,926	202,349	R
194	285721,496	4046340,788	201,508	R
195	285724,008	4046344,375	201,978	R
196	285703,516	4046331,140	202,525	R
197	285679,437	4046350,066	213,904	R
198	285695,799	4046329,549	205,705	R
199	285702,300	4046321,354	200,979	R
200	285691,292	4046318,143	202,340	CAMINO
200	285457,014	4046166,886	203,950	camino
201	285693,112	4046316,518	201,249	R
201	285461,103	4046161,507	204,168	cabeza_t-i
202	285687,227	4046319,117	202,163	CAMINO
202	285465,602	4046165,743	204,227	cabeza_t
203	285470,105	4046172,346	204,202	cabeza_t
203	285681,461	4046313,843	201,567	CAMINO
204	285474,650	4046180,956	204,673	cabeza_t-f
204	285674,095	4046310,784	201,274	CAMINO
205	285454,908	4046164,905	203,735	camino
205	285666,407	4046307,359	201,419	CAMINO
206	285659,281	4046303,725	201,454	CAMINO
206	285456,969	4046164,061	204,195	cabeza_t-i
207	285657,819	4046305,304	201,463	CAMINO
207	285442,454	4046150,820	203,242	cabeza_t
208	285428,569	4046140,202	199,350	cabeza_t-f

Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
209	285656,114	4046303,444	201,487	BR
209	285428,726	4046143,246	199,170	camino
210	285690,606	4046318,095	202,316	BR
210	285439,122	4046128,431	194,980	relleno
211	285651,390	4046299,051	201,693	CAMINO
211	285439,583	4046129,411	195,056	relleno
212	285663,646	4046309,761	201,396	CAMINO
212	285440,854	4046131,303	195,660	relleno
213	285672,069	4046313,831	201,375	CAMINO
213	285433,652	4046127,650	195,785	relleno
214	285667,362	4046317,534	202,234	R
214	285425,879	4046127,275	196,592	relleno
215	285672,177	4046317,779	202,024	R
215	285423,137	4046126,614	195,807	relleno
216	285422,010	4046124,506	196,033	relleno
216	285680,579	4046310,300	200,654	R
217	285418,263	4046128,757	196,206	relleno
217	285682,185	4046304,442	199,281	PT
218	285413,159	4046127,017	196,473	relleno
218	285677,439	4046300,095	199,203	PT
219	285676,215	4046301,681	199,662	R
219	285409,978	4046126,090	196,658	relleno
220	285677,868	4046304,732	199,876	R
220	285410,288	4046130,885	198,100	camino
221	285677,244	4046309,121	200,579	R
221	285398,779	4046122,544	198,865	camino
222	285645,884	4046319,590	208,689	R
222	285382,639	4046111,284	200,407	camino
223	285632,514	4046315,740	211,460	R
223	285379,176	4046108,925	200,543	camino
224	285668,780	4046314,716	204,264	R
224	285380,700	4046105,544	199,755	relleno
225	285370,647	4046103,065	201,038	camino
225	285655,760	4046320,595	205,655	R
226	285357,710	4046094,245	201,644	camino
226	285665,694	4046319,696	203,642	R
227	285673,612	4046310,332	201,406	R
227	285346,275	4046084,849	202,007	camino
228	285346,508	4046084,418	201,695	tubo
228	285650,898	4046297,526	201,743	CAMINO
229	285346,534	4046084,309	200,590	rh
229	285651,760	4046294,390	201,793	CAMINO
230	285644,093	4046284,089	202,819	CAMINO
230	285342,287	4046081,081	202,067	camino
231	285641,757	4046284,886	202,898	CAMINO
231	285334,491	4046071,113	203,308	camino
232	285636,357	4046276,746	202,750	CAMINO
232	285326,376	4046061,683	204,361	camino
233	285320,047	4046049,801	205,760	camino
233	285635,714	4046279,230	202,759	CAMINO
234	285316,916	4046039,227	205,607	camino
234	285635,144	4046277,431	202,770	BR
235	285629,871	4046271,823	202,270	BR

Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
236	285315,627	4046029,942	203,356	relleno
236	285641,986	4046315,518	208,404	R
237	285319,526	4046027,590	202,723	relleno
237	285638,542	4046317,930	210,513	R
238	285655,464	4046307,289	204,813	R
238	285321,484	4046021,245	201,935	relleno
239	285665,727	4046296,204	200,068	R
239	285328,603	4046019,332	201,677	relleno
240	285330,329	4046013,960	201,402	relleno
240	285664,358	4046298,331	200,572	R
241	285663,275	4046300,985	201,270	R
241	285327,475	4046012,273	201,347	relleno
242	285322,533	4046017,586	201,709	relleno
242	285634,278	4046278,305	202,690	CAMINO
243	285320,737	4046021,940	202,032	relleno
243	285621,850	4046268,091	201,947	CAMINO
244	285316,740	4046025,262	202,605	relleno
244	285621,203	4046264,222	201,872	CAMINO
245	285611,600	4046259,466	201,558	CAMINO
245	285311,328	4046024,010	203,114	camino
246	285609,145	4046254,305	201,616	CAMINO
246	285305,881	4046010,714	202,787	camino
247	285597,834	4046246,441	201,470	CAMINO
247	285304,210	4046001,074	202,736	camino
248	285298,725	4045990,618	203,281	camino
248	285593,362	4046247,978	201,409	CAMINO
249	285584,950	4046243,334	201,565	CAMINO
249	285302,141	4045988,393	202,887	relleno
250	285290,872	4045978,636	203,890	camino
250	285586,217	4046240,673	201,582	CAMINO
251	285296,225	4045975,826	203,653	relleno
251	285578,874	4046239,182	201,914	CAMINO
252	285292,443	4045974,477	203,944	relleno
252	285557,941	4046229,377	203,406	BR
253	285287,195	4045973,227	204,354	camino
254	285283,408	4045967,530	205,014	camino
254	285581,673	4046238,118	201,793	R
255	285287,299	4045965,642	204,450	relleno
255	285584,005	4046237,683	201,662	R
256	285586,918	4046238,151	201,562	R
256	285290,656	4045962,662	203,307	relleno
257	285282,072	4045965,532	205,306	camino
257	285593,381	4046243,022	201,453	R
258	285591,030	4046248,970	201,531	R
258	285265,935	4045907,877	206,850	camino
259	285594,322	4046252,130	201,484	R
259	285261,924	4045901,018	207,080	camino
260	285257,873	4045894,622	207,329	camino
260	285596,302	4046252,454	200,995	R
261	285251,617	4045886,126	207,766	camino
261	285599,945	4046255,133	201,401	R
262	285244,720	4045875,920	208,476	camino
262	285606,288	4046257,996	201,494	R

Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
263	285241,267	4045869,540	208,715	camino
264	285623,701	4046271,638	202,318	R
264	285238,861	4045859,447	208,805	camino-f
265	285625,621	4046274,028	202,759	R
266	285627,748	4046280,225	203,282	R
267	285631,597	4046284,546	203,661	R
268	285634,848	4046284,953	203,667	R
269	285636,431	4046281,940	203,096	R
270	285263,318	4045890,966	206,649	relleno
270	285631,328	4046280,220	203,166	R
271	285266,270	4045894,912	206,681	relleno
271	285622,220	4046256,012	201,226	CT
272	285193,086	4045853,952	221,851	cabeza_t-i
272	285627,350	4046257,525	200,950	CT
273	285595,123	4046244,913	201,441	BR
274	285598,187	4046233,388	199,296	PT
275	285596,123	4046231,245	199,275	PT
276	285595,456	4046234,148	199,932	R
277	285596,697	4046237,002	200,454	R
278	285596,681	4046239,974	201,397	R
279	285593,407	4046239,813	201,297	R
280	285601,906	4046247,072	200,933	R
281	285604,027	4046245,422	200,681	R
282	285598,416	4046254,766	201,474	R
283	285588,985	4046250,529	204,252	R
284	285589,811	4046252,958	204,783	R
285	285591,112	4046251,973	202,105	R
286	285589,932	4046249,929	201,783	R
287	285580,207	4046231,737	201,491	R
288	285583,083	4046242,811	201,641	CAMINO
289	285576,111	4046240,951	202,102	CAMINO
290	285575,570	4046238,538	202,197	CAMINO
291	285568,228	4046238,863	202,708	CAMINO
292	285568,147	4046236,379	202,772	CAMINO
293	285558,907	4046232,522	203,389	CAMINO
294	285556,050	4046234,267	203,503	CAMINO
295	285537,298	4046227,873	203,786	CAMINO
296	285538,281	4046225,633	203,639	CAMINO
297	285526,267	4046220,213	203,755	CAMINO
298	285524,842	4046222,710	203,775	CAMINO
299	285509,419	4046217,432	203,832	CAMINO
300	285509,522	4046214,282	203,673	CAMINO
301	285498,135	4046209,401	203,298	CAMINO
302	285496,138	4046211,284	203,378	CAMINO
303	285487,519	4046204,579	203,254	CAMINO
304	285492,822	4046206,146	203,211	CAMINO
305	285519,516	4046214,669	203,353	CT
306	285524,038	4046215,225	202,946	CT
307	285524,163	4046218,276	203,561	CT
308	285526,226	4046219,558	203,757	CT
309	285530,227	4046218,062	203,380	CT
310	285533,248	4046217,277	203,244	CT
311	285536,240	4046217,175	203,092	CT

Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
314	285540,825	4046224,147	203,463	CT
315	285546,654	4046226,851	203,633	CT
316	285551,258	4046225,044	203,159	CT
317	285553,343	4046220,566	202,342	PT
318	285551,284	4046215,906	201,474	PT
319	285548,074	4046212,242	201,185	PT
320	285545,447	4046215,592	201,430	PT
321	285541,603	4046219,690	202,022	PT
322	285537,353	4046221,477	202,437	MURO
323	285537,895	4046209,478	201,004	MURO
324	285552,140	4046205,699	200,835	CT
325	285560,743	4046212,923	201,066	CT
326	285565,264	4046216,198	201,230	CT
327	285568,487	4046219,172	201,296	CT
328	285564,546	4046223,478	202,169	CT
329	285566,237	4046227,685	202,836	CT
330	285569,348	4046234,303	202,805	CT
331	285572,354	4046241,607	202,533	ODT
332	285572,457	4046241,435	202,533	ODT
333	285571,383	4046240,375	202,570	ODT
334	285571,280	4046240,468	202,600	ODT
335	285570,155	4046239,969	202,632	ODT
336	285570,195	4046239,860	202,639	ODT
337	285569,061	4046240,912	202,477	ODT
338	285568,914	4046240,786	202,506	ODT
339	285570,942	4046240,395	201,847	RH
340	285570,287	4046240,109	201,845	RH
341	285570,904	4046240,381	202,454	TUBO
342	285570,308	4046240,096	202,459	TUBO
343	285573,050	4046236,748	202,319	ODT
344	285572,435	4046237,198	202,461	ODT
345	285572,424	4046237,347	202,497	ODT
346	285571,181	4046236,931	202,587	ODT
347	285571,412	4046236,769	202,500	ODT
348	285571,335	4046235,760	202,404	ODT
349	285572,293	4046237,012	201,528	RH
350	285571,777	4046236,827	201,536	RH
351	285572,838	4046236,703	201,517	PT
352	285571,538	4046236,477	201,585	PT
353	285569,747	4046240,660	202,117	PT
354	285571,020	4046241,717	201,987	PT
355	285571,382	4046241,000	201,948	PT
356	285571,708	4046241,909	201,951	PT
357	285564,725	4046207,204	198,893	PT
358	285545,992	4046198,943	199,268	PT
359	285554,526	4046227,122	203,470	R
360	285572,455	4046242,253	202,396	R
361	285560,512	4046242,419	203,626	R
362	285559,002	4046250,179	204,551	R
363	285553,137	4046245,974	204,620	R
364	285548,070	4046242,128	204,965	R
365	285547,057	4046237,912	204,738	R
366	285543,260	4046241,384	206,748	R

Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
368	285537,663	4046241,016	207,371	R
369	285522,595	4046240,988	209,583	R
370	285520,765	4046240,118	209,720	R
371	285482,402	4046257,093	227,210	R
372	285482,313	4046257,218	227,323	R
373	285460,306	4046241,527	224,823	R
374	285454,608	4046242,691	227,982	R
375	285451,692	4046242,336	229,526	R
376	285475,319	4046259,269	231,690	R
377	285447,750	4046222,709	217,202	R
378	285470,971	4046215,722	207,835	R
379	285439,630	4046221,598	222,676	R
380	285519,372	4046239,321	209,880	R
381	285552,987	4046226,732	203,536	R
382	285536,263	4046216,787	202,371	MURO
383	285536,517	4046211,023	200,849	MURO
384	285532,012	4046216,675	202,608	MURO
385	285526,480	4046215,399	202,442	ODT
386	285525,120	4046217,614	203,214	ODT
387	285526,518	4046218,473	203,214	ODT
388	285512,889	4046222,041	204,494	BR
389	285492,030	4046207,302	203,268	BR
390	285532,333	4046201,181	200,015	R
392	285524,018	4046194,717	199,091	MURO
393	285524,036	4046202,557	199,901	R
394	285528,127	4046207,277	200,537	R
395	285526,496	4046211,965	201,581	R
396	285520,591	4046212,191	201,974	R
397	285470,436	4046220,718	209,537	R
398	285462,758	4046234,916	219,727	R
399	285449,551	4046227,535	220,900	R
400	285440,887	4046222,150	222,532	R
401	285458,555	4046236,494	222,229	R
402	285471,130	4046255,615	230,760	R
403	285509,208	4046227,967	206,038	R
404	285515,692	4046228,040	205,252	R
405	285514,305	4046234,972	209,024	R
406	285519,417	4046239,351	209,863	R
407	285525,161	4046225,738	204,915	R
408	285492,680	4046205,946	203,192	CAMINO
409	285488,509	4046205,937	203,285	CAMINO
410	285479,583	4046194,159	203,287	CAMINO
411	285477,853	4046195,665	203,327	CAMINO
412	285470,250	4046189,536	203,421	CAMINO
413	285472,095	4046187,006	203,471	CAMINO
414	285463,704	4046181,712	204,045	CAMINO
416	285504,756	4046207,164	201,969	R
417	285508,827	4046206,503	202,223	R
418	285504,055	4046199,900	200,522	R
419	285502,914	4046201,230	200,586	R
420	285499,026	4046192,306	199,108	R
421	285500,835	4046193,606	199,375	R
422	285492,322	4046174,586	194,980	R

Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
424	285480,881	4046145,908	193,230	R
426	285439,357	4046228,376	223,618	R
427	285444,827	4046239,134	229,691	R
428	285451,780	4046245,071	231,241	R
429	285462,123	4046251,620	230,160	R
430	285479,358	4046255,422	227,283	R
431	285493,742	4046200,250	201,684	R
432	285488,910	4046193,802	201,258	R
433	285485,762	4046197,249	202,121	R
434	285494,191	4046203,794	202,087	R
435	285446,194	4046177,403	204,105	R
436	285440,188	4046168,796	203,650	R
437	285437,037	4046199,583	215,212	R
438	285432,722	4046205,814	218,824	R
439	285419,019	4046182,447	213,688	R
440	285448,363	4046151,303	203,988	BR
442	285316,494	4046051,364	205,938	BR
443	285320,127	4046055,613	205,392	BR
444	285270,736	4045941,479	206,834	BR
445	285275,608	4045956,701	206,166	BR
446	285250,510	4045916,388	212,130	BR
448	285250,892	4045917,396	211,980	R
449	285248,720	4045917,728	213,312	R
450	285260,729	4045912,413	207,894	R
451	285258,994	4045907,607	207,569	R
452	285285,997	4045896,002	203,800	R
453	285278,647	4045891,376	204,412	R
454	285289,511	4045901,938	203,892	R
455	285292,584	4045912,900	203,855	R
456	285289,374	4045916,491	203,992	R
8888	286117,292	4046129,653	203,042	
10014	286126,344	4046153,356	205,068	R
10015	286129,053	4046151,668	204,969	R
10016	286130,382	4046152,610	205,143	R
10017	286131,520	4046153,468	205,897	R
10018	286130,474	4046154,112	205,744	R
10019	286130,387	4046149,765	204,986	R
10020	286132,232	4046149,904	204,901	R
10021	286133,411	4046145,955	204,680	R
10022	286134,695	4046144,574	204,692	R
10023	286136,195	4046145,931	204,659	R
10024	286134,849	4046152,766	206,288	R
10025	286154,570	4046134,715	201,805	R
10026	286155,776	4046134,929	201,927	R
10027	286100,376	4046192,196	210,883	IMB
10028	286100,362	4046192,643	210,941	IMB
10029	286098,916	4046192,613	210,958	IMB
10030	286100,211	4046197,133	211,340	SAN
10031	286097,597	4046197,830	211,495	ALUM
10032	286097,152	4046197,316	211,436	ALUM
10033	286097,548	4046198,470	211,514	AGLO_I
10035	286098,272	4046202,670	211,798	AGLO
10036	286098,060	4046205,726	211,992	AGLO

Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
10038	286098,474	4046209,646	212,272	AGLO_F
10039	286098,439	4046209,664	212,297	EDI_I
10040	286100,928	4046190,637	210,729	EDI_I
10041	286101,167	4046194,527	211,103	EDIF
10042	286101,312	4046195,861	211,467	EDIF
10043	286103,018	4046226,418	213,360	EDIF
10044	286098,884	4046218,220	212,865	EDIF
10045	286091,425	4046225,512	213,033	EDIF
10046	286093,829	4046239,292	213,477	EDIF
10047	286102,654	4046228,620	213,541	SAN
10048	286104,435	4046232,023	213,778	EDIF
10049	286106,334	4046233,162	213,670	EDIF
10050	286111,599	4046256,826	215,059	EDIF
10051	286111,910	4046257,841	215,122	EDIF
10052	286113,535	4046259,924	215,340	ALUM
10053	286113,996	4046259,938	215,399	ALUM
10054	286116,052	4046262,487	215,629	ALUM
10058	286117,042	4046263,683	215,629	ALUM
10059	286117,401	4046263,386	215,734	ALUM
10060	286137,337	4046286,309	218,522	EDIF
10061	286140,485	4046286,363	218,518	IMB
10062	286140,824	4046287,024	218,518	IMB
10063	286141,218	4046286,821	218,523	IMB
10064	286131,775	4046299,443	219,301	EDI_I
10065	286108,738	4046300,578	217,260	EDIF
10066	286091,818	4046302,778	215,510	TORRE_ME
10067	286073,179	4046309,078	213,678	EDIF
10068	286051,753	4046319,847	211,374	EDIF_F
10069	286043,926	4046326,121	210,838	VLL I
10070	286030,705	4046326,961	208,411	VLL
10071	286015,199	4046333,071	207,088	VLL
10072	286005,460	4046338,568	206,713	VLL
10073	285996,731	4046341,846	206,674	VLL_F
10074	285996,657	4046341,778	206,722	EDIF
10075	285990,002	4046346,889	206,424	EDIF
10076	285987,062	4046350,747	206,604	EDIF
10078	285986,338	4046352,976	206,684	CT
10079	285985,571	4046352,441	206,420	CT
10080	285983,780	4046351,643	206,099	CT
10081	285981,740	4046352,038	205,973	CT_F
10084	285980,047	4046354,217	205,912	PUENTE
10086	285974,611	4046358,433	205,874	PUENTE
10089	285971,509	4046360,736	205,705	CAMINO
10090	285969,777	4046363,118	205,988	CAMINO
10091	285965,758	4046366,852	207,246	CAMINO
10092	285962,205	4046370,712	208,673	CAMINO
10093	285959,574	4046373,323	209,692	CAMINO
10094	285958,382	4046372,401	209,591	CAMINO
10095	285961,137	4046370,360	208,698	CAMINO
10096	285963,504	4046366,956	207,469	CAMINO
10097	285965,465	4046365,294	206,865	CAMINO
10098	285967,468	4046363,441	206,163	CAMINO
10099	285968,559	4046361,527	205,649	CAMINO_F

Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
10102	285964,542	4046365,562	206,942	CT
10103	285959,934	4046369,291	208,211	CT
10104	285958,934	4046370,132	208,530	CT
10105	285957,255	4046371,553	209,043	CT
10106	285955,032	4046373,393	209,761	CT
10107	285954,135	4046373,122	209,480	CT
10108	285968,149	4046361,463	205,578	CAMINO_I
10109	285962,901	4046362,288	205,100	CAMINO
10110	285955,811	4046362,199	204,731	CAMINO
10111	285949,090	4046362,074	204,428	CAMINO
10112	285941,294	4046362,008	204,198	CAMINO
10113	285935,774	4046362,792	204,061	CAMINO
10114	285927,228	4046365,432	203,732	CAMINO
10115	285919,532	4046369,345	203,483	CAMINO
10116	285912,551	4046372,518	203,190	CAMINO
10117	285903,229	4046377,931	202,722	CAMINO
10118	285896,759	4046381,904	202,394	CAMINO
10119	285888,908	4046386,393	202,228	CAMINO
10120	285880,382	4046390,503	202,074	CAMINO
10121	285889,087	4046387,347	202,188	R
10122	285891,933	4046386,101	202,523	R
10123	285896,300	4046384,628	202,595	R
10124	285897,631	4046385,777	203,183	R
10125	285897,062	4046387,493	203,238	R
10126	285893,964	4046388,106	202,976	R
10127	285887,357	4046388,591	202,225	R
10128	285888,174	4046393,858	203,059	R
10129	285885,747	4046394,904	202,787	R
10130	285885,157	4046400,079	202,905	R
10131	285882,688	4046402,126	202,799	R
10132	285882,046	4046393,995	202,316	R
10133	285877,244	4046394,331	202,100	R
10134	285873,414	4046396,584	201,992	R
10135	285873,450	4046401,828	202,193	R
10136	285874,626	4046404,652	202,373	R
10137	285873,463	4046405,031	202,433	R
10138	285871,077	4046404,443	202,398	R
10139	285867,212	4046402,141	202,080	R
10140	285868,058	4046398,480	201,955	R
10141	285864,858	4046397,986	201,992	R
10142	285863,167	4046399,693	202,038	R
10143	285863,015	4046396,552	202,045	CAMINO
10144	285857,215	4046395,975	202,153	CAMINO
10145	285856,751	4046397,312	202,140	R
10146	285855,743	4046399,810	202,161	R
10147	285854,206	4046401,552	202,351	R
10148	285855,512	4046395,909	202,181	CAMINO
10149	285845,127	4046392,568	202,321	CAMINO
10150	285839,808	4046392,173	202,229	CAMINO
10151	285824,358	4046391,324	202,087	CAMINO
10152	285810,324	4046390,436	202,005	CAMINO
10153	285803,775	4046389,598	201,978	CAMINO
10154	285793,452	4046388,043	201,981	CAMINO

Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
10156	285454,875	4046169,794	203,959	CAMINO
10158	285451,862	4046166,244	203,591	CT_I
10159	285449,824	4046166,247	203,578	CT
10160	285446,912	4046164,546	203,488	CT
10161	285445,200	4046163,393	203,496	CT
10162	285441,513	4046159,910	203,470	CT
10163	285439,703	4046158,120	203,187	CT
10164	285438,293	4046156,708	202,623	CT
10165	285436,621	4046155,243	201,841	CT
10166	285435,744	4046154,506	201,341	CT_F
10168	285436,794	4046152,686	200,690	CAMINO
10169	285441,902	4046157,408	201,674	CAMINO
10170	285445,629	4046160,172	202,287	CAMINO
10171	285449,090	4046162,922	202,853	CAMINO
10175	285453,923	4046179,534	204,315	VLL I
10176	285450,541	4046172,135	203,726	VLL
10177	285446,534	4046168,005	203,508	VLL
10178	285443,986	4046167,436	203,014	VLL
10179	285435,111	4046154,937	201,207	VLL
10180	285405,916	4046133,686	198,379	VLL
10182	285404,947	4046129,982	198,450	CAMINO
10183	285410,211	4046133,721	198,217	CAMINO
10184	285391,843	4046120,786	199,327	CAMINO
10185	285386,419	4046117,691	199,901	CAMINO
10186	285378,840	4046112,533	200,625	CAMINO
10187	285370,159	4046106,060	201,103	CAMINO
10188	285352,672	4046094,134	201,727	CAMINO
10189	285348,978	4046090,485	201,823	CAMINO
10190	285344,425	4046088,561	201,958	TUBO
10191	285344,769	4046088,818	201,146	RH
10192	285343,382	4046086,493	202,116	CAMINO
10193	285340,150	4046082,375	202,203	CAMINO
10194	285333,829	4046074,133	203,198	CAMINO
10195	285328,589	4046069,556	203,987	CAMINO
10196	285322,125	4046060,249	204,982	CAMINO
10197	285317,128	4046053,158	205,811	CAMINO
10198	285314,742	4046049,893	205,999	CAMINO
10199	285306,640	4046058,110	209,393	R
10200	285304,986	4046063,481	211,161	R
10201	285308,183	4046063,534	210,561	R
10202	285304,316	4046066,410	211,996	R
10203	285300,435	4046062,969	211,936	R
10204	285300,179	4046067,858	212,665	R
10205	285295,465	4046070,094	213,779	R
10206	285291,795	4046077,149	215,326	R
10207	285292,730	4046078,332	215,612	R
10208	285314,729	4046049,067	205,995	CAMINO
10209	285313,722	4046042,920	206,018	CAMINO
10210	285312,116	4046034,277	204,697	CAMINO
10211	285306,646	4046019,104	202,982	CAMINO
10212	285302,098	4046007,517	202,959	CAMINO
10213	285300,416	4046007,239	203,023	R
10214	285297,911	4046007,152	203,529	R

Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
10216	285289,967	4046005,993	205,390	R
10217	285301,158	4046004,652	202,988	CAMINO
10218	285297,473	4045994,101	203,302	CAMINO
10219	285292,197	4045984,962	203,749	CAMINO
10220	285288,705	4045988,558	204,099	R
10221	285286,602	4045990,153	204,576	R
10222	285287,283	4045992,307	204,656	R
10223	285284,805	4045992,275	204,710	R
10224	285281,546	4045991,369	205,177	R
10225	285281,463	4045989,154	205,123	R
10226	285286,361	4045989,186	204,472	R
10227	285285,802	4045987,020	204,495	R
10228	285288,879	4045987,310	203,927	R
10229	285289,665	4045981,015	204,015	CAMINO
10230	285233,714	4045850,142	209,036	CAMINO
10231	285234,760	4045855,048	209,053	CAMINO
10232	285236,433	4045859,396	208,957	CAMINO
10233	285237,319	4045863,797	208,903	CAMINO
10234	285238,422	4045867,846	208,866	CAMINO
10235	285241,415	4045874,795	208,691	CAMINO
10236	285243,962	4045879,137	208,481	CAMINO
10237	285249,557	4045887,463	207,870	CAMINO
10238	285254,475	4045894,750	207,535	CAMINO
10239	285256,915	4045898,012	207,376	CAMINO
10240	285259,244	4045901,590	207,244	CAMINO
10241	285264,554	4045912,023	206,934	CAMINO
10242	285266,568	4045916,428	206,771	CAMINO
10243	285267,260	4045919,310	206,737	CAMINO
10244	285267,793	4045924,541	206,902	CAMINO
10245	285233,114	4045848,717	209,053	CAMINO
10246	285221,221	4045834,457	210,090	CAMINO
10247	285215,702	4045830,490	211,073	CAMINO
10248	285203,185	4045823,167	214,010	CAMINO
10249	285193,390	4045813,944	215,494	CAMINO
10254	285841,761	4046361,933	200,234	CT
10257	285841,577	4046361,415	198,808	ARROYO
66667	286117,800	4046165,233	206,961	LOSA
555555	285522,625	4046218,954	205,272	
1000000	285571,569	4046235,791	202,403	ODT
1000001	285573,172	4046236,889	202,319	ODT
1000002	285267,282	4045910,775	206,934	CAMINO
1000003	285269,417	4045915,445	206,771	CAMINO
1000004	285270,224	4045918,806	206,737	CAMINO
1000005	285270,778	4045924,237	206,902	CAMINO
1000006	285288,970	4045979,929	203,890	CAMINO
1000007	285285,286	4045974,510	204,354	CAMINO
1000008	285281,494	4045968,805	205,014	CAMINO
1000009	285280,160	4045966,811	205,306	CAMINO
1000010	285269,037	4045938,901	206,368	CAMINO
1000011	285271,549	4045938,114	206,348	CAMINO
1000012	285276,304	4045960,221	205,703	CAMINO
1000013	285278,491	4045959,083	205,681	CAMINO
1000014	285299,705	4046025,748	205,984	R

Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
1000016	285305,393	4046047,050	208,196	R
1000017	285311,080	4046054,861	207,712	R
1000018	285317,123	4046065,157	207,532	R
1000019	285322,100	4046071,193	206,712	R
1000020	285271,335	4045896,692	205,779	R
1000021	285277,890	4045902,264	205,147	R
1000022	285280,819	4045908,950	205,144	R
1000023	285279,145	4045916,193	205,422	R
1000024	285196,743	4045833,455	217,547	R
1000025	285207,471	4045840,822	215,300	R
1000026	285218,647	4045845,063	212,709	R
1000027	285431,429	4046164,679	205,039	R
1000028	285435,436	4046175,541	206,878	R
1000029	285444,595	4046193,265	211,560	R
1000030	285457,188	4046214,419	212,089	R
1000031	285468,064	4046225,282	212,787	R
1000032	285482,948	4046230,999	212,867	R
1000033	285475,506	4046213,275	206,677	R
1000034	285459,478	4046193,265	207,329	R
1000035	285463,485	4046149,814	199,349	R
1000036	285476,078	4046165,250	199,644	R
1000037	285489,817	4046185,261	198,748	R
1000038	285601,910	4046265,906	205,413	R
1000039	285618,539	4046285,031	206,625	R
1000040	285638,712	4046298,240	205,567	R
1000041	285637,815	4046307,195	207,899	R
1000042	285628,177	4046297,120	207,590	R
1000043	285673,490	4046333,919	208,269	R
1000044	285686,491	4046335,934	208,413	R
1000045	285695,457	4046344,441	207,953	R
1000046	285700,388	4046356,978	210,731	R
1000047	285712,268	4046361,455	208,071	R
1000048	285725,941	4046364,141	205,979	R
1000049	285785,434	4046391,154	203,439	R
1000050	285800,003	4046395,856	204,931	R
1000051	285811,435	4046399,214	206,432	R
1000052	285819,056	4046401,229	207,005	R
1000053	285831,832	4046397,871	205,495	R
1000054	285841,470	4046397,871	204,890	R
1000055	285816,590	4046373,245	200,845	R
1000056	285832,280	4046380,185	201,470	R
1000057	285849,764	4046375,484	201,221	R
1000058	285852,453	4046370,558	201,000	R
1000059	285859,850	4046364,290	200,803	R
1000060	285867,328	4046352,810	200,915	R
1000061	285883,018	4046364,004	201,955	R
1000062	285885,708	4046372,287	202,163	R
1000063	285887,277	4046352,138	201,785	R
1000064	285893,105	4046346,989	202,012	R
1000065	285939,952	4046344,975	204,023	R
1000066	285956,314	4046347,661	204,971	R
1000067	285968,194	4046347,885	205,804	R
1000068	285286,033	4045928,791	204,344	R

Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Código
1000070	285283,189	4045951,869	204,508	R
1000071	285293,498	4045958,259	203,571	R
1000072	285289,232	4045946,543	203,688	R
1000073	285269,681	4045952,579	207,633	R
1000074	285264,704	4045940,152	208,612	R
1000075	285257,595	4045928,081	210,425	R
1000076	285251,154	4045907,433	210,770	R
1000077	285248,368	4045899,501	210,344	R
1000078	285258,807	4045882,626	206,806	R
1000079	286124,701	4046121,720	201,407	ARROYO
1000080	286130,484	4046119,320	201,480	ARROYO
1000081	286150,669	4046126,848	202,650	ARROYO
1000084	285318,699	4045867,777	199,798	CT
1000085	285344,896	4045983,621	198,910	CT
1000086	285348,168	4045995,313	196,431	CT

APÉNDICE Nº2. PLANOS LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

(Se aportan los ficheros .DWG en formato digital)

ANEJO 3. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS 3
2. GEOLOGÍA 3
2.1. DOCUMENTACIÓN ANALIZADA 3
2.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA DE LA ZONA 4
2.3. GEOMORFOLOGÍA, HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA 5
2.4. ENCUADRE GEOLÓGICO Y UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS AFECTADAS POR LAS OBRAS 7
2.5. RIESGOS GEOLÓGICOS 10
2.5.1 Deslizamientos 10
2.5.2 Sismicidad 10
3. GEOTECNIA 12
3.1. CAMPAÑA RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO 12
3.2. ESPESOR TIERRA VEGETAL Y RELLENOS ANTROPICOS 13
3.3. UNIDADES GEOTÉCNICAS 14
3.3.1 UG-1. Arenas y gravas arcillosas 14
3.3.2 UG-2. Margas y arcillas de consistencia firme-muy firme 17
3.3.3 UG-3. Areniscas 20
3.4. RESUMEN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS 21
3.5. NIVEL FREÁTICO 22
3.6. RIESGOS ESPECÍFICOS 22
3.6.1 Expansividad 22
3.7. DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE LA ACTUACIÓN 25
3.7.1 Colector 26
3.7.2 EDAR 26
3.7.3 EBAR 27
3.8. DESMONTES Y EXCAVACIONES 28
3.8.1 Metodología empleada en el cálculo 29
3.8.2 Taludes provisionales 30
3.8.2.1 Zanjas de colectores 30
3.8.2.2 Recintos para la EDAR 31
3.8.3 Talud excavación EBAR 33
3.8.4 Taludes definitivos. Parcela de la EDAR 34
3.9. RELLENOS 36
3.9.1 Descripción de rellenos 36
3.9.2 Materiales previstos 37
3.9.3 Relleno explanación EDAR 38
3.10. ESTUDIO DE CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS 40
3.10.1 Metodología de cálculo. cimentaciones superficiales 40

3.10.1.1 Carga de hundimiento 40
3.10.1.2 Asientos 42
3.10.2 EDAR 43
3.10.2.1 Descripción 43
3.10.2.2 Seguridad frente al hundimiento 43
3.10.2.3 Asientos 43
3.10.2.4 Carga admisible propuesta 44
3.10.2.5 Otras recomendaciones 45
3.10.3 EBAR 45
3.10.3.1 Descripción 45
3.10.3.2 Reconocimientos realizados 45
3.10.3.3 Cálculo de la cimentación 45
APÉNDICE Nº 1. MAPA GEOLÓGICO MAGNA 1:25.000 47
APÉNDICE Nº 2. MAPA GEOTÉCNICO 49
APÉNDICE Nº 3. PLANTA DE SITUACIÓN DE CAMPAÑA GEOTÉCNICA 51
APÉNDICE Nº 4. PERFILES DE CALICATAS 53
APÉNDICE Nº 5. CORTES ESTRATIGRÁFICOS DE SONDEOS 55
APÉNDICE Nº 6. PERFIL SÍSMICO 57
APÉNDICE Nº 7. REPORTAJE FOTOGRÁFICO 59
APÉNDICE Nº 8. ENSAYOS DE LABORATORIO 71
APÉNDICE Nº 9. CÁLCULOS DE ASIENTOS CIMENTACIONES EDAR 73

1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras objeto de este proyecto consisten en la recogida de las aguas residuales del núcleo urbano de El Colmenar. Estas obras incluyen la ejecución de un colector en impulsión, una estación de bombeo próxima al punto de vertido actual, y una EDAR aguas abajo del núcleo urbano.

2. GEOLOGÍA

Para la realización del presente estudio, inicialmente se ha hecho un análisis de la información disponible. Una vez analizada la documentación existente de la zona, un geólogo especialista en geotecnia de IDOM, realizó un reconocimiento geológico de la zona, de cara a establecer los posibles condicionantes geológico-geotécnicos, más relevantes para el proyecto tales como:

- Unidades Litoestratigráficas.
- Zonas potencialmente encharcables.
- Zonas de riesgos geológicos.

Con todo ello se planteó una campaña geotécnica que fue enviada a ACUAES para su aprobación. La campaña de campo fue realizada por la empresa GEOXAUEN, y supervisada en campo por un geólogo especialista de IDOM. Los ensayos de laboratorio realizados por la misma empresa fueron definidos por IDOM.

2.1. DOCUMENTACIÓN ANALIZADA

A continuación, se relaciona la documentación más significativa que ha sido consultada para redacción de este documento:

- Mapa geológico de España (IGME) a escala 1:50.000, hoja nº 1064, Cortes de la Frontera.
- Mapa hidrogeológico de España a escala 1:200.000, hoja nº 83 Granada – Málaga
- Mapa de rocas industriales a escala 1:200.000, hoja nº 83, Granada- Málaga.
- IGME-Junta de Andalucía. Atlas hidrogeológico de Andalucía (1998).
- Geomorfología de España. (1994, coord. Mateo Gutiérrez Elorza). Editorial Rueda, Madrid.
- Geología de España (2004). J.A. Vera. IGME.

- Nahfer, E.B.; Proctor, R.J.; Moser, P.H. (1997) “Guía Ciudadana de los Riesgos Geológicos”. Adaptado al español por Barrera, J.L.; Capote, R.; Durán, J.J.; Ferrer, M.; González de Vallejo, L.I.; Hernández, M.; Quiralte, F.; Regueiro, M. y Suárez, L. Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de España, Madrid, 196 pg.
- Guía Ciudadana de los Riesgos Geológicos (varios autores). Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de España.

2.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA DE LA ZONA

El municipio de el Colmenar se encuentra situado en la zona más occidental de las Cordilleras Béticas, dentro de las unidades Subbéticas. A continuación, se incluye el esquema regional de la zona, señalada con un círculo de traza discontinua roja:

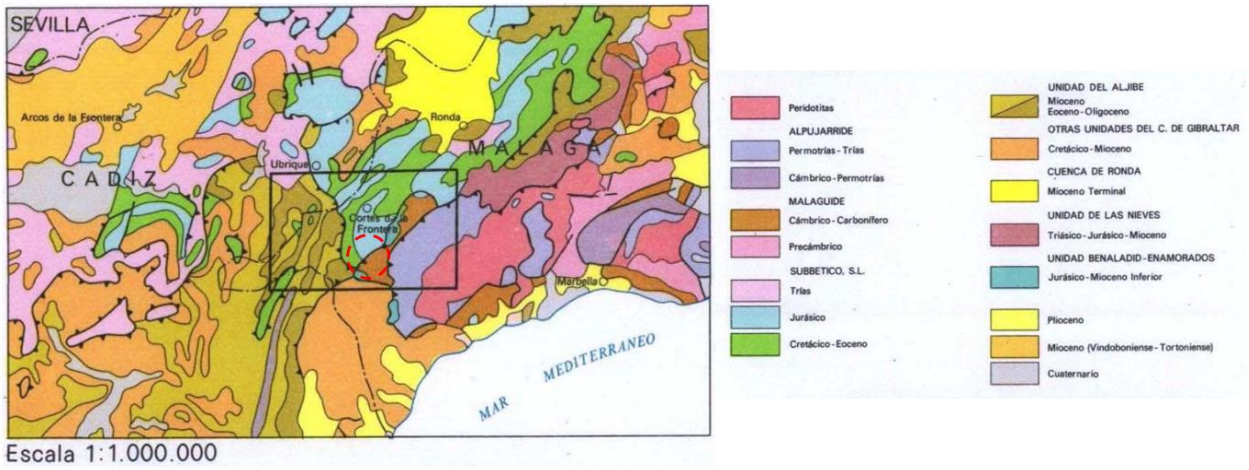


Imagen 1. Esquema Regional. Fuente MAGNA. IGME

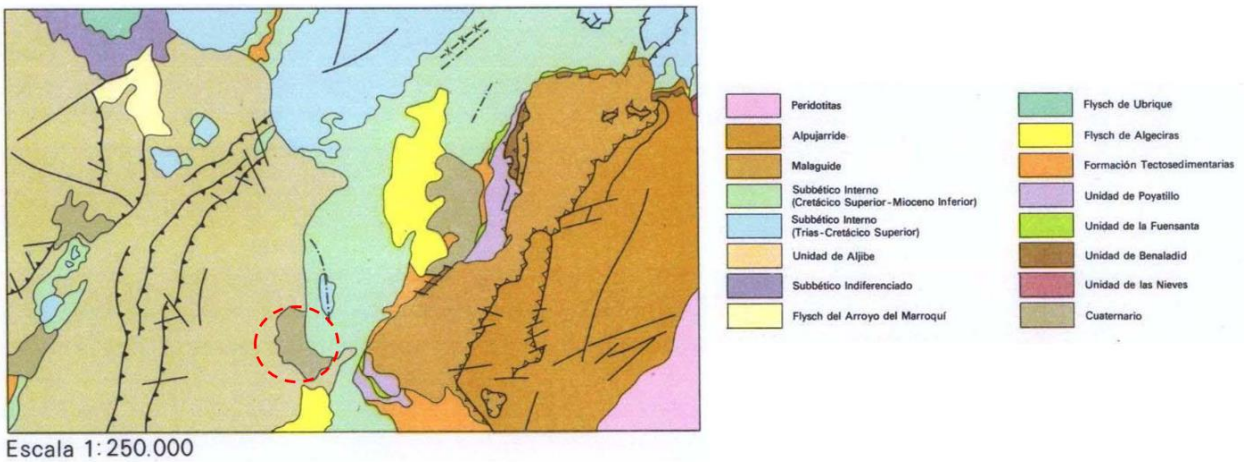


Imagen 2. Esquema Regional. Fuente MAGNA. IGME

En el Apéndice nº1 se incluye el Mapa Geológico MAGNA a escala 1:25.000, siendo esta escala compatible con la 1:50.000 en la que se elaboran los planos geológicos.

2.3. GEOMORFOLOGÍA, HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

El Colmenar, también conocido como Estación de Gaucín se encuentra situado entre la Sierra de los Alcornocales (al Norte) y la Sierra del Hacho (al Sur). Entre ambos y sobre el que se sitúa el municipio se encuentra el Monumento Natural Cañón de las Buitreras donde se puede observar como el Guadiaro discurre entre paredes verticales de más de cientos de metros de altura.



Imagen 3. Relieve de la zona próxima a El Colmenar

El municipio se encuentra entre las cotas 225 y 350, lo que describe una morfología de ladera con pendientes elevadas hacia el norte y algo más suaves hacia el sur.

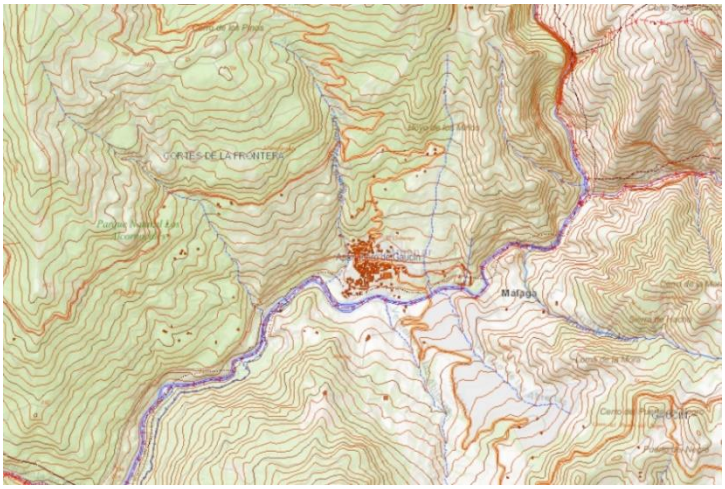


Imagen 4. Topografía de la zona próxima a El Colmenar. Fuente. Visor Cartográfico del IGME.

El Cañón de las Buitreras producido por la incesante acción erosiva del río Guadiaro sobre el sustrato de calizas y margocalizas de la época jurásica, describe un sistema morfogenético de fondo de valle al que se asocian sistemas de vertiente adosados a las elevaciones rocosas que lo rodean.

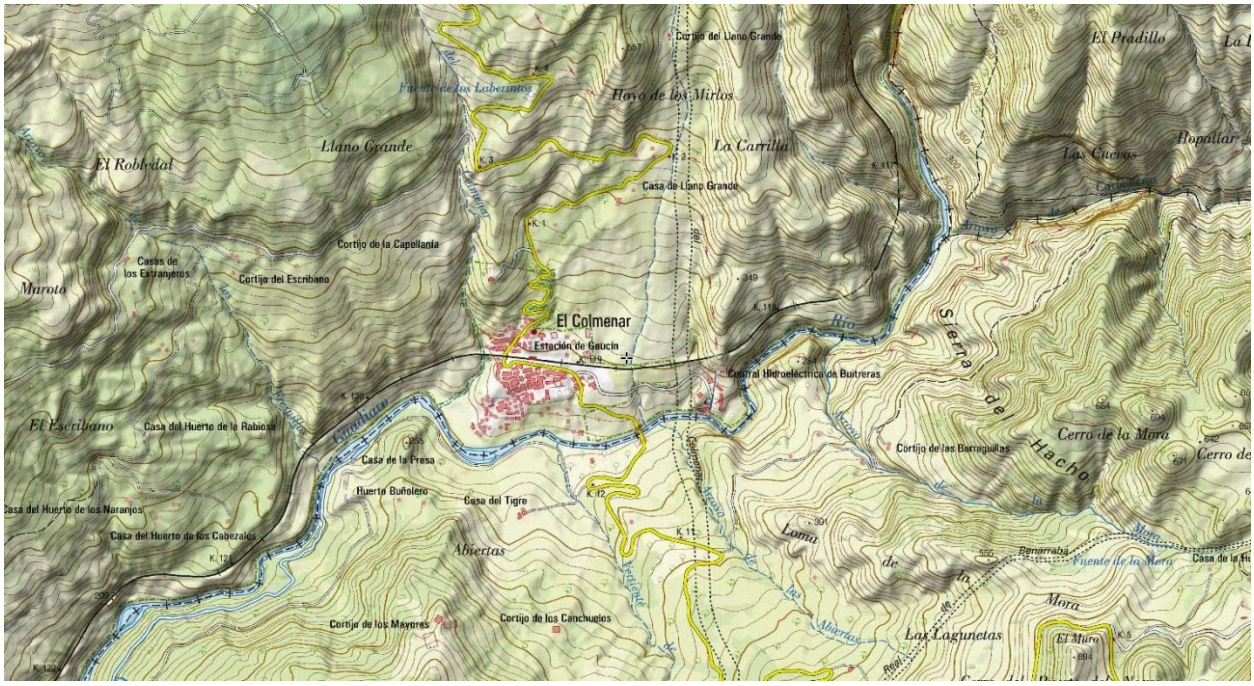


Imagen 5. Red hidrológica en la zona de El Colmenar. Fuente . Visor Sigpac.

El principal cauce fluvial en la zona lo constituye el Río Guadiaro, al que se asocian Arroyos tales como Arroyo de los Fresnillos, Arrollo del Colmenar, Arroyo de las Abiertas y Arroyo de la Mora.

Desde el punto de vista hidrogeológico y en base a la información cartográfica del IGME, El Colmenar se encuentra sobre materiales de baja permeabilidad constituidos por rocas carbonatadas del flysh del Campo de Gibraltar (sombreados de verde y gris claro en la siguiente figura).

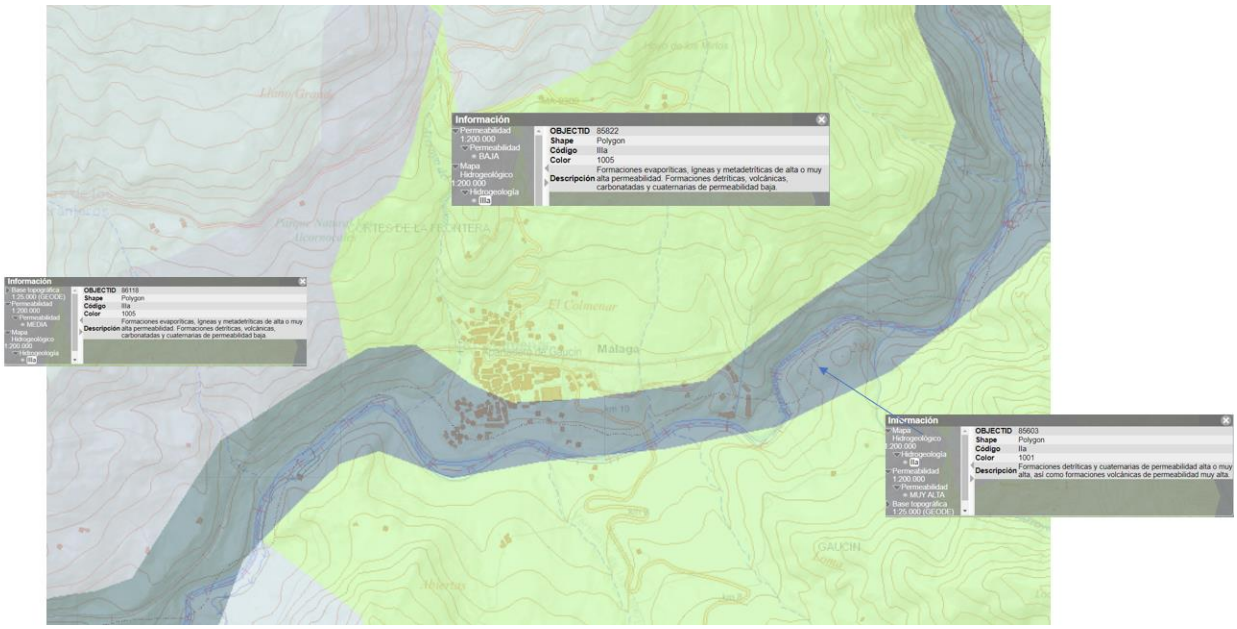


Imagen 6. Hidrogeología de la zona de El Colmenar. Fuente. Visor Cartográfico del IGME.

Los materiales que ocupan el fondo de valle (sombreados en gris oscuro), constituyen materiales de permeabilidad alta por su origen detrítico.

2.4. ENCUADRE GEOLÓGICO Y UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS AFECTADAS POR LAS OBRAS

En base a la cartografía geológica del IGME, hoja 1064. Cortes de la Frontera, desde el punto de vista geológico, la zona de El Colmenar se encuentra dentro del denominado Complejo de Los Flyschs del Campo de Gibraltar. El complejo del Campo de Gibraltar agrupa sedimentos predominantemente de tipo flysh. Estos materiales se depositaron en un antiguo surco marino profundo, durante el Mesozoico y Cenozoico.

Desde el punto de vista litológico, predominan las arcillas, areniscas y calcarenitas, en secuencias rítmicas turbidíticas. La tectónica a la que se han visto sometidos estos depósitos ha sido muy alta y el comportamiento de los sedimentos que lo componen ante ella ha sido muy diferente. Esto se refleja en relaciones estratigráficas algo caóticas, con formaciones sedimentarias de tipo olistostrómico. Este tipo de formación se caracteriza por su heterogeneidad y en ella podemos encontrar grandes enclaves de roca, procedentes de sustratos alóctonos, que pueden alcanzar decenas de metros de espesor y que se conocen como olistolitos.

En la siguiente imagen se incluye un extracto de la cartografía geológica digital del IGME de la zona:

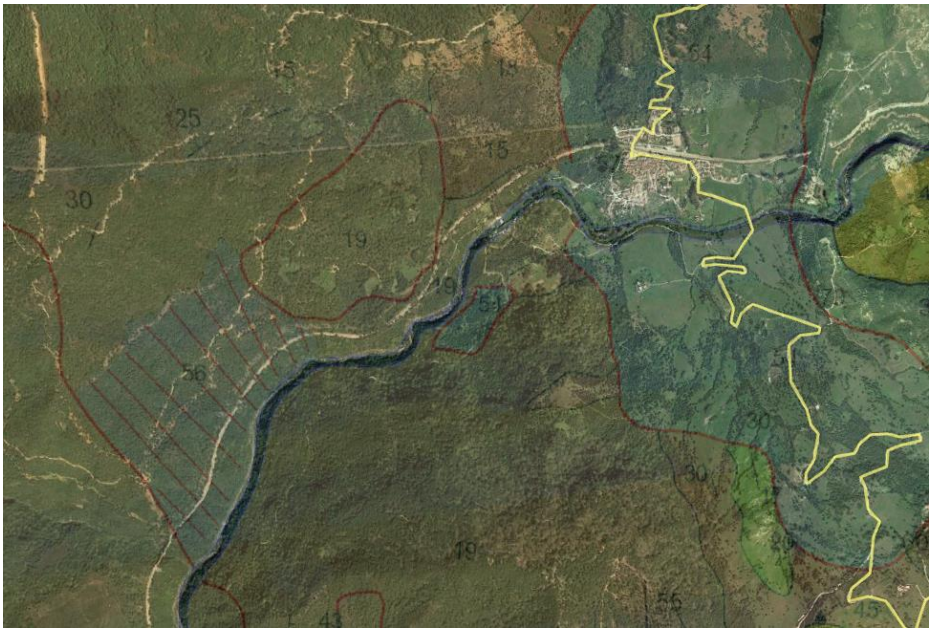


Imagen 7. Extracto cartografía digital del IGME. Zona El Colmenar.

A continuación de describen, de muro a techo, las unidades litoestratigráficas afectadas por las obras:

Flysch ultrabéticos – FU

18. Calcarenitas y margas. Flysh de Beneiza

Esta formación está constituida por calizas detríticas organógenas con intercalaciones de niveles margosos de tamaño centimétrico. El color de las calizas es blanco grisáceo y el de las margas varían según los puntos, entre el blanco, el verde y el rojo.

19. Areniscas del Aljibe (Facies numídicas).

Se trata de una arenisca de color blanco con tintes rojizos debido a las oxidaciones de hierro. Según la clasificación de FOLK es una cuarzoarenita con un contenido en cuarzo del 90%. Presentan fragmentos de roca subangulosos de tamaño inferior a 0,25 mm y en un porcentaje aproximado del 4%.

En los bancos de esta formación pueden encontrarse estructuras tipo graded bedding, laminación paralela, laminación cruzada, laminación con convolutas, bioturbación, pillows y slumps.

Cuaternario.

56. Coluviones.

Se generan sobre todo en el contacto de las unidades rocosas del subbético interno y las formaciones tipo flysch, donde se encuentran recubiertos en ciertos puntos por las rocas que caen de las zonas más elevadas que forman los materiales de las unidades anteriormente citadas.

54. Materiales de deslizamiento de ladera.

Estos fenómenos son frecuentes en las formaciones arcillosas-areniscosas de los flysh y modelan las laderas de tal forma que muchas veces los terrenos observados no están enteramente en su sitio. Laderas enteras, inestables se van deslizando dejando patente una morfología de “bultos” muy típica.



Fotografía 1. Materiales de deslizamiento de ladera.

2.5. RIESGOS GEOLÓGICOS

Considerando como riesgo geológico, todo aquel proceso que de manera natural o inducida pueda generar un daño y en cuya predicción, prevención o corrección han de emplearse criterios geológicos, distinguiremos a continuación los que se identifican en la zona de estudio.

2.5.1 Deslizamientos

Según la base de datos del IGME la zona de El Colmenar se encuentra situada en un área de procesos potenciales de inestabilidad de tipo deslizamientos o movimientos del terreno en formaciones de tipo suelo.

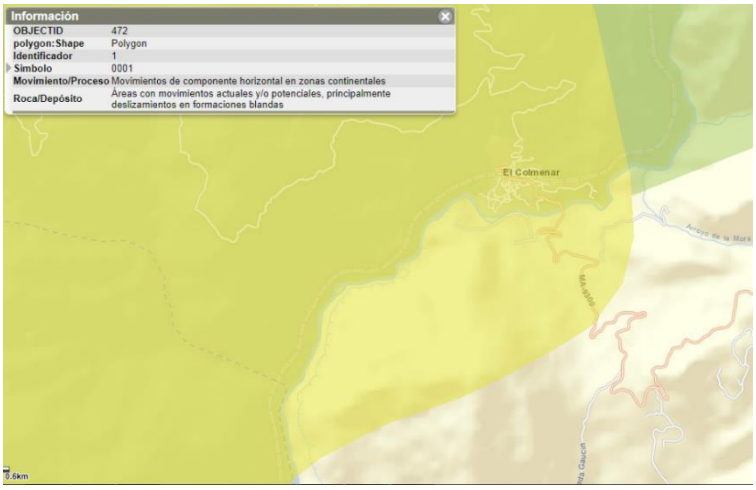


Imagen 8. Delimitación área de inestabilidades de laderas (sombreado amarillo). Fuente. IGME.

Como puede observarse en el extracto del mapa geológico digital del IGME, de la zona, incluido en el apartado 2.2, existen zonas de deslizamientos cartografiadas, y que afectarían a niveles de alteración del sustrato de areniscas y a depósitos de ladera del tipo coluvial.

La ladera de la parcela en la que se ubicará la EDAR se encuentra sobre depósitos coluvioaluviales, que a priori no presentan síntomas de inestabilidad. Sin embargo y de cara al análisis de la estabilidad de los taludes de excavación, se tendrá en cuenta la masa global de la ladera.

2.5.2 Sismicidad

Para la consideración de la peligrosidad sísmica en la zona de estudio, nos basaremos en la Norma de Construcción Sismorresistente, NCSE-02, aprobada en el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre.

Esta Norma tiene como objeto proporcionar los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en la realización de los diferentes proyectos e incluye un mapa de peligrosidad sísmica, que suministra la aceleración sísmica básica a_b para cada punto del país.

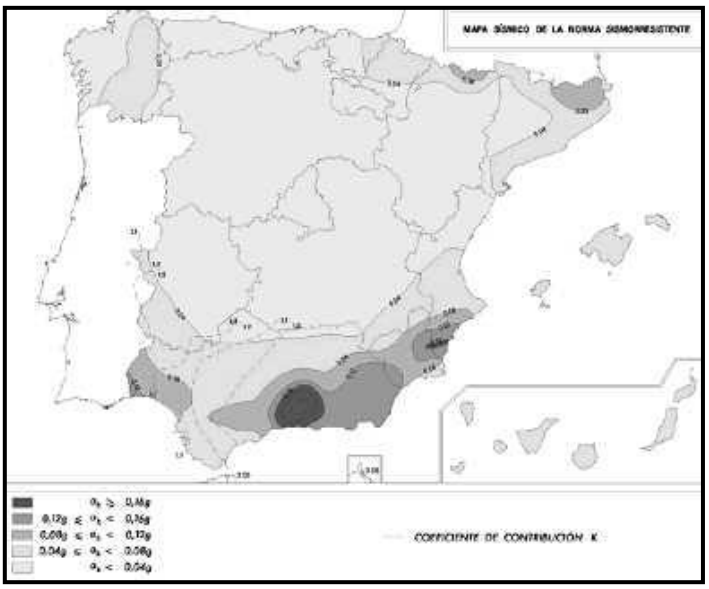


Figura 1 . Mapa nacional de peligrosidad sísmica. Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02)

El cálculo de las acciones sísmicas según dicha Norma, se realizará en base a los siguientes parámetros:

- Clasificación de la construcción: Construcción de importancia normal (aquellas cuya destrucción por el terremoto puede ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos)
- Aceleración Sísmica Básica (a_b): 0,14g (siendo g la aceleración de la gravedad)
- Coeficiente de Contribución (K): 1,00
- Coeficiente adimensional riesgo (ρ): 1,00 (Construcción importancia normal)
- Coeficiente de tipo de terreno (C): 1,60.
- Coeficiente de amplificación del terreno (S): Para ($0.1g \leq \rho \cdot a_b \leq 0.4g$), por lo que S = 1,24
- Aceleración sísmica de cálculo (a_c): S x ρ x a_b = 1,24 x 1,0 x 0,14 = 0,17g

Es obligatoria la aplicación de dicha norma por ser la aceleración sísmica de cálculo, a_c superior a 0,06g, siendo g la aceleración de la gravedad.

3. GEOTECNIA

3.1. CAMPAÑA RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO

Una vez realizado el reconocimiento geológico de la zona, se planteó una campaña de campo, cuya propuesta fue remitida a la administración para su aprobación. En dicha propuesta se describieron los reconocimientos propuestos, así como su justificación o finalidad, cumpliendo en todos los casos con las especificaciones establecidas en el PPT para cada una de las actuaciones a diseñar.

La propuesta de campaña fue la siguiente:

JUSTIFICACIÓN	TIPO RECONOCIMIENTO	LONGITUD// PROFUNDIDAD PREVISTA (m)	FINALIDAD
EDAR COLMENAR	1 SONDEO 1 PERFIL SISMICO	15 m 60 m	Determinación litología, capacidad portante para las cimentaciones, resistencia al corte, posición nivel freático, excavabilidad.
	2 CALICATAS	4 m	Determinación litología, posición de la roca, excavabilidad, nivel freático, estabilidad frente a la excavación, reutilización de los materiales tipo suelo.
EBAR	1 SONDEO	10 m	Determinación litología, capacidad portante para las cimentaciones, resistencia al corte, posición nivel freático.
COLECTORES	3 CALICATAS	4 m	Determinación litología, excavabilidad, nivel freático, estabilidad frente a la excavación, reutilización de los materiales de las zanjas.

Tabla 1. Investigación propuesta para la definición de la EDAR.

La campaña geotécnica fue realizada por GEOXAUEN durante el mes de Enero de 2020, y supervisada en campo por un geólogo especialista de IDOM.

Sobre las muestras obtenidas en los sondeos y en las calicatas se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

- 10 Ensayos de Granulometría por tamizado.
- 10 Límites de Atterberg.
- 4 Ensayos de humedad natural.
- 4 Ensayos de resistencia a compresión simple.

- 3 Ensayos de Próctor Modificado
- 3 Ensayo CBR
- 3 ensayos Bauman- Gully.
- 3 ensayos de contenido en sulfatos
- 5 ensayos de contenido en yeso

A continuación se incluye una tabla resumen con los resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras extraídas

	MUESTRA		GRANULOMETRIA			LIMITES ATTERBERG			γ_{seca}	ω	PROCTOR			C.B.R		γ_{ap}	Res. Compresión simple (kPa)	Presión de hinchamiento (kPa)	Yeso (%)	SO_4 (mg/kg)	ác. Baumann-Gully (ml/kg)	CLASIFICACIÓN		
Ensayo	Muestra	Prof. (m)	# 2 UNE	# 0,40 UNE	# 0,08 UNE	L.L	L.P	I.P.	g/cm^3	g/cm^3	TIPO	γmáx (g/cm^3)	wopt (%)	100%	95%	g/cm^3						AASHTO	Casa-grande	PG-3 (FOM 1382/02)
COLMENAR	C1 M15	0,20-1,50	71,0	49,0	22,0	20,60	12,20	8,40											0,0				SC	Seleccionado
	C2 M16	0,30-2,30	51,0	40,0	23,0	24,90	14,30	10,60											0,0				GC	Adecuado
	C3 M17	0,40-1,00	36,0	29,0	13,0	21,10	15,20	5,80											0,0				GC-GM	Seleccionado
	C4 M18	1,00-3,00	67,0	59,0	38,0	26,20	12,60	13,60			M	2,17	7,50	12,40	5,50								GC	Tolerable
	C5 M19	0,20-1,00	84,0	75,0	44,0	22,60	12,40	10,20			M	2,01	10,90	9,10	4,00				0,0				SC	Tolerable
	C5 M20	1,00-2,20	82,0	77,0	60,0	39,30	17,10	22,20			M	1,96	12,70	4,90	2,50				0,0				CL	Tolerable
	SR-1 (M-51)	3,00-3,50	84,1	77,6	70,6	32,80	21,90	10,90	1,61	21,72						1,96	157			-	-	A-6 (6)	CL	
	SR-1 (M-52)	6,50-6,70	98,4	91,9	84,4	38,60	22,30	16,30	1,63	21,97						1,99	199					A-6 (14)	CL	
	SR-2 (M-53)	3,00-3,60	100,0	99,8	98,8	52,00	23,10	28,90	1,62	21,89						1,97	148	88,11		125,6	-	A-7-6 (32)	CH	
	SR-2 (M-54)	7,30-7,70	100,0	99,7	97,7	55,20	23,70	31,50	1,63	22,90						2,00	372			89,8	-	A-7-6 (35)	CH	

Tabla 2. Tabla resumen ensayos de laboratorio

El resultado de la campaña se incluye en los apéndices de este documento.

3.2. ESPESOR TIERRA VEGETAL Y RELLENOS ANTROPICOS

En la siguiente tabla se incluye el espesor de tierra vegetal y/o rellenos detectado:

Reconocimiento	Espesor de tierra vegetal (m)	Espesor de relleno antrópico (m)
C-1		0,20
C-2	0,30	
C-3	0,20	
C-4	0,40	
C-5	0,20	
S-1		0,50
S-2		0,90

Tabla 3. Espesor de tierra vegetal y relleno antrópico

Tanto la cata C-1, la más próxima al núcleo urbano de El Colmenar, como los dos sondeos, han detectado un espesor de relleno antrópico de entre 0.20 y 0.90 m. En el resto de calicatas, el espesor de tierra vegetal detectado oscila entre 0.20 y 0.40 m.

Debe tenerse en cuenta que el trazado del colector discurrirá en su mayor parte bajo un camino existente, por lo que deberá tenerse en cuenta la existencia de un espesor de relleno que se estima en 0.50 m.

Por tanto, se recomienda la siguiente tramificación:

- Trazado de los colectores: 0.50 m de relleno
- Parcela de la EBAR: 0.50 m de relleno antrópico
- Parcela de la EDAR: 0.40 m de relleno antrópico

3.3. UNIDADES GEOTÉCNICAS

Las obras discurren por tres tipos de materiales:

- Arenas y gravas arcillosas (Cuaternario)
- Margas y arcillas de alta plasticidad (Mioceno)
- Areniscas (Mioceno)

A continuación, se distinguen los niveles geotécnicos que pueden establecerse a partir de los reconocimientos existentes:

3.3.1 UG-1. Arenas y gravas arcillosas

Este nivel está compuesto por niveles de arenas y gravas, de naturaleza coluvial, con matriz arcillosa. Se observan también bloques areniscosos.

Este nivel ha sido detectados en todos los reconocimientos realizados, presentando un espesor entre 0.80 y 2.50 m. Este nivel ha sido detectado en los siguientes reconocimientos a las profundidades indicadas a continuación:

Rec.	Profundidad (m)	Espesor (m)	Descripción
C-1	0,20-fin	>1,30	Arena arcillosa con bloques areniscosos
C-2	0,30-2,30	2,00	Grava arcillosa con arena y bloques areniscosos
C-3	0,20-2,30	2,10	Grava arcillo-limosa con arena y bloques areniscosos
C-4	0,40-2,00	1,60	Grava arcillosa con arena y bloques areniscosos
C-5	0,20-1,00	0,80	Arena arcillosa con grava
S-1	0,50-3,00	2,50	Gravas en matriz arenosa color beige
S-2	0,90-2,10	1,20	Arcilla y arena limosa ocre

Tabla 4. UG-1. Reconocimientos

En las siguientes imágenes se observa el aspecto superficial de esta unidad. La excavación de las calicatas es dificultosa, si bien las paredes se mantienen estables sin problemas.





Fotografía 2.y 3. Aspecto de los materiales de la UG-, acopio de la C-1 y perfil de la C-2

Sobre las muestras extraídas en los distintos reconocimientos se realizaron ensayos de laboratorio, que se resumen a continuación:

MUESTRA		GRANULOMETRIA			LIMITES ATTERBERG			PROCTOR			C.B.R		Yeso (%)	CLASIFICACIÓN	
Muestra	Prof. (m)	# 2 UNE	# 0,40 UNE	# 0,08 UNE	L.L	L.P	I.P.	TIPO	γmáx (g/cm^3)	wopt (%)	100%	95%		Casa-grande	PG-3 (FOM 1382/02)
C1 M15	0,20-1,50	71,0	49,0	22,0	20,60	12,20	8,40						0,0	SC	Seleccionado
C2 M16	0,30-2,30	51,0	40,0	23,0	24,90	14,30	10,60						0,0	GC	Adecuado
C3 M17	0,40-1,00	36,0	29,0	13,0	21,10	15,20	5,80						0,0	GC-GM	Seleccionado
C4 M18	1,00-3,00	67,0	59,0	38,0	26,20	12,60	13,60	M	2,17	7,50	12,40	5,50		GC	Tolerable
C5 M19	0,20-1,00	84,0	75,0	44,0	22,60	12,40	10,20	M	2,01	10,90	9,10	4,00	0,0	SC	Tolerable
Numero		5	5	5	5	5	5		2	2	2	2			
Media		**61,80**	**50,40**	**28,00**	**23,08**	**13,34**	**9,72**		**2,09**	**9,20**	**10,75**	**4,75**			
Máximo		84,00	75,00	44,00	26,20	15,20	13,60		2,17	10,90	12,40	5,50			
Mínimo		36,00	29,00	13,00	20,60	12,20	5,80		2,01	7,50	9,10	4,00			

Tabla 5. UG-1. Ensayos

De acuerdo a estos ensayos de laboratorio las muestras se clasifican tanto como arenas, como gravas arcillosas según Casagrande. Atendiendo a criterios granulométricos y de plasticidad,

según el PG-3, las muestras extraídas pueden ser clasificadas tanto como suelos seleccionados como suelos tolerables, si bien no se dispone de todos los ensayos químicos para verificar dicha clasificación.

El porcentaje de finos oscila entre 13 y 44%, con un valor medio de 28%, lo que indica un suelo de naturaleza granular, principalmente. Al respecto de la plasticidad, los resultados son relativamente homogéneos, con un límite líquido del orden del 23% y un índice de plasticidad del 10 %. En general, puede decirse que la plasticidad de este nivel es moderada.

Los dos ensayos Próctor realizados indican una densidad máxima superior a 2 t/m3, y una humedad óptima del orden del 9%. Los ensayos CBR indican un valor de entre 4 y 5.5 para el 95 % de la compactación y de entre 9 y 12 para el 100%. Teniendo en cuenta su clasificación PG-3 y su CBR superior a 3 en todos los casos, este material es aprovechable para núcleo de terraplén, si bien se recomienda efectuar ensayos de sales solubles y contenido en materia orgánica.

El contenido en yesos de esta unidad es nulo.

No se dispone de ensayos específicos para caracterizar la resistencia de esta unidad, pero, dada la resistencia ofrecida a la excavación, se considerará una consistencia densa.

A partir de todos estos resultados, se consideran los siguientes parámetros geotécnicos para esta unidad:

<u>Arenas y gravas arcillosas</u>

Ángulo de rozamiento:	ϕ= 34-36
Cohesión efectiva:	c' = 10 kPa
Densidad aparente:	$\gamma_{aparente}$ = 18 kN/m^3
Módulo de deformación:	E = 80-100 MPa

Sus características geotécnicas pueden resumirse en:

Litología: Arenas y gravas con matriz arcillosa
Excavabilidad: Excavable por medios mecánicos
Utilización del material excavado: Aprovechable para relleno de núcleo de terraplén
Clasificación: suelo tolerable/adecuado/seleccionado

3.3.2 UG-2. Margas y arcillas de consistencia firme-muy firme

Este nivel está compuesto por margas y arcillas de alta plasticidad del Mioceno. Esta unidad se observa intercalada con las areniscas de la UG-3. Se observan en los sondeos realizados, bajo el nivel de arenas y gravas de la UG-1 descritas anteriormente, a partir de entre 2 y 3 m de profundidad, tanto en la EBAR como en la EDAR.

Se presentan como margas o arcillas de plasticidad media-alta y color beige oscuro. Se observan también intercalaciones y bloques areniscosos.

Rec.	Profundidad (m)	Espesor (m)	Descripción
C-5	1,00-2,20	1,20	Marga arcillosa de color beige y bloques areniscosos
S-1	3,00-fin	>9,00	Arcilla de baja plasticidad con arenas e intercalaciones de areniscas
S-2	2,10-4,60 6,90-fin	2,50 >1,10	Marga arcillosa de alta plasticidad

Tabla 6. UG-2. Reconocimientos

En las siguientes imágenes se observa el aspecto de esta unidad. Se observa, además, las intercalaciones con niveles de areniscas detectadas en los sondeos. La excavación de la calicata realizada en esta unidad C-5 se realiza sin dificultad y se mantiene vertical sin problemas:



Fotografía 4.y 5. Aspecto de los materiales de la UG-2

Sobre las muestras extraídas en los distintos reconocimientos se realizaron ensayos de laboratorio, que se resumen a continuación:

MUESTRA		GRANULOMETRIA			LIMITES ATTERBERG			γ_{seca}	ω	PROCTOR			C.B.R		γ_{ap}	Res. Compresión simple (kPa)	Presión de hinchamiento (kPa)	Yeso (%)	SO_4 (mg/kg)	ac. Baumann-Gully (ml/kg)	CLASIFICACIÓN		
Muestra	Prof. (m)	# 2 UNE	# 0,40 UNE	# 0,08 UNE	L.L	L.P	I.P.	g/cm^3	g/cm^3	TIPO	γmáx (g/cm^3)	wopt (%)	100%	95%	g/cm^3						AASHTO	Casa-grande	PG-3 (FOM 1382/02)
C5 M20	1,00-2,20	82,0	77,0	60,0	39,30	17,10	22,20			M	1,96	12,70	4,90	2,50				0,0				CL	Tolerable
SR-1 (M-51)	3,00-3,50	84,1	77,6	70,6	32,80	21,90	10,90	1,61	21,72						1,96	157			-	-	A-6 (6)	CL	
SR-1 (M-52)	6,50-6,70	98,4	91,9	84,4	38,60	22,30	16,30	1,63	21,97						1,99	199					A-6 (14)	CL	
SR-2 (M-53)	3,00-6,60	100,0	99,8	98,8	52,00	23,10	28,90	1,62	21,89						1,97	148	88,11		125,6	-	A-7-6 (32)	CH	
SR-2 (M-54)	7,30-7,70	100,0	99,7	97,7	55,20	23,70	31,50	1,63	22,90						2,00	372			89,8	-	A-7-6 (35)	CH	

Numero	5	5	5	5	5	5	4	4		1	1	1	1	4	4	1	1	2				
Media	**92,90**	**89,20**	**82,30**	**43,58**	**21,62**	**21,96**	**1,62**	**22,12**		**1,96**	**12,70**	**4,90**	**2,50**	**1,98**	**219**	**88,11**		**71,8**				
Máximo	#####	99,80	98,80	55,20	23,70	31,50	1,63	22,90		1,96	12,70	4,90	2,50	2,00	372	88,11		125,6				
Mínimo	82,00	77,00	60,00	32,80	17,10	10,90	1,61	21,72		1,96	12,70	4,90	2,50	1,96	148	88,11		0,0				

Tabla 7. UG-2. Ensayos

De acuerdo a estos ensayos de laboratorio las muestras se clasifican como arcillas de baja y alta plasticidad (CL y CH) según Casagrande. Atendiendo a criterios granulométricos y de plasticidad, según el PG-3, las muestras extraídas pueden ser clasificadas como suelos tolerables.

El porcentaje de finos oscila entre 60 y 99 %, con un valor medio de 82%, lo que indica un suelo de naturaleza cohesiva. Los ensayos de plasticidad indican un valor medio del límite líquido de 44% y de 22 % para el índice de plasticidad. Estos valores indican una plasticidad alta, si bien es cierto que las muestras con mayor plasticidad se observan en el sondeo 2, a profundidades superiores a 3 m

El ensayo Proctor realizado indica una densidad máxima de 1.96 t/m3 y una humedad del 13%, y el ensayo CBR indica un valor de 2.5 para el 95 % de la energía de compactación. Debido a este valor de CBR, no se recomienda la reutilización de los materiales procedentes de esta unidad para el relleno de núcleo de terraplén. Se deberán hacer ensayos complementarios durante la ejecución de las obras para verificar su posible aprovechamiento.

Se dispone un ensayo específico de presión de hinchamiento para la valoración del potencial expansivo de esta unidad. Se obtiene un valor de 0.88 kg/cm2, lo que supone un potencial expansivo medio. En el apartado 3.6.1 Expansividad se realiza un estudio mas detallado de este aspecto.

Los ensayos químicos indican un contenido en yeso nulo y en sulfatos comprendido entre 0 y 125 mg/kg lo que no representa ningún ataque hacia el hormigón.

Para caracterizar la resistencia de esta unidad se dispone de los golpeos de los ensayos SPT y los ensayos de resistencia a la compresión simple. Estos últimos indican una tendencia creciente con la profundidad, pasando de 150 kPa a 3 m de profundidad a 200-370 kPa a profundidades del orden de los 6 m. Esto representa una consistencia firme a muy firme. Los ensayos SPT dan

valores de rechazo, en general, excepto en el sondeo 2 en el que, para 3.60 m de profundidad se obtienen 18 golpes. Los resultados, coherentes entre sí, indican entonces una consistencia firme a 3 m que pasa a muy firme en profundidad.

Para valorar la excavabilidad de esta unidad, además de la valoración cualitativa en la calicata C-5, se dispone de un perfil sísmico realizado en la parcela de la EDAR. Este perfil, para profundidades entre 2 y 5 m indica velocidades sísmicas comprendidas entre 800 y 1400 m/s, lo que se corresponde con un material ripable fácil-moderado, mediante tractor ligero a medio.

A partir de todos estos resultados, se consideran los siguientes parámetros geotécnicos para esta unidad

Margas y arcillas de consistencia firme (N_{SPT}=18; qu=150 kPa)

Ángulo de rozamiento:	ϕ= 20-22º
Cohesión efectiva:	c' = 20-25 kPa
Cohesión sin drenaje:	C_u = 75 kPa
Densidad aparente:	$\gamma_{aparente}$ = 20 kN/m^3
Módulo de deformación:	E = 15-20 MPa

Margas y arcillas de consistencia muy firme (NSPT=R; qu=200-300 kPa)

Ángulo de rozamiento:	ϕ= 20-22º
Cohesión efectiva:	c' = 25-30 kPa
Cohesión sin drenaje:	C_u = 100-150 kPa
Densidad aparente:	$\gamma_{aparente}$ = 20 kN/m^3
Módulo de deformación:	E = 20-30 MPa

Sus características geotécnicas pueden resumirse en:

Litología: Arcillas y margas de consistencia firme-muy firme
Excavabilidad: Excavable/ripable con tractor ligero a medio
Utilización del material excavado: No aprovechable para relleno de núcleo de terraplén
Clasificación: suelo tolerable

3.3.3 UG-3. Areniscas

Este nivel está compuesto por areniscas, que se observan habitualmente como nivel resistente en el fondo de las calicatas o intercalado con las margas y arcillas de la UG-2.

Se observan en los reconocimientos indicados a continuación:

Rec.	Profundidad (m)	Espesor (m)	Descripción
C-2	2,30-fin	>0,05	Arenisca
C-3	2,30-fin	>0,05	Arenisca
C-4	2,00-fin	>0,05	Arenisca
C-5	2,20-2,25	>0,05	Arenisca
S-2	4,60-6,90	2,30	Arenisca

Tabla 8. UG-3. Reconocimientos

En las siguientes imágenes se observa el aspecto de esta unidad en la perforación realizada en la parcela de la EBAR así como en el fondo de una de las calicatas:



Fotografía 6 y 7. Aspecto de los materiales de la UG-3 en el sondeo SR-1 realizado en la parcela de la EBAR y en el fondo de la calicata C-3

Se observa que, tal y como se indica en la descripción, en la perforación se observan las areniscas fracturadas y relativamente inalteradas.

Dado el reducido espesor observado de este nivel en los sondeos, y a que no ha podido ser atravesado por la retro en las calicatas, no se han podido tomar muestras para su posterior ensayo.

Para valorar su excavabilidad, se dispone de las observaciones realizadas en las calicatas así como un perfil sísmico realizado en la parcela de la EDAR. La excavación en las calicatas no consigue penetrar en esta unidad mas de unos centímetros, debido a su resistencia. En los sondeos, estos niveles tienen un espesor inferior a 1 m en todos los casos. El perfil sísmico, a partir de 5 m de profundidad indica velocidades sísmicas de entre 1300 y 1600 m/s, lo que indica un grado de ripabilidad entre moderado y difícil, siendo necesarios tractores medios a pesados para su arranque.

Las características geotécnicas de esta unidad pueden resumirse en:

Litología: Areniscas

Excavabilidad: No excavable mediante retroexcavadora. Ripable mediante tractores medios a pesados.

3.4. RESUMEN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

A continuación, se resumen los parámetros geotécnicos para las distintas unidades:

Parametro	UG-1	UG-2 firme	UG-2 muy firme	UG-3
	-	(N_{SPT}=18)	(N_{SPT}=R)	
Peso específico aparente γ (kN/m^3)	18	20	20	24
Resistencia al corte sin drenaje c_u (kPa)	-	75	100-150	-
Cohesión efectiva c' (kPa)	10	20-25	25-30	-
Ángulo de rozamiento efectivo ϕ' (º)	34-36	20-22	20-22	-
Módulo de deformación drenado E (MPa)	80-100	15-20	20-30	-
Expansividad	Baja	Baja-Media	Baja-Media	-
Agresividad frente al hormigón	No	No	No	-
Excavabilidad	Excavable	Excavable	Excavable	No excavable
Clasificación según Casagrande y PG-3	GC/SC	CL/CH	CL/CH	Roca
	Tolerable/ Seleccionado	Tolerable (no aprovechable)	Tolerable (no aprovechable)	Roca

Tabla 9. Resumen de parámetros geotécnicos

3.5. NIVEL FREÁTICO

Unicamente se ha detectado el nivel freático en el sondeo SR-1 a 1.60 m de profundidad.

Este sondeo se realizó en la parcela de la EBAR, por lo que deberá ser tenido en cuenta para el diseño de la misma.

3.6. RIESGOS ESPECÍFICOS

3.6.1 Expansividad

Todos los suelos arcillosos experimentan variaciones de volumen según el grado de humedad, correlativas con variaciones de la tensión capilar y la presión efectiva. La importancia de estas variaciones dependerá de la naturaleza de la arcilla y del clima.

Así, para que existan realmente problemas de expansividad es necesario que se den tres circunstancias:

- Cambios de humedad
- Grado de desecación de la arcilla
- Cambio potencial de volumen

Los cambios de humedad se limitan a la zona más superficial del terreno, denominada zona activa. El espesor de la zona activa varía según el clima y la naturaleza de la arcilla.

De acuerdo con Jiménez Salas (1959), en Andalucía su espesor oscila entre 0,9 y 2,50 m. En los reconocimientos realizados no se aprecia este espesor.

En la siguiente tabla se resumen los rangos de valores de los distintos parámetros empleados para evaluar el potencial expansivo de un suelo:

CRITERIOS PARA EVALUAR EL POTENCIAL EXPANSIVO

EXPANSIVIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
Ip (índice de plasticidad)	<18	15-28	25-40	>35
WL (límite líquido)	< 30	30-40	40-60	>60
Finos (%)	<30	30-60	60-95	>95
LAMBE (PVC)	0-2	2-4	4-6	6-12
I_{LL} = W/WL	>0,55	0,55-0,37	0,37-0,25	0,25
PRESION HINCHAMIENTO PROBABLE (Kg/cm^2)	<0,25	0,25-1,25	1,25-3,00	3,00
HINCHAMIENTO PROBABLE EN SUPERFICIE (cm)	0-1	1-3	3-7	7
% DE HINCHAMIENTO PROBABLE	<1	1-4	4-10	10

Tabla 10. Potencial expansivo. Parámetros de control y rangos

No se dispone de ensayos específicos para la valoración cuantitativa del potencial de hinchamiento. Se han evaluado los distintos parámetros sobre las muestras disponibles de la unidad UG-2, que dan una valoración cualitativa del potencial expansivo, indicándose en la siguiente tabla según la escala de color adoptada en la **Tabla 10**

MUESTRA		ULOMI	LIMITES ATTERBERG			γ_{seca}	ω		
Muestra	Prof. (m)	# 0,08 UNE	L.L	L.P	I.P.	g/cm^3	g/cm^3	ILL	Presión de hinchamiento (kPa)
C5 M20	1,00-2,20	60,0	39,30	17,10	22,20				
SR-1 (M-51)	3,00-3,50	70,6	32,80	21,90	10,90	1,61	21,72	0,31	
SR-1 (M-52)	6,50-6,70	84,4	38,60	22,30	16,30	1,63	21,97	0,26	
SR-2 (M-53)	3,00-6,60	98,8	52,00	23,10	28,90	1,62	21,89	0,22	88,11
SR-2 (M-54)	7,30-7,70	97,7	55,20	23,70	31,50	1,63	22,90	0,23	

Tabla 11. UG-2. Valoración del potencial expansivo

Se observa que las muestras extraídas en el sondeo SR-2, realizado en la parcela de la EDAR, presentan un porcentaje de finos y una plasticidad muy elevada, lo que se traduce en una valoración del potencial expansivo como alto-muy alto. El ensayo de presión de hinchamiento realizado sobre una muestra del SR-2 indica un valor de 88 kPa, lo que se corresponde con un potencial expansivo medio.

Por otra parte, debe tenerse en cuenta la existencia de niveles de areniscas intercalados entre las margas y arcillas que reducen los efectos del potencial expansivo de este nivel.

En las muestras del sondeo SR-1 el potencial expansivo es bajo-medio.

Por tanto, se deberán tener en cuenta en las estructuras a diseñar en la EDAR, los posibles cambios de volumen producidos por efectos de la expansividad. Los cambios de volumen se producirán con mayor efecto en los niveles más superficiales, donde se producen los cambios de humedad del terreno.

Se recomienda que la excavación de las zanjas se tenga abierta el menor tiempo posible, sin que se exceda en ningún caso los 8 días entre la excavación de la zanja y la colocación de la tubería. En materiales arcillosos se produce una meteorización fácil y rápida del suelo, lo que origina una reducción de los parámetros resistentes, aumentando el riesgo de inestabilidad de los taludes.

Si fuese absolutamente imprescindible efectuar en más tiempo la apertura de las zanjas, se deberá dejar sin excavar unos veinte centímetros sobre la rasante de la solera, para realizar su acabado en un momento posterior.

Además, se deberán seguir las siguientes recomendaciones generales para evitar los efectos de la expansividad tanto en las cimentaciones diseñadas como en la urbanización. Estas medidas constructivas ayudan a prever posibles daños y disminuir los riesgos de expansividad:

- La contribución de los árboles a la desecación del terreno es muy importante. Las raíces se extienden a grandes distancias, penetran bajo la cimentación de los edificios, rompen las arquetas y sobre todo eliminan humedad rápidamente, por eso deberán plantarse a una distancia superior a su máxima altura previsible en edad adulta.
- Dentro de la peligrosidad intrínseca se conceptúan como muy peligrosos los álamos, acacias, sauces, olmos; peligrosos el abedul, fresno, haya y encina y poco peligrosos los cedros, abetos y pinos.
- No se utilizará el material excavado como préstamo para rellenos.
- Es perjudicial abrir los pozos o excavaciones, dejándolos expuestos temporalmente; es conveniente dejar en el fondo una capa sin excavar unos 15 cm retirándola en el momento de realizar las cimentaciones.
- Los edificios se deberán rodear por aceras impermeabilizadas de un ancho de 1,50 - 2,0 m inclinadas hacia el exterior con una pendiente mínima del 2%.

- Las canalizaciones deberán ser de calidad, de ejecución cuidada, y flexibles en lo posible: los tubos de PVC o plástico son los que dan mejores resultados. Las arquetas deben ser de hormigón, las tradicionales de ladrillo pueden ser muy peligrosas. Las aguas pluviales de los tejados deberán ser recogidas con canalones y conducidas al alcantarillado.
- Las plantaciones no se dispondrán adosadas a las edificaciones.
- Los muros no deben hormigonarse directamente contra el terreno, sino que deben de separase de éste por medio de un relleno de material francamente comprensible y con un cierto grado de impermeabilidad (zahorra sucia sin compactar), se deberá dejar una salida al agua, mediante un tubo de hormigón poroso, colocado en la parte inferior del trasdós del muro.

Como recomendaciones específicas para los elementos de la EDAR se indica:

- Se realizará bajo las losas de los elementos enterrados, en caso de observarse este material en la base de las mismas, un saneo adicional de 1.00 m, realizando su sustitución con un suelo adecuado o material granular con un porcentaje de finos superior al 10 %
- El relleno de los muros de los elementos enterrados se realizará igualmente con un suelo adecuado o material granular con un porcentaje de finos superior al 10 %. En caso de realizarse la urbanización mediante aceras, deberá cuidarse la impermeabilización, con pendiente hacia el exterior. En caso contrario, se recomienda ejecutar una capa de 0.50 m de espesor mediante arcilla en la parte superior, a modo de tapón impermeable para minimizar la entrada de agua de escorrentía
- Se deberá realizar colocar un sistema de drenaje perimetral a los elementos enterrados, para drenar al exterior las posibles fugas de agua
- Es recomendable el apoyo de la cimentación de los elementos superficiales a una profundidad mínima de 1.50 m desde la cota de la explanación.
- Dentro de las obras de explanación del camino perimetral, se realizará un saneo de 1 m. No resulta necesario realizarlo en la totalidad de la parcela de la EDAR debido a que en su mayor parte no se alcanzará la excavación de esta unidad.

3.7. DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE LA ACTUACIÓN

El presente proyecto de construcción consiste en la ejecución de la red de saneamiento y el sistema de depuración del municipio de El Colmenar. Para ello, se ejecutará una EDAR, una EBAR y un colector de conexión entre las mismas.

3.7.1 Colector

El colector discurrirá desde la EBAR hasta la EDAR bajo un camino existente. Dado que la conducción es una impulsión, la profundidad de la tubería estará entre 1.0-1.5 m, alcanzando únicamente de manera puntual, 2.5 m.

Bajo el relleno de este camino, el terreno natural estará compuesto por las gravas y arenas arcillosas de la UG-1, hasta 2 m de profundidad. A partir de esta cota, se observan la UG-3. areniscas, que requerirá el ripper para su excavación.

Con el objeto de minimizar la ocupación en superficie y la afección al camino, la excavación se realizará entibada. Fuera del entorno de afección al camino, la zanja se excavará con taludes 1H/3V.

3.7.2 EDAR

La EDAR se ubica en una parcela junto al Río Guadiaro. Para la caracterización geotécnica de esta parcela se realizó un sondeo a rotación, dos calicatas y un perfil sísmico.

De acuerdo a la información proporcionada por estos reconocimientos, el terreno está compuesto, bajo una capa de 0.50 m de espesor medio de relleno antrópico, por arenas y gravas arcillosas descritas en la UG-1, hasta 2 m de profundidad. A partir de este punto, aparecen las margas de alta plasticidad descritas dentro de la UG-2, intercaladas con niveles de areniscas.

No se ha detectado el nivel freático.

Los elementos de la EDAR, teniendo en cuenta la explanación necesaria, se cimentarán bien en el relleno de la parcela, bien en las arcillas y margas de la UG-2. En el apartado 3.10.2.4 se incluyen recomendaciones respecto a la tensión admisible.

Se recomienda la siguiente columna geotécnica de cálculo para los elementos de la EDAR:

0.00-0.50. Relleno antrópico

0.50-2.00 UG-1 Arenas y gravas arcillosas

Ángulo de rozamiento:	$\phi = 35^o$
Cohesión efectiva:	c’ = 10kPa
Densidad aparente:	$\gamma_{aparente}$ = 18 kN/m^3

Módulo de deformación: E = 80 MPa

2.00 a 4.50 m. UG-2 Margas y arcillas de alta plasticidad cons. firme con intercalaciones de areniscas.

Ángulo de rozamiento:	ϕ= 20º
Cohesión efectiva:	c' = 20-25 kPa
Cohesión sin drenaje:	C_u = 75 kPa
Densidad aparente:	$\gamma_{aparente}$ = 20 kN/m^3
Módulo de deformación:	E = 15-20 MPa

4.50 m en adelante. UG-2 Margas y arcillas de alta plasticidad cons. muy firme con intercalaciones de areniscas.

Ángulo de rozamiento:	ϕ= 22º
Cohesión efectiva:	c' = 25-30 kPa
Cohesión sin drenaje:	C_u = 150 kPa
Densidad aparente:	$\gamma_{aparente}$ = 20 kN/m^3
Módulo de deformación:	E = 20-30 MPa

Los materiales excavados en la UG-2 no podrán ser empleados como relleno de núcleo de terraplén debido a su CBR<3. Los correspondientes a la UG-1 se clasifican como suelos tolerables aprovechables para núcleo de terraplén.

Debido al potencial expansivo de la UG-2, se recomienda, bajo la explanación del camino y bajo la cimentación de los distintos elementos de la EDAR, un saneo adicional de 1 m y su sustitución con suelo adecuado o material granular con un 10% de finos.

3.7.3 EBAR

Esta EBAR se sitúa al Sur del núcleo de El Colmenar. En la ubicación de esta EBAR se realizó el sondeo SR-1.

El suelo en esta zona está compuesto por las margas y arcillas (UG-2), intercaladas con niveles de areniscas, recubiertas por gravas arcillosas correspondientes a la UG-1. La columna geotécnica de cálculo propuesta para esta EBAR es la siguiente:

0.00—0.50 Relleno antrópico

0.50-3.00 UG-1 Gravas arcillosas

Ángulo de rozamiento:	ϕ= 34º
Cohesión efectiva:	c' = 10 kPa
Densidad aparente:	$\gamma_{aparente}$ = 18 kN/m^3
Módulo de deformación:	E = 80 MPa

3.00-5.00 m UG-2 Arcilla de baja plasticidad consistencia firme

Ángulo de rozamiento:	ϕ= 20º
Cohesión efectiva:	c' = 20-25 kPa
Cohesión sin drenaje:	C_u = 75 kPa
Densidad aparente:	$\gamma_{aparente}$ = 20 kN/m^3
Módulo de deformación:	E = 15-20 MPa

5.00 m en adelante. UG-2 Margas y arcillas de alta plasticidad cons. muy firme con intercalaciones de areniscas.

Ángulo de rozamiento:	ϕ= 22º
Cohesión efectiva:	c' = 25-30 kPa
Cohesión sin drenaje:	C_u = 100 kPa
Densidad aparente:	$\gamma_{aparente}$ = 20 kN/m^3
Módulo de deformación:	E = 20-30 MPa

Se observa el NF a 1.60 m de profundidad

3.8. DESMONTES Y EXCAVACIONES

Las excavaciones a realizar se engloban en dos grupos: por una parte las zanjas para alojar las tuberías, que se realizarán en materiales pertenecientes a la UG-1 y la excavación para la ejecución de los elementos y depósitos de la EBAR y EDAR. En ambos casos, se tratará de excavaciones provisionales, que estarán abiertas un corto espacio de tiempo, rellenándose una vez ejecutada la obra. Por otra parte, se encuentra la excavación definitiva del desmonte a realizar en la parcela de la EDAR para ejecutar la explanación.

3.8.1 Metodología empleada en el cálculo

Para el estudio de la estabilidad de los taludes de excavación, se emplearán métodos de equilibrio límite, con el programa SlopeW de GeoStudio 2004.

El método requiere aportar como dato de entrada la posición del centro del círculo de rotura y las fuerzas que intervienen en el equilibrio. Para definir estas últimas es imprescindible conocer previamente los parámetros geotécnicos principales de terreno: cohesión, fricción, peso específico y presencia de agua.

Como resultado del cálculo se obtiene el factor de seguridad (FS) en el círculo de rotura escogido. Como el FS aparece de modo implícito en las ecuaciones del método, su valor debe obtenerse mediante un proceso iterativo que converge rápidamente.

Los datos que requiere el programa son:

- Cohesión, ángulo de rozamiento y peso específico de los terrenos.
- Geometría del talud. Es posible adaptar la geometría prácticamente sin limitaciones, así como considerar distintos terrenos, cada uno de ellos con su geometría y propiedades.

El programa Slope/W calcula en una malla de centros de círculos dada por el usuario, el factor de seguridad de los posibles círculos que resultan de variar el radio en cada uno de los centros. Así es posible disponer de una representación de isolíneas de factores de seguridad (lugar geométrico de los centros de los círculos de rotura), solventándose en parte la limitación de tener que prefijar el círculo de rotura a priori. No obstante también es posible analizar un círculo determinado.

Para determinar los coeficientes de seguridad mínimos admisibles se toma como referencia lo indicado en la “Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera”:

TABLA 4.1. ESTABILIDAD GLOBAL: COEFICIENTES DE SEGURIDAD MÍNIMOS

COMBINACIÓN DE ACCIONES	COEFICIENTE NORMAL	COEFICIENTE REDUCIDO
Casi permanente (*)	$F_1 \geq 1{,}50$	$F_{1,red} \geq 1{,}30$
Característica	$F_2 \geq 1{,}30$	$F_{2,red} \geq 1{,}20$
Accidental	$F_3 \geq 1{,}10$	$F_{3,red} \geq 1{,}05$

(*) Como valor del coeficiente de seguridad para la combinación de acciones casi permanente, en situaciones transitorias y de corto plazo, podrá adoptarse el coeficiente de seguridad F_2 (véase apartado 2.10), o $F_{2,red}$, según sea el caso.

Tabla 12. Coeficientes de seguridad mínimos admisibles. GCOC.

El cálculo a largo plazo equivale a una combinación de acciones casi permanente, por lo que se precisará un coeficiente de seguridad mínimo de 1,50.

La situación a corto plazo corresponde a una combinación de acciones característica, con lo que el coeficiente de seguridad mínimo es de 1,30.

En definitiva, se van a analizar las siguientes situaciones:

- Análisis de estabilidad a largo plazo. Situaciones permanentes: F ≥ 1,50
- Análisis de estabilidad a corto plazo. Situaciones transitorias: F ≥ 1,30
- Análisis de estabilidad en hipótesis sísmica: F ≥ 1,10

En el caso de taludes permanentes, como son los taludes de excavación en la parcela de la EDAR, se realizará el análisis en condiciones de corto plazo, largo plazo y sísmicas.

Para la combinación sísmica, se considerarán las siguientes aceleraciones:

Horizontal: $a_h = \alpha \cdot a_{c,}$ donde α, para taludes exentos, toma un valor de 0.5

Vertical: $a_v = 0.5 \cdot a_h$

3.8.2 Taludes provisionales

3.8.2.1 Zanjas de colectores

Las zanjas para las tuberías contarán con alturas del orden de 1.0-1.50 m, puntualmente 2.50 m y se realizarán entibadas, cuando discurran bajo el camino, o con taludes 1H/3V.

En el caso de las primeras, no presentarán problemas de estabilidad.

A continuación se realiza el análisis de estabilidad del talud de las zanjas, a ejecutar en las gravas y arenas arcillosas de la UG-1.

- Zanjas a excavar en la UG-1

La UG-1 está compuesta por arcillas de naturaleza aluvial, de plasticidad baja a media.

Se realiza el análisis de estabilidad de una zanja de 2.5 m de altura máxima, con taludes 1H/3V, considerando los siguientes parámetros geotécnicos:

Cohesión C' = 10 kPa

Ángulo de rozamiento φ = 35º

Densidad aparente: $\gamma_{aparente}$ = 18 kN/m^3

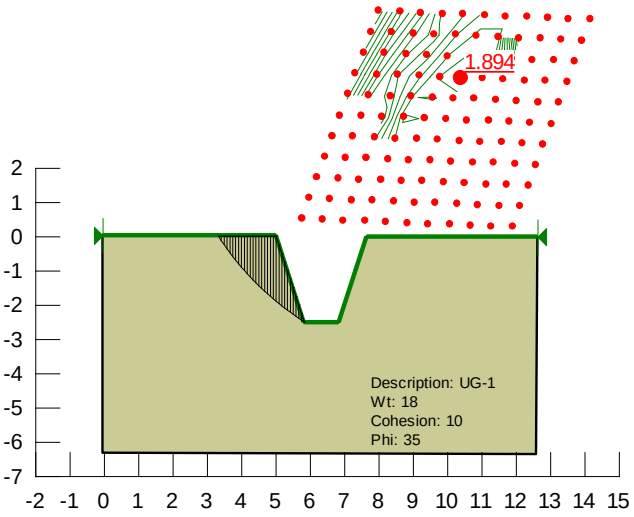


Figura 1. Zanja UG-1. Análisis de estabilidad

Se observa un coeficiente de seguridad superior al mínimo admisible, por lo que el talud 1H/3V se considera adecuado.

3.8.2.2 Recintos para la EDAR

La profundidad máxima de excavación de los recintos de la EDAR es del orden de 5 m.

Se realiza el análisis de estabilidad de esta altura de excavación, considerando parámetros tanto a corto como a largo plazo, tratándose de una situación transitoria. Se consideran, para estos taludes provisionales, una inclinación 3V/1H.

Se consideran los siguientes parámetros geotécnicos:

0.00-0.50. Relleno antrópico

0.50-2.00 UG-1 Arenas y gravas arcillosas

Ángulo de rozamiento: ϕ= 35º

Cohesión efectiva: c' = 10kPa

Densidad aparente: $\gamma_{aparente}$ = 18 kN/m^3

2.00 m en adelante. UG-2 Margas y arcillas de alta plasticidad cons. firme con intercalaciones de areniscas.

Ángulo de rozamiento: ϕ= 20º

Cohesión efectiva: c' = 20-25 kPa

Cohesión sin drenaje: C_u = 75 kPa

Densidad aparente: $\gamma_{aparente}$ = 20 kN/m^3

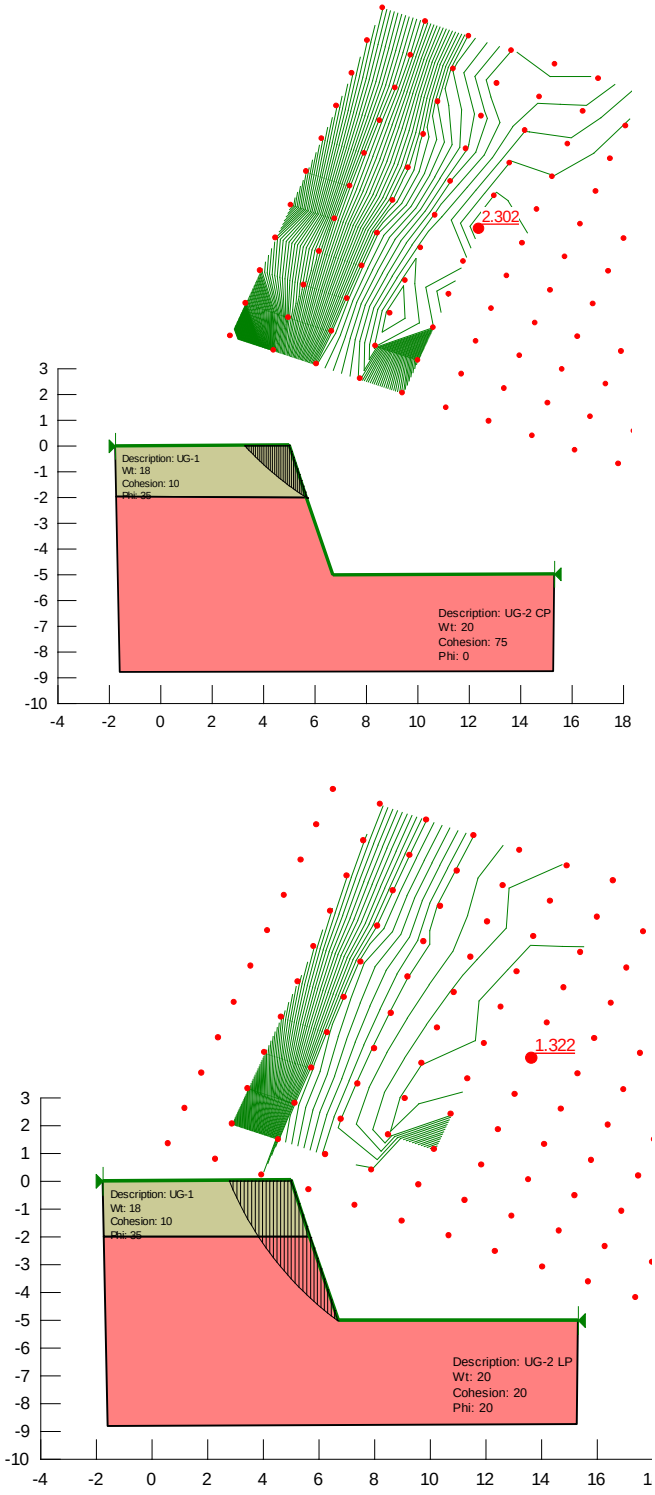


Figura 2. Recintos de la EDAR. Análisis de estabilidad

Se observan coeficientes de seguridad de 1.322 y 2.302, considerando parámetros drenados y no drenados respectivamente, superiores al 1.3 mínimo admisible.

3.8.3 Talud excavación EBAR

La profundidad máxima estimada para la EBAR es de 3.5 m.

Se realiza el análisis de estabilidad de esta altura de excavación, considerando parámetros tanto a corto como a largo plazo, tratándose de una situación transitoria. Se consideran, para estos taludes provisionales, una inclinación 3V/1H.

Se consideran los siguientes parámetros geotécnicos:

0.00—0.50 Relleno antrópico

0.50-3.00 UG-1 Gravas arcillosas

Ángulo de rozamiento:	ϕ= 34º
Cohesión efectiva:	c' = 10 kPa
Densidad aparente:	$\gamma_{aparente}$ = 18 kN/m^3
Módulo de deformación:	E = 80 MPa

3.00 en adelante UG-2 Arcilla de baja plasticidad consistencia muy firme

Ángulo de rozamiento:	ϕ= 22º
Cohesión efectiva:	c' = 25 kPa
Cohesión sin drenaje:	C_u = 150 kPa
Densidad aparente:	$\gamma_{aparente}$ = 20 kN/m^3
Módulo de deformación:	E = 25 MPa

Se observa el NF a 1.60 m de profundidad.

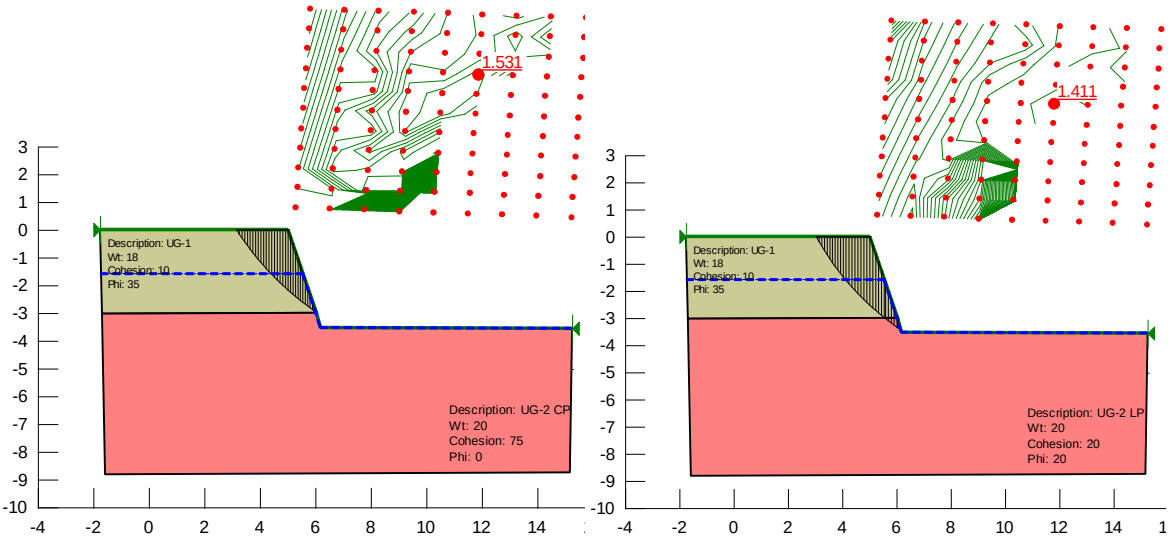


Figura 3. Recintos de la EBAR Polígono. Análisis de estabilidad

Se observan coeficientes de seguridad de 1.531 y 1.411, considerando parámetros no drenados y drenados respectivamente, superiores al 1.3 mínimo admisible.

3.8.4 Taludes definitivos. Parcela de la EDAR.

Debido a que la parcela para la ubicación de la EDAR tiene una pendiente elevada, es necesario ejecutar un movimiento de tierras con un desmonte en dos de los lados. Este desmonte presenta una altura máxima de excavación de 7 m.

Se propone la ejecución de este desmonte considerando un talud 1H/1V.

En la siguiente figura se observa la configuración del desmonte de la EDAR

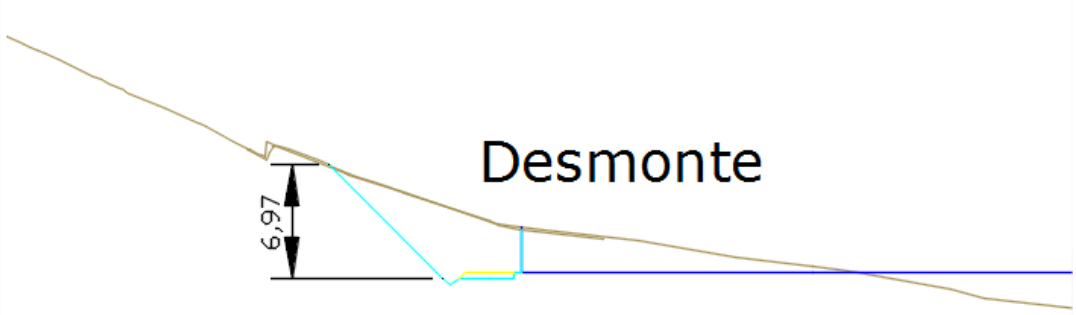


Figura 4. Desmonte EDAR

Se analiza la estabilidad de este desmonte, en situación tanto a corto plazo (parámetros no drenados) como a largo plazo (parámetros drenados) y bajo hipótesis sísmica.

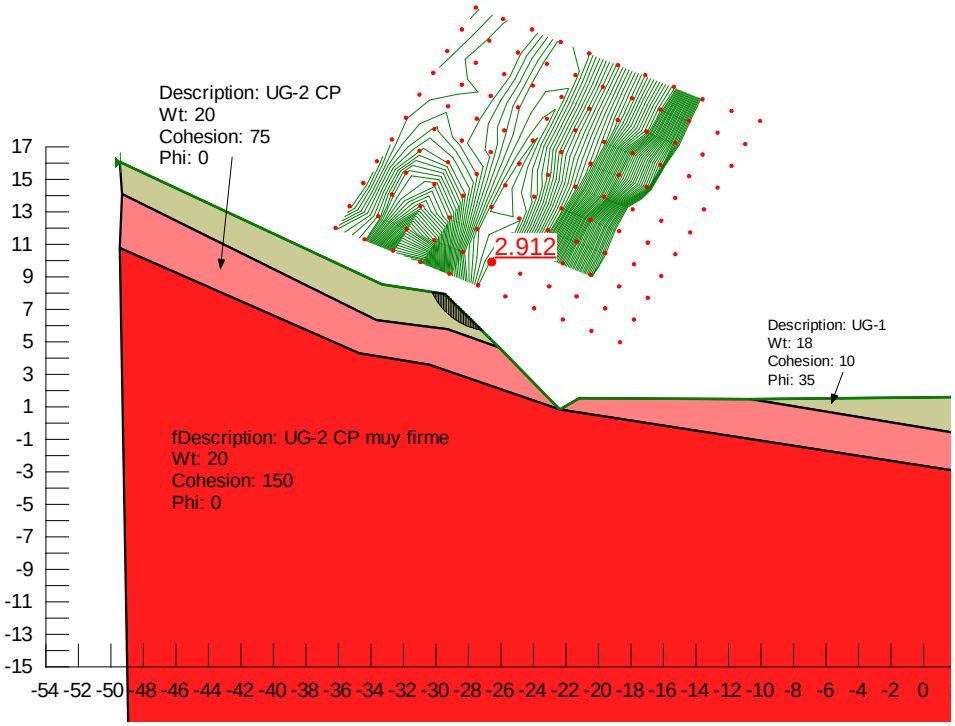


Figura 5. Desmonte EDAR. Par. No drenados. Análisis de estabilidad

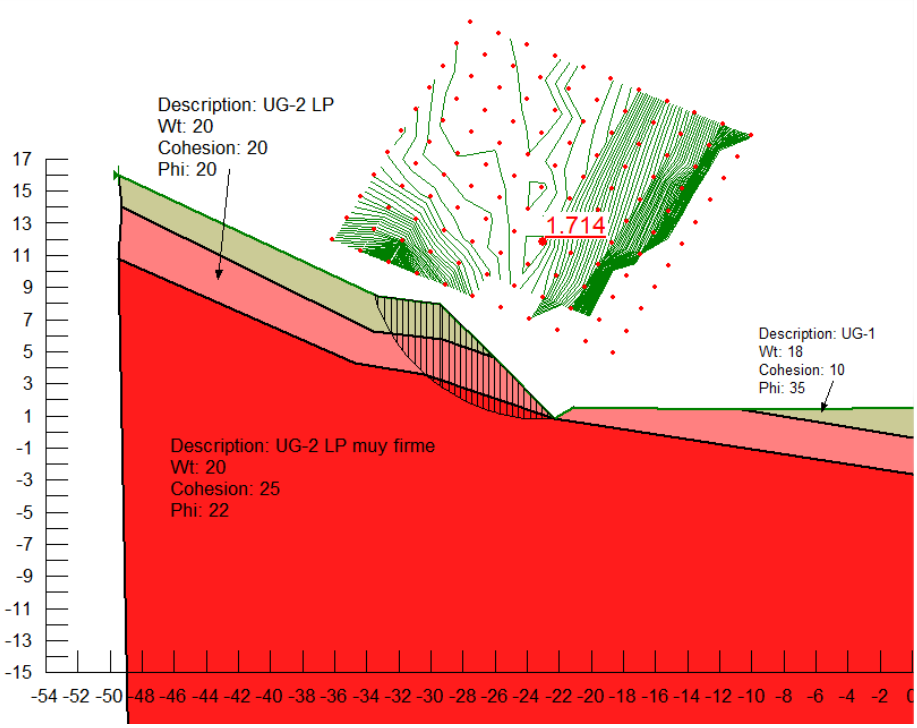


Figura 6. Desmonte EDAR. Par. drenados. Análisis de estabilidad

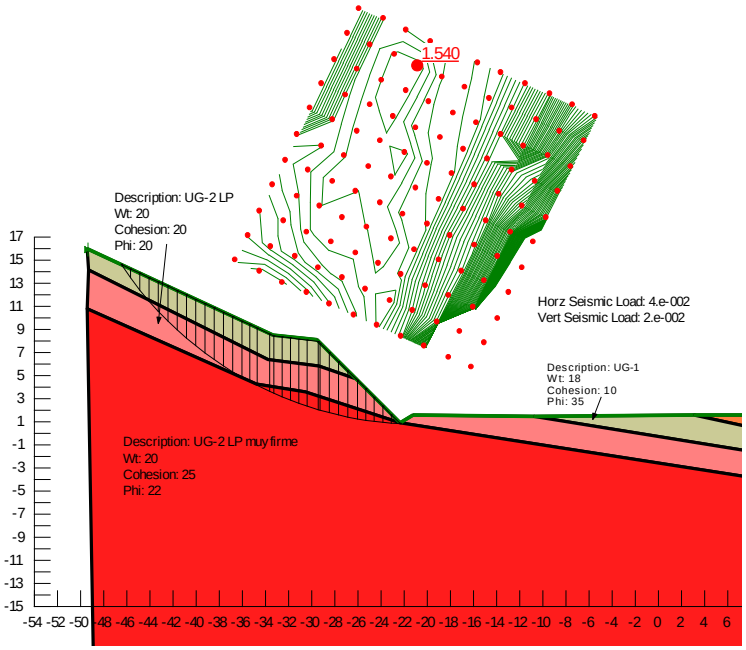


Figura 7. Desmonte EDAR. Par. Drenados y sismo. Análisis de estabilidad

Se obtienen los siguientes coeficientes de seguridad:

Hipótesis	Coeficiente de seguridad	Coef. Seguridad mínimo admisible
Corto plazo	2.912	1.30
Largo plazo	1.714	1.50
Sísmica	1.540	1.10

Tabla 13. Coeficientes de seguridad Desmonte EDAR

Se observa que los coeficientes de seguridad obtenidos son superiores a los mínimos admisibles.

3.9. RELLENOS

3.9.1 Descripción de rellenos

Junto con los rellenos de las zanjas de las tuberías, se ejecutará el relleno de explanación de la parcela de la EDAR, que presentará una altura máxima 3 m.

En la siguiente figura se observa la configuración de este relleno en relación a la topografía de la parcela::

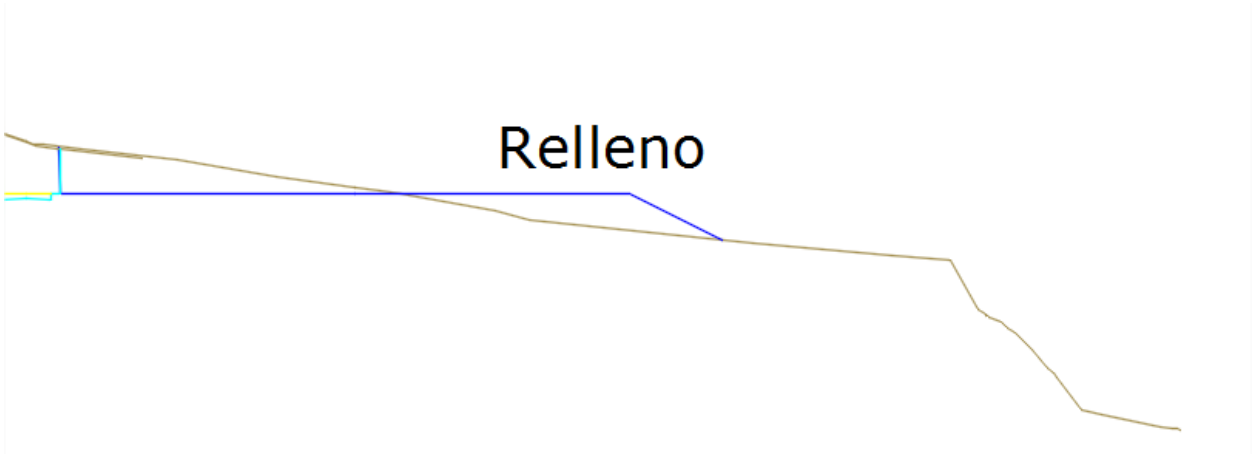


Figura 8. Relleno EDAR

3.9.2 Materiales previstos

Los suelos observados en el entorno de la EDAR están compuestos por las gravas y arenas arcillosas de la UG-1 que han sido clasificados como tolerables, y las margas y arcillas de alta plasticidad (UG-2) que no pueden ser utilizadas en rellenos.

El relleno, bien con material de préstamo o de cantera, podrá ser un material tipo 0/32, procedente de las graveras o las canteras más próximas o un suelo tipo SC según Casagrande, similar a los materiales analizados como UG-1.

Los parámetros geotécnicos se han obtenido a partir de una tabla dada por el NAVFAC en la que se dan valores típicos de materiales compactados en función del tipo de suelo al que pertenezcan. (“Typical Properties of Compacted Materials”, Soils Mechanics. Foundations and Earth Structures. NAVFAC, 1971).

PROPIEDADES TÍPICAS DE SUELOS COMPACTADOS (NAVFAC, 1971)					
Símbolo del grupo	Tipo de suelo	Cohesión (compactado) t/m²	Cohesión (saturado) t/m²	Ángulo de roza. int. efect. φ' grados	tg φ'
GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y de arena	0	0	> 38°	> 0,79
GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y de arena	0	0	> 37°	> 0,74
GM	Gravas limosas, mezclas de grava-arena-limo mal graduadas			> 34°	> 0,67
GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava-arena-arcilla mal graduadas			> 31°	> 0,60
SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava	0	0	38°	0.79
SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava	0	0	37°	0.74
SM	Arenas limosas, mezclas de arena-limo mal graduadas	5.13	2.05	34°	0.67
SM-SC	Mezclas de arena-limo-arcilla con finos poco plásticos	5.13	1.46	33°	0.66
SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena-arcilla	7.57	1.12	31°	0.60
ML	Limos inorgánicos y limos arcillosos	6.83	0.93	32°	0.62
ML-CL	Mezcla de limo inorgánico y arcilla	6.59	2.24	32°	0.62
CL	Arcillas inorgánicas poco plásticas o de plasticidad mediana	8.79	1.32	28°	0.54

Tabla 14. Parámetros típicos de suelos compactados

Para este suelo, procedente de cantera, a emplear como relleno, se considerarán los siguientes parámetros

Ángulo de rozamiento interno ϕ=31º

Cohesión sin drenaje: c' = 10 kPa

Densidad aparente: $\gamma_{aparente}$ = 20 kN/m^3

3.9.3 Relleno explanación EDAR

La explanación de la parcela de la EDAR supone la ejecución de un relleno en el lateral más próximo al río de hasta 11 m de altura.

Este relleno se ejecutará con un talud 2H/1V, y, para garantizar su estabilidad, especialmente a corto plazo, será necesario realizar el saneo de la UG-1.

Se analiza la estabilidad de este relleno, en situación tanto a corto plazo (parámetros no drenados) como a largo plazo (parámetros drenados) y bajo hipótesis sísmica.

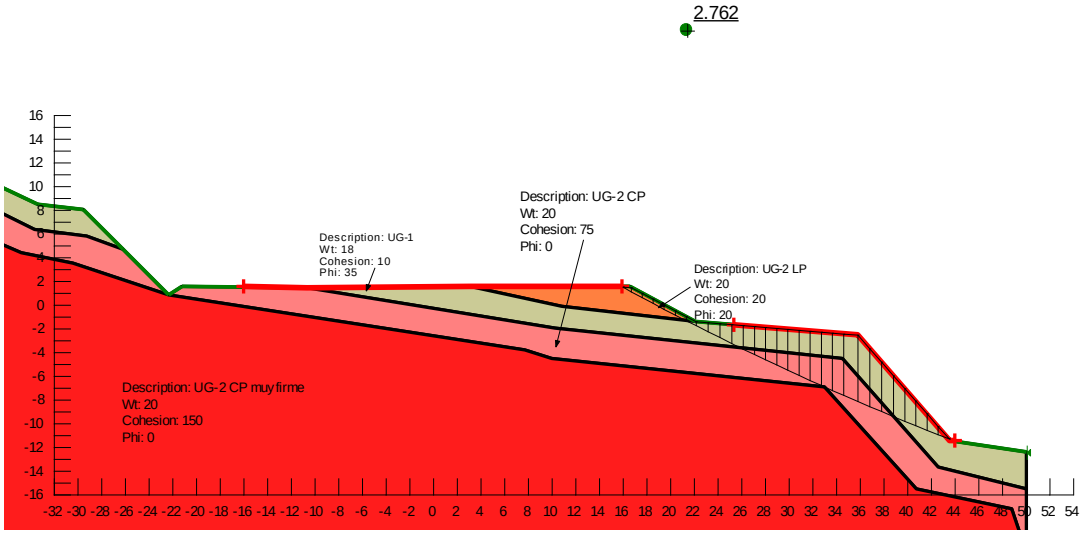


Figura 9. An. Estabilidad. Relleno EDAR. Corto plazo

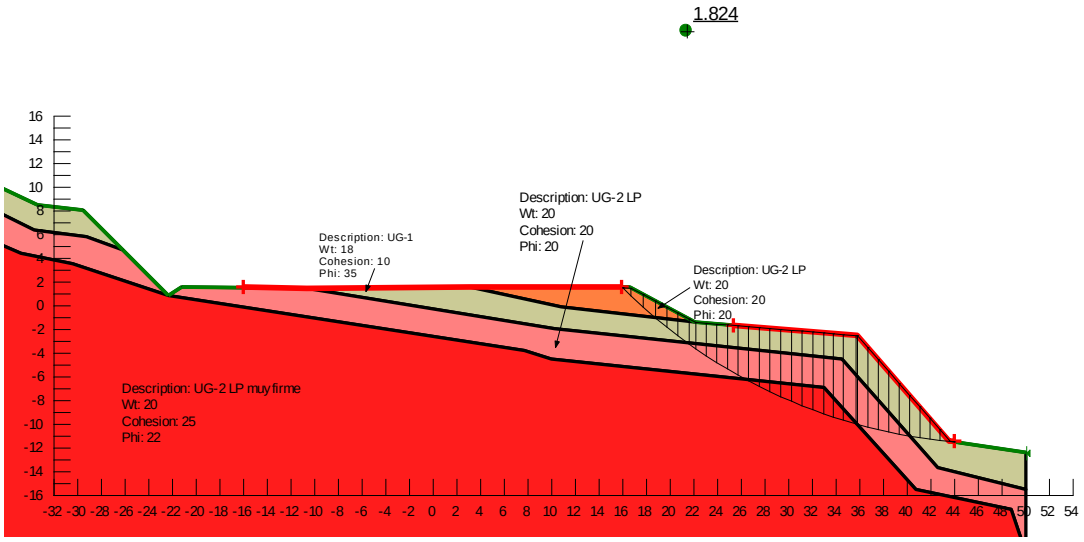


Figura 10. An. Estabilidad. Relleno EDAR. Largo plazo

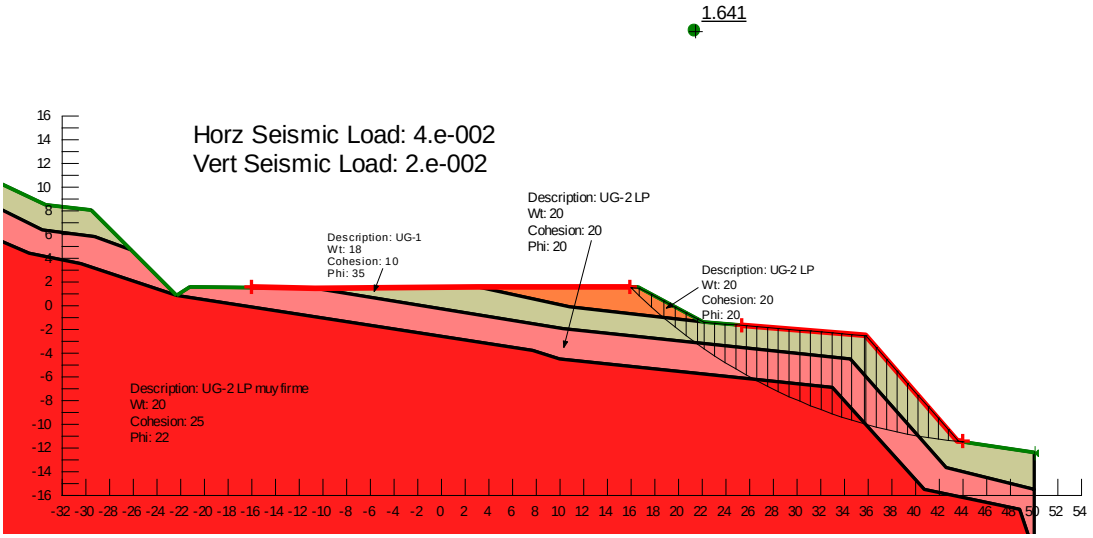


Figura 11. An. Estabilidad. Relleno EDAR. Hip. Sismica

Se obtienen los siguientes coeficientes de seguridad:

Hipótesis	Coeficiente de seguridad	Coef. Seguridad mínimo admisible
Corto plazo	2.762	1.30
Largo plazo	1.824	1.50
Sísmica	1.641	1.10

Tabla 15. Coeficientes de seguridad Relleno EDAR

Se observa que los coeficientes de seguridad obtenidos son superiores a los mínimos admisibles.

Se observa, además, que la inestabilidad del relleno está asociada al talud hacia el arroyo.

3.10. ESTUDIO DE CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

3.10.1 Metodología de cálculo. cimentaciones superficiales

3.10.1.1 Carga de hundimiento

La estimación de la carga de hundimiento de las cimentaciones superficiales en suelos se realiza a partir de la fórmula de Terzaghi:

$$q_h = 0.5 \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma + c \cdot N_c + (q + \gamma_2 \cdot D) \cdot N_q$$

donde:

q_h es la carga de hundimiento;

γ_1 es la densidad del suelo por debajo de la base de la cimentación;

γ_2 es la densidad del suelo lateralmente a la cimentación;

q es la sobrecarga vertical lateral a la cimentación;

c es la cohesión del suelo por debajo de la base de la cimentación;

B es la anchura de la cimentación;

D es la profundidad de la cimentación;

$N\gamma$, Nc y Nq son los coeficientes de carga de hundimiento.

Estos coeficientes se calculan mediante el ángulo de rozamiento ϕ del suelo presente bajo la cimentación a partir de las fórmulas siguientes:

$$N_q = \exp(\pi \cdot \tan\varphi) \cdot \tan^2\left(\pi/4 + \varphi/2\right)$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \cdot \tan(1.4 \cdot \varphi)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot\varphi$$

La tensión admisible q_{adm} se determina con la expresión siguiente:

$$q_{adm} = \frac{q_h}{F}$$

donde:

q_h es la carga de hundimiento;

F es el factor de seguridad que toma los siguientes valores en función del tipo de combinación de las acciones:

TABLA 4.7. HUNDIMIENTO: COEFICIENTES DE SEGURIDAD MÍNIMOS PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

COMBINACIÓN DE ACCIONES	COEFICIENTE DE SEGURIDAD FRENTE AL HUNDIMIENTO
Casi permanente (*)	$F_1 \geq 3{,}00$
Característica	$F_2 \geq 2{,}60$
Accidental	$F_3 \geq 2{,}20$

(*) Como valor del coeficiente de seguridad para la combinación de acciones casi permanente, en situaciones transitorias y de corto plazo, podrá adoptarse el coeficiente de seguridad F_2 (véase apartado 2.10).

Tabla 16.Coeficientes de seguridad frente al hundimiento de cimentaciones superficiales. GCOC.

En el caso de que el terreno de cimentación sea arcilloso, la fórmula general se reduce al anularse el coeficiente N_γ. Por tanto, la carga admisible se obtiene según la siguiente expresión:

$$q_{ad} = \frac{C \cdot N_c (1 + 0{,}2\, B/L)}{F} + \gamma \cdot D$$

En todo caso, se debe cumplir que la tensión q producida por las cargas estructurales es inferior a la tensión admisible correspondiente.

$$q \leq q_{adm}$$

3.10.1.2 Asientos

En cuanto a los asientos, se calcularán con la ayuda de una hoja de cálculo empleando el método elástico de Steinbrenner, según la expresión:

$$S = \frac{q \cdot K \cdot B}{E} \cdot (M \cdot \phi_1 - N \cdot \phi_2)$$

donde:

S = asiento

q = presión uniforme sobre el terreno. esta presión se obtiene del coeficiente entre el axil máximo y la superficie total de la zapata.

S = ancho de la cimentación

$\phi 1$, $\phi 2$ = funciones que dependen de las dimensiones de la zapata y de la profundidad de la capa (z). su valor se obtiene en tablas.

m = 1-$\nu 2$

n = 1-ν-2$\nu 2$

ν = coeficiente de poisson

E = módulo de deformación

K = coeficiente de minoración.

Se establecen como asientos admisibles los indicados en la siguiente tabla:

CRITERIOS TRADICIONALES SOBRE ASIENTOS ADMISIBLES

	Arena	***Arcilla***
Cimentaciones por zapatas		
Asiento máximo	25-40 mm	65 mm (120)
Asiento diferencial máximo	20-25 mm	40-50 mm (50)
Cimentaciones por losa		
Asiento máximo	40-65 mm	65-100 mm (120)

* los valores entre paréntesis corresponden a una recopilación realizada por Burland et al. (1977)

*Tabla 17. Asientos admisibles. "*Curso aplicado de cimentaciones*" de J. M. Rodríguez Ortiz y otros:*

3.10.2 EDAR

3.10.2.1 Descripción

En la parcela de la EDAR se ejecutarán distintos depósitos y edificios cimentados que transmitirán la carga al terreno mediante una cimentación superficial.

La columna geotécnica de cálculo en la parcela de la EDAR se indica en el apartado 3.7.2 EDAR.

Se recomienda la cimentación de los distintos elementos mediante una cimentación superficial sobre la UG-2.

3.10.2.2 Seguridad frente al hundimiento

Aplicando la metodología propuesta en el apartado 3.10.1.1 y teniendo en cuenta que el terreno está compuesto por un suelo cohesivo, se calcula la tensión admisible en función del empotramiento en el terreno:

Empotramiento (m)	**qadm (kPa)**
1	172
2	190
3	208
4	226
5	244

Tabla 18. EDAR. Tension admisible por criterios de hundimiento

3.10.2.3 Asientos

Se estiman, a continuación, los asientos para distintas dimensiones de cimentación.

Se considera un asiento admisible para zapatas de hasta 4 m de 2.5 cm, y de 5 cm para losas.

Los asientos se estiman de acuerdo al método de Steinbrenner cuya metodología se expuso en el apartado 3.10.1.2, considerando, del lado de la seguridad, un espesor de cálculo igual a dos veces el ancho de la cimentación.

Las tensiones indicadas son tensiones netas, es decir, si el elemento se encuentra enterrado, la carga transmitida hasta compensar el peso de las tierras excavadas, se considera que produce un asiento de recarga despreciable.

Dimensiones	s (cm)	q_{neta} por criterios de asiento máximo (kPa)
1 x 1	0,88	200
2 x 2	1,70	200
3 x 3	2,43	200
4 x 4	2,50	**160**
5 x 5	3,80	200
8 x 8	4,92	**170**
10 x 10	4,97	**1,4**

Tabla 19. EDAR. Tension admisible por criterios de asientos

3.10.2.4 Carga admisible propuesta

A continuación se resume la carga admisible recomendada para distintas dimensiones de cimentación. Estas tensiones admisibles son netas, por lo que, en caso de elementos enterrados, se incrementarían en el peso de tierras excavadas:

Dimensiones	s (cm)	q_{neta} por criterios de asiento máximo (kPa)	q_{neta} por criterios de hundimiento (kPa)	$q_{neta\ adm}$ (kPa)
1 x 1	0,88	200	**150**	**150**
2 x 2	1,70	200	**150**	**150**
3 x 3	2,43	200	**150**	**150**
4 x 4	2,50	160	**150**	**150**
5 x 5	3,80	200	**150**	**150**
8 x 8	4,92	170	**150**	**150**
10 x 10	4,97	**140**	150	**140**

Tabla 20. EDAR. Tension admisible

3.10.2.5 Otras recomendaciones

Debido al potencial expansivo que presenta la unidad UG-2, tal y como se ha analizado en el apartado 3.6.1, se recomienda, en caso de detectarse esta unidad bajo la cimentación, realizar un saneo adicional bajo las cimentaciones y en la explanación de 1 m y sustituirlo por suelo adecuado o material granular con un 10% de finos.

En el caso de disponerse cimentaciones sobre el relleno de la parcela, se considerará una tensión admisible de 2 kg/cm2. El relleno en este caso se deberá ejecutar con un material clasificado, como mínimo, como suelo adecuado según el PG-3. Se deberá compactar en tongadas de 30 cm de espesor máximo compactadas al 100 % PN, verificándose la correcta compactación del relleno mediante la comprobación de la densidad y placas de carga.

3.10.3 EBAR

3.10.3.1 Descripción

Consta únicamente de una cántara cimentada a 3.5 m de profundidad máxima.

3.10.3.2 Reconocimientos realizados

Los reconocimientos realizados para la cimentación de la EBAR así como la columna geotécnica de cálculo, se han indicado en el apartado 3.7.3 EBAR

3.10.3.3 Cálculo de la cimentación

Se propone, dado el tipo de estructura, una cimentación mediante losa, a 3.5 m de profundidad.

3.10.3.3.1 Tensión admisible

Según la metodología expuesta en el apartado 3.10.1.1, teniendo en cuenta que el terreno de cimentación es de tipo arcilloso, se realiza el cálculo de la tensión admisible por el terreno de cimentación:

$$q_{ad} = \frac{C \cdot N_c (1 + 0{,}2\, B/L)}{F} + \gamma \cdot D\,; \qquad q_{adm}=220 \text{ kPa}$$

3.10.3.3.2 Asientos previstos

Dadas las características de la EBAR, no se esperan sobre la cántara, tensiones superiores al peso del terreno excavado, es decir superiores a 50 kPa. Por ello, no son de esperar asientos de importancia bajo la misma.

En Sevilla, mayo de 2020.

El Ingeniero Autor del Anejo



Dª. Marta Martín Martín
Colegiado Nº 20.734

El Geólogo Autor del Anejo



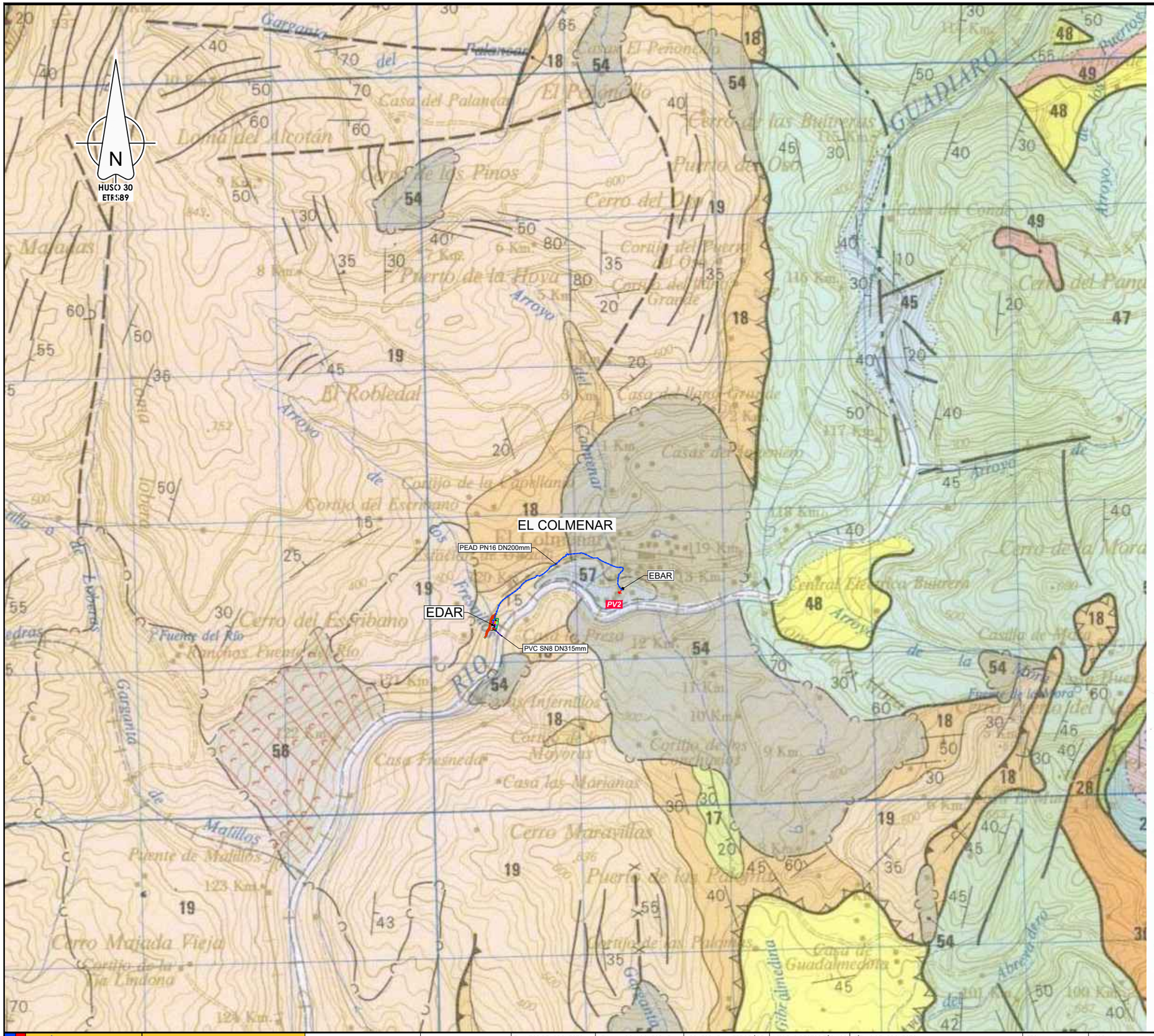
Dª. Eva Anguís Izquierdo
Colegiado Nº 770

El Ingeniero Autor del Proyecto

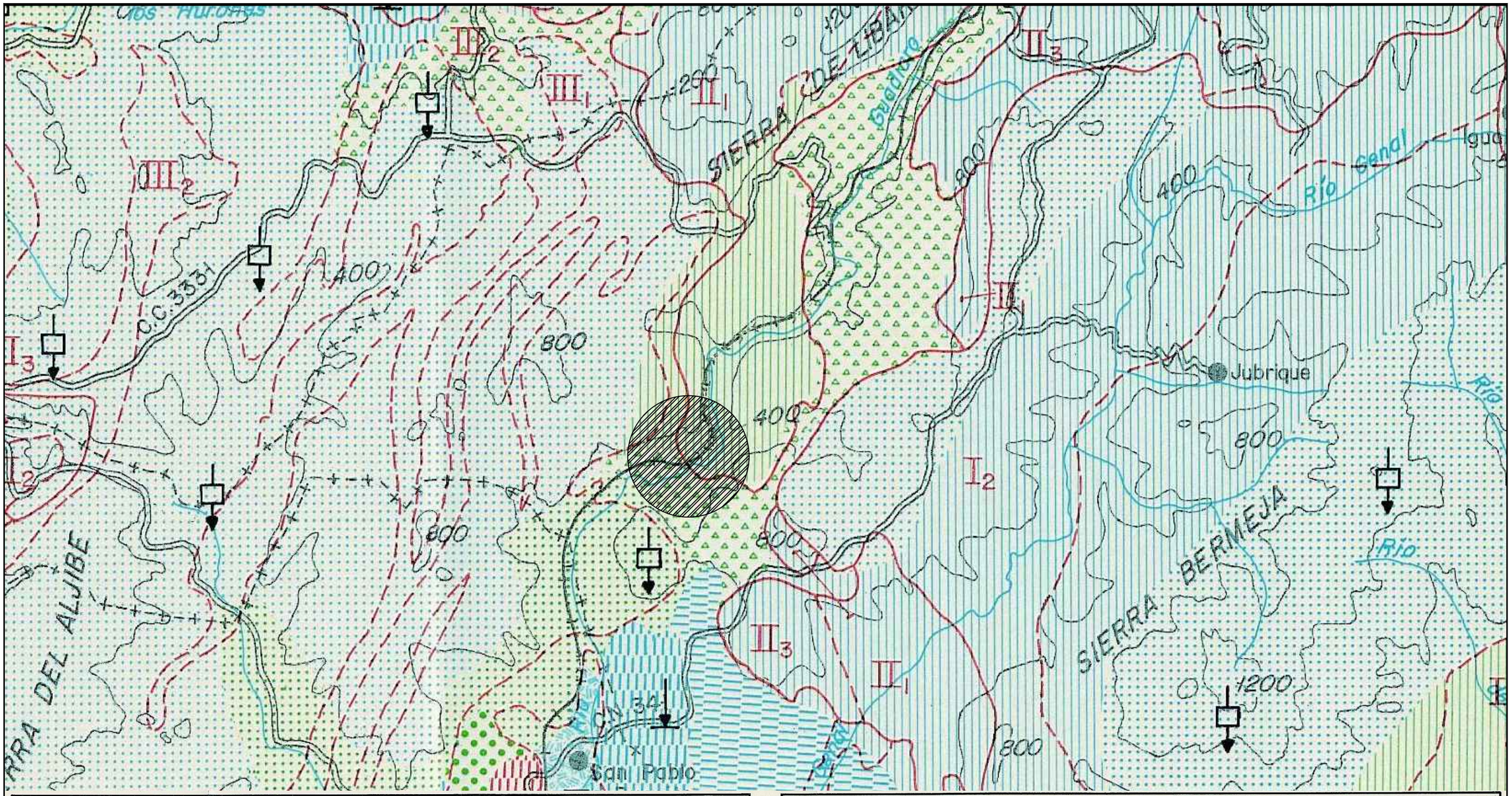


D. Fernando José Trujillo Díez
Colegiado Nº 17.007

APÉNDICE Nº 1. MAPA GEOLÓGICO MAGNA 1:25.000


N
HUSO 30
ETRS89
EL COLMENAR
PEAD PN16 DN200mm
EBAR
PV2
EDAR
PVC SN8 DN315mm
Garganta del Fuenfrío
Casa del Palancar
Loma del Alcotán
Cerro de las Pinos
Puerto de la Hoya
El Robledal
Arroyo
Cortijo de la Capellanía
Cortijo del Estribano
Fuente del Río
Ranchos Fuente del Río
Casa Fresneda
Cerro Maravillas
Puente de Matillos
Cerro Majada Vieja
Cortijo de la Lindona
Casa de Guadalmedina
Cerro de la Mora
Casilla de Mora
Casa de Guadalaro
Cerro del Pano
Cerro del Puerto
Cerro de las Buitreras
Casa del Peñoncillo
Casas del Colmenar
Cortijo de los Mayoras
Casa las Marianas
Cortijo de los Infiernillos
Puerto de la Paloma
Cerro del Estribano
Cortijo del Puerto
Cortijo del Puerto Grande
Cortijo del Puerto Chico
Arroyo de la Fuente del Río
Arroyo de la Fuente de la Mora
Arroyo de los Puertos
Arroyo de la Casilla de Mora
Arroyo de la Abrevadero
Arroyo de la Gitana
Arroyo de la Cobrar
Arroyo de la Garganta
Arroyo de la Matillos
Arroyo de la Cortijo
Arroyo de la Cortijo del Estribano
Arroyo de la Cortijo de la Capellanía
Arroyo de la Cortijo del Puerto
Arroyo de la Cortijo del Puerto Grande
Arroyo de la Cortijo del Puerto Chico
Arroyo de la Cortijo de los Infiernillos
Arroyo de la Cortijo de los Mayoras
Arroyo de la Cortijo de la Lindona
Arroyo de la Cortijo de la Capellanía
Arroyo de la Cortijo del Estribano

APÉNDICE Nº 2. MAPA GEOTÉCNICO



CRITERIOS DE CLASIFICACION

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS	PROBLEMAS "TIPO" EXISTENTES	CONCURRENCIA DE 2 PROBLEMAS "TIPO"	CONCURRENCIA DE 3 PROBLEMAS "TIPO"	CONCURRENCIA DE 4 PROBLEMAS "TIPO"	PROBLEMAS GEOTECNICOS	NOTACION
Muy Favorables.	Litológicos.	Litológicos y Geomorfológicos.	Litológicos, Geomorfológicos e Hidrológicos.	Litológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos. (p.d.).	De Capacidad de Carga.	
Favorables.	Geomorfológicos.	Litológicos e Hidrológicos.	Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos(p.d.)		De Asientos.	
Aceptables.	Hidrológicos.		Litológicos, Hidrológicos y Geotecnicos.(p.d.).		Geotécnicos Varios.	
Desfavorables.	Geotécnicos. (p.d.).	Litológicos y Geotécnicos (p.d.)	Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos. (p.d.).			
Muy Desfavorables.		Geomorfológicos y Geotécnicos	Hidrológicos y Geotécnicos. (p.d.)			

LEYENDA

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES
Problemas de tipo Hidrológico.	Problemas de tipo Geotécnico e Hidrológico.	Problemas de tipo Geotécnico, Litológico e Hidrológico.	Problemas de tipo Hidrológico, Geotécnico y Litológico.
Problemas de tipo Geomorfológico.	Problemas de tipo Geotécnico y Litológico.	Problemas de tipo Geomorfológico, Geotécnico e Hidrológico.	
Problemas de tipo Geomorfológico y Litológico.	Problemas de tipo Geomorfológico y Litológico.	Problemas de tipo Geomorfológico, Litológico e Hidrológico.	
	Problemas de tipo Geomorfológico e Hidrológico.	Problemas de tipo Geomorfológico, Litológico, Hidrológico y Geotécnico.	
	Problemas de tipo Litológico e Hidrológico.	Problemas de tipo Geomorfológico y Litológico.	
	Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico.	Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico.	
	Problemas de tipo Geomorfológico.	Problemas de tipo Geotécnico e Hidrológico	
	Problemas de tipo Litológico.	Problemas de tipo Geomorfológico.	
	Problemas de tipo Hidrológico.	Problemas de tipo Litológico e Hidrológico.	
	Problemas de tipo Geotécnico.		

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

ACUAES AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA SA

IDOM

EL AUTOR DEL PROYECTO: ING. CAMINOS C.P. COL: 17.007	EXAMINADO Y CONFORME EL DIRECTOR DE PROYECTO	CONFORME AL JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS	VºBº EL DIRECTOR TÉCNICO	TÍTULO DEL PROYECTO	FECHA	ESCALA	PLANO	NÚMERO DE PLANO
Fdo: D. Fernando Trujillo Díez	Fdo: D. Nicolás Gutiérrez Carmona	Fdo: D. Daniel Gálvez Cruz	Fdo: D. Jerónimo Moreno Gayá	SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)	ABRIL 2020	0 250 500 1.000 1.500 2.000 m. 1:100.000 FORMATO ORIGINAL A3	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA MAPA GEOTÉCNICO	***AN3 AP2***
				CLAVE ACE/314.01/19/PROY/01			NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: COL_A03AP-02 MAPA GEOTÉCNICO.dwg	HOJA 1 de 1

APÉNDICE Nº 3. PLANTA DE SITUACIÓN DE CAMPAÑA GEOTÉCNICA

EBAR

SR-1

RÍO GUADIARO

C-2

ENSANCHE DE CAMINO A 4.00m

COLECTOR I1

C-1

EL COLMENAR

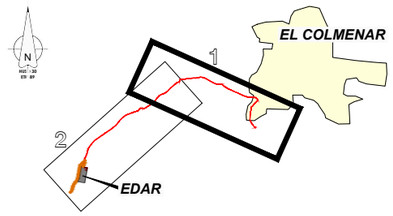
PERFIL SÍSMICO

ENSAYO DE PENETRACIÓN

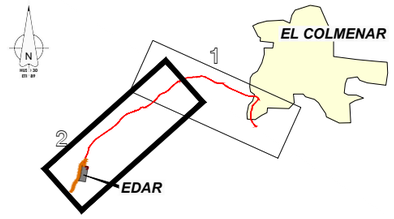
SONDEO A ROTACIÓN

CALICATA

ESQUEMA DE HOJAS



ESQUEMA DE HOJAS



COLECTOR G1

EDAR

PS-1

C-5

SR-2

C-4

PRESA DEL COLMENAR

RÍO GUADIARO

COLECTOR I1

C-2

ENSANCHE DE CAMINO A 4.00m.

C-3

PERFIL SÍSMICO

ENSAYO DE PENETRACIÓN

SONDEO A ROTACIÓN

CALICATA

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

ACUAES AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA SA

IDOM

EL AUTOR DEL PROYECTO: ING. CAMINOS C. Y P. COL: 17.007
Fdo: D. Fernando Trujillo Díez

EXAMINADO Y CONFORME EL DIRECTOR DE PROYECTO
Fdo: D. Nicolás Gutiérrez Carmona

CONFORME AL JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS
Fdo: D. Daniel Gálvez Cruz

VºBº EL DIRECTOR TÉCNICO
Fdo: D. Jerónimo Moreno Gayá

TÍTULO DEL PROYECTO
SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)

FECHA: ABRIL 2020

CLAVE: ACE/314.01/19/PROY/01

ESCALA: 1:2.000 (0 – 25 – 50 m.)

FORMATO ORIGINAL A3

PLANO
GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA DE SITUACIÓN DE RECONOCIMIENTOS

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: COL_A0301AP-03 PROPUESTA CAMPAÑA.dwg

NÚMERO DE PLANO
AN3 AP3

HOJA 1 de 1

APÉNDICE Nº 4. PERFILES DE CALICATAS

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes nº 1.
Pol. Industrial "Los Olivares" 23009.
Teléfonos: 953.258.438/ 619.262.472
www.geoxauen.es

PETICIONARIO:	**IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.**
OBRA:	**SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUNECA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR, (MÁLAGA).**
FECHA:	**30/01/2020**

ACTA DE CALICATA COL C-1

CALICATA	**COL C-1**
COTA	**RASANTE DEL TERRENO**
NIVEL FREÁTICO	**NO APARECE AGUA**







CORTE LITOLÓGICO

PROFUNDIDAD (metros)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES	TRAMO MUESTRA	EXCAVABILIDAD CON RETRO	ESTABILIDAD PAREDES
0.0					
		(0.00-0.20m). Material antrópico.			
0.5		(0.20-1.50m). Arena arcillosa de color marrón oscuro rojiza. Presencia abundante de bloques areniscos. El material ensayado da como resultado una arena arcillosa con grava.	M-2002615 ACOPIO (0.2-1.5m)	EXCAVABLE CON DIFICULTAD	ESTABLE
1.0					
1.5					

Francisco Javier Peña Cabrera
Geólogo

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes nº 1.
Pol. Industrial "Los Olivares" 23009.
Teléfonos: 953.258.438/ 619.262.472
www.geoxauen.es

PETICIONARIO:	**IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.**
OBRA:	**SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUNECA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR, (MÁLAGA).**
FECHA:	**30/01/2020**

ACTA DE CALICATA COL C-2

CALICATA	**COL C-2**
COTA	**RASANTE DEL TERRENO**
NIVEL FREÁTICO	**NO APARECE AGUA**







CORTE LITOLÓGICO

PROFUNDIDAD (metros)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES	TRAMO MUESTRA	EXCAVABILIDAD CON RETRO	ESTABILIDAD PAREDES
0.0					
		(0.00-0.30m). Arcilla de color marrón (capa vegetal).			
1.0		(0.30-2.30m). Grava arcillosa con arena de color marrón claro. Presencia de bloques areniscos. El material ensayado da como resultado una grava arcillosa con arena.	M-2002616 ACOPIO (0.3-2.3m)	EXCAVABLE CON DIFICULTAD	ESTABLE
2.0		(2.30-2.35m). Arenisca.		NO EXCAVABLE	
3.0					

Francisco Javier Peña Cabrera
Geólogo

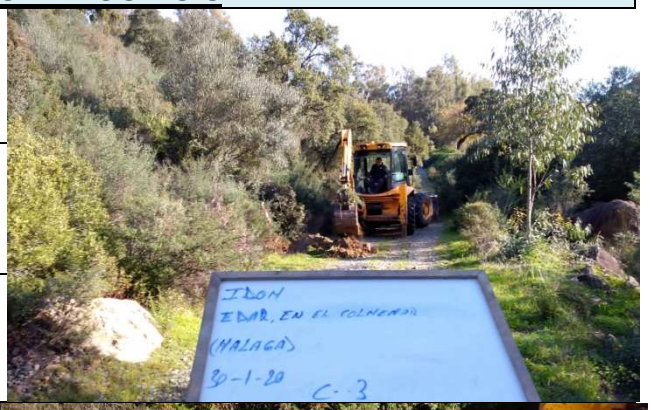
GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes nº 1.
Pol. Industrial "Los Olivares" 23009.
Teléfonos: 953.258.438/ 619.262.472
www.geoxauen.es

PETICIONARIO:	**IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.**
OBRA:	**SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUNECA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR, (MÁLAGA).**
FECHA:	**30/01/2020**

ACTA DE CALICATA COL C-3

CALICATA	**COL C-3**
COTA	**RASANTE DEL TERRENO**
NIVEL FREÁTICO	**NO APARECE AGUA**







CORTE LITOLÓGICO

PROFUNDIDAD (metros)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES	TRAMO MUESTRA	EXCAVABILIDAD CON RETRO	ESTABILIDAD PAREDES
0.0					
		(0.00-0.20m). Arcilla de color marrón (capa vegetal).		EXCAVABLE	ESTABLE
		(0.20-0.40m). Arcilla arenosa de color beige.			
1.0		(0.40-2.30m). Grava arcillosa-limosa con arena de color marrón oscuro rojiza. Presencia de bloques areniscos.	M-2002617 ACOPIO (0.4-1.0m)	EXCAVABLE CON DIFICULTAD	
2.0		(2.30-2.35m). Arenisca.		NO EXCAVABLE	
3.0					

Francisco Javier Peña Cabrera
Geólogo

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes nº 1.
Pol. Industrial "Los Olivares" 23009.
Teléfonos: 953.258.438/ 619.262.472
www.geoxauen.es

PETICIONARIO:	**IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.**
OBRA:	**SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUNECA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR, (MÁLAGA).**
FECHA:	**30/01/2020**

ACTA DE CALICATA COL C-4

CALICATA	**COL C-4**
COTA	**RASANTE DEL TERRENO**
NIVEL FREÁTICO	**NO APARECE AGUA**







CORTE LITOLÓGICO

PROFUNDIDAD (metros)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES	TRAMO MUESTRA	EXCAVABILIDAD CON RETRO	ESTABILIDAD PAREDES
0.0					
		(0.00-0.40m). Arcilla de color marrón (capa vegetal).			
1.0		(0.40-2.00m). Grava arcillosa con arena de color beige. Presencia de bloques areniscos. El material ensayado da como resultado una grava arcillosa con arena.	M-2002618 ACOPIO (0.4-2.0m)	EXCAVABLE	ESTABLE
2.0		(2.00-2.05m). Arenisca.		NO EXCAVABLE	
3.0					

Francisco Javier Peña Cabrera
Geólogo

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes nº 1.
Pol. Industrial "Los Olivares" 23009.
Teléfonos: 953.258.438/ 619.262.472
www.geoxauen.es

PETICIONARIO:	**IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.**
OBRA:	**SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUNECA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR, (MÁLAGA).**
FECHA:	**30/01/2020**

ACTA DE CALICATA COL C-5

CALICATA	**COL C-5**
COTA	**RASANTE DEL TERRENO**
NIVEL FREÁTICO	**NO APARECE AGUA**



CORTE LITOLÓGICO

PROFUNDIDAD (metros)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES	TRAMO MUESTRA	EXCAVABILIDAD CON RETRO	ESTABILIDAD PAREDES
0.0					
		(0.00-0.20m). Arcilla de color marrón (capa vegetal).		EXCAVABLE	ESTABLE
0.5		(0.20-1.00m). Arena arcillosa con grava de color marrón	M-2002619 ACOPIO (0.2-1.0m)		
1.0		(1.00-2.20m). Marga arcillosa de baja plasticidad de color beige y grisáceo. Presencia de bloques areniscos.	M-2002620 ACOPIO (1.0-2.2m)		
1.5					
2.0		(2.20-2.25m). Arenisca.		NO EXCAVABLE	
2.5					

Francisco Javier Peña Cabrera
Geólogo

APÉNDICE Nº 5. CORTES ESTRATIGRÁFICOS DE SONDEOS

GEOXAUEN S.L.

INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

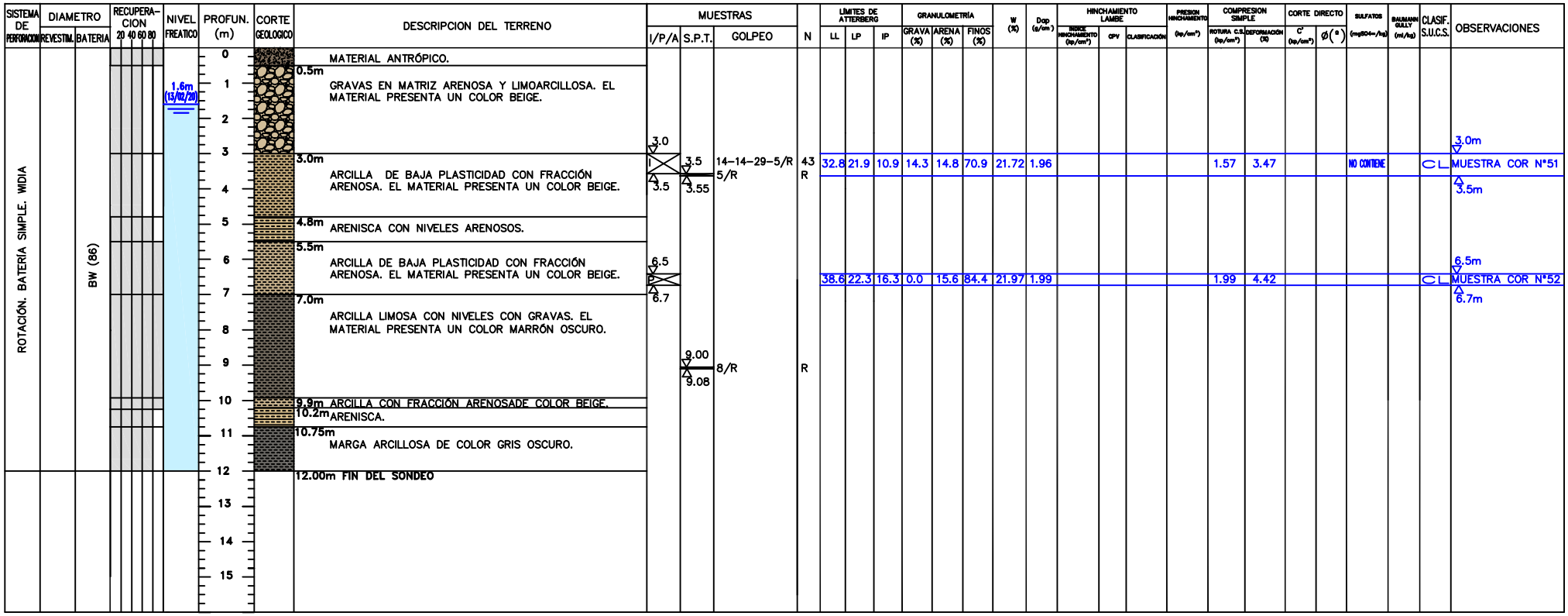
PETICIONARIO: IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.

TRABAJO: SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES.

LOCALIDAD: EL COLMENAR, (MÁLAGA).

FECHA: 13/02/2020

SONDEO COL SR-1



DIRECTOR

RESPONSABLE DE ENSAYOS

Jaén, 26 de febrero de 2020

Francisco Garrido Nieto
Ingeniero Técnico Industrial

Francisco Javier Peña Cabrera
Licenciado en Ciencias Geológicas

GEOXAUEN S.L.

INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

PETICIONARIO: IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.

TRABAJO: SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES.

LOCALIDAD: EL COLMENAR, (MÁLAGA).

FECHA: 14/02/2020

SONDEO COL SR-2

SISTEMA DE PERFORACION	DIAMETRO REVESTIM.	DIAMETRO BATERIA	RECUPERACION 20 40 60 80	NIVEL FREATICO	PROFUN. (m)	CORTE GEOLOGICO	DESCRIPCION DEL TERRENO	MUESTRAS I/P/A	MUESTRAS S.P.T.	MUESTRAS GOLPEO	N	LIMITES DE ATTERBERG LL	LP	IP	GRANULOMETRIA GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	W (%)	Dap (g/cm³)	HINCHAMIENTO LAMBE INDICE HINCHAMIENTO (kp/cm²)	CPV	CLASIFICACION	PRESION HINCHAMIENTO (kp/cm²)	COMPRESION SIMPLE ROTURA C.S. (kp/cm²)	DEFORMACION (%)	CORTE DIRECTO C' (kp/cm²)	Ø (°)	SULFATOS (mgSO4=/kg)	BAUMANN GULLY (ml/kg)	CLASIF. S.U.C.S.	OBSERVACIONES
ROTACIÓN. BATERÍA SIMPLE. WDIA		BW (86)			0		MATERIAL ANTRÓPICO.																									
					1		0.9m ARCILLA DE COLOR MARRÓN OSCURO.																										
					2		1.6m ARENA LIMOSA DE COLOR OCRE.																										
					3		2.1m MARGA ARCILLOSA DE ALTA PLASTICIDAD Y DE COLOR BEIGE OSCURO.	3.0																									3.0m
								I	3.6	7-10-12-14	22	52.0	23.1	28.9	0.0	1.2	98.8	21.89	1.97				0.88	1.48	5.76			125.6		CH	MUESTRA COR Nº53
					4			3.6	4.2	8-9-9-11	18																				3.6m
					5		4.6m ARENISCA.																									
					6																										
					7		6.9m MARGA ARCILLOSA DE ALTA PLASTICIDAD Y DE COLOR BEIGE OSCURO.	7.3																									7.3m
								P				55.2	23.7	31.5	0.0	2.3	97.7	22.90	2.00					3.72	6.87			89.8		CH	MUESTRA COR Nº54
					8		8.00m FIN DEL SONDEO	7.7																							7.7m
					9																										
					10																										
					11																										
					12																										
					13																										
					14																										
					15																										

DIRECTOR

RESPONSABLE DE ENSAYOS

Jaén, 26 de febrero de 2020

Francisco Garrido Nieto
Ingeniero Técnico Industrial

Francisco Javier Peña Cabrera
Licenciado en Ciencias Geológicas

APÉNDICE Nº 6. PERFIL SÍSMICO

GeyTex S.L.
GEOLOGIA Y TECNICAS DE EXPLORACION

ESTUDIO GEOFÍSICO CON SÍMICA DE REFRACCIÓN

TÍTULO:

SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)

PETICIONARIO:

GEOXAUEN

FECHA:

FEBRERO DE 2.020

1. ANTECEDENTES

Por petición de **GEOXAUEN, S.L.**, se ha realizado por **GEYTEX, S.L.,** la prestación de servicio consistente en un estudio geofísico mediante método sísmico de refracción para el Proyecto de Saneamiento y Depuración de los Municipios de la Cuenca del río Guadiaro. EDAR y Colectores en El Colmenar (Málaga)

La finalidad del estudio es determinar los criterios de excavabilidad del terreno.

Se utiliza la técnica de sísmica de refracción ya que existen tablas elaboradas por los fabricantes de maquinaria de excavación que establecen la correlación entre la velocidad de la onda sísmica refractada y la potencia de los tractores más comunes.

Según la petición cursada, se ha medido 1 perfil sísmico con un dispositivo registro lineal de 12 geófonos separados entre sí 5 metros y con 5 puntos de golpeo, dos de ellos en los extremos y tres intermedios.

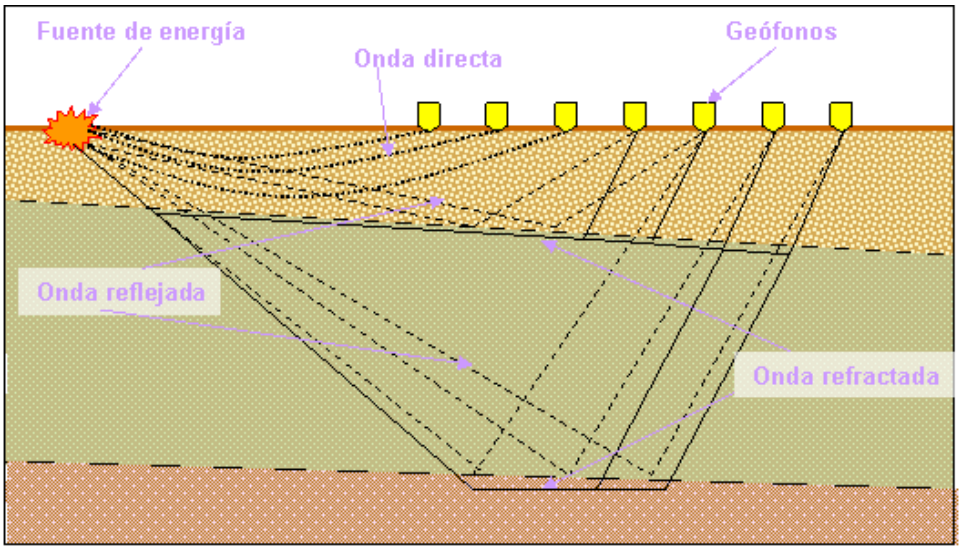
El perfil se midió en la posición marcada en la fotografía satélite que adjuntamos en el **Anejo 1** de este informe.

En el **Anejo 2** de este informe adjuntamos las Gráficas de Resultados del perfil medido.

En el **Anejo 3** se incorporan fotografías tomadas durante la ejecución del ensayo.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Los métodos sísmicos están basados en la distinta velocidad de propagación de las ondas sísmicas en el subsuelo, en función de las constantes elásticas de los materiales que atraviesan.



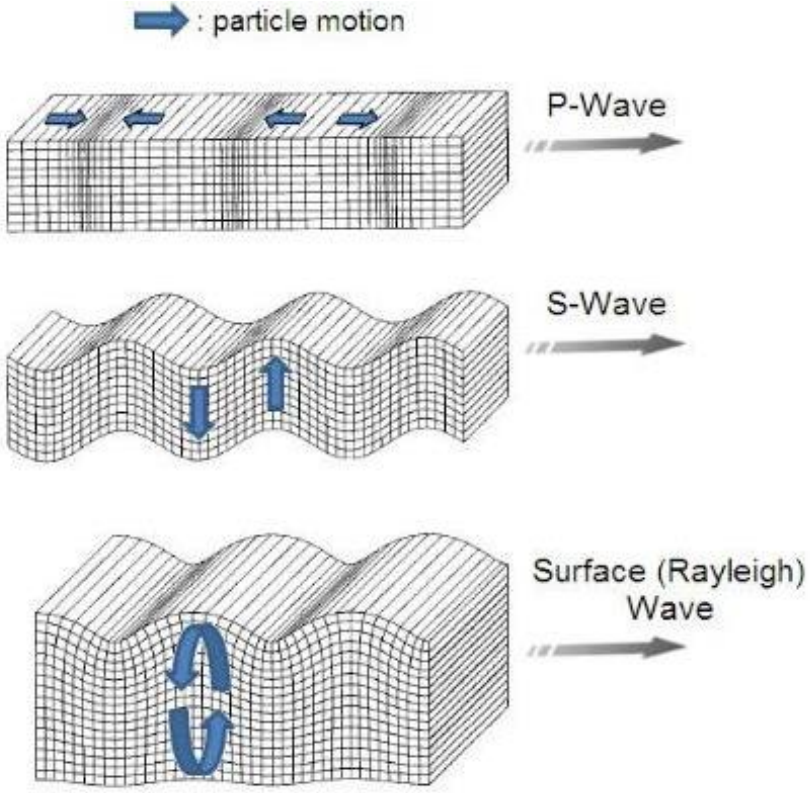
Estos métodos requieren la introducción en el terreno de una energía (producida generalmente mediante explosivos o golpeando el terreno con un peso), generando así unas ondas símicas que pueden viajar por la superficie (ondas superficiales) o introducirse en el terreno (ondas internas).

Las ondas internas pueden ser de dos tipos:

a) *Ondas Longitudinales*, también llamadas P, son las primeras en llegar y corresponden a una vibración paralela a la dirección de propagación de la onda, por dilataciones y compresiones sucesivas.

b) *Ondas Transversales*, u Ondas S o de Cizalla. Corresponden a una vibración perpendicular a la dirección de propagación.

Las ondas S presentan una velocidad de propagación inferior a las ondas P, no se propagan más que en medios sólidos y su amplitud es mucho mayor.

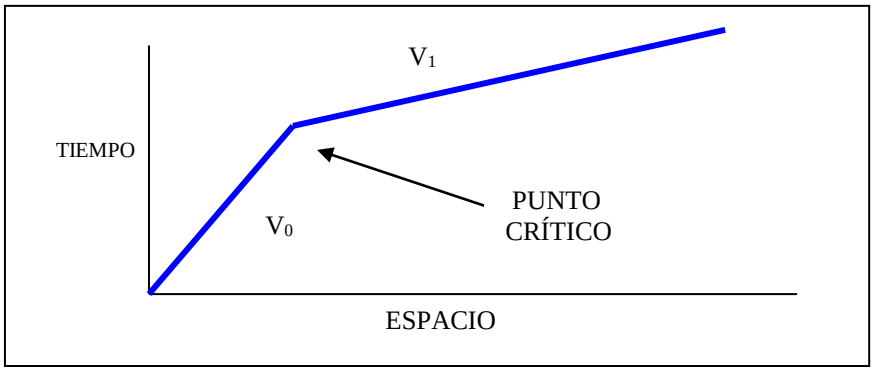


Las ondas generadas se propagan en todas direcciones y si encuentran al penetrar un medio de propagación distinto al anterior, una parte de la energía se *refleja*, volviendo a la superficie y parte *se refracta*, siguiendo su viaje en profundidad.

Dentro de la energía refractada, una parte experimenta la *refracción total* viajando a lo largo del contacto entre los dos medios y volviendo asimismo a la superficie.

El método de **Sísmica de Refracción** consiste en medir, mediante unos receptores superficiales o *geófonos*, los tiempos de llegada de las ondas refractadas en los diversos contactos del terreno.

Los tiempos de llegada, o retardos, de las primeras llegadas se representan en una gráfica de tiempo-distancia o *Dromocrona.*



A partir de las gráficas de *Dromocronas* podemos calcular la velocidad de propagación de la onda sísmica en los distintos medios atravesados, (siempre que la velocidad aumente del medio más superficial al inmediatamente inferior), así como la profundidad a que se sitúa el contacto entre los dos medios.

En una gráfica de Dromocronas, el punto donde la recta cambia de pendiente se llama Punto Crítico, el cual marca el paso de un medio de velocidad V_0 a otro de velocidad V_1, siendo $V_0 < V_1$.

Con Sísmica de Refracción no son interpretables capas de poco espesor, ni secuencias alternantes. Los cambios litológicos laterales se pueden apreciar sobre la gráfica de *Dromocronas*, pero no se pueden interpretar por los principios de la Refracción.

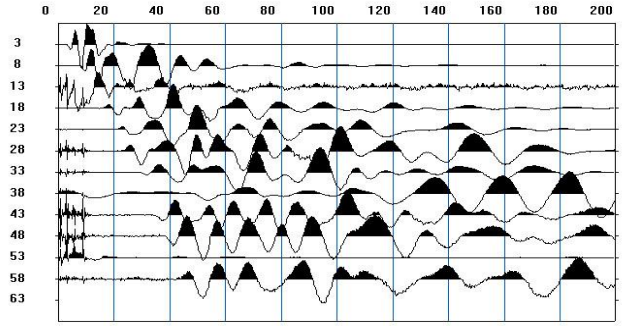
3. INSTRUMENTAL

El instrumento utilizado en prospección sísmica es el Sismógrafo de señal amplificada.

El dispositivo sobre el terreno consta de uno o varios geófonos conectados al sismógrafo y una fuente de energía que, habitualmente, es un martillo pesado para golpear sobre una chapa metálica, pudiéndose utilizar también una carga explosiva, si se desea alcanzar mayor profundidad de investigación.

El movimiento del terreno provocado por el golpe se acusa por la señal eléctrica que el *geófono* envía al sismógrafo, que la amplía y filtra para transformarla en una señal luminosa en la pantalla o imprimirla en papel. A este registro se le llama *sismograma*.

A partir del *sismograma* se pueden obtener los tiempos de llegada de las ondas sísmicas que, mediante una interpretación, conducen a la determinación de las velocidades de las capas sísmicas y su espesor.

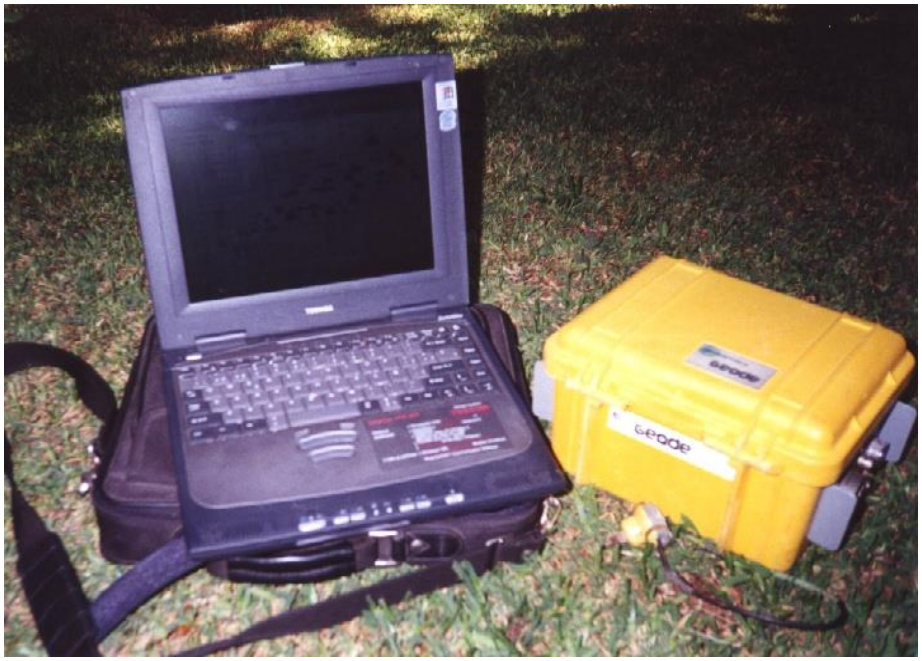


Ejemplo de sismograma de 12 registros obtenido con el sismógrafo GEODE-12

El instrumental utilizado por **GEYTEX** es un sismógrafo digital de 16 canales simultáneos marca **GEOMETRICS.**

Las características principales de este sismógrafo son:

- 24 bits de resolución
- Ancho de banda: 1.75 Hz a 20 kHz
- Filtros: Low Cut, Notch y High Cut
- Transmisión de datos por tarjeta PCMCIA a ordenador portátil.
- Programa SGOS para adquisición, vista en pantalla, impresión, filtrado y almacenamiento de datos
- Ficheros en formato SEG-2



4. RESULTADOS

El tratamiento de la información sísmica se ha realizado con el programa informático ***SeisImager*** de **OYO Corporation**.

Para cada perfil hemos realizado una interpretación: mediante análisis tomográfico, delimitando intervalos de velocidad sísmica cada 200 m/s.

En el **Anejo 2** adjuntamos, para el perfil sísmico realizado:

♦ **Gráfica de Dromocronas**, en la que se representa en ordenadas el tiempo de llegada en milisegundos y en abscisas la distancia en metros.

♦ **Gráfica de Interpretación del Perfil Sísmico**, según una sección del terreno a favor del mismo, representando:

★ La superficie topográfica, estimada sobre fotografía satélite
★ Las distintas capas detectadas, con su velocidad sísmica, expresada en m/seg.

Los criterios de ***Ripabilidad*** se establecen para un escarificado con rendimiento óptimo, pudiendo ser posible el mismo con un tractor más pequeño a bajo rendimiento.

Estos criterios sirven, así mismo, para correlacionar el **Grado de Alteración** (G.A.) del material, según una escala que va de VI (Completo) a I (Nulo)

Estos criterios se han definido, básicamente, mediante las ***Tablas de Rendimiento de Desgarradores Caterpillar*** para distintos modelos de *Bulldozer* de un vástago o vástagos múltiples.

Para el contexto geológico de la zona, se pueden asumir los siguientes criterios de Ripabilidad y correlación con el Grado de Alteración:

- < 800 m/s: material Excavable. G.A.: VI. Completo
- 800-1.200: material de Ripabilidad Fácil. G.A.: V. Muy Alto
- 1.200-1.600: material de Ripabilidad Moderada. G.A.: IV. Alto

- 1.600-2.000: material de Ripabilidad Difícil. G.A.: III. Moderado
- 2.000-2.400: material de Ripabilidad Marginal. G.A.: II. Ligero
- >2.400: Material No Ripable. G.A.: I. Nulo

Sobre la interpretación de los perfiles sísmicos hemos representado las isolíneas que marcan estos límites de velocidad, a fin de poder visualizar con facilidad hasta qué profundidad se podría desmontar con un tractor determinado.

La **Clasificación del Tractor recomendado** correspondería, según a la Potencia del mismo expresada en Kilowatios, y el Peso en Toneladas, a:

TRACTOR	CLASE	POTENCIA (KW)	PESO (t)
PEQUENO		**< 100**	**< 15**
LIGERO	**1**	**100-150**	**15-25**
MEDIO	**2**	**150-220**	**25-35**
PESADO	**3**	**220-350**	**35-55**
MUY PESADO	**4**	**>350**	**>55**

La Correlación entre Velocidad Sísmica y Tractor recomendado sería:

Vp (m/s)	Clase Tractor
< 800	Pequeño
800-1200	1
1200-1600	2
1600-2000	3
2000-2400	4
> 2400	Voladura

Análisis de Resultados

En base a la información aportada por el peticionario, el contexto geológico de la zona de estudio sería de arenas y arcillas en superficie, y por debajo, alternancia de arcillas, margas y areniscas.

Las capas sísmicas delimitadas en el perfil realizado serían:

PERFIL COL-PS-1

Las capas sísmicas se acuñan desde inicio a final del perfil.

La capa ***excavable*** (<800 m/s) tiene de 2 a 2.5 metros de espesor.

El límite de **Ripabilidad Fácil** (hasta 1.200 m/s), para tractores de **Clase 1 (Ligeros)**, se sitúa hasta 5.5 metros de profundidad en la parte inicial y hasta 3.5 metros en la final.

La **Ripabilidad Moderada** (hasta 1.600 m/s), para tractores de **Clase 2 (Medios)**, se sitúa hasta 7 metros de profundidad en la parte inicial y hasta 5.5 metros en la final.

La **Ripabilidad Difícil** (hasta 2.000 m/s), para tractores de **Clase 3 (Pesados)**, se sitúa hasta 14 metros de profundidad en la parte inicial y hasta 7 metros en la final.

A partir de aquí el material tendría **Ripabilidad Marginal**, para tractores de **Clase 4 (Muy Pesados)**.



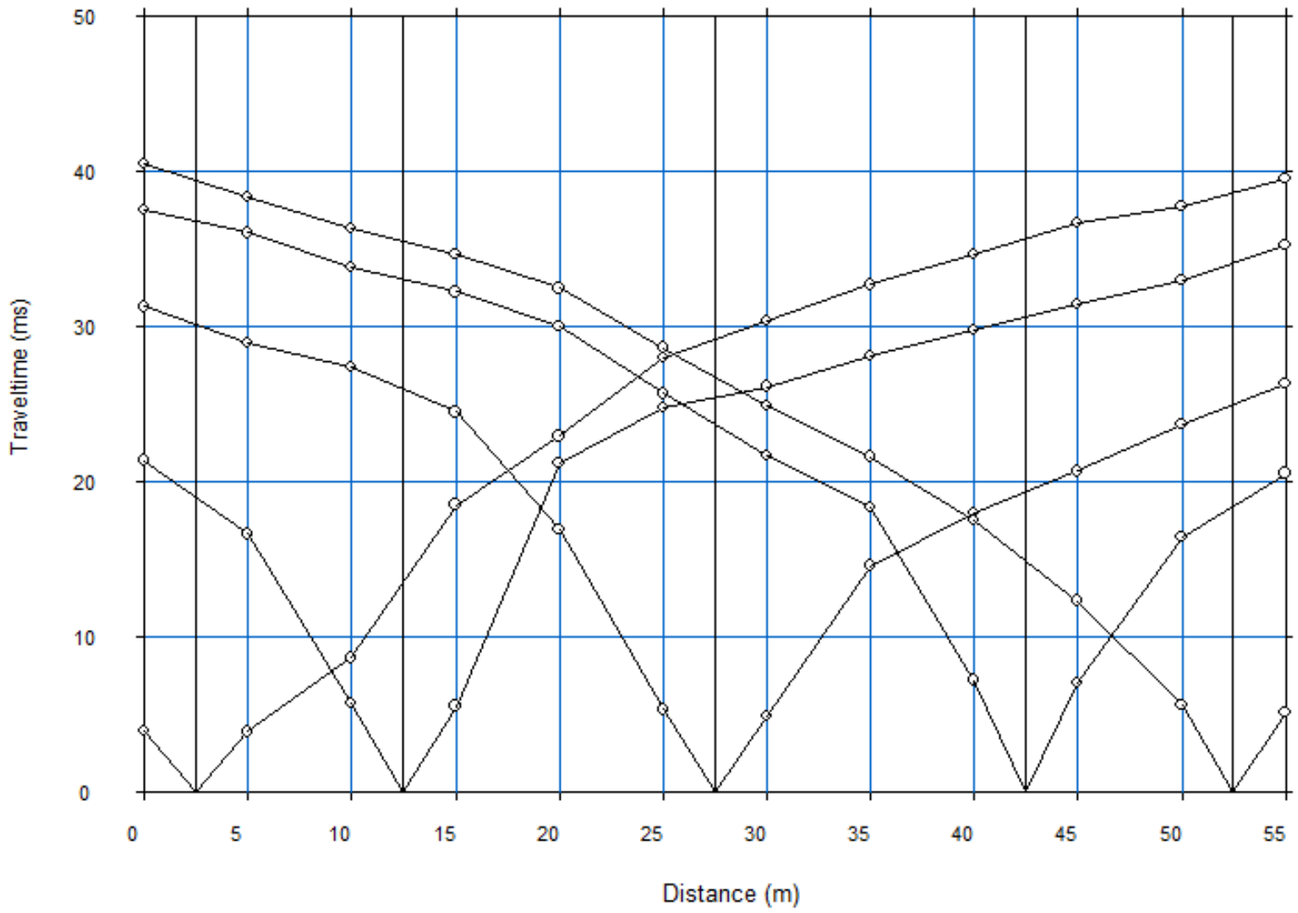
Firmado a 25 de febrero de 2.020
por Manuel Rodríguez Fernández,
Licenciado en Ciencias Geológicas
por la Universidad de Granada,
con Título nº 2717 de 22 de agosto de 1.984

Anejo 1. Croquis de Situación

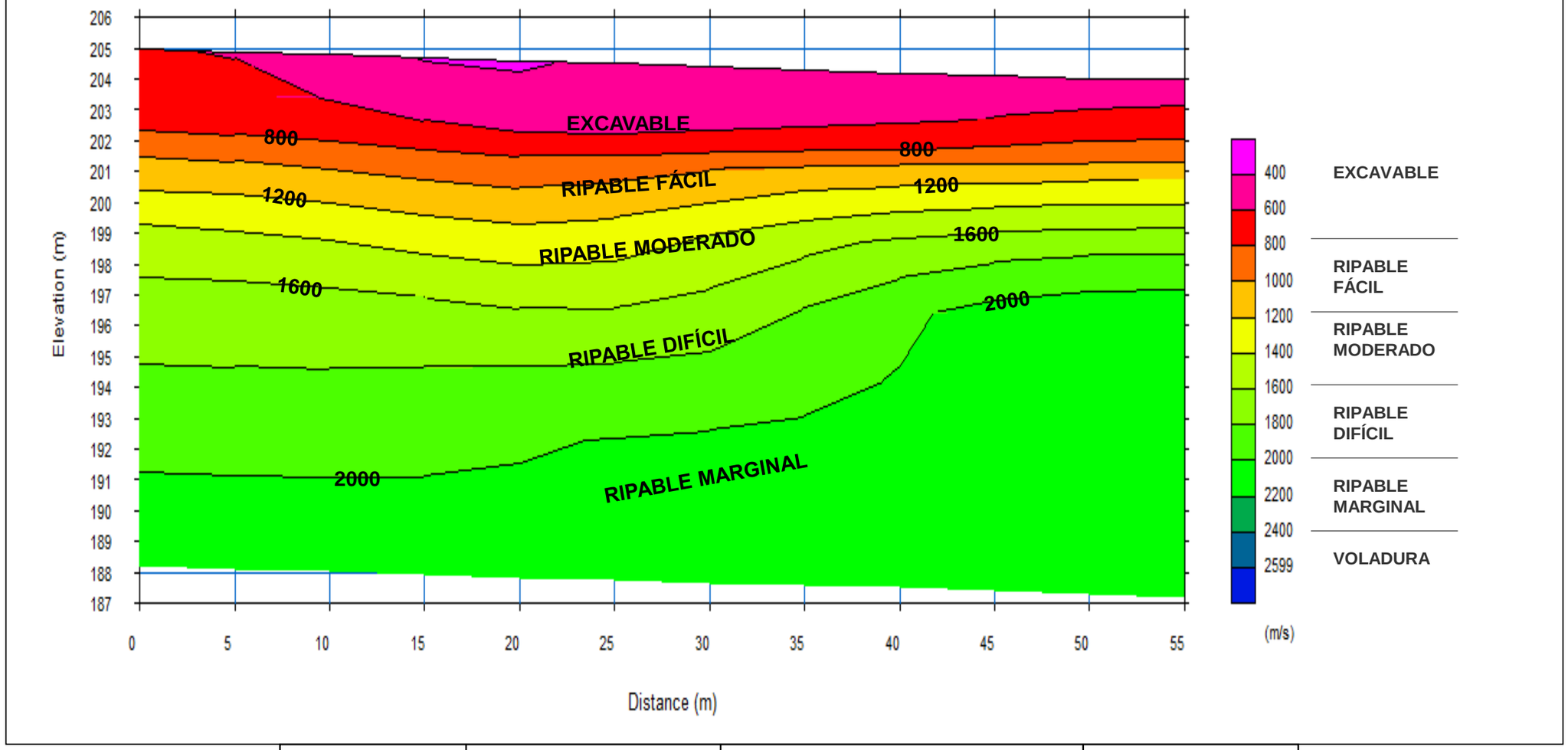


PETICIONARIO:	TÍTULO:	DOCUMENTO:	GeyTex S.L. GEOLOGÍA Y TÉCNICAS DE EXPLORACIÓN
GEOXAUEN	SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)	CROQUIS DE SITUACIÓN	FEBRERO DE 2.020

Anejo 2. Gráficas de Resultados



PETICIONARIO:	TÍTULO:	DOCUMENTO:	GeyTex S.L. GEOLOGIA Y TECNICAS DE EXPLORACIÓN
GEOXAUEN	SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)	DROMOCRÓNICAS	FEBRERO DE 2.020



Vp (m/s)	Excavabilidad	Técnica de Excavación	Grado Alteración
<800	Excavable	Tractor Pequeño (<100 KW)	VI. Completo
800-1200	Ripable Fácil	Tractor Ligero (100-150 KW)	V. Muy Alto
1200-1600	Ripable Moderado	Tractor Medio (150-220 KW)	IV. Alto
1600-2000	Ripable Difícil	Tractor Pesado (220-350 KW)	III. Moderado
2000-2400	Ripable Marginal	Tractor Muy Pesado (>350 KW)	II. Ligero
>2400	No Ripable	Voladura	I. Nulo

PETICIONARIO:	TÍTULO:	DOCUMENTO:	
GEOXAUEN	SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)	PERFIL SÍSMICO COL-PS-1	GeyTex S.L. GEOLOGIA Y TECNICAS DE EXPLORACION FEBRERO DE 2.020

Anejo 3. Fotografías

COL-PS-1 INICIO



COL-PS-1 FINAL



PETICIONARIO:	TÍTULO:	DOCUMENTO:	GeyTex S.L. GEOLOGIA Y TECNICAS DE EXPLORACIÓN
GEOXAUEN	SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)	FOTOGRAFÍAS	FEBRERO DE 2.020

APÉNDICE Nº 7. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

SONDEO SR-1


IDOM
COLMENAR
13/02/2020
SR1
0'00
3'50


IDOM
COLMENAR
13/02/2020
SR1
3'50
7'00


IDOM
COLMENAR
13/02/2020
SR1
7'00
10'50

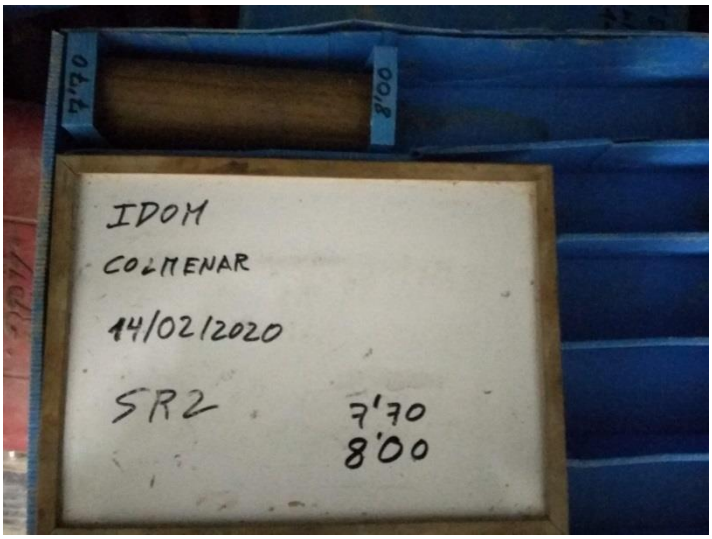

10'50
12'00
IDOM
COLMENAR
13/02/2020
SR1
7'00
10'50


IDOM
COLMENAR
13/02/2020
SR1

SONDEO SR-2


IDOM
COLMENAR
14/02/2020
SR2
0'00
3'00


IDOM
COLMENAR
14/02/2020
SR2
3'00
3'70


7'70
8'00
IDOM
COLMENAR
14/02/2020
SR2
7'70
8'00


IDOM
COLMENAR
14/02/2020
SR2

CALICATA C-1







CALICATA C-2







CALICATA C-3



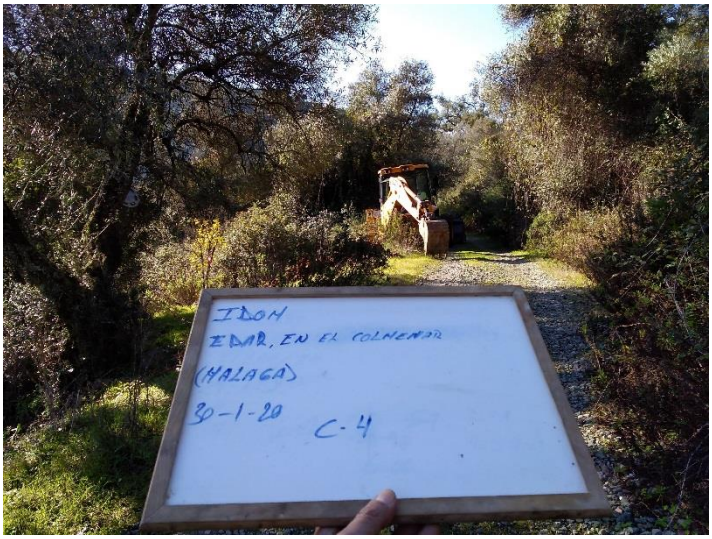

IDOM
EDAR, EN EL COLMENAR
(MALAGA)
30-1-20
C-3


IDOM
EDAR, EN EL COLMENAR
(MALAGA)
30-1-20
C-3

CALICATA C-4







CALICATA C-5



APÉNDICE Nº 8. ENSAYOS DE LABORATORIO

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, 1
Polígono Industrial Los Olivares
23009 Jaén
Teléfono: 953 258438

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELOS

1.- DATOS DE CARACTER GENERAL

Peticionario	IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.
Obra	SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)

2.- DATOS ESPECIFICOS DE LA MUESTRA

Expediente	2002615
Tipo de muestra	COLM C1-M15 - Suelo
Procedencia	COLM Cata 1, cota: -0,20 a -1,50 m
Localización en obra	COLM Cata 1, ver croquis y perfil
Fecha de entrada	30 de enero de 2020

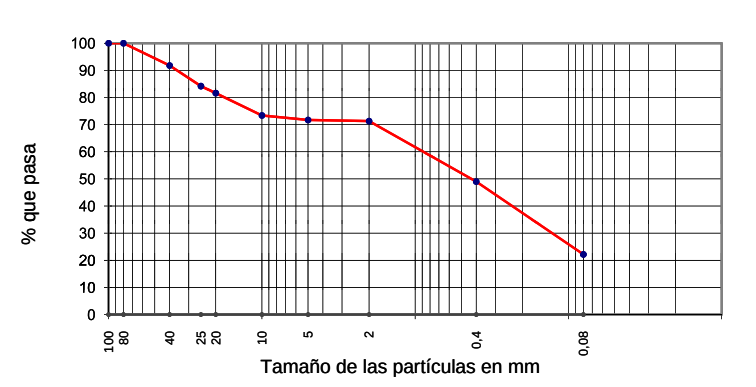
3.-LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido UNE 103103/94	20,6
Límite plástico UNE 103104/93	12,2
Indice de plasticidad	8,4

4.-ENSAYOS QUIMICOS

Contenido de yeso (%) UNE 103206:2006	0,00

5.- ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO — UNE 103101:95



Tamiz UNE	Retenido (%)	Acumulado (%)	Pasa (%)
100	0,0	0,0	100
80	0,0	0,0	100
40	8,2	8,2	92
25	7,6	15,8	84
20	2,6	18,4	82
10	8,2	26,6	73
5	1,7	28,3	72
2	0,4	28,7	71
0,4	22,3	51,0	49
0,08	26,8	77,8	22

6.- CLASIFICACION DE LA MUESTRA

6.1.- Clasificación según S.U.C.S.: Arena arcillosa SC con grava, índice de grupo = 0

6.2.- Clasificación según el PG-3: Los ensayos realizados cumplen las condiciones de suelo tolerable

Jaén, 25 de febrero de 2020

Director y reponsable técnico de ensayos

Francisco Garrido Nieto
Ing. Téc. Industrial (Estructuras)

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, 1
Polígono Industrial Los Olivares
23009 Jaén
Teléfono: 953 258438

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELOS

1.- DATOS DE CARACTER GENERAL

Peticionario	IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.
Obra	SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)

2.- DATOS ESPECIFICOS DE LA MUESTRA

Expediente	2002616
Tipo de muestra	COLM C2-M16 - Suelo
Procedencia	COLM Cata 2, cota: -0,30 a -2,30 m
Localización en obra	COLM Cata 2, ver croquis y perfil
Fecha de entrada	30 de enero de 2020

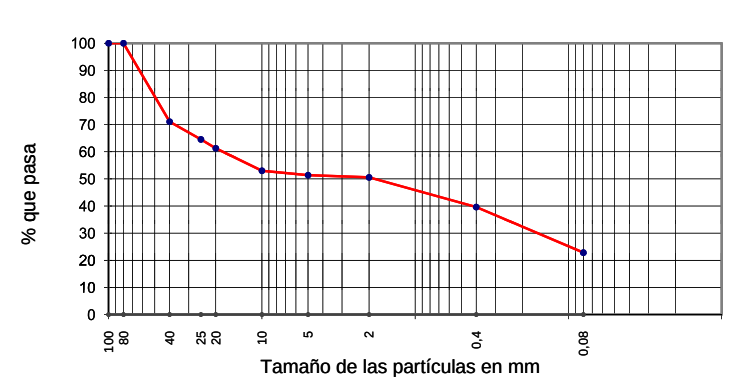
3.-LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido UNE 103103/94	24,9
Límite plástico UNE 103104/93	14,3
Indice de plasticidad	10,6

4.-ENSAYOS QUIMICOS

Contenido de yeso (%) UNE 103206:2006	0,00

5.- ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO — UNE 103101:95



Tamiz UNE	Retenido (%)	Acumulado (%)	Pasa (%)
100	0,0	0,0	100
80	0,0	0,0	100
40	28,9	28,9	71
25	6,5	35,4	65
20	3,3	38,7	61
10	8,3	47,0	53
5	1,6	48,6	51
2	0,8	49,4	51
0,4	10,9	60,4	40
0,08	16,8	77,2	23

6.- CLASIFICACION DE LA MUESTRA

6.1.- Clasificación según S.U.C.S.: Grava arcillosa GC con arena, índice de grupo = 0

6.2.- Clasificación según el PG-3: Los ensayos realizados cumplen las condiciones de suelo seleccionado

Jaén, 25 de febrero de 2020

Director y reponsable técnico de ensayos

Francisco Garrido Nieto
Ing. Téc. Industrial (Estructuras)

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

Los resultados están referidos
a la muestra ensayada y no al producto en general

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, 1
Polígono Industrial Los Olivares
23009 Jaén
Teléfono: 953 258438

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELOS

1.- DATOS DE CARACTER GENERAL

Peticionario	IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.
Obra	SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)

2.- DATOS ESPECIFICOS DE LA MUESTRA

Expediente	2002617
Tipo de muestra	COLM C3-M17 - Suelo
Procedencia	COLM Cata 3, cota: -0,40 a -1,00 m
Localización en obra	COLM Cata 3, ver croquis y perfil
Fecha de entrada	30 de enero de 2020

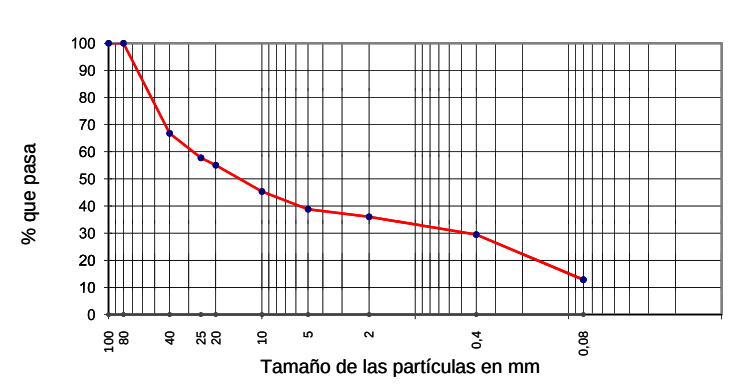
3.-LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido UNE 103103/94	21,1
Límite plástico UNE 103104/93	15,2
Indice de plasticidad	5,8

4.-ENSAYOS QUIMICOS

Contenido de yeso (%) UNE 103206:2006	0,00

5.- ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO — UNE 103101:95



Tamiz UNE	Retenido (%)	Acumulado (%)	Pasa (%)
100	0,0	0,0	100
80	0,0	0,0	100
40	33,2	33,2	67
25	9,0	42,2	58
20	2,7	44,9	55
10	9,7	54,6	45
5	6,5	61,2	39
2	2,8	64,0	36
0,4	6,6	70,5	29
0,08	16,6	87,1	13

6.- CLASIFICACION DE LA MUESTRA

6.1.- Clasificación según S.U.C.S.: Grava arcillosa-limosa GC-GM con arena, índice de grupo = 0

6.2.- Clasificación según el PG-3: Los ensayos realizados cumplen las condiciones de suelo seleccionado

Jaén, 25 de febrero de 2020

Director y reponsable técnico de ensayos

Francisco Garrido Nieto
Ing. Téc. Industrial (Estructuras)

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

Los resultados están referidos
a la muestra ensayada y no al producto en general

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, 1
Polígono Industrial Los Olivares
23009 Jaén
Teléfono: 953 258438

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELOS

1.- DATOS DE CARACTER GENERAL

Peticionario	IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.
Obra	SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)

2.- DATOS ESPECIFICOS DE LA MUESTRA

Expediente	2002618
Tipo de muestra	COLM C4-M18
Procedencia	COLM cata 4, cota: -1,00 a -3,00 m
Localización en obra	COLM cata 4, ver croquis y perfil
Fecha de entrada	30 de enero de 2020

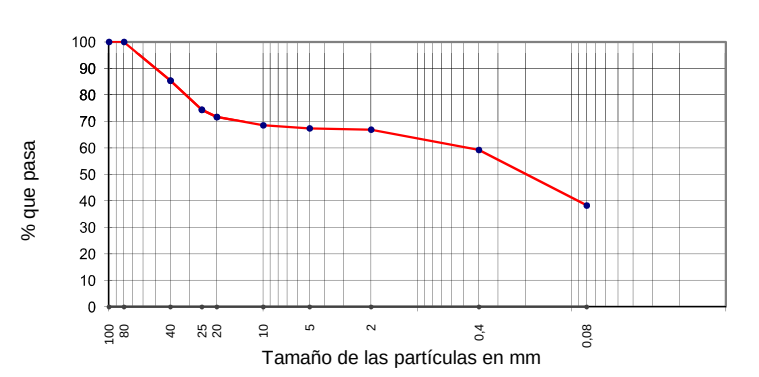
3.-LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido UNE 103103/94	26,2
Límite plástico UNE 103104/93	12,6
Indice de plasticidad	13,6

4.-ENSAYOS QUIMICOS

Contenido de yeso (%) UNE 103206:2006	0,00

5.- ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO — UNE 103101:95



Tamiz UNE	Retenido (%)	Acumulado (%)	Pasa (%)
100	0,0	0,0	100
80	0,0	0,0	100
40	14,6	14,6	85
25	11,0	25,6	74
20	2,7	28,3	72
10	3,1	31,5	69
5	1,2	32,6	67
2	0,5	33,1	67
0,4	7,6	40,7	59
0,08	21,0	61,7	38

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

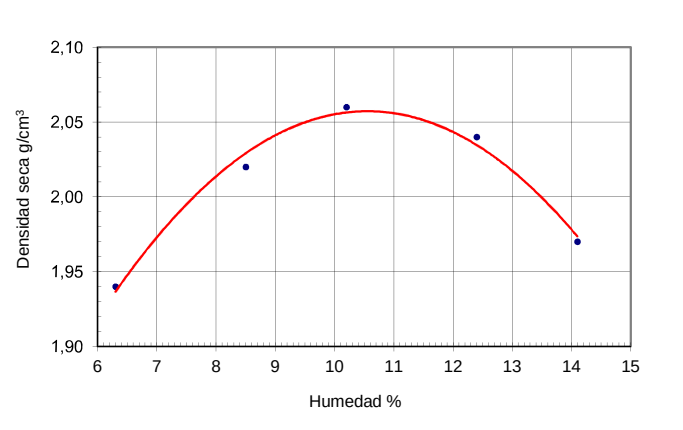
Los resultados están referidos
a la muestra ensayada y no al producto en general

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, 1
Polígono Industrial Los Olivares
23009 Jaén
Teléfono: 953 258438

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

6.- ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO — UNE 103501:94



Retenido en tamiz 20 UNE (%)	28
Densidad de los gruesos (g/cm^3)	2,490

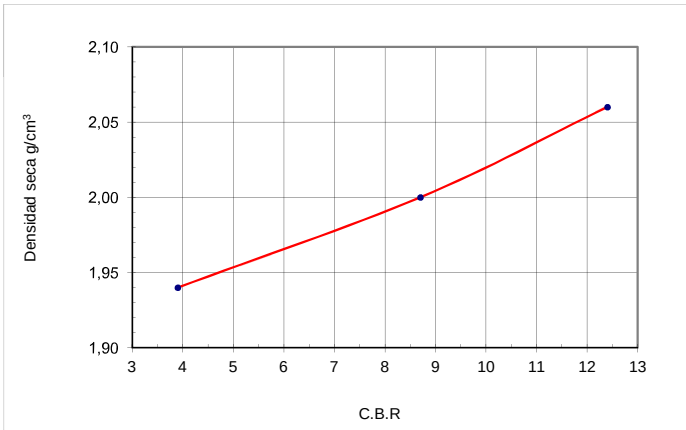
Punto	1	2	3	4	5
Agua añadida (%)	2	4	6	8	10
Humedad (%)	6,3	8,5	10,2	12,4	14,1
Densidad (g/cm^3)	1,94	2,02	2,06	2,04	1,97

Humedad óptima de compactación (%)	10,5
Densidad máxima (g/cm^3)	2,06
Humedad óptima corregida de compactación (%)	7,5
Densidad máx. corregida (g/cm^3)	2,17

7.- INDICE C.B.R. EN LABORATORIO — UNE 103502:95

Preparación de las probetas

Las probetas ensayadas se han obtenido mediante el remoldeo de una muestra en las condiciones de humedad del ensayo proctor modificado



Probetas: muestras compactadas	1	2	3
Energía de compactación	25%	50%	100%
Sobrecarga aplicada (Kg)	5,60	5,60	5,60
Densidad seca de las probetas (g/cm^3)	1,94	2,00	2,06
Humedad inicial de las probetas (%)	10,4	10,6	10,3
Absorción de la probeta (%)	3,68	3,13	2,70
Absorción de la submuestra (%)	3,80	3,30	2,80
Hinchamiento (%)	0,14	0,09	0,06
Indice C.B.R.	3,9	8,7	12,4

C.B.R. al 95% de la compactación proctor modificado	5,5
C.B.R.al 100% de la compactación proctor modificado	12,4

8.- CLASIFICACION DE LA MUESTRA

8.1.- Clasificación según S.U.C.S.: Grava arcillosa GC con arena, índice de grupo: 1

8.2.- Clasificación según el PG-3: Los ensayos realizados cumplen las condiciones de suelo seleccionado

Jaén, 25 de febrero de 2020

Director y reponsable técnico de ensayos

Francisco Garrido Nieto
Ingeniero Técnico Industrial (Estructuras)

Los resultados están referidos
a la muestra ensayada y no al producto en general

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, 1
Polígono Industrial Los Olivares
23009 Jaén
Teléfono: 953 258438

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELOS

1.- DATOS DE CARACTER GENERAL

Peticionario	IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.
Obra	SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)

2.- DATOS ESPECIFICOS DE LA MUESTRA

Expediente	2002619
Tipo de muestra	COLM C5-M19
Procedencia	COLM cata 5, cota: -0,20 a -1,00 m
Localización en obra	COLM cata 5, ver croquis y perfil
Fecha de entrada	30 de enero de 2020

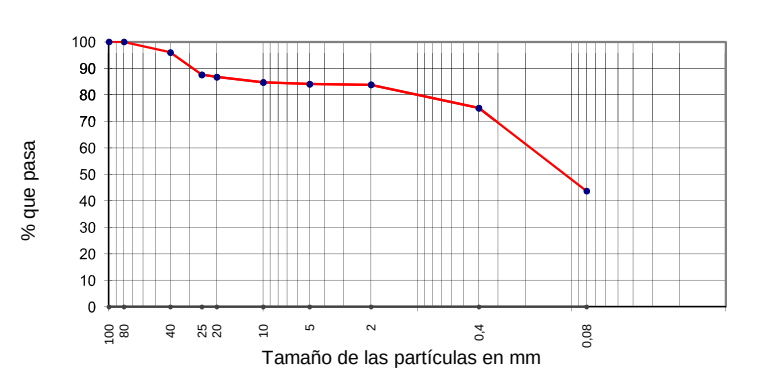
3.-LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido UNE 103103/94	22,6
Límite plástico UNE 103104/93	12,4
Indice de plasticidad	10,2

4.-ENSAYOS QUIMICOS

Contenido de yeso (%) UNE 103206:2006	0,00

5.- ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO — UNE 103101:95



Tamiz UNE	Retenido (%)	Acumulado (%)	Pasa (%)
100	0,0	0,0	100
80	0,0	0,0	100
40	4,0	4,0	96
25	8,4	12,4	88
20	0,8	13,3	87
10	2,0	15,3	85
5	0,6	15,9	84
2	0,3	16,2	84
0,4	8,8	25,0	75
0,08	31,4	56,3	44

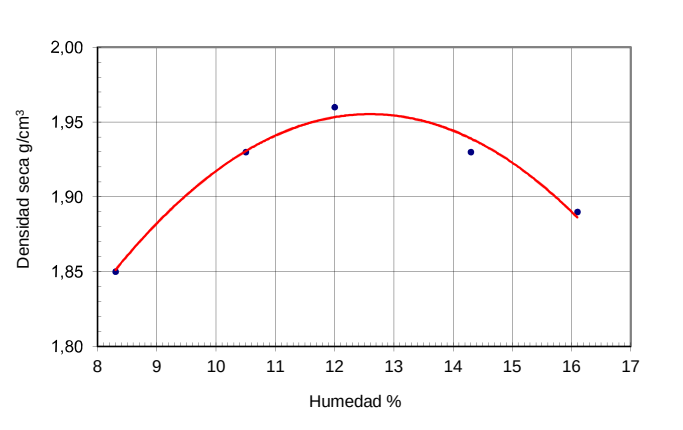
GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, 1
Polígono Industrial Los Olivares
23009 Jaén
Teléfono: 953 258438

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

6.- ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO — UNE 103501:94



Retenido en tamiz 20 UNE (%)	13
Densidad de los gruesos (g/cm^3)	2,413

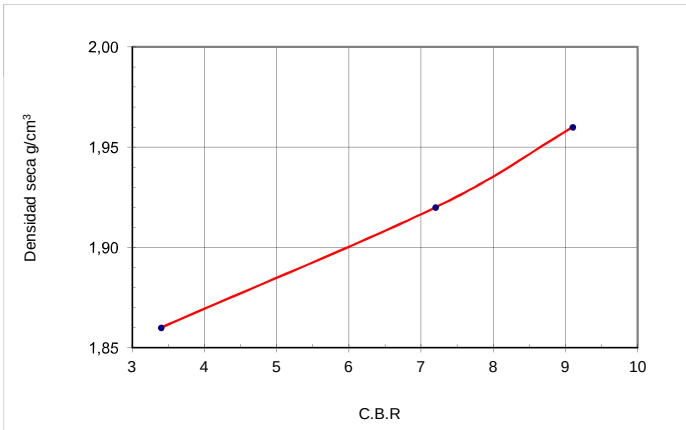
Punto	1	2	3	4	5
Agua añadida (%)	2	4	6	8	10
Humedad (%)	8,3	10,5	12,0	14,3	16,1
Densidad (g/cm^3)	1,85	1,93	1,96	1,93	1,89

Humedad óptima de compactación (%)	12,6
Densidad máxima (g/cm^3)	1,96
Humedad óptima corregida de compactación (%)	10,9
Densidad máx. corregida (g/cm^3)	2,01

7.- INDICE C.B.R. EN LABORATORIO — UNE 103502:95

Preparación de las probetas

Las probetas ensayadas se han obtenido mediante el remoldeo de una muestra en las condiciones de humedad del ensayo proctor modificado



Probetas: muestras compactadas	1	2	3
Energía de compactación	25%	50%	100%
Sobrecarga aplicada (Kg)	5,60	5,60	5,60
Densidad seca de las probetas (g/cm^3)	1,86	1,92	1,96
Humedad inicial de las probetas (%)	12,7	12,4	12,8
Absorción de la probeta (%)	4,62	4,11	3,23
Absorción de la submuestra (%)	4,80	4,30	3,40
Hinchamiento (%)	0,42	0,35	0,23
Indice C.B.R.	3,4	7,2	9,1

C.B.R. al 95% de la compactación proctor modificado	4,0
C.B.R.al 100% de la compactación proctor modificado	9,1

8.- CLASIFICACION DE LA MUESTRA

8.1.- Clasificación según S.U.C.S.: Arena arcillosa SC con grava, índice de grupo: 1

8.2.- Clasificación según el PG-3: Los ensayos realizados cumplen las condiciones de suelo tolerable

Jaén, 25 de febrero de 2020

Director y reponsable técnico de ensayos

Francisco Garrido Nieto
Ingeniero Técnico Industrial (Estructuras)

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, 1
Polígono Industrial Los Olivares
23009 Jaén
Teléfono: 953 258438

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELOS

1.- DATOS DE CARACTER GENERAL

Peticionario	IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.
Obra	SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)

2.- DATOS ESPECIFICOS DE LA MUESTRA

Expediente	2002620
Tipo de muestra	COLM C5-M20
Procedencia	COLM cata 5, cota: -1,00 a -2,20 m
Localización en obra	COLM cata 5, ver croquis y perfil
Fecha de entrada	30 de enero de 2020

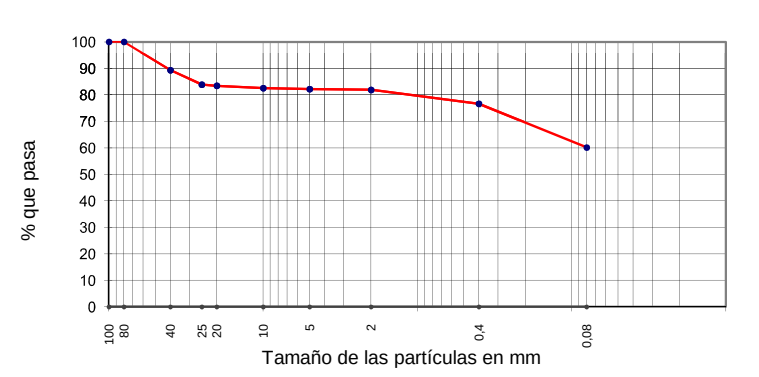
3.-LIMITES DE ATTERBERG

Límite líquido UNE 103103/94	39,3
Límite plástico UNE 103104/93	17,1
Indice de plasticidad	22,2

4.-ENSAYOS QUIMICOS

Contenido de yeso (%) UNE 103206:2006	0,00

5.- ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO — UNE 103101:95



Tamiz UNE	Retenido (%)	Acumulado (%)	Pasa (%)
100	0,0	0,0	100
80	0,0	0,0	100
40	10,7	10,7	89
25	5,5	16,1	84
20	0,4	16,6	83
10	0,9	17,4	83
5	0,4	17,8	82
2	0,3	18,1	82
0,4	5,3	23,3	77
0,08	16,5	39,8	60

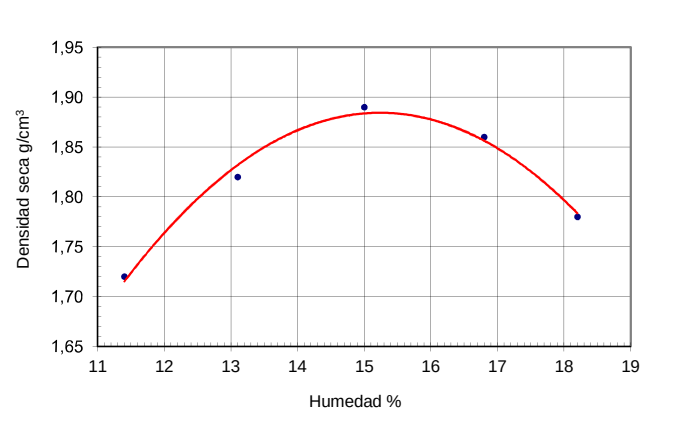
GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, 1
Polígono Industrial Los Olivares
23009 Jaén
Teléfono: 953 258438

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

6.- ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO — UNE 103501:94



Retenido en tamiz 20 UNE (%)	17
Densidad de los gruesos (g/cm^3)	2,455

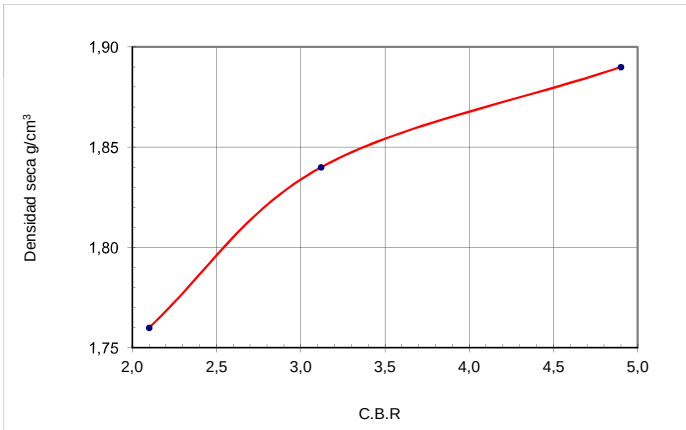
Punto	1	2	3	4	5
Agua añadida (%)	1	3	5	7	9
Humedad (%)	11,4	13,1	15,0	16,8	18,2
Densidad (g/cm^3)	1,72	1,82	1,89	1,86	1,78

Humedad óptima de compactación (%)	15,2
Densidad máxima (g/cm^3)	1,89
Humedad óptima corregida de compactación (%)	12,7
Densidad máx. corregida (g/cm^3)	1,96

7.- INDICE C.B.R. EN LABORATORIO — UNE 103502:95

Preparación de las probetas

Las probetas ensayadas se han obtenido mediante el remoldeo de una muestra en las condiciones de humedad del ensayo proctor modificado



Probetas: muestras compactadas	1	2	3
Energía de compactación	25%	50%	100%
Sobrecarga aplicada (Kg)	5,60	5,60	5,60
Densidad seca de las probetas (g/cm^3)	1,76	1,84	1,89
Humedad inicial de las probetas (%)	15,8	15,3	15,6
Absorción de la probeta (%)	4,94	4,27	3,64
Absorción de la submuestra (%)	5,00	4,40	3,90
Hinchamiento (%)	0,80	0,68	0,57
Indice C.B.R.	2,1	3,1	4,9

C.B.R. al 95% de la compactación proctor modificado	2,5
C.B.R.al 100% de la compactación proctor modificado	4,9

8.- CLASIFICACION DE LA MUESTRA

8.1.- Clasificación según S.U.C.S.: Arcilla de baja plasticidad CL con arenosa, índice de grupo: 10

8.2.- Clasificación según el PG-3: Los ensayos realizados cumplen las condiciones de suelo tolerable

Jaén, 25 de febrero de 2020

Director y reponsable técnico de ensayos

Francisco Garrido Nieto
Ingeniero Técnico Industrial (Estructuras)

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, nº 1
Pol. Industrial "Los Olivares"
23009.Jaén.
Teléfono: 953 258 438
www.geoxauen.es

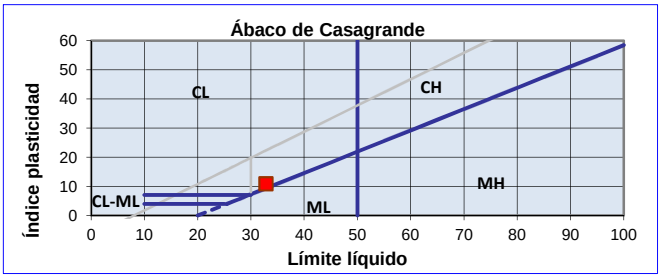
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

PETICIONARIO:	IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.
OBRA:	SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR, (MÁLAGA).
FECHA:	13/02/2020

EXPEDIENTE:	2002651
SONDEO:	COL SR-1(M-51)
PROFUNDIDAD:	3,0-3,5m

DETERMINACIÓN EN UN SUELO DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE (UNE 103-103:1994) Y DEL LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104:1993)

Límite líquido (LL):	32,8
Límite plastico (LP):	21,9
Índice de plasticidad (IP):	10,9



CLASIFICACIÓN S.U.C.S.

SIMBOLO DEL GRUPO

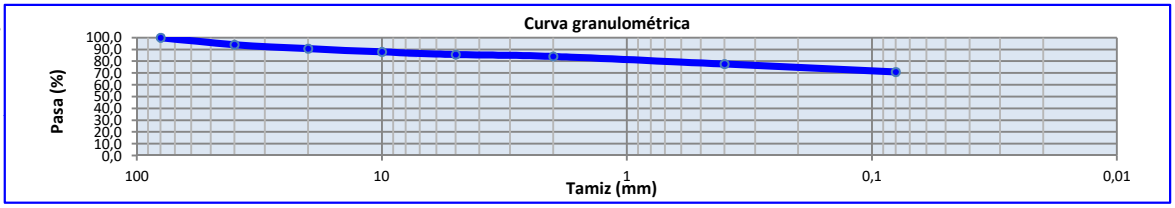
CL

NOMBRE DEL GRUPO

ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD ARENOSA

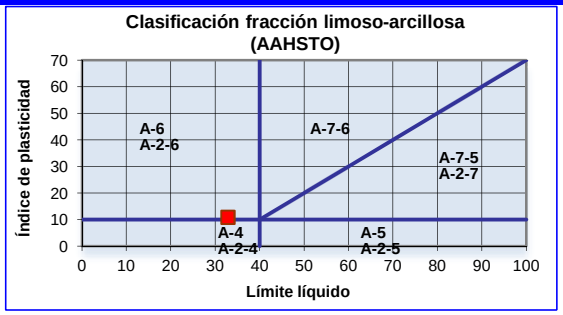
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101:95)

Tamiz(mm)	80	40	20	10	5	2	0,4	0,080
Pasa (%):	100,0	94,1	90,7	88,0	85,7	84,1	77,6	70,9
Retenido acumulado (%):	0,0	5,9	9,3	12,0	14,3	15,9	22,4	29,1
Retenido parcial (%):	0,0	5,9	3,4	2,7	2,3	1,6	6,5	6,7



SISTEMA DE CLASIFICACION DE SUELOS AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz Nº 200)						Materiales limosos y arcillosos (Mas del 35% pasa el tamiz Nº 200)			
Grupo:	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6 A-2-7				
Constituyentes principales	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa			Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrupo	Excelente a bueno						Pobre a malo			



GRUPO	A-6
CONSTITUYENTE	ARCILLA
VALOR DEL ÍNDICE DE GRUPO	6

Jaén, 25 de febrero de 2020

Director

Responsable de ensayos

Francisco Garrido Nieto
Ingeniero Técnico Industrial

Francisco Javier Peña Cabrera
Licenciado en Ciencias Geológicas

Nota: Los resultados de los ensayos están referidos exclusivamente a la muestra ensayada y no al producto en general.

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, nº 1
Pol. Industrial "Los Olivares"
23009.Jaén.
Teléfono: 953 258 438
www.geoxauen.es

ACTA DE RESULTADOS

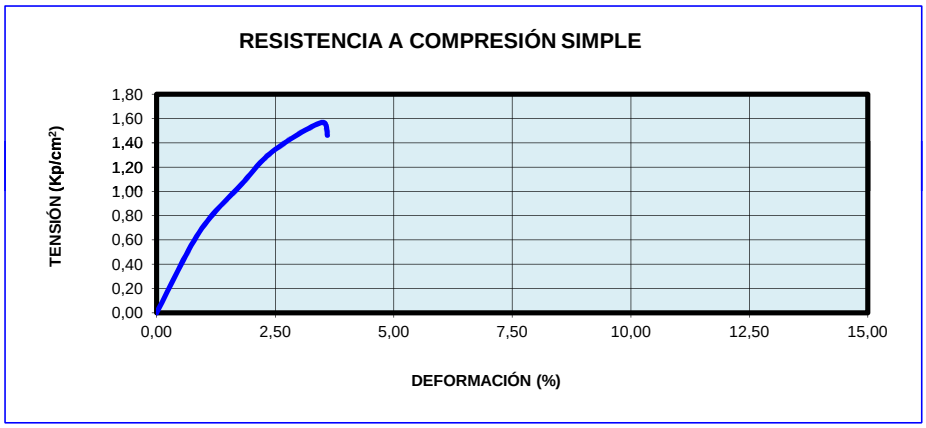
PETICIONARIO:	**IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.**
OBRA:	**SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR, (MÁLAGA).**
FECHA:	**13/02/2020**

EXPEDIENTE:	**2002651**
SONDEO:	**COL SR-1(M-51)**
PROFUNDIDAD:	**3,0-3,5m**

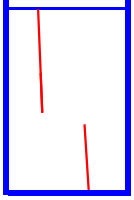
ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO (UNE 103-400:1994)

DIMENSIONES DE LA PROBETA	
DIÁMETRO (cm)	5,79
ÁREA (cm^2)	26,33
ALTURA (cm)	11,66
VOLUMEN (cm^3)	307,00

DATOS DE LA PROBETA	
PESO HÚMEDO (g)	600,50
PESO SECO (g)	493,33
AGUA (g)	107,17



FORMA DE LA ROTURA



ÁNGULO DE LA ROTURA

DEFORMACIÓN DE ROTURA (%)	**3,47**
TENSIÓN DE ROTURA (Kp/cm^2)	**1,57**

DENSIDAD SECA (gr/cm^3)	**1,61**
DENSIDAD APARENTE (gr/cm^3)	**1,96**
HUMEDAD (%)	**21,72**

Jaén, 25 de febrero de 2020

Director

Responsable de ensayos

Francisco Garrido Nieto
Ingeniero Técnico Industrial

Francisco Javier Peña Cabrera
Licenciado en Ciencias Geológicas

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

Nota: Los resultados de los ensayos están referidos exclusivamente a la muestra ensayada y no al producto en general.

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, nº 1
Pol. Industrial "Los Olivares"
23009.Jaén.
Teléfono: 953 258 438
www.geoxauen.es

ACTA DE RESULTADOS

PETICIONARIO:	IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.
OBRA:	SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR, (MÁLAGA).
FECHA:	13/02/2020

EXPEDIENTE:	2002651
SONDEO:	COL SR-1(M-51)
PROFUNDIDAD:	3,0-3,5m

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD MEDIANTE SECADO EN ESTUFA (UNE 103300:1993)

W (%)
21,72

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO (UNE 103301:1994)

ρ(g/cm^3)
1,96

Jaén, 25 de febrero de 2020

Director

Responsable de ensayos

Francisco Garrido Nieto
Ingeniero Técnico Industrial

Francisco Javier Peña Cabrera
Licenciado en Ciencias Geológicas

Nota: Los resultados de los ensayos están referidos exclusivamente a la muestra ensayada y no al producto en general.

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, nº 1
Pol. Industrial "Los Olivares"
23009.Jaén.
Teléfono: 953 258 438
www.geoxauen.es

ACTA DE RESULTADOS

PETICIONARIO:	**IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.**
OBRA:	**SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR, (MÁLAGA).**
FECHA:	**13/02/2020**

EXPEDIENTE:	**2002651**
SONDEO:	**COL SR-1(M-51)**
PROFUNDIDAD:	**3,0-3,5m**

INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO (SEGÚN EHE 2008)

ANÁLISIS DEL SUELO

PARÁMETRO	RESULTADO DEL ENSAYO	GRADO DE AGRESIVIDAD		
		DÉBIL	MEDIO	FUERTE
ACIDEZ BAUMANN-GULLY (ml/kg)	---	>20		
CONTENIDO EN IÓN SULFATO (mg $SO_4^{=}$/kg)	NO CONTIENE	2000-3000	3000-12000	>12000
EVALUACIÓN:	NO AGRESIVO EN CONTENIDO EN IÓN SULFATO			

Jaén, 25 de febrero de 2020

Director

Responsable de ensayos

Francisco Garrido Nieto
Ingeniero Técnico Industrial

Francisco Javier Peña Cabrera
Licenciado en Ciencias Geológicas

Nota: Los resultados de los ensayos están referidos exclusivamente a la muestra ensayada y no al producto en general.

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, nº 1
Pol. Industrial "Los Olivares"
23009.Jaén.
Teléfono: 953 258 438
www.geoxauen.es

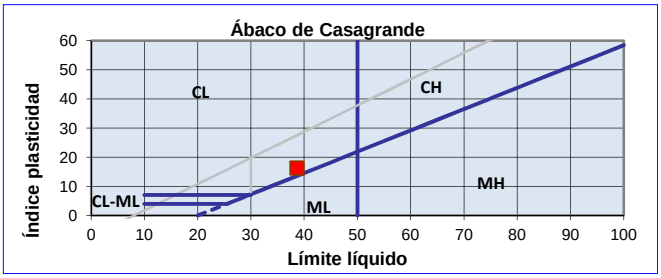
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

PETICIONARIO:	IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.
OBRA:	SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR, (MÁLAGA).
FECHA:	13/02/2020

EXPEDIENTE:	2002652
SONDEO:	COL SR-1(M-52)
PROFUNDIDAD:	3,0-3,5m

DETERMINACIÓN EN UN SUELO DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE (UNE 103-103:1994) Y DEL LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104:1993)

Límite líquido (LL):	38,6
Límite plastico (LP):	22,3
Índice de plasticidad (IP):	16,3



CLASIFICACIÓN S.U.C.S.

SIMBOLO DEL GRUPO

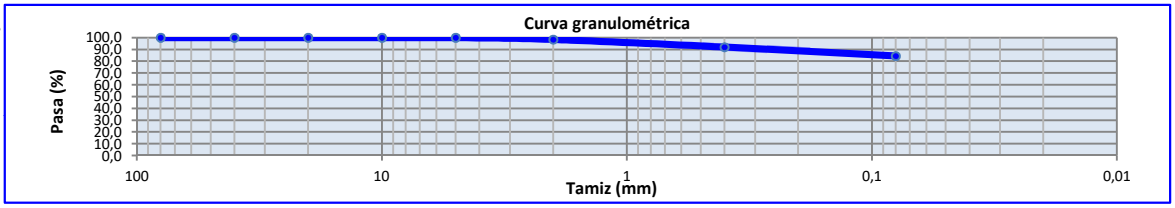
CL

NOMBRE DEL GRUPO

ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD ARENOSA

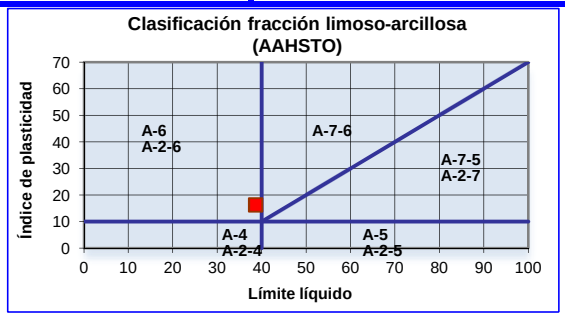
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101:95)

Tamiz(mm)	80	40	20	10	5	2	0,4	0,080
Pasa (%):	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,4	91,9	84,4
Retenido acumulado (%):	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	8,1	15,6
Retenido parcial (%):	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	6,5	7,6



SISTEMA DE CLASIFICACION DE SUELOS AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz Nº 200)							Materiales limosos y arcillosos (Mas del 35% pasa el tamiz Nº 200)			
Grupo:	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
											A-7-6
Constituyentes principales	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrupo	Excelente a bueno							Pobre a malo			



GRUPO	A-6
CONSTITUYENTE	ARCILLA
VALOR DEL ÍNDICE DE GRUPO	14

Jaén, 25 de febrero de 2020

Director

Responsable de ensayos

Francisco Garrido Nieto
Ingeniero Técnico Industrial

Francisco Javier Peña Cabrera
Licenciado en Ciencias Geológicas

Nota: Los resultados de los ensayos están referidos exclusivamente a la muestra ensayada y no al producto en general.

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, nº 1
Pol. Industrial "Los Olivares"
23009.Jaén.
Teléfono: 953 258 438
www.geoxauen.es

ACTA DE RESULTADOS

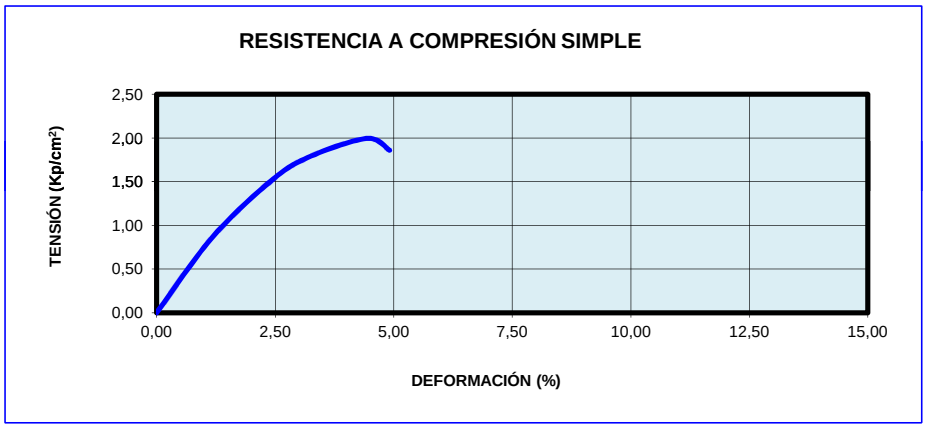
PETICIONARIO:	**IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.**
OBRA:	**SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR, (MÁLAGA).**
FECHA:	**13/02/2020**

EXPEDIENTE:	**2002652**
SONDEO:	**COL SR-1(M-52)**
PROFUNDIDAD:	**3,0-3,5m**

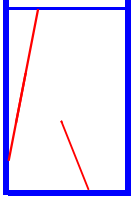
ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO (UNE 103-400:1994)

DIMENSIONES DE LA PROBETA	
DIÁMETRO (cm)	5,79
ÁREA (cm^2)	26,33
ALTURA (cm)	11,61
VOLUMEN (cm^3)	305,69

DATOS DE LA PROBETA	
PESO HÚMEDO (g)	606,87
PESO SECO (g)	497,55
AGUA (g)	109,32



FORMA DE LA ROTURA



ÁNGULO DE LA ROTURA

DEFORMACIÓN DE ROTURA (%)	**4,42**
TENSIÓN DE ROTURA (Kp/cm^2)	**1,99**

DENSIDAD SECA (gr/cm^3)	**1,63**
DENSIDAD APARENTE (gr/cm^3)	**1,99**
HUMEDAD (%)	**21,97**

Jaén, 25 de febrero de 2020

Director

Responsable de ensayos

Francisco Garrido Nieto
Ingeniero Técnico Industrial

Francisco Javier Peña Cabrera
Licenciado en Ciencias Geológicas

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

Nota: Los resultados de los ensayos están referidos exclusivamente a la muestra ensayada y no al producto en general.

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, nº 1
Pol. Industrial "Los Olivares"
23009.Jaén.
Teléfono: 953 258 438
www.geoxauen.es

ACTA DE RESULTADOS

PETICIONARIO:	IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.
OBRA:	SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR, (MÁLAGA).
FECHA:	13/02/2020

EXPEDIENTE:	2002652
SONDEO:	COL SR-1(M-52)
PROFUNDIDAD:	3,0-3,5m

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD MEDIANTE SECADO EN ESTUFA (UNE 103300:1993)

W (%)
21,97

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO (UNE 103301:1994)

ρ(g/cm^3)
1,99

Jaén, 25 de febrero de 2020

Director

Responsable de ensayos

Francisco Garrido Nieto
Ingeniero Técnico Industrial

Francisco Javier Peña Cabrera
Licenciado en Ciencias Geológicas

Nota: Los resultados de los ensayos están referidos exclusivamente a la muestra ensayada y no al producto en general.

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, nº 1
Pol. Industrial "Los Olivares"
23009.Jaén.
Teléfono: 953 258 438
www.geoxauen.es

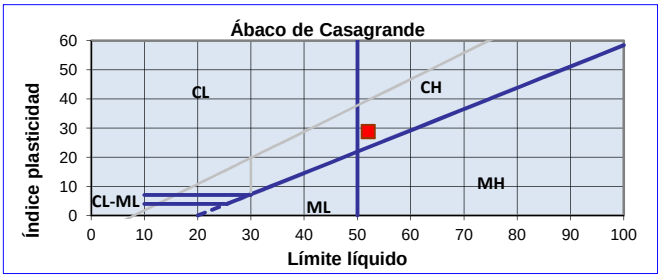
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

PETICIONARIO:	IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.
OBRA:	SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR, (MÁLAGA).
FECHA:	14/02/2020

EXPEDIENTE:	2002653
SONDEO:	COL SR-2(M-53)
PROFUNDIDAD:	3,0-3,6m

DETERMINACIÓN EN UN SUELO DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE (UNE 103-103:1994) Y DEL LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104:1993)

Límite líquido (LL):	52,0
Límite plastico (LP):	23,1
Índice de plasticidad (IP):	28,9



CLASIFICACIÓN S.U.C.S.

SIMBOLO DEL GRUPO

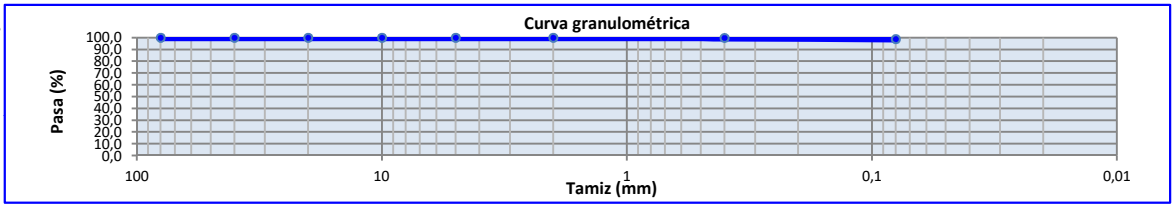
CH

NOMBRE DEL GRUPO

ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD

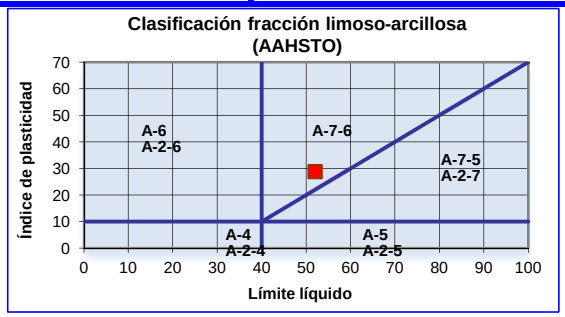
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101:95)

Tamiz(mm)	80	40	20	10	5	2	0,4	0,080
Pasa (%):	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	98,8
Retenido acumulado (%):	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,2
Retenido parcial (%):	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0



SISTEMA DE CLASIFICACION DE SUELOS AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz Nº 200)							Materiales limosos y arcillosos (Mas del 35% pasa el tamiz Nº 200)			
Grupo:	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Constituyentes principales	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrupo	Excelente a bueno							Pobre a malo			



GRUPO	A-7-6
CONSTITUYENTE	ARCILLA
VALOR DEL ÍNDICE DE GRUPO	32

Jaén, 25 de febrero de 2020

Director

Responsable de ensayos

Francisco Garrido Nieto
Ingeniero Técnico Industrial

Francisco Javier Peña Cabrera
Licenciado en Ciencias Geológicas

Nota: Los resultados de los ensayos están referidos exclusivamente a la muestra ensayada y no al producto en general.

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, nº 1
Pol. Industrial "Los Olivares"
23009.Jaén.
Teléfono: 953 258 438
www.geoxauen.es

ACTA DE RESULTADOS

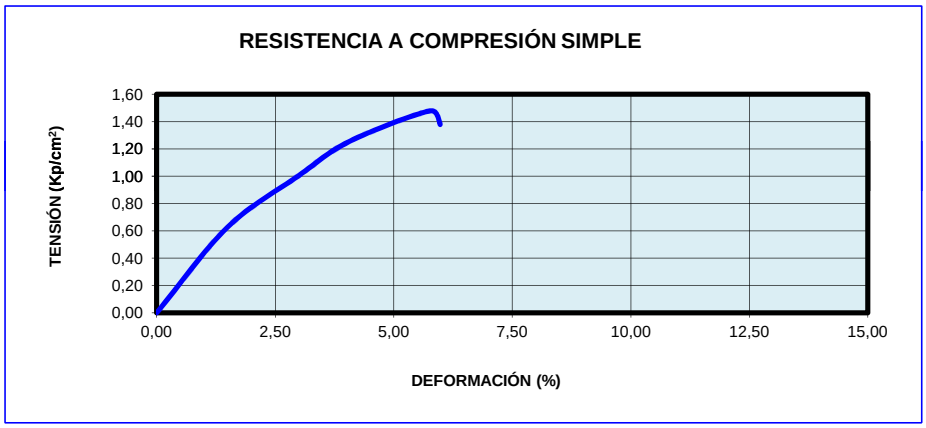
PETICIONARIO:	**IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.**
OBRA:	**SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR, (MÁLAGA).**
FECHA:	**14/02/2020**

EXPEDIENTE:	**2002653**
SONDEO:	**COL SR-2(M-53)**
PROFUNDIDAD:	**3,0-3,6m**

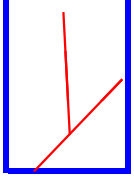
ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO (UNE 103-400:1994)

DIMENSIONES DE LA PROBETA	
DIÁMETRO (cm)	5,79
ÁREA (cm^2)	26,33
ALTURA (cm)	11,71
VOLUMEN (cm^3)	308,32

DATOS DE LA PROBETA	
PESO HÚMEDO (g)	607,33
PESO SECO (g)	498,25
AGUA (g)	109,08



FORMA DE LA ROTURA



ÁNGULO DE LA ROTURA
40-50º

DEFORMACIÓN DE ROTURA (%)	**3,47**
TENSIÓN DE ROTURA (Kp/cm^2)	**1,48**

DENSIDAD SECA (gr/cm^3)	**1,62**
DENSIDAD APARENTE (gr/cm^3)	**1,97**
HUMEDAD (%)	**21,89**

Jaén, 25 de febrero de 2020

Director

Responsable de ensayos

Francisco Garrido Nieto
Ingeniero Técnico Industrial

Francisco Javier Peña Cabrera
Licenciado en Ciencias Geológicas

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

Nota: Los resultados de los ensayos están referidos exclusivamente a la muestra ensayada y no al producto en general.

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, nº 1
Pol. Industrial "Los Olivares"
23009.Jaén.
Teléfono: 953 258 438
www.geoxauen.es

ACTA DE RESULTADOS

PETICIONARIO:	IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.
OBRA:	SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR, (MÁLAGA).
FECHA:	14/02/2020

EXPEDIENTE:	2002653
SONDEO:	COL SR-2(M-53)
PROFUNDIDAD:	3,0-3,6m

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD MEDIANTE SECADO EN ESTUFA (UNE 103300:1993)

W (%)
21,89

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO (UNE 103301:1994)

ρ(g/cm^3)
1,97

Jaén, 25 de febrero de 2020

Director

Responsable de ensayos

Francisco Garrido Nieto
Ingeniero Técnico Industrial

Francisco Javier Peña Cabrera
Licenciado en Ciencias Geológicas

Nota: Los resultados de los ensayos están referidos exclusivamente a la muestra ensayada y no al producto en general.

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, nº 1
Pol. Industrial "Los Olivares"
23009.Jaén.
Teléfono: 953 258 438
www.geoxauen.es

ACTA DE RESULTADOS

PETICIONARIO:	**IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.**
OBRA:	**SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR, (MÁLAGA).**
FECHA:	**14/02/2020**

EXPEDIENTE:	**2002653**
SONDEO:	**COL SR-2(M-53)**
PROFUNDIDAD:	**3,0-3,6m**

INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO (SEGÚN EHE 2008)

ANÁLISIS DEL SUELO

PARÁMETRO	RESULTADO DEL ENSAYO	GRADO DE AGRESIVIDAD		
		DÉBIL	MEDIO	FUERTE
ACIDEZ BAUMANN-GULLY (ml/kg)	---	>20		
CONTENIDO EN IÓN SULFATO (mg $SO_4^{=}$/kg)	125,6	2000-3000	3000-12000	>12000
EVALUACIÓN:	NO AGRESIVO EN CONTENIDO EN IÓN SULFATO			

Jaén, 25 de febrero de 2020

Director

Responsable de ensayos

Francisco Garrido Nieto
Ingeniero Técnico Industrial

Francisco Javier Peña Cabrera
Licenciado en Ciencias Geológicas

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

Nota: Los resultados de los ensayos están referidos exclusivamente a la muestra ensayada y no al producto en general.

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, nº 1
Pol. Industrial "Los Olivares"
23009.Jaén.
Teléfono: 953 258 438
www.geoxauen.es

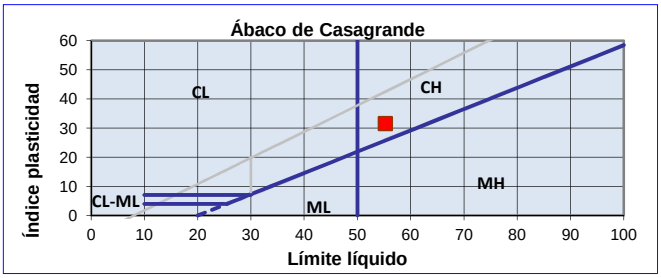
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

PETICIONARIO:	IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.
OBRA:	SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR, (MÁLAGA).
FECHA:	14/02/2020

EXPEDIENTE:	2002654
SONDEO:	COL SR-2(M-54)
PROFUNDIDAD:	7,3-7,7m

DETERMINACIÓN EN UN SUELO DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE (UNE 103-103:1994) Y DEL LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104:1993)

Límite líquido (LL):	55,2
Límite plastico (LP):	23,7
Índice de plasticidad (IP):	31,5



CLASIFICACIÓN S.U.C.S.

SIMBOLO DEL GRUPO

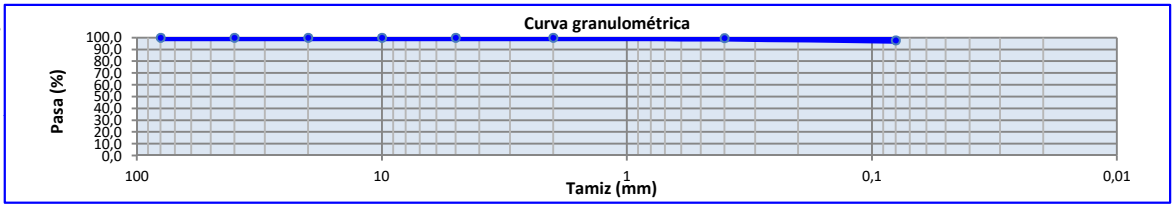
CH

NOMBRE DEL GRUPO

ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD

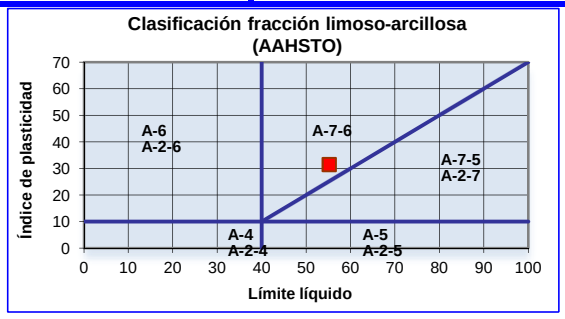
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101:95)

Tamiz(mm)	80	40	20	10	5	2	0,4	0,080
Pasa (%):	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	97,7
Retenido acumulado (%):	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,3
Retenido parcial (%):	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,9



SISTEMA DE CLASIFICACION DE SUELOS AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz Nº 200)							Materiales limosos y arcillosos (Mas del 35% pasa el tamiz Nº 200)			
Grupo:	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Constituyentes principales	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrupo	Excelente a bueno							Pobre a malo			



GRUPO	A-7-6
CONSTITUYENTE	ARCILLA
VALOR DEL ÍNDICE DE GRUPO	35

Jaén, 25 de febrero de 2020

Director

Responsable de ensayos

Francisco Garrido Nieto
Ingeniero Técnico Industrial

Francisco Javier Peña Cabrera
Licenciado en Ciencias Geológicas

Nota: Los resultados de los ensayos están referidos exclusivamente a la muestra ensayada y no al producto en general.

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, nº 1
Pol. Industrial "Los Olivares"
23009.Jaén.
Teléfono: 953 258 438
www.geoxauen.es

ACTA DE RESULTADOS

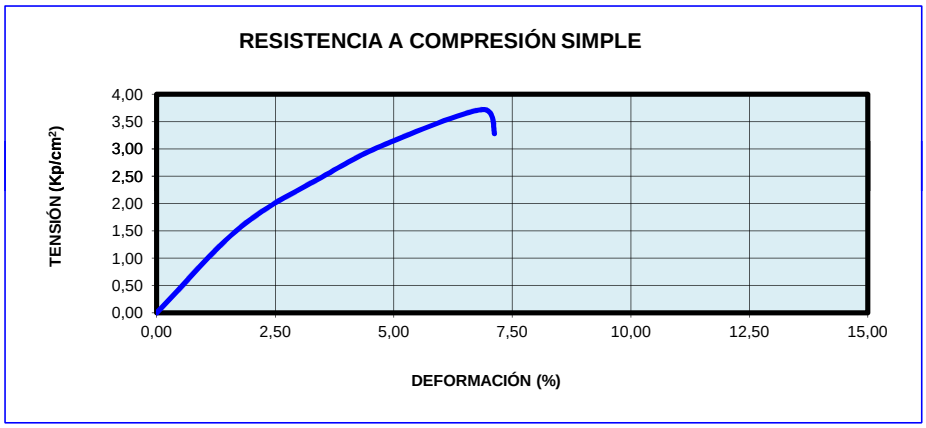
PETICIONARIO:	**IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.**
OBRA:	**SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR, (MÁLAGA).**
FECHA:	**14/02/2020**

EXPEDIENTE:	**2002654**
SONDEO:	**COL SR-2(M-54)**
PROFUNDIDAD:	**7,3-7,7m**

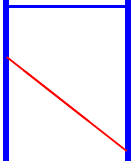
ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO (UNE 103-400:1994)

DIMENSIONES DE LA PROBETA	
DIÁMETRO (cm)	5,79
ÁREA (cm^2)	26,33
ALTURA (cm)	11,79
VOLUMEN (cm^3)	310,43

DATOS DE LA PROBETA	
PESO HÚMEDO (g)	620,59
PESO SECO (g)	504,94
AGUA (g)	115,65



FORMA DE LA ROTURA



ÁNGULO DE LA ROTURA
40-50º

DEFORMACIÓN DE ROTURA (%)	**6,87**
TENSIÓN DE ROTURA (Kp/cm^2)	**3,72**

DENSIDAD SECA (gr/cm^3)	**1,63**
DENSIDAD APARENTE (gr/cm^3)	**2,00**
HUMEDAD (%)	**22,90**

Jaén, 25 de febrero de 2020

Director

Responsable de ensayos

Francisco Garrido Nieto
Ingeniero Técnico Industrial

Francisco Javier Peña Cabrera
Licenciado en Ciencias Geológicas

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

Nota: Los resultados de los ensayos están referidos exclusivamente a la muestra ensayada y no al producto en general.

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, nº 1
Pol. Industrial "Los Olivares"
23009.Jaén.
Teléfono: 953 258 438
www.geoxauen.es

ACTA DE RESULTADOS

PETICIONARIO:	IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.
OBRA:	SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR, (MÁLAGA).
FECHA:	14/02/2020

EXPEDIENTE:	2002654
SONDEO:	COL SR-2(M-54)
PROFUNDIDAD:	7,3-7,7m

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD MEDIANTE SECADO EN ESTUFA (UNE 103300:1993)

W (%)
22,90

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO (UNE 103301:1994)

ρ(g/cm^3)
2,00

Jaén, 25 de febrero de 2020

Director

Responsable de ensayos

Francisco Garrido Nieto
Ingeniero Técnico Industrial

Francisco Javier Peña Cabrera
Licenciado en Ciencias Geológicas

Nota: Los resultados de los ensayos están referidos exclusivamente a la muestra ensayada y no al producto en general.

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, nº 1
Pol. Industrial "Los Olivares"
23009.Jaén.
Teléfono: 953 258 438
www.geoxauen.es

ACTA DE RESULTADOS

PETICIONARIO:	**IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.**
OBRA:	**SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR, (MÁLAGA).**
FECHA:	**14/02/2020**

EXPEDIENTE:	**2002654**
SONDEO:	**COL SR-2(M-54)**
PROFUNDIDAD:	**7,3-7,7m**

INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO (SEGÚN EHE 2008)

ANÁLISIS DEL SUELO

PARÁMETRO	RESULTADO DEL ENSAYO	GRADO DE AGRESIVIDAD		
		DÉBIL	MEDIO	FUERTE
ACIDEZ BAUMANN-GULLY (ml/kg)	---	>20		
CONTENIDO EN IÓN SULFATO (mg $SO_4^{=}$/kg)	89,8	2000-3000	3000-12000	>12000
EVALUACIÓN:	NO AGRESIVO EN CONTENIDO EN IÓN SULFATO			

Jaén, 25 de febrero de 2020

Director

Responsable de ensayos

Francisco Garrido Nieto
Ingeniero Técnico Industrial

Francisco Javier Peña Cabrera
Licenciado en Ciencias Geológicas

Nota: Los resultados de los ensayos están referidos exclusivamente a la muestra ensayada y no al producto en general.

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

GEOXAUEN
INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

C/ Frailes, nº 1
Pol. Industrial "Los Olivares"
23009.Jaén.
Teléfono: 953 258 438
www.geoxauen.es

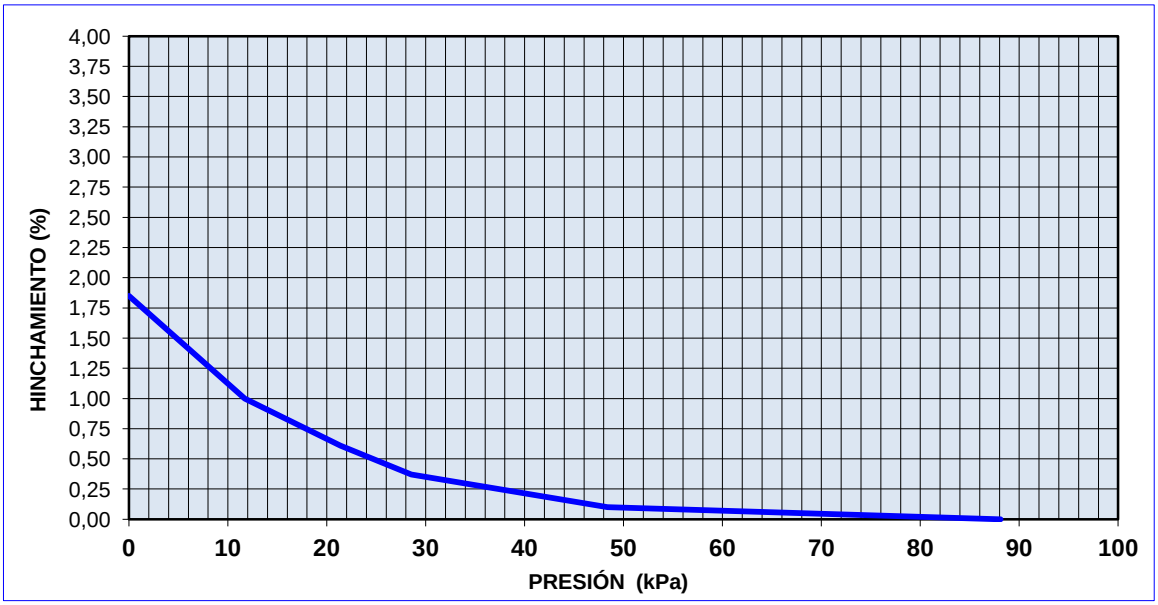
ACTA DE RESULTADOS

PETICIONARIO:	**IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.**	**EXPEDIENTE:**	**2002653**
OBRA:	**SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR, (MÁLAGA).**	**SONDEO:**	**COL SR-2(M-53)**
FECHA:	**14/02/2020**	**PROFUNDIDAD:**	**3,0-3,6m**

PRESIÓN DE HINCHAMIENTO DE UN SUELO EN EDÓMETRO (UNE 103602:1996)

PROBETA	
HUMEDAD INICIAL (%)	21,81
HUMEDAD FINAL (%)	26,93
DENSIDAD SECA (gr/cm^3)	1,62

DIMENSIONES DE LA PROBETA	
DIÁMETRO (cm)	5,00
ALTURA (cm)	2,00
ÁREA (cm^2)	19,63



	kPa	(Kp/cm^2)
PRESIÓN DE HINCHAMIENTO	**88,11**	**0,88**

Jaén, 3 de abril de 2020

Director

Responsable de ensayos

Francisco Garrido Nieto
Ingeniero Técnico Industrial

Francisco Javier Peña Cabrera
Licenciado en Ciencias Geológicas

GEOXAUEN,S.L. inscrito en el registro de laboratorios de la Junta de Andalucía y del CTE con el número de inscripción AND-L-236

APÉNDICE Nº 9. CÁLCULOS DE ASIENTOS CIMENTACIONES EDAR

CÁLCULO ASIENTO BAJO CARGA RECTANGULAR REPARTIDA UNIFORMEMENTE.
MÉTODO DE STEINBRENNER

Ancho de la cimentación	b=	1,00 m
Largo de la cimentación	l=	1,00 m
Carga	q=	2,00 kg/cm^2
Módulo de Poisson	ν=	0,30
$A=1-\nu^2$	A=	0,9100
$B=1-\nu-2\cdot\nu^2$	B=	0,52

NIVEL	COTAS		ESPESOR	M.DEFORMACION	En la esquina s	En la esquina Δs	En el centro s	En el centro Δs
	m		m	kg/cm^2	cm	cm	cm	cm
UG-2 firme	Cota techo	0	2	150	0,68	0,39	1,36	1,04
	Cota muro	2		150	0,29		0,32	
UG-2 muy firme	Cota techo	2	0	200	0,22	0,00	0,24	0,00
	Cota muro	2		200	0,22		0,24	

Asiento promedio		
s_{total}	**0,88**	**cm**

Tabla 21. EDAR. Asientos cimentación 1 x 1 m

CÁLCULO ASIENTO BAJO CARGA RECTANGULAR REPARTIDA UNIFORMEMENTE.
MÉTODO DE STEINBRENNER

Ancho de la cimentación	b=	2,00 m
Largo de la cimentación	l=	2,00 m
Carga	q=	2,00 kg/cm^2
Módulo de Poisson	ν=	0,30
$A=1-\nu^2$	A=	0,9100
$B=1-\nu-2\cdot\nu^2$	B=	0,52

NIVEL	COTAS		ESPESOR	M.DEFORMACION	En la esquina s	En la esquina Δs	En el centro s	En el centro Δs
	m		m	kg/cm^2	cm	cm	cm	cm
UG-2 firme	Cota techo	0	2,5	150	1,36	0,56	2,72	1,75
	Cota muro	2,5		150	0,80		0,97	
UG-2 muy firme	Cota techo	2,5	1,5	200	0,60	0,16	0,73	0,25
	Cota muro	4		200	0,44		0,48	

Asiento promedio		
s_{total}	**1,70**	**cm**

Tabla 22. EDAR. Asientos cimentación 2x2 m

CÁLCULO ASIENTO BAJO CARGA RECTANGULAR REPARTIDA UNIFORMEMENTE.
MÉTODO DE STEINBRENNER

Ancho de la cimentación	b=	3,00 m
Largo de la cimentación	l=	3,00 m
Carga	q=	2,00 kg/cm^2
Módulo de Poisson	ν=	0,30
$A=1-\nu^2$	A=	0,9100
$B=1-\nu-2\cdot\nu^2$	B=	0,52

NIVEL	COTAS		ESPESOR	M.DEFORMACION	En la esquina s	En la esquina Δs	En el centro s	En el centro Δs
	m		m	kg/cm^2	cm	cm	cm	cm
UG-2 firme	Cota techo	0	2,5	150	2,04	0,58	4,08	2,09
	Cota muro	2,5		150	1,47		1,99	
UG-2 muy firme	Cota techo	2,5	3,5	200	1,10	0,45	1,50	0,78
	Cota muro	6		200	0,65		0,72	

Asiento promedio		
s_{total}	**2,43**	**cm**

Tabla 23. EDAR. Asientos cimentación 3 x 3 m

CÁLCULO ASIENTO BAJO CARGA RECTANGULAR REPARTIDA UNIFORMEMENTE.
MÉTODO DE STEINBRENNER

Ancho de la cimentación	b=	4,00 m
Largo de la cimentación	l=	4,00 m
Carga	q=	1,60 kg/cm^2
Módulo de Poisson	ν=	0,30
$A=1-\nu^2$	A=	0,9100
$B=1-\nu-2\cdot\nu^2$	B=	0,52

NIVEL	COTAS		ESPESOR	M.DEFORMACION	En la esquina s	En la esquina Δs	En el centro s	En el centro Δs
	m		m	kg/cm^2	cm	cm	cm	cm
UG-2 firme	Cota techo	0	2,5	150	2,18	0,45	4,36	1,79
	Cota muro	2,5		150	1,73		2,56	
UG-2 muy firme	Cota techo	2,5	5,5	200	1,29	0,60	1,92	1,16
	Cota muro	8		200	0,70		0,77	

Asiento promedio		
s_{total}	**2,50**	**cm**

Tabla 24. EDAR. Asientos cimentación 4 x 4 m

CÁLCULO ASIENTO BAJO CARGA RECTANGULAR REPARTIDA UNIFORMEMENTE.
MÉTODO DE STEINBRENNER

Ancho de la cimentación	b=	5,00 m
Largo de la cimentación	l=	5,00 m
Carga	q=	2,00 kg/cm^2
Módulo de Poisson	ν=	0,30
$A=1-\nu^2$	A=	0,9100
$B=1-\nu-2\cdot\nu^2$	B=	0,52

NIVEL	COTAS	m	ESPESOR m	M.DEFORMACION kg/cm^2	En la esquina s cm	En la esquina Δs cm	En el centro s cm	En el centro Δs cm
UG-2 firme	Cota techo	0	2,5	150	3,40	0,55	6,81	2,30
	Cota muro	2,5		150	2,85		4,51	
UG-2 muy firme	Cota techo	2,5	7,5	200	2,14	1,05	3,38	2,18
	Cota muro	10		200	1,09		1,20	

Asiento promedio		
s_{total}	3,80	cm

Tabla 25. EDAR. Asientos cimentación 5 x 5 m

CÁLCULO ASIENTO BAJO CARGA RECTANGULAR REPARTIDA UNIFORMEMENTE.
MÉTODO DE STEINBRENNER

Ancho de la cimentación	b=	8,00 m
Largo de la cimentación	l=	8,00 m
Carga	q=	1,70 kg/cm^2
Módulo de Poisson	ν=	0,30
$A=1-\nu^2$	A=	0,9100
$B=1-\nu-2\cdot\nu^2$	B=	0,52

NIVEL	COTAS	m	ESPESOR m	M.DEFORMACION kg/cm^2	En la esquina s cm	En la esquina Δs cm	En el centro s cm	En el centro Δs cm
UG-2 firme	Cota techo	0	2,5	150	4,63	0,44	9,26	1,93
	Cota muro	2,5		150	4,19		7,33	
UG-2 muy firme	Cota techo	2,5	13,5	200	3,14	1,66	5,50	3,87
	Cota muro	16		200	1,48		1,63	

Asiento promedio		
s_{total}	4,92	cm

Tabla 26. EDAR. Asientos cimentación 8 x 8 m

CÁLCULO ASIENTO BAJO CARGA RECTANGULAR REPARTIDA UNIFORMEMENTE.
MÉTODO DE STEINBRENNER

Ancho de la cimentación	b=	10,00 m
Largo de la cimentación	l=	10,00 m
Carga	q=	1,40 kg/cm^2
Módulo de Poisson	ν=	0,30
$A=1-\nu^2$	A=	0,9100
$B=1-\nu-2\cdot\nu^2$	B=	0,52

NIVEL	COTAS	m	ESPESOR m	M.DEFORMACION kg/cm^2	En la esquina s cm	En la esquina Δs cm	En el centro s cm	En el centro Δs cm
UG-2 firme	Cota techo	0	2,5	150	4,77	0,35	9,53	1,55
	Cota muro	2,5		150	4,41		7,99	
UG-2 muy firme	Cota techo	2,5	17,5	200	3,31	1,79	5,99	4,31
	Cota muro	20		200	1,52		1,68	

Asiento promedio		
s_{total}	4,97	cm

Tabla 27. EDAR. Asientos cimentación 10 x 10 m

ANEJO N°4. CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA E INUNDABILIDAD

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3
1.1. OBJETIVOS 3
1.2. DATOS DE PARTIDA 4
2. CLIMATOLOGÍA 6
2.1. DATOS CLIMÁTICOS UTILIZADOS 6
2.2. ESTACIONES METEOROLÓGICAS CONSIDERADAS 6
2.2.1 Relación de Estaciones Meteorológicas de la Zona 7
2.2.2 Selección de Estaciones Meteorológicas Válidas 9
2.3. RESUMEN DE DATOS CLIMATOLÓGICOS 9
2.3.1 Precipitaciones 11
2.3.1.1 Precipitación media mensual y anual (mm) 11
2.3.1.2 Precipitación máxima diaria mensual (mm) 13
2.3.1.3 Número medio mensual y anual de días de lluvia 15
2.3.1.4 Número de días con precipitaciones >= 1mm 17
2.3.1.5 Número de días con precipitaciones >= 10mm 19
2.3.1.6 Número de días con precipitaciones >= 30mm 21
2.3.1.7 Número de días con nieve 23
2.3.1.8 Número de días con niebla 25
2.3.1.9 Número de días con granizo 27
2.3.1.10 Número de días con tormenta 29
2.3.1.11 Número de días con escarcha 31
2.3.1.12 Número de días con rocío 33
2.3.2 Temperatura 35
2.3.2.1 Temperatura media anual y mensual °C 35
2.3.2.2 Número de días Tmax >=30°C 37
2.3.2.3 Número de días Tmax >=25°C 39
2.3.2.4 Número de días Tmin <=0°C 41
2.3.2.5 Número de días Tmin <=-5°C 43
2.3.3 Climodiagrama de Walter-Gaussen 45
2.3.3.1 Diagrama de Walter-Gaussen 45
2.3.3.2 Diagrama de termohietas 46
2.3.4 Viento 47
2.4. BALANCE HÍDRICO MÉTODO DE THORNTHWAITE 49
3. ÍNDICES Y CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA 53
3.1. ÍNDICES FOTOCLIMÁTICOS 53
3.1.1 Índices basados en la Precipitación y Temperatura 53
3.1.2 Índice Bioclimático 57
3.2. ÍNDICE CLIMÁTICO NO FITOCLIMÁTICO 58

3.3. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA 59
3.3.1 Clasificación Climática de Köppen 59
3.3.2 Clasificación fitoclimática de Allué 61
3.4. COEFICIENTES MENSUALES REDUCTORES DE DÍAS DE TRABAJO 63
3.4.1 Coeficiente de reducción climatológico para hormigones 67
3.4.2 Coeficiente de reducción climatológico para explanaciones 67
3.4.3 Coeficiente de reducción climatológico para mezclas bituminosas 67
3.4.4 Coeficiente de reducción climatológico para áridos 67
3.4.5 Coeficiente de reducción climatológico para riegos y tratamientos superficiales 68
4. ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO 70
4.1. INTRODUCCIÓN 70
4.2. ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS CONSIDERADAS 70
4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO 75
4.3.1 Ajuste por la Ley de Gumbel 75
4.3.2 Ajuste SQRT-ET max 78
4.3.3 Ajuste Log-Pearson III 80
4.3.4 Ajuste Maxpluwin 81
4.3.5 Resumen de precipitaciones máximas 82
4.4. REPARTO ESPACIAL DE LA PRECIPITACIÓN 82
5. HIDROLOGÍA Y CUENCAS DE APORTACIÓN 84
5.1. DELIMITACIÓN DE CUENCAS 84
5.1.1 Cuencas Urbanas 86
5.1.2 Cuenca asociada a la EDAR 86
5.2. METODO RACIONAL 86
5.2.1 Parámetros de cálculo 87
5.2.1.1 Intensidad de la precipitación 87
5.2.1.2 Coeficiente de escorrentía 91
5.2.1.3 Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación 107
5.2.2 Cálculo de caudales 107
6. EVALUACIÓN Y DRENAJE DE CUENCAS EXTERNAS 110
7. INUNDABILIDAD 112
8. PLANOS 116
APÉNDICE Nº1. DATOS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS SELECCIONADAS 117
APÉNDICE Nº2. DIAS LABORABLES- CONVENIO MALAGA 118

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVOS

En el presente estudio climatológico e hidrológico se analizan las distintas variables climáticas que comprende el "Proyecto de Construcción, Saneamiento y Depuración en Arriate, Benoaján, Montejaque, Jimera de Líbar y Cortes de la Frontera, Cuenca del Río Guadario (Málaga)" del expediente ACE/314.01/19/PROY/01, con objeto de determinar, fundamentalmente, los aspectos que se indican a continuación. Posteriormente, relativo a variables de temperatura y precipitaciones se centrará y seleccionará aquella información específica y necesaria para el desarrollo de este anejo en el municipio de El Colmenar:

- El clima que impera en la zona de proyecto.
- La estimación de los días de trabajo hábiles al año por razones climatológicas.
- La delimitación de las cuencas de aportación para el cálculo de caudales de escorrentía en la zona de El Colmenar.
- El cálculo de los caudales generados por las cuencas de aportación en los puntos de control.

Este anejo se desarrolla en dos fases consecutivas e interrelacionadas. Inicialmente se procede a la elaboración del estudio de climatología, partiendo de los datos climatológicos disponibles de las estaciones meteorológicas existentes en la zona solicitados a la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). A partir del análisis de los datos de clima disponibles, se procederá a la obtención del número de días laborables para las distintas unidades de obra e índices climáticos aplicables para la zona de proyecto.

Posteriormente, en el estudio de hidrología se procederá al análisis del medio físico donde se asienta el trazado, determinando las cuencas de aportación y sus características, y se llevará a cabo el cálculo de caudales generados en los puntos de control. Previamente, se habrá realizado un estudio pluviométrico para determinar la precipitación máxima en la zona de proyecto, que será tenida en cuenta en el cálculo de caudales de escorrentía.

Por último, y dada la proximidad a cauce público de la ubicación proyectada para la EDAR y las estaciones de bombeo, se mencionará también el estudio de inundabilidad del cauce. Para ello, se indicarán el o los estudios de inundabilidad realizados y facilitados por la Dirección General de Planificación y Gestión del Dominio Público Hidráulico.

1.2. DATOS DE PARTIDA

Como punto de partida, para iniciar el estudio de climatología, resulta necesario la recopilación de una serie de datos, así como normativas de aplicación, bibliografía existente, etc, entre los que se tienen:

Datos climatológicos:

- Registros pluviométricos y termométricos de las estaciones existentes en el entorno del proyecto, AEMET (Agencia Estatal de Meteorología).
- Máximas lluvias diarias en la España peninsular (1999). Serie Monografías. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento.
- Datos climáticos para carreteras. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Obras Públicas (1964).

Cartografía y Topografía:

- Localizador de información espacial de Andalucía (Line@) del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA) de la Consejería de Economía, Conocimiento, Empresas y Universidad de la Junta de Andalucía.
- Cartografía y Topografía a escala 1:1000 del ámbito de la actuación realizada en agosto de 2019, según se describe en anejo 2. Cartografía y Topografía.

Normativa:

- Norma 5.2-IC Drenaje Superficial de la Instrucción de Carreteras, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, aprobada mediante Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero (BOE nº60, de 10 de marzo de 2016).

Bibliografía relacionada:

- Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2014).
- “Hidrología aplicada”, Ven Te Chow, David R. Maidment y Larry W. Mays
- Publicación del Soil Conservation Service de 1972, Estados Unidos.

Bases de datos espaciales:

- Datos Espaciales de la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía.
- Datos Espaciales del Consorcio Provincial de Gestión Integral del Agua de Málaga.
- Datos Espaciales del Geoportal del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Otros:

- Mapa de recurso eólico de Andalucía de Agencia Andaluza de la Energía.

2. CLIMATOLOGÍA

Para la correcta realización del estudio del medio físico del área es necesario observar la influencia de los factores climáticos, ya que el clima puede considerarse como uno de los principales elementos determinantes en muchos de los procesos naturales, como son la formación del suelo y la vegetación potencial, lo que va a determinar en último caso, la posible utilización de la tierra.

En este apartado se analizarán las variables climatológicas más relevantes de la zona afectada por el proyecto. Para ello, resulta indispensable que previamente se proceda a la recopilación selectiva de los datos necesarios para tal fin. Se ha recurrido a las series de datos termo-pluviométricos y climáticos de la red de estaciones pertenecientes a la AEMET.

Para la elaboración de este apartado se tendrán en cuenta las directrices marcadas por la Norma Española UNE 157921 y la Guía para la elaboración de estudios del medio físico, del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2014).

2.1. DATOS CLIMÁTICOS UTILIZADOS

Los datos climatológicos utilizados para la redacción del presente anejo proceden de los registros tomados de las distintas estaciones climáticas solicitados a la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

Los datos seleccionados están comprendidos dentro del área de influencia de la cuenca hidrográfica correspondiente, y cumplen el doble requisito de presentar un reparto espacial uniforme y lo más completo posible dentro de la cuenca, con series de datos lo suficientemente largas y consistentes como para obtener un correcto comportamiento estadístico de las variables utilizadas.

2.2. ESTACIONES METEOROLÓGICAS CONSIDERADAS

Para el proceso de selección de estaciones meteorológicas se han seguido varias fases:

Fase 1ª: Inicialmente se ha procedido a aplicar un primer filtro de preselección, escogiendo las estaciones más próximas. Se descartan inicialmente, estaciones por lejanía a la zona de estudio y ubicación de las distintas instalaciones (EDAR, EBAR, etc), así como, a la cuenca o área de aportación.

Por lo tanto, se considerarán las incluidas en el área de estudio delimitada por las coordenadas indicadas a continuación:

	Mínima	Máxima
Coordenada X	278747,34	309101,468
Coordenada Y	4050206,997	4074342,39

Estas coordenadas solo realizan una primera preselección, como resultado de la cual, se localizan un total de 21 estaciones en la zona de estudio.

Fase 2ª: Debido al gran número de estaciones preseleccionadas en el área de estudio, se procedió a descartar, en una segunda aproximación, aquéllas cuyo registro de datos acabara antes de 2010. Además, también es aconsejable que no aparezcan lagunas de registro de datos en sus últimos años.

De esta manera, resultan 10 estaciones a las que se le aplicarán criterios de elección más selectivos.

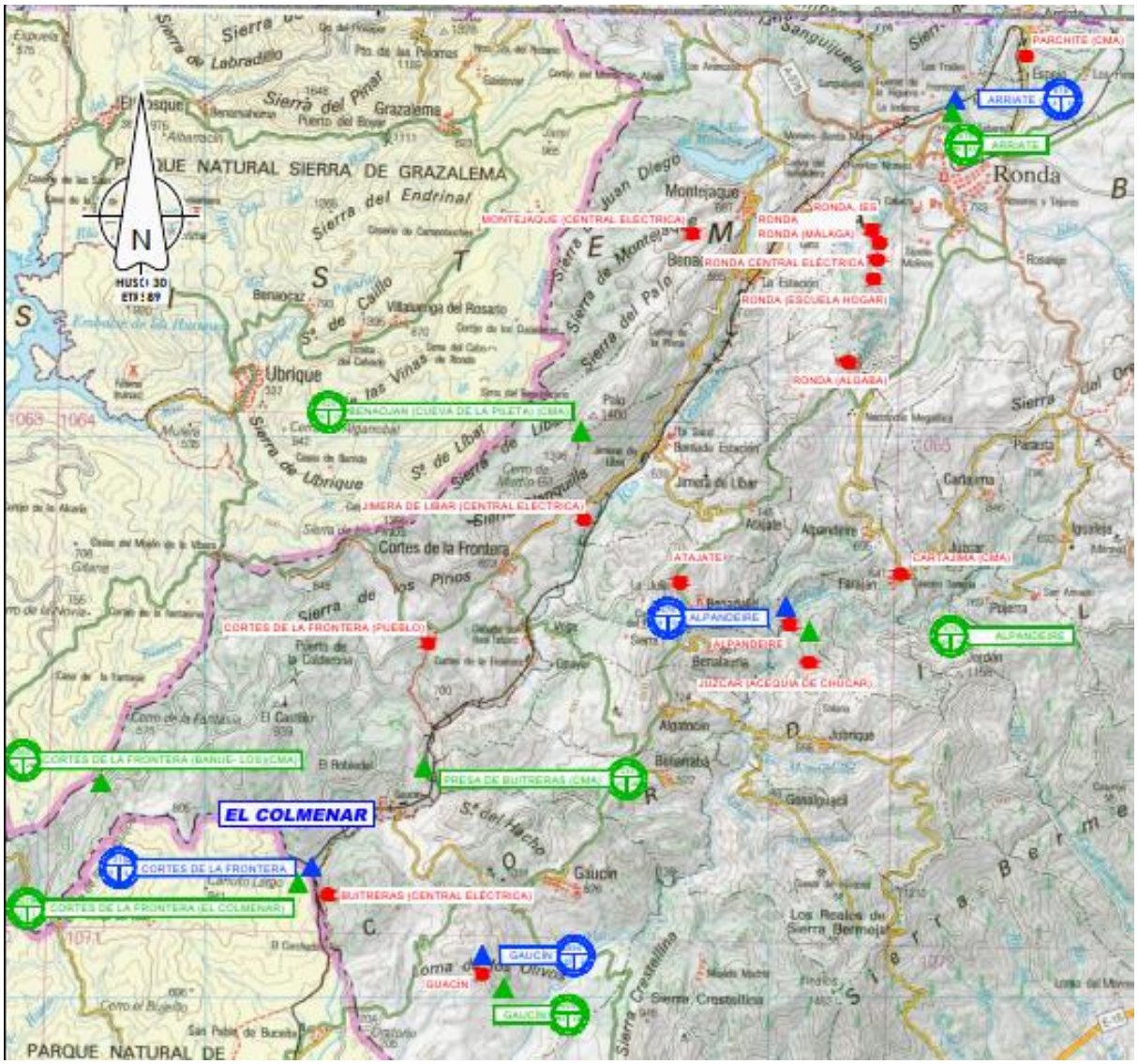
Fase 3ª: Por último, se ha analizado la situación (proximidad, altitud y vertiente o cuenca), cantidad de datos (de pluviometría y termometría), periodo de funcionamiento y serie más larga para el estudio de estas 10 estaciones, seleccionando 7 de estas para el análisis de datos pluviométricos del presente anejo.

Además, se acompaña un plano en el capítulo 8. PLANOS, donde se han situado las estaciones en coordenadas (Plano AN4.1).

2.2.1 Relación de Estaciones Meteorológicas de la Zona

En la Fase 1ª se delimita la zona de estudio considerada, donde se puede comprobar la existencia de 21 estaciones. Como se ha indicado anteriormente, en la Fase 2ª se ha realizado un filtro basándonos en cuyo registro de datos acabara antes de 2010, por lo que, de las 21 estaciones existentes, nos quedamos con 10 de las mismas.

A continuación, se presentan en una tabla las estaciones meteorológicas existentes en el área de estudio:



Estaciones AEMET de la zona (fuente: elaboración propia con datos de AEMET)

De las mencionadas estaciones, se han escogido las siguientes en base a la calidad y cantidad de datos disponibles:

Código	Nombre Estación	Coordenadas		Fecha		Cant. Años
		X	Y	Inicio datos	Fin datos	
6040X	Cortes de la Frontera	286380,907	4047053,342	2009	2019	11
6045X	Alpandeire	303120,796	4056552,674	2008	2019	12
6050X	Gaucín	292379,979	4044038,588	2008	2019	12
6040U	Cortes de la Frontera (El Colmenar)	286000,967	4046785,217	1985	2019	35
6040	Presa de Buitreras (CMA)	290450,889	4050684,844	1965	2013	49
6045	Alpandeire	303120,796	4056552,674	1955	2019	65
6050	Gaucin	292379,236	4044007,768	1948	2019	72
6034	Arriate	309111,766	4074425,319	1947	2019	73
6039	Cortes de la Frontera (Bañue-los) (CMA)	278842,534	4053905,616	1961	2010	50
6035	Benaoján (Cueva de la pileta) (CMA)	295957,181	4062579,313	1961	2013	53

2.2.2 Selección de Estaciones Meteorológicas Válidas

En resumen, la selección de las estaciones meteorológicas válidas se ha justificado cumpliendo las siguientes premisas:

- Se rechazarán las estaciones lejanas a la zona de actuación siempre que se tengan datos suficientes de estaciones más cercanas.
- En caso de ausencia de datos, se evitará utilizar métodos de “relleno”. En tal caso, se propondrá un método para considerar como válido, o en su caso completar, el dato de precipitación máxima de 24 horas para un año de la serie recogida que no esté completo (siguiendo los criterios establecidos en la publicación “Estadística (aplicada a la hidrometeorologia)” de la Sección de Publicaciones del INM).

Los datos climatológicos utilizados para la redacción del presente anejo proceden de los registros tomados solicitados a la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) para estas 10 estaciones climáticas (ver apéndice nº1).

2.3. RESUMEN DE DATOS CLIMATOLÓGICOS

El paso siguiente ha consistido en la recogida y procesamiento de los datos resúmenes mensuales de climatología de dichas estaciones. Estos datos se presentan en dos grupos: pluviometría y termometría.

La totalidad de los datos disponibles en las estaciones seleccionadas entregados por la AEMET, se adjuntan en el apéndice nº1 del presente documento.

Se han procesado los "datos resumen-mensual", por considerarlos lo suficientemente representativos para el estudio que se aborda, prescindiendo de los "datos diarios", cuyo tratamiento resulta más complejo e innecesario para el fin que se busca. Se han considerado como año contable para el estudio de los resúmenes anuales, aquel en el que todos sus meses han sido registrados datos computables. A continuación, se incluye un listado con todos los datos climatológicos recibidos, solicitados de las estaciones seleccionadas:

Datos referentes a precipitación:

- Precipitación máxima diaria mensual (mm)
- Precipitación total mensual (mm)
- Días de precipitación >=1mm
- Días de precipitación >=10mm
- Días de precipitación >=30mm
- Días de escarcha
- Días de granizo
- Días de lluvia
- Días de niebla
- Días de nieve
- Días de rocío
- Días de tormenta

Datos referentes a temperatura

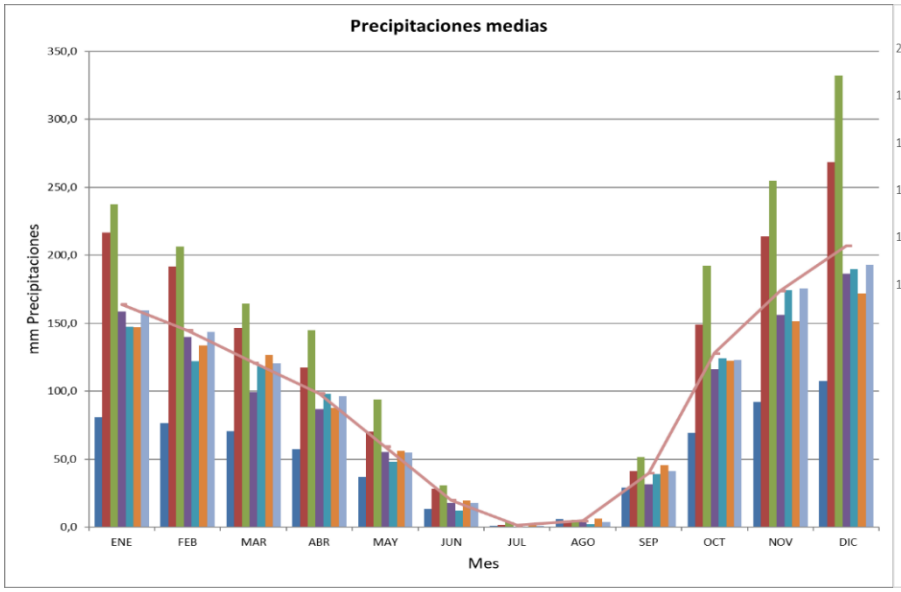
- Temperatura máxima absoluta mensual (°C)
- Temperatura mínima absoluta mensual (°C)
- Temperatura media mensual (°C)
- Días de temperatura máxima >=25°C
- Días de temperatura máxima >=30°C
- Días de temperatura máxima <=0°C (días de helada)
- Días de temperatura mínima >=20°C (noches tropicales)
- Días de temperatura máxima <=-5°C

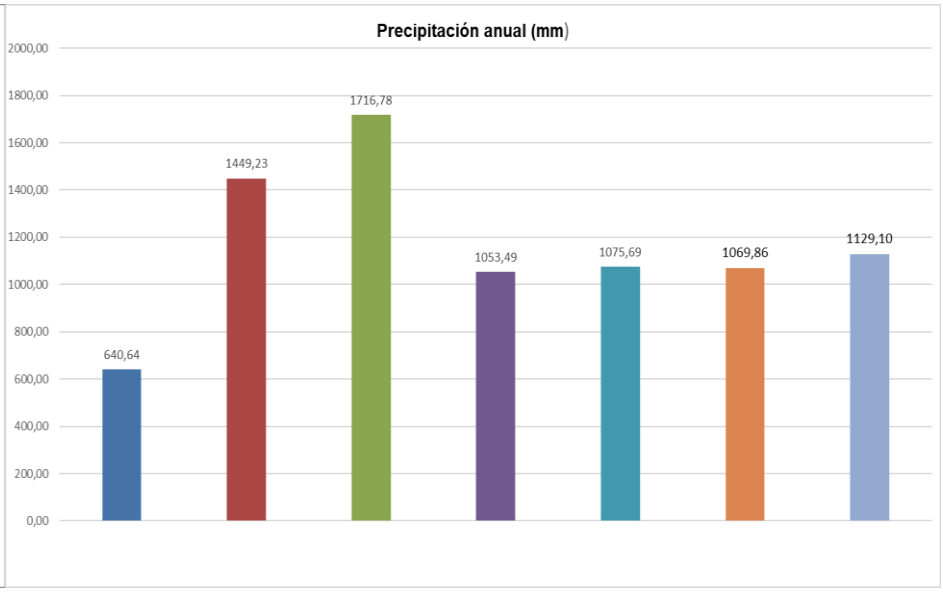
2.3.1 Precipitaciones

Estaciones: 6034 Arriate, 6035 Benaoján (Cueva de La Pileta) (CMA), 6039 Cortes de La Forntera (Bañue-los) (CMA), 6040 Presa Buitreas (CMA), 6040U Cortes de la Frontera (El Colmenar), 6045 Alpandeire y 6050 Gaucín.

2.3.1.1 Precipitación media mensual y anual (mm)

PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL / ANUAL													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Tot. Anual
	163,9	**144,8**	**120,9**	**98,3**	**59,3**	**20,0**	**1,5**	**4,7**	**39,9**	**128,0**	**173,9**	**206,9**	**1162,11**
ARRIATE	81,1	76,3	70,6	57,2	37,0	13,3	0,9	5,7	29,3	69,3	92,2	107,5	**640,64**
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)	216,8	191,8	146,5	117,5	70,3	28,3	1,7	4,6	41,1	148,8	213,6	268,3	**1449,23**
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS) (CMA)	237,6	206,4	164,3	144,7	93,7	30,7	3,7	5,3	51,6	192,1	254,6	332,1	**1716,78**
PRESA DE BUITRERAS (CMA)	158,5	139,8	99,4	86,7	55,4	17,7	0,7	5,5	31,5	116,0	156,1	186,2	**1053,49**
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)	147,4	121,9	118,1	97,9	48,0	12,1	0,7	2,3	39,0	124,2	174,2	189,8	**1075,69**
ALPANDEIRE	146,9	133,7	126,8	87,6	56,0	19,4	1,7	6,1	45,7	122,6	151,5	171,8	**1069,86**
GAUCIN	159,2	143,5	120,4	96,4	54,8	18,1	1,0	3,6	41,0	123,0	175,4	192,9	**1129,10**

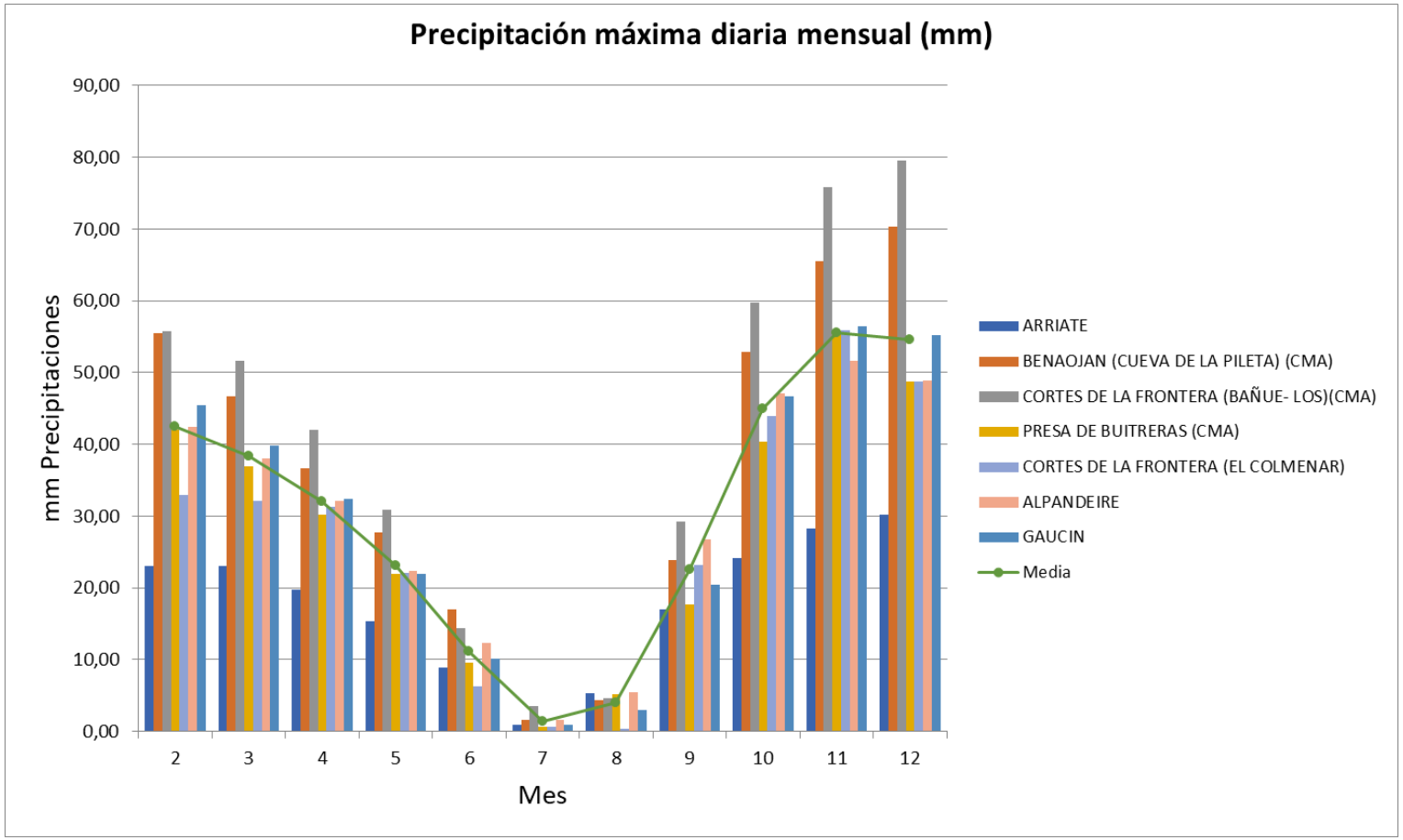




ARRIATE
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS)(CMA)
PRESA DE BUITRERAS (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)
ALPANDEIRE
GAUCIN
Media

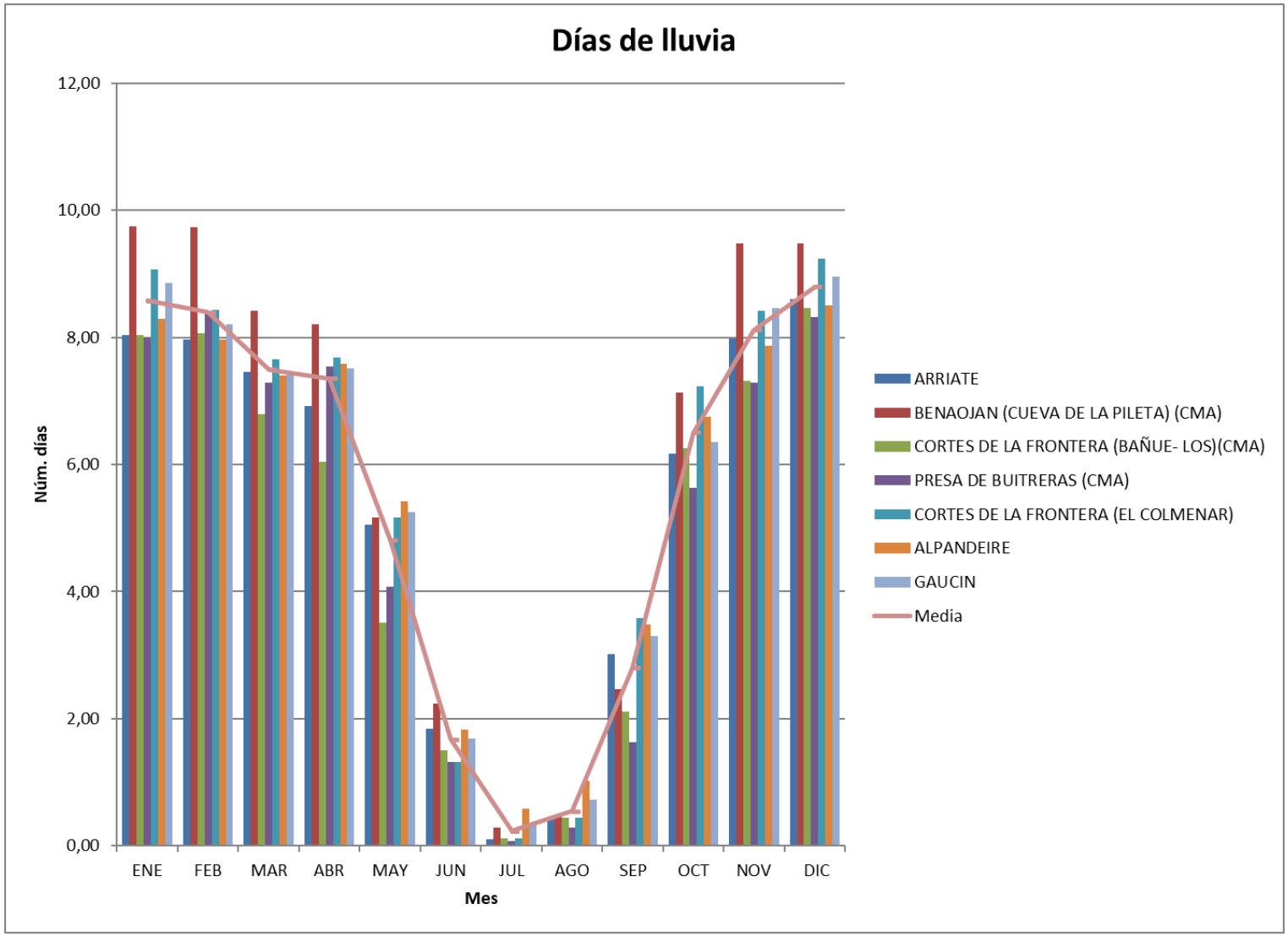
2.3.1.2 Precipitación máxima diaria mensual (mm)

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL (mm)												
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	45,03	42,45	38,33	32,05	23,16	11,18	1,40	4,04	22,59	44,98	55,58	54,52
ARRIATE	25,20	23,04	23,08	19,76	15,28	8,87	0,87	5,38	16,93	24,10	28,24	30,16
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)	58,36	55,51	46,74	36,59	27,67	16,96	1,55	4,31	23,87	52,83	65,58	70,27
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS) (CMA)	56,67	55,74	51,70	42,06	30,87	14,33	3,50	4,63	29,20	59,75	75,87	79,57
PRESA DE BUITRERAS (CMA)	45,92	42,00	36,89	30,22	21,94	9,53	0,67	5,12	17,74	40,43	55,33	48,70
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)	39,86	32,97	32,10	31,33	22,02	6,22	0,67	0,39	23,23	43,91	55,85	48,78
ALPANDEIRE	44,46	42,38	37,99	32,07	22,43	12,27	1,58	5,43	26,71	47,08	51,70	48,94
GAUCIN	44,71	45,50	39,83	32,36	21,88	10,10	0,97	3,01	20,48	46,74	56,51	55,25


Precipitación máxima diaria mensual (mm)
mm Precipitaciones
90,00
80,00
70,00
60,00
50,00
40,00
30,00
20,00
10,00
0,00
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
Mes
ARRIATE
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS)(CMA)
PRESA DE BUITRERAS (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)
ALPANDEIRE
GAUCIN
Media

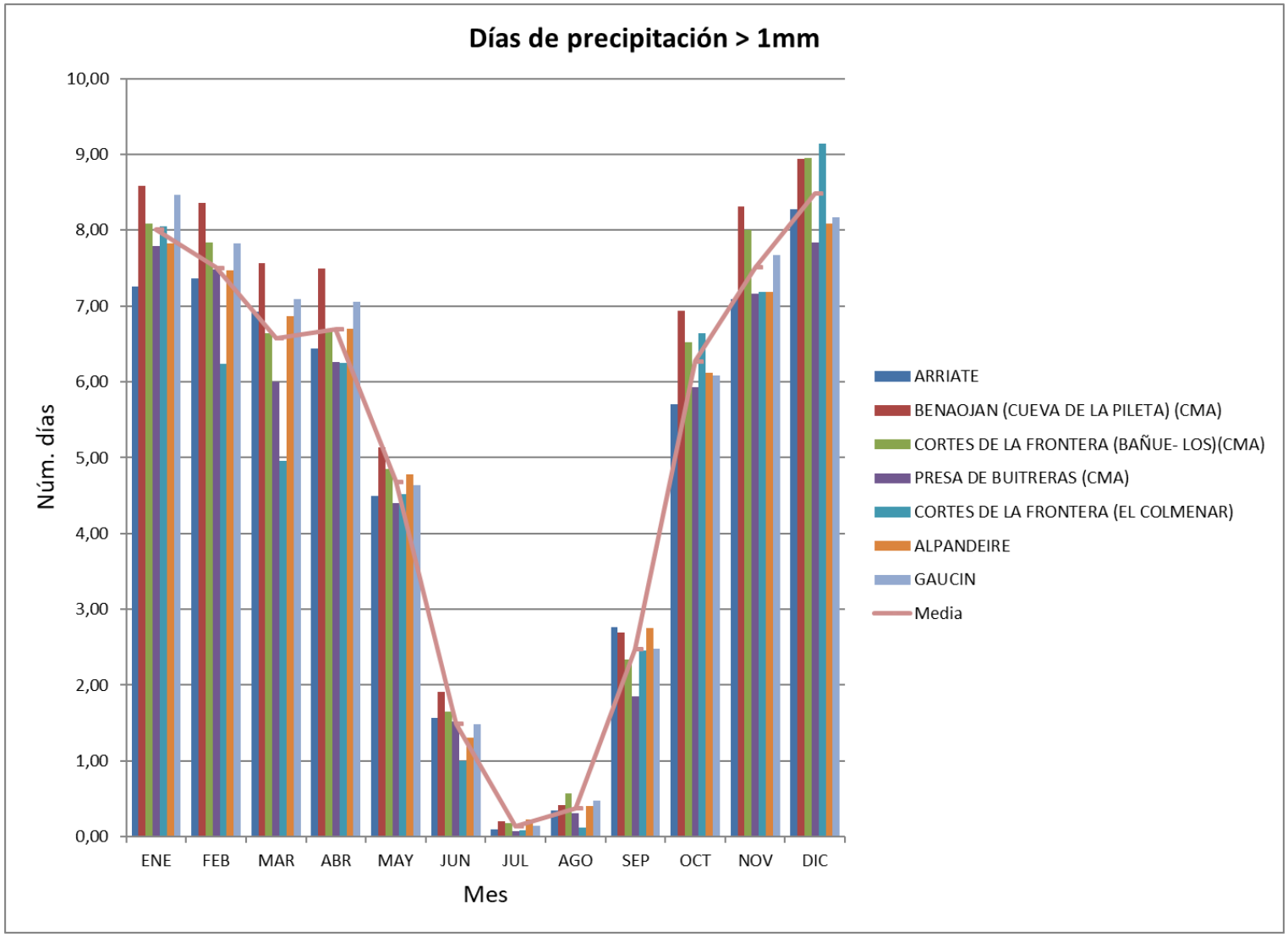
2.3.1.3 Número medio mensual y anual de días de lluvia

NÚMERO DE DÍAS DE LLUVIA													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Tot. Anual
	8,58	**8,40**	**7,49**	**7,35**	**4,81**	**1,67**	**0,23**	**0,54**	**2,80**	**6,50**	**8,12**	**8,79**	**65,29**
ARRIATE	8,03	7,97	7,46	6,92	5,05	1,84	0,10	0,41	3,02	6,17	7,98	8,60	**63,56**
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)	9,75	9,73	8,42	8,20	5,17	2,24	0,29	0,49	2,46	7,13	9,48	9,48	**72,84**
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS) (CMA)	8,04	8,07	6,79	6,04	3,52	1,50	0,12	0,44	2,11	6,25	7,32	8,46	**58,66**
PRESA DE BUITRERAS (CMA)	8,00	8,39	7,29	7,54	4,08	1,32	0,07	0,28	1,63	5,63	7,28	8,32	**59,84**
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)	9,06	8,43	7,66	7,68	5,16	1,32	0,12	0,44	3,59	7,23	8,42	9,23	**68,35**
ALPANDEIRE	8,30	7,97	7,40	7,58	5,42	1,82	0,59	1,02	3,48	6,75	7,86	8,51	**66,70**
GAUCIN	8,86	8,21	7,43	7,51	5,25	1,68	0,35	0,72	3,30	6,35	8,45	8,95	**67,08**


Días de lluvia
12,00
10,00
8,00
6,00
4,00
2,00
0,00
Núm. días
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
Mes
ARRIATE
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS)(CMA)
PRESA DE BUITRERAS (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)
ALPANDEIRE
GAUCIN
Media

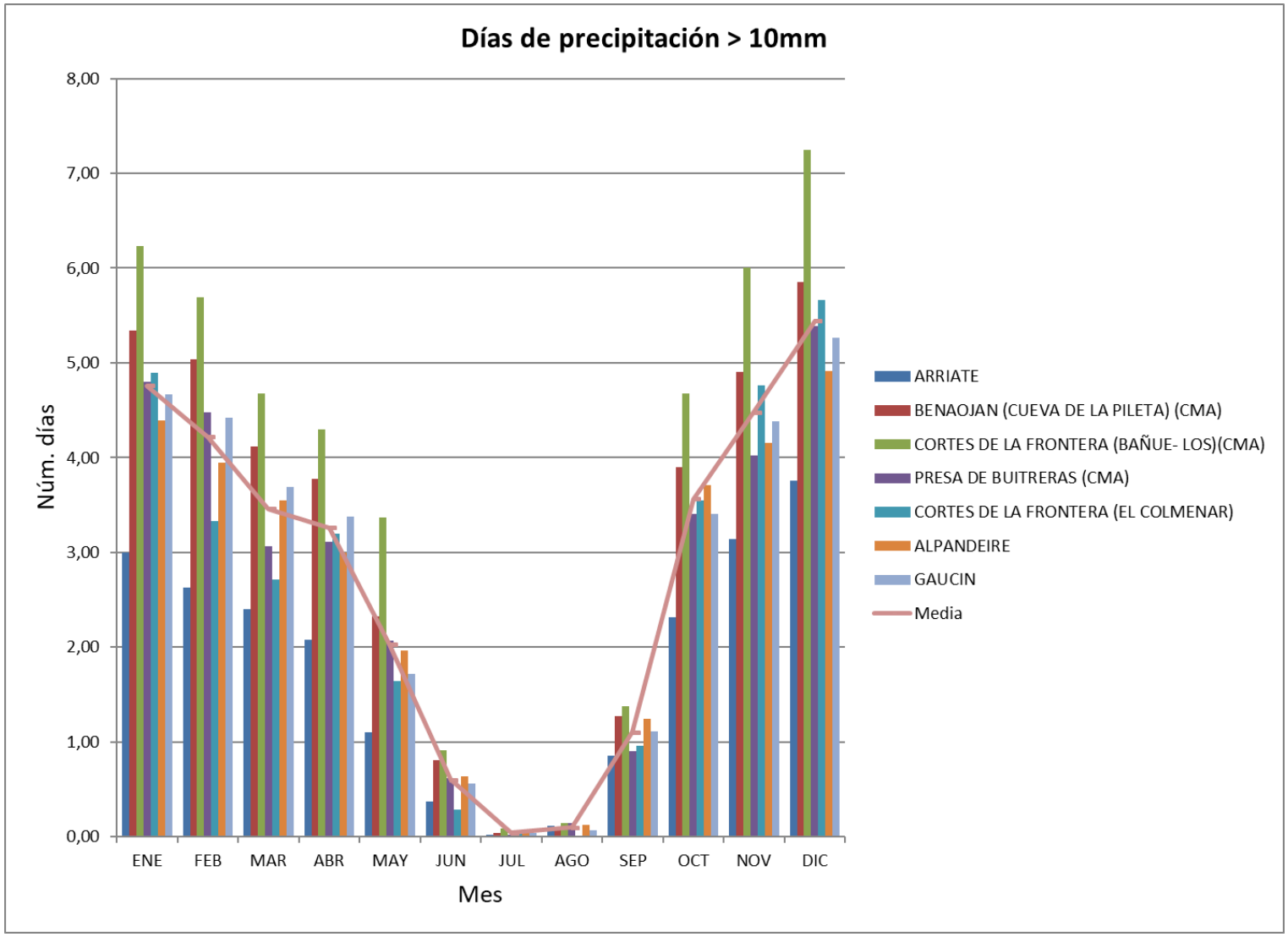
2.3.1.4 Número de días con precipitaciones >= 1mm

NÚMERO DE DÍAS CON PRECIPITACIONES > 1mm													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Tot. Anual
	8,01	**7,51**	**6,58**	**6,69**	**4,69**	**1,49**	**0,14**	**0,38**	**2,47**	**6,28**	**7,52**	**8,49**	**60,24**
ARRIATE	7,26	7,36	6,93	6,43	4,50	1,56	0,10	0,35	2,76	5,70	7,09	8,27	**58,32**
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)	8,58	8,36	7,56	7,49	5,13	1,91	0,21	0,42	2,69	6,94	8,31	8,94	**66,54**
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS) (CMA)	8,08	7,83	6,64	6,66	4,85	1,64	0,18	0,57	2,33	6,52	8,00	8,96	**62,27**
PRESA DE BUITRERAS (CMA)	7,80	7,48	6,00	6,27	4,40	1,52	0,07	0,31	1,85	5,93	7,16	7,84	**56,62**
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)	8,05	6,24	4,95	6,25	4,52	1,00	0,09	0,13	2,45	6,64	7,19	9,14	**56,65**
ALPANDEIRE	7,83	7,47	6,86	6,70	4,78	1,31	0,22	0,40	2,75	6,12	7,19	8,09	**59,73**
GAUCIN	8,46	7,83	7,09	7,06	4,64	1,48	0,14	0,48	2,48	6,08	7,67	8,17	**61,58**


Días de precipitación > 1mm
10,00
9,00
8,00
7,00
6,00
5,00
4,00
3,00
2,00
1,00
0,00
Núm. días
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
Mes
ARRIATE
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS)(CMA)
PRESA DE BUITRERAS (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)
ALPANDEIRE
GAUCIN
Media

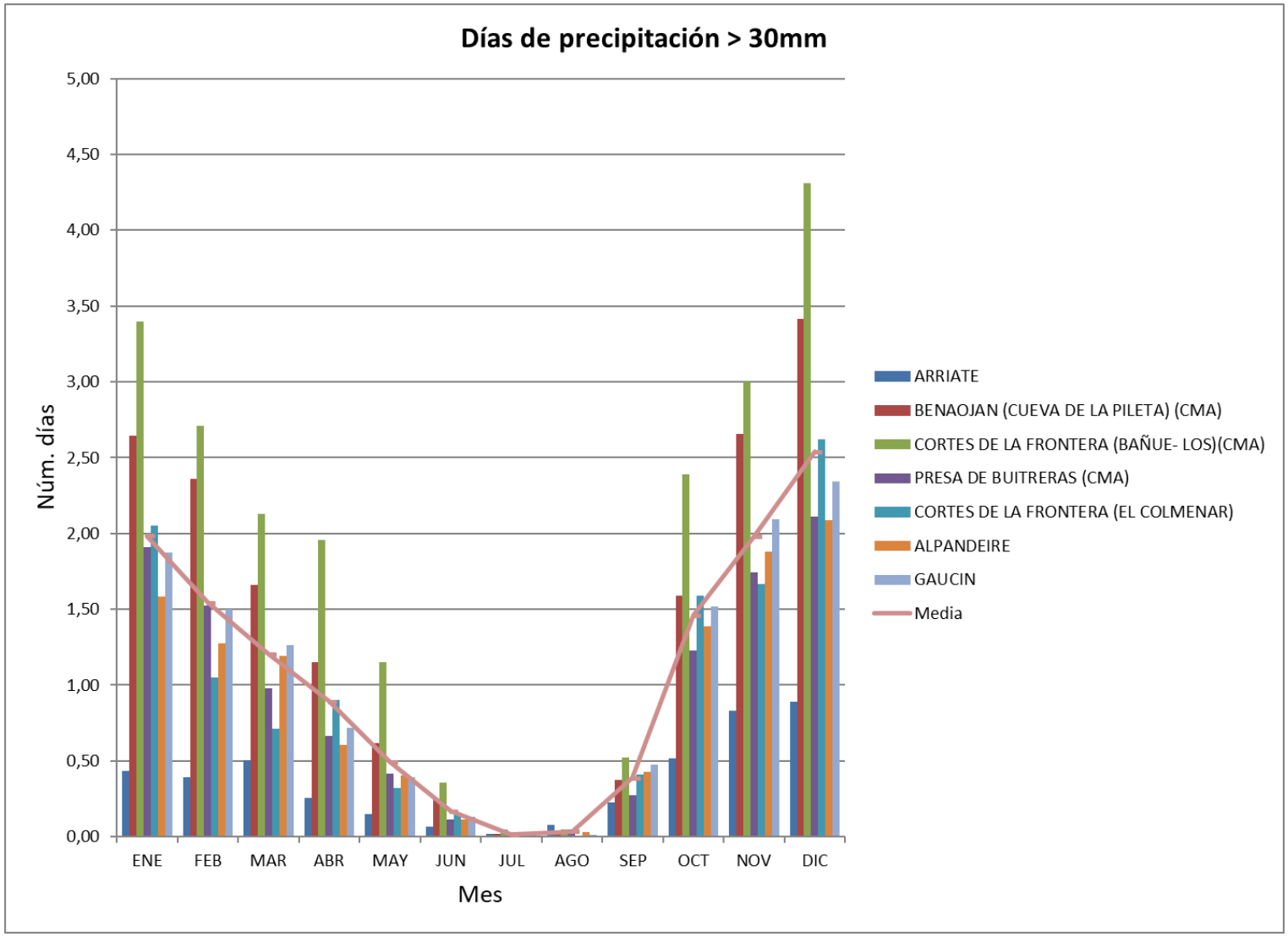
2.3.1.5 Número de días con precipitaciones >= 10mm

NÚMERO DE DÍAS CON PRECIPITACIONES > 10mm													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Tot. Anual
	4,76	**4,22**	**3,46**	**3,26**	**2,03**	**0,60**	**0,04**	**0,10**	**1,10**	**3,56**	**4,48**	**5,44**	**33,06**
ARRIATE	3,00	2,63	2,40	2,07	1,11	0,37	0,02	0,11	0,85	2,31	3,14	3,76	**21,77**
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)	5,34	5,04	4,12	3,77	2,33	0,81	0,04	0,09	1,27	3,90	4,90	5,85	**37,47**
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS) (CMA)	6,23	5,69	4,68	4,30	3,37	0,91	0,09	0,14	1,38	4,67	6,00	7,24	**44,71**
PRESA DE BUITRERAS (CMA)	4,80	4,48	3,07	3,11	2,07	0,61	0,02	0,14	0,90	3,41	4,02	5,39	**32,02**
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)	4,89	3,33	2,71	3,20	1,64	0,29	0,03	0,00	0,95	3,55	4,76	5,67	**31,03**
ALPANDEIRE	4,39	3,95	3,55	3,00	1,97	0,64	0,05	0,13	1,25	3,71	4,16	4,91	**31,69**
GAUCIN	4,67	4,42	3,69	3,37	1,72	0,57	0,04	0,07	1,11	3,40	4,38	5,27	**32,70**


Días de precipitación > 10mm
8,00
7,00
6,00
5,00
4,00
3,00
2,00
1,00
0,00
Núm. días
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
Mes
ARRIATE
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS)(CMA)
PRESA DE BUITRERAS (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)
ALPANDEIRE
GAUCIN
Media

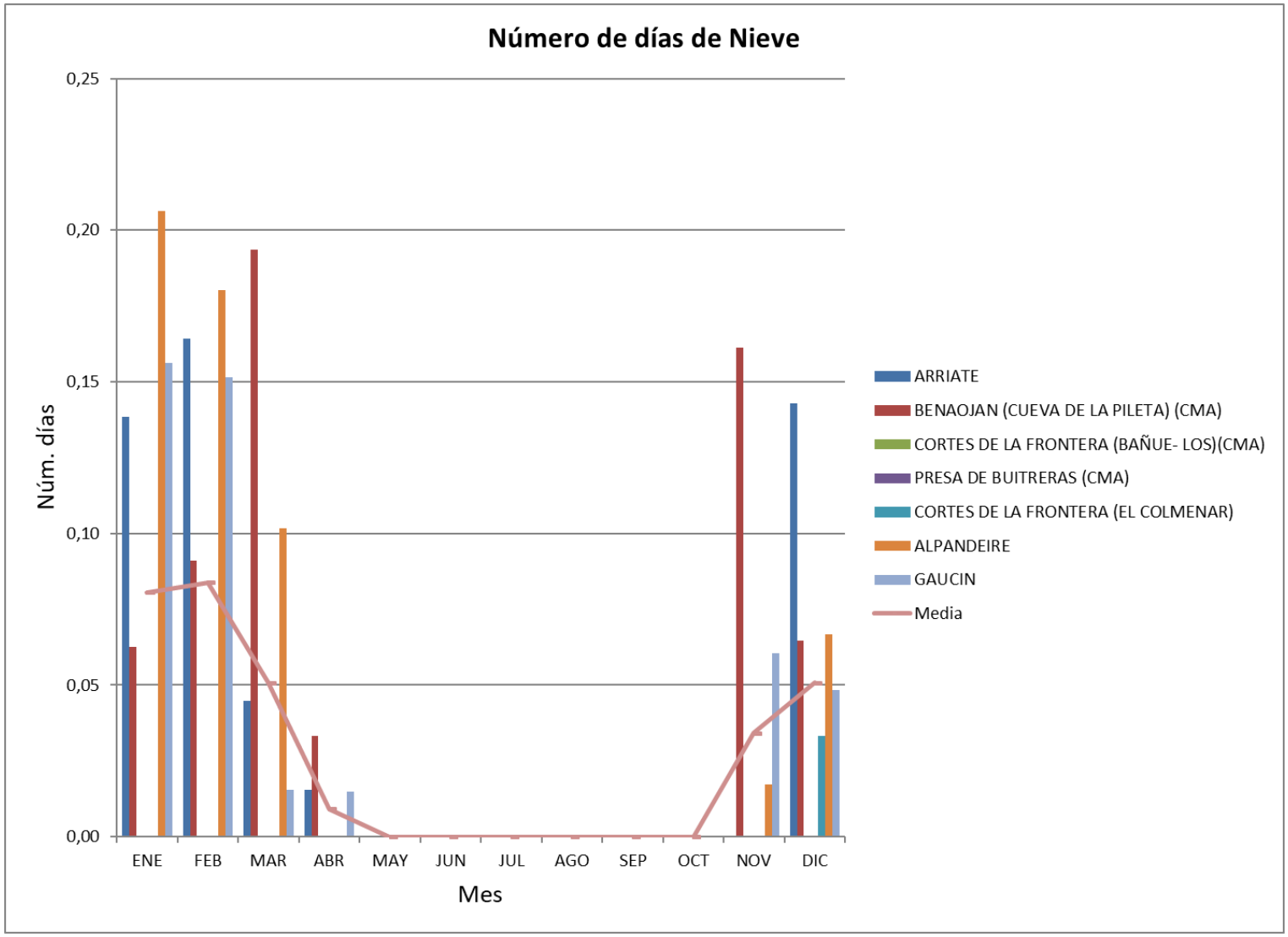
2.3.1.6 Número de días con precipitaciones >= 30mm

NÚMERO DE DÍAS CON PRECIPITACIONES > 30mm													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Tot. Anual
	1,98	1,54	1,21	0,89	0,49	0,17	0,01	0,03	0,39	1,46	1,98	2,54	12,70
ARRIATE	0,43	0,39	0,51	0,25	0,15	0,06	0,02	0,08	0,23	0,52	0,83	0,89	4,35
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)	2,64	2,36	1,66	1,15	0,62	0,25	0,02	0,02	0,38	1,59	2,65	3,42	16,74
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS)(CMA)	3,40	2,71	2,13	1,95	1,15	0,36	0,05	0,05	0,52	2,39	3,00	4,31	22,01
PRESA DE BUITRERAS (CMA)	1,91	1,52	0,98	0,67	0,42	0,11	0,00	0,05	0,28	1,23	1,74	2,11	11,01
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)	2,05	1,05	0,71	0,90	0,32	0,16	0,00	0,00	0,41	1,59	1,67	2,62	11,48
ALPANDEIRE	1,59	1,28	1,19	0,60	0,40	0,11	0,02	0,03	0,43	1,39	1,88	2,09	11,00
GAUCIN	1,87	1,50	1,27	0,72	0,39	0,13	0,00	0,01	0,48	1,52	2,09	2,34	12,32


Días de precipitación > 30mm
Núm. días
5,00
4,50
4,00
3,50
3,00
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
Mes
ARRIATE
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS)(CMA)
PRESA DE BUITRERAS (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)
ALPANDEIRE
GAUCIN
Media

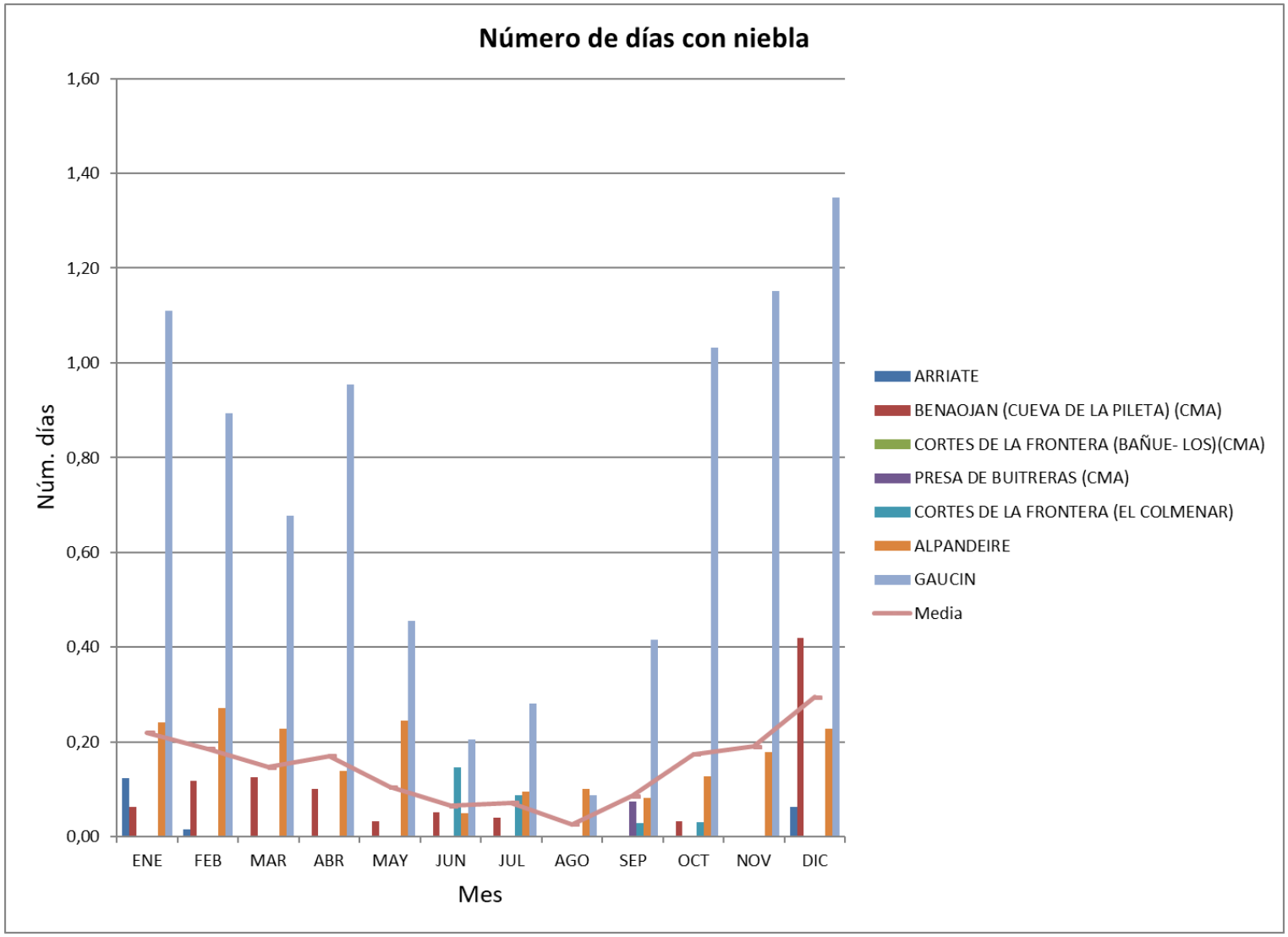
2.3.1.7 Número de días con nieve

NÚMERO DE DÍAS DE NIEVE													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Tot. Anual
	0,08	**0,08**	**0,05**	**0,01**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,03**	**0,05**	**0,31**
ARRIATE	0,14	0,16	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	**0,51**
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)	0,06	0,09	0,19	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,06	**0,61**
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS)(CMA)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
PRESA DE BUITRERAS (CMA)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	**0,03**
ALPANDEIRE	0,21	0,18	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,07	**0,57**
GAUCIN	0,16	0,15	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,05	**0,45**


Número de días de Nieve
0,25
0,20
0,15
0,10
0,05
0,00
Núm. días
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
Mes
ARRIATE
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS)(CMA)
PRESA DE BUITRERAS (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)
ALPANDEIRE
GAUCIN
Media

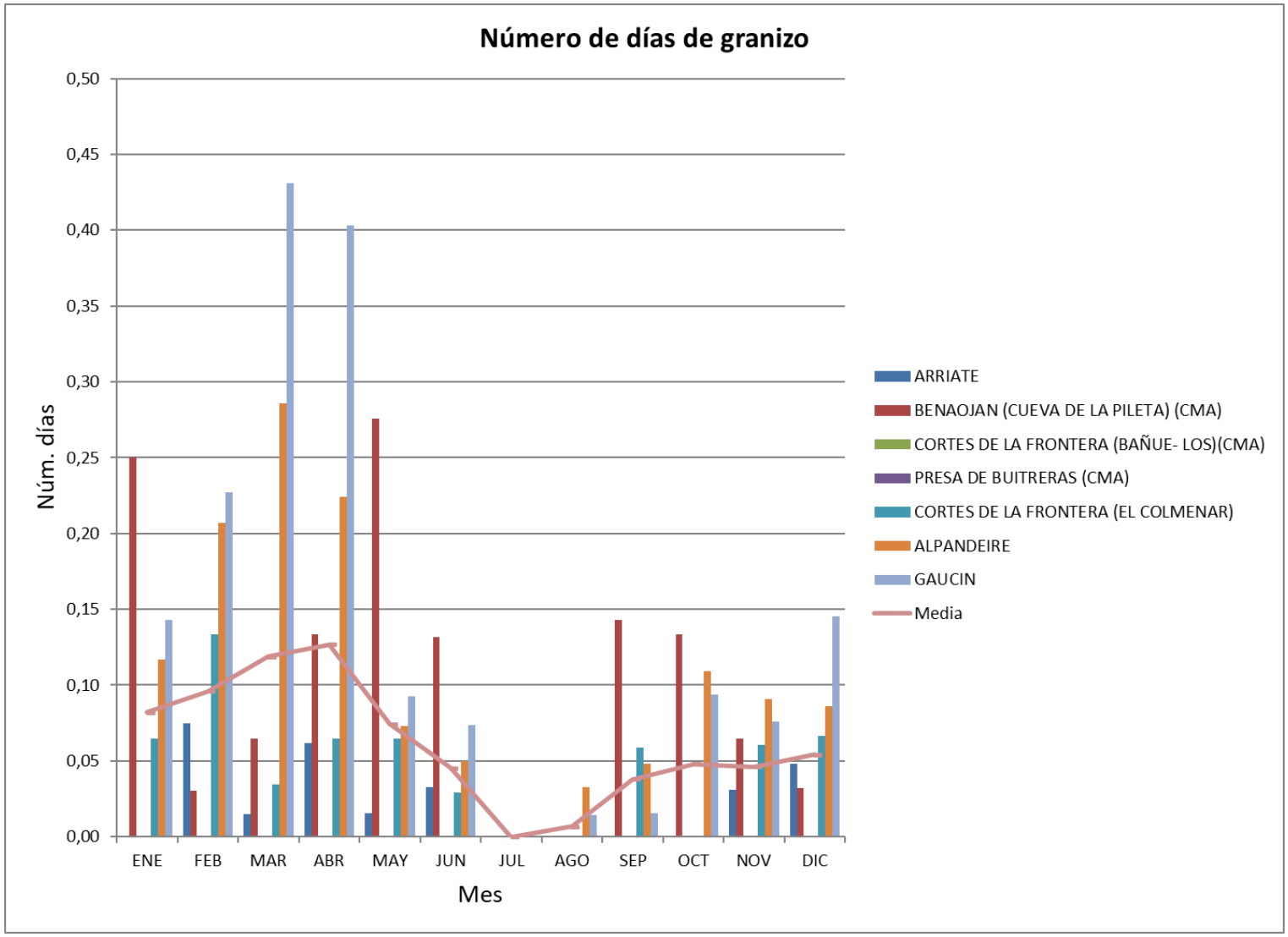
2.3.1.8 Número de días con niebla

NÚMERO DE DÍAS CON NIEBLA													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Tot. Anual
	0,22	**0,19**	**0,15**	**0,17**	**0,10**	**0,06**	**0,07**	**0,03**	**0,09**	**0,17**	**0,19**	**0,29**	**1,74**
ARRIATE	0,12	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	**0,20**
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)	0,06	0,12	0,13	0,10	0,03	0,05	0,04	0,00	0,00	0,03	0,00	0,42	**0,98**
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS)(CMA)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
PRESA DE BUITRERAS (CMA)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	**0,07**
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,09	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	**0,30**
ALPANDEIRE	0,24	0,27	0,23	0,14	0,25	0,05	0,10	0,10	0,08	0,13	0,18	0,23	**1,98**
GAUCIN	1,11	0,89	0,68	0,96	0,45	0,21	0,28	0,09	0,42	1,03	1,15	1,35	**8,61**


Número de días con niebla
1,60
1,40
1,20
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
Núm. días
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
Mes
ARRIATE
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS)(CMA)
PRESA DE BUITRERAS (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)
ALPANDEIRE
GAUCIN
Media

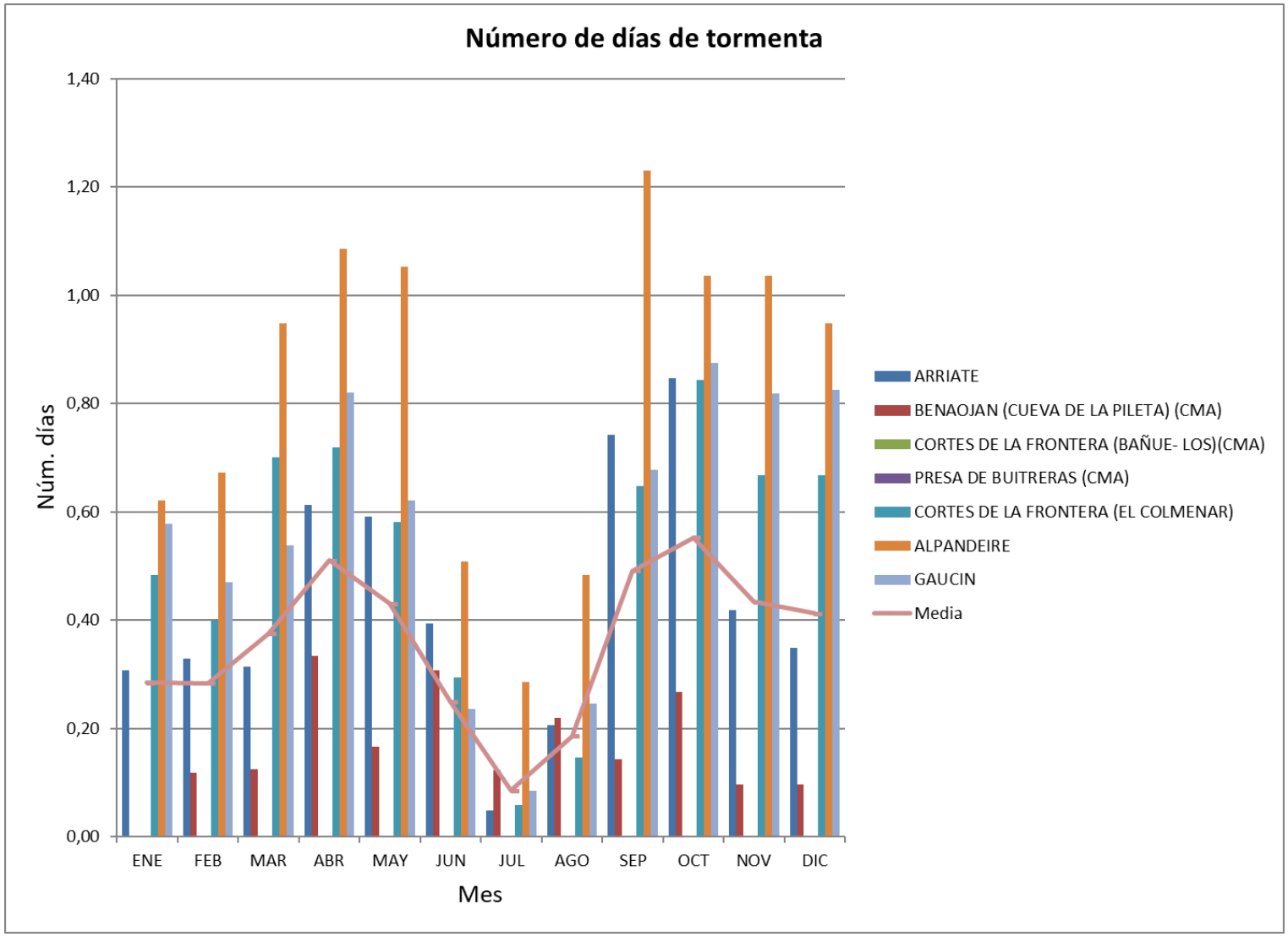
2.3.1.9 Número de días con granizo

NÚMERO DE DÍAS DE GRANIZO													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Tot. Anual
	0,08	0,10	0,12	0,13	0,07	0,05	0,00	0,01	0,04	0,05	0,05	0,05	0,74
ARRIATE	0,00	0,07	0,01	0,06	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	**0,28**
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)	0,25	0,03	0,06	0,13	0,28	0,13	0,00	0,00	0,14	0,13	0,06	0,03	**1,26**
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS)(CMA)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
PRESA DE BUITRERAS (CMA)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)	0,06	0,13	0,03	0,06	0,06	0,03	0,00	0,00	0,06	0,00	0,06	0,07	**0,58**
ALPANDEIRE	0,12	0,21	0,29	0,22	0,07	0,05	0,00	0,03	0,05	0,11	0,09	0,09	**1,32**
GAUCIN	0,14	0,23	0,43	0,40	0,09	0,07	0,00	0,01	0,02	0,09	0,08	0,15	**1,71**


Número de días de granizo
0,50
0,45
0,40
0,35
0,30
0,25
0,20
0,15
0,10
0,05
0,00
Núm. días
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
Mes
ARRIATE
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS)(CMA)
PRESA DE BUITRERAS (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)
ALPANDEIRE
GAUCIN
Media

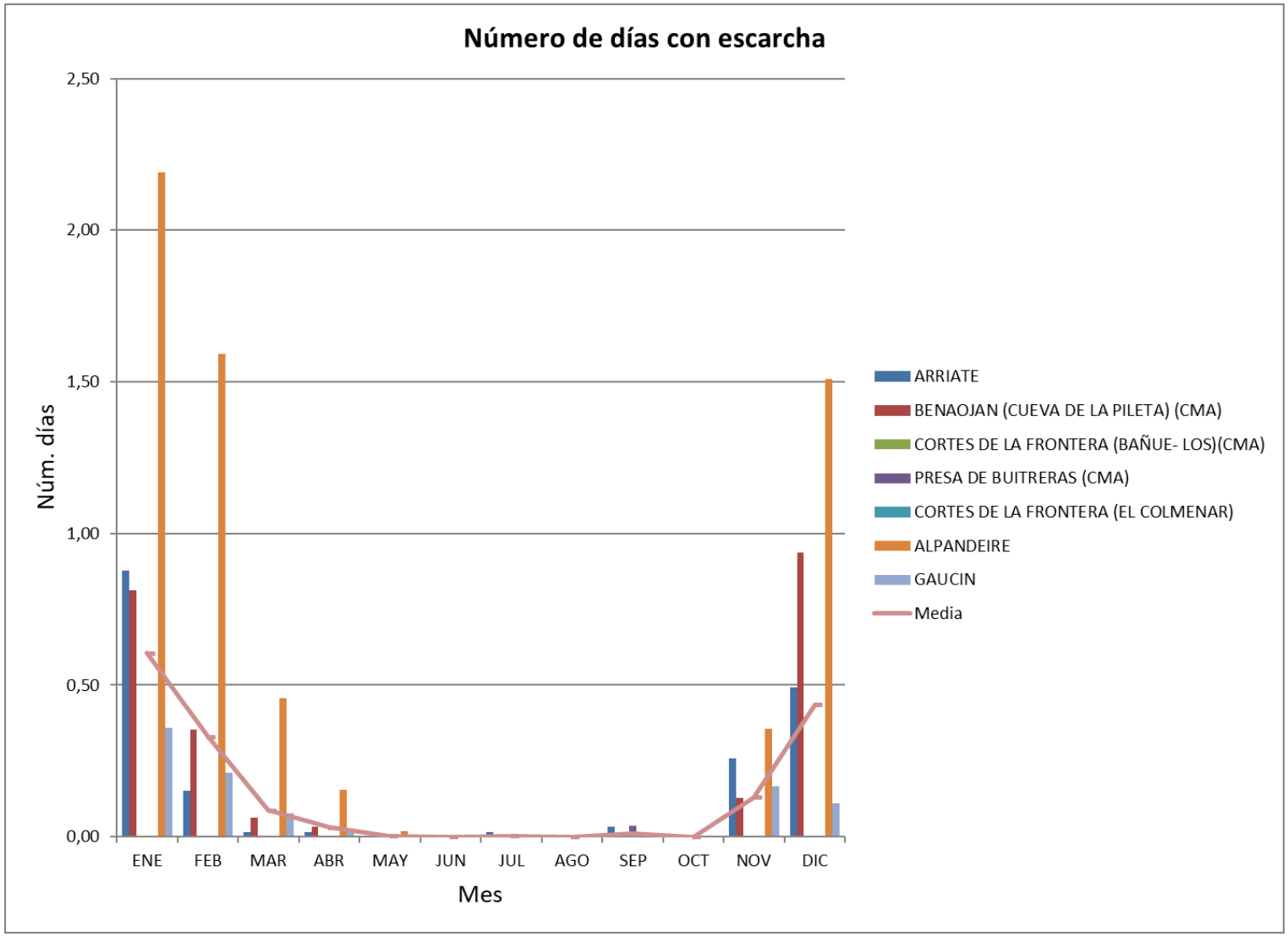
2.3.1.10 Número de días con tormenta

NÚMERO DE DÍAS DE TORMENTA													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Tot. Anual
	0,28	**0,28**	**0,37**	**0,51**	**0,43**	**0,25**	**0,09**	**0,19**	**0,49**	**0,55**	**0,43**	**0,41**	**4,29**
ARRIATE	0,31	0,33	0,31	0,61	0,59	0,39	0,05	0,21	0,74	0,85	0,42	0,35	**5,16**
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)	0,00	0,12	0,13	0,33	0,17	0,31	0,12	0,22	0,14	0,27	0,10	0,10	**2,00**
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS)(CMA)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
PRESA DE BUITRERAS (CMA)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)	0,48	0,40	0,70	0,72	0,58	0,29	0,06	0,15	0,65	0,84	0,67	0,67	**6,21**
ALPANDEIRE	0,62	0,67	0,95	1,09	1,05	0,51	0,29	0,48	1,23	1,04	1,04	0,95	**9,91**
GAUCIN	0,58	0,47	0,54	0,82	0,62	0,24	0,08	0,25	0,68	0,88	0,82	0,83	**6,79**


Número de días de tormenta
1,40
1,20
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
Núm. días
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
Mes
ARRIATE
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS)(CMA)
PRESA DE BUITRERAS (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)
ALPANDEIRE
GAUCIN
Media

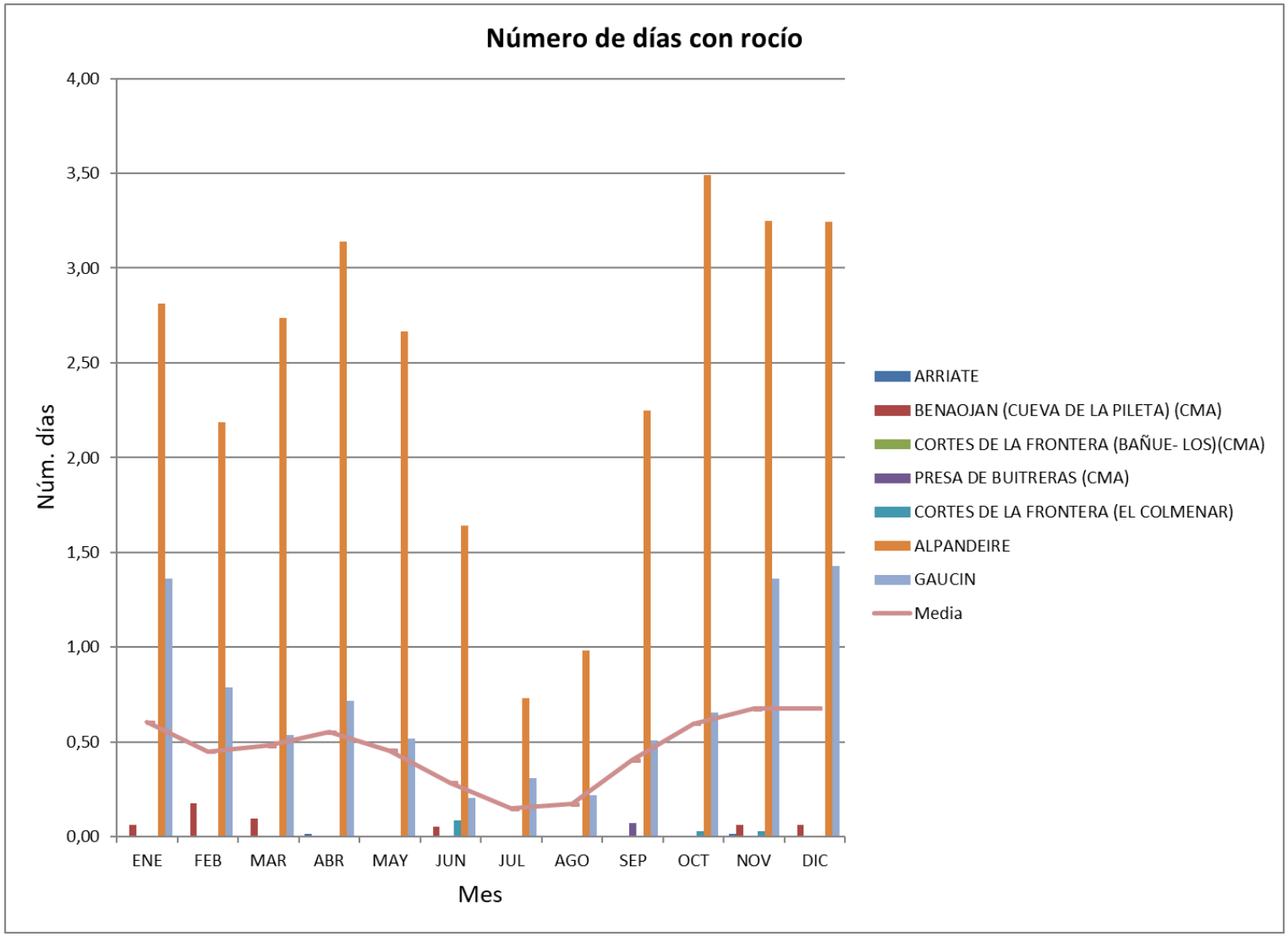
2.3.1.11 Número de días con escarcha

NÚMERO DE DÍAS CON ESCARCHA													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Tot. Anual
	0,61	**0,33**	**0,09**	**0,03**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,01**	**0,00**	**0,13**	**0,44**	**1,63**
ARRIATE	0,88	0,15	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,26	0,49	**1,86**
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)	0,81	0,35	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,94	**2,33**
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS)(CMA)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
PRESA DE BUITRERAS (CMA)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	**0,04**
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
ALPANDEIRE	2,19	1,59	0,46	0,16	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	1,51	**6,28**
GAUCIN	0,36	0,21	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,11	**0,94**


Número de días con escarcha
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
Núm. días
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
Mes
ARRIATE
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS)(CMA)
PRESA DE BUITRERAS (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)
ALPANDEIRE
GAUCIN
Media

2.3.1.12 Número de días con rocío

NÚMERO DE DÍAS CON ROCÍO													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Tot. Anual
	0,60	0,45	0,48	0,55	0,45	0,28	0,15	0,17	0,40	0,60	0,67	0,68	5,50
ARRIATE	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	**0,03**
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)	0,06	0,18	0,09	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	**0,51**
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS)(CMA)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
PRESA DE BUITRERAS (CMA)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	**0,07**
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	**0,15**
ALPANDEIRE	2,81	2,19	2,74	3,14	2,67	1,64	0,73	0,98	2,25	3,49	3,25	3,25	**29,12**
GAUCIN	1,36	0,79	0,54	0,72	0,52	0,21	0,31	0,22	0,51	0,66	1,36	1,43	**8,61**

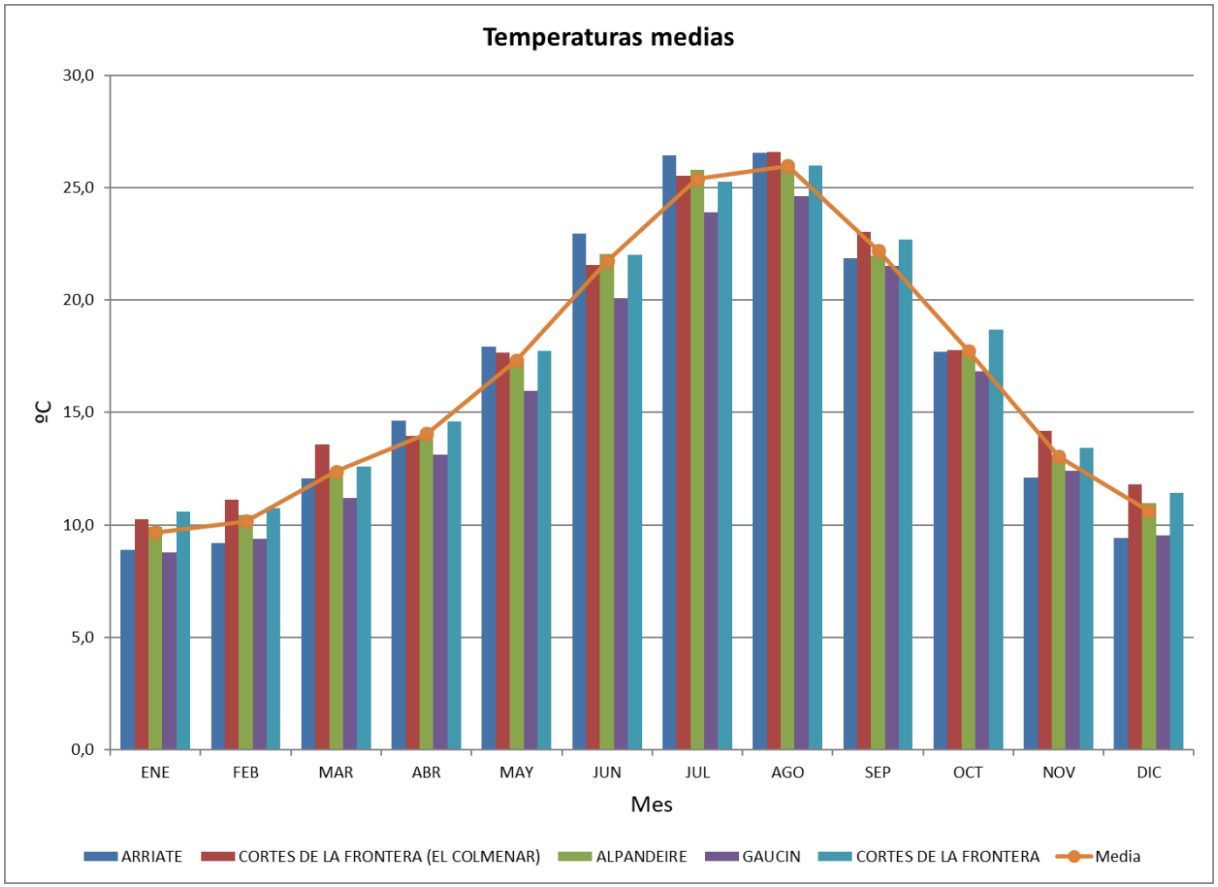

Número de días con rocío
4,00
3,50
3,00
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
Núm. días
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
Mes
ARRIATE
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS)(CMA)
PRESA DE BUITRERAS (CMA)
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)
ALPANDEIRE
GAUCIN
Media

2.3.2 Temperatura

Estaciones: 6034 Arriate, 6040U Cortes de la Frontera (El Colmenar), 6045 Alpandeire / 6045X Alpandeire, 6050 Gaucín / 6050X Gaucín y 6040X Cortes de La Frontera.

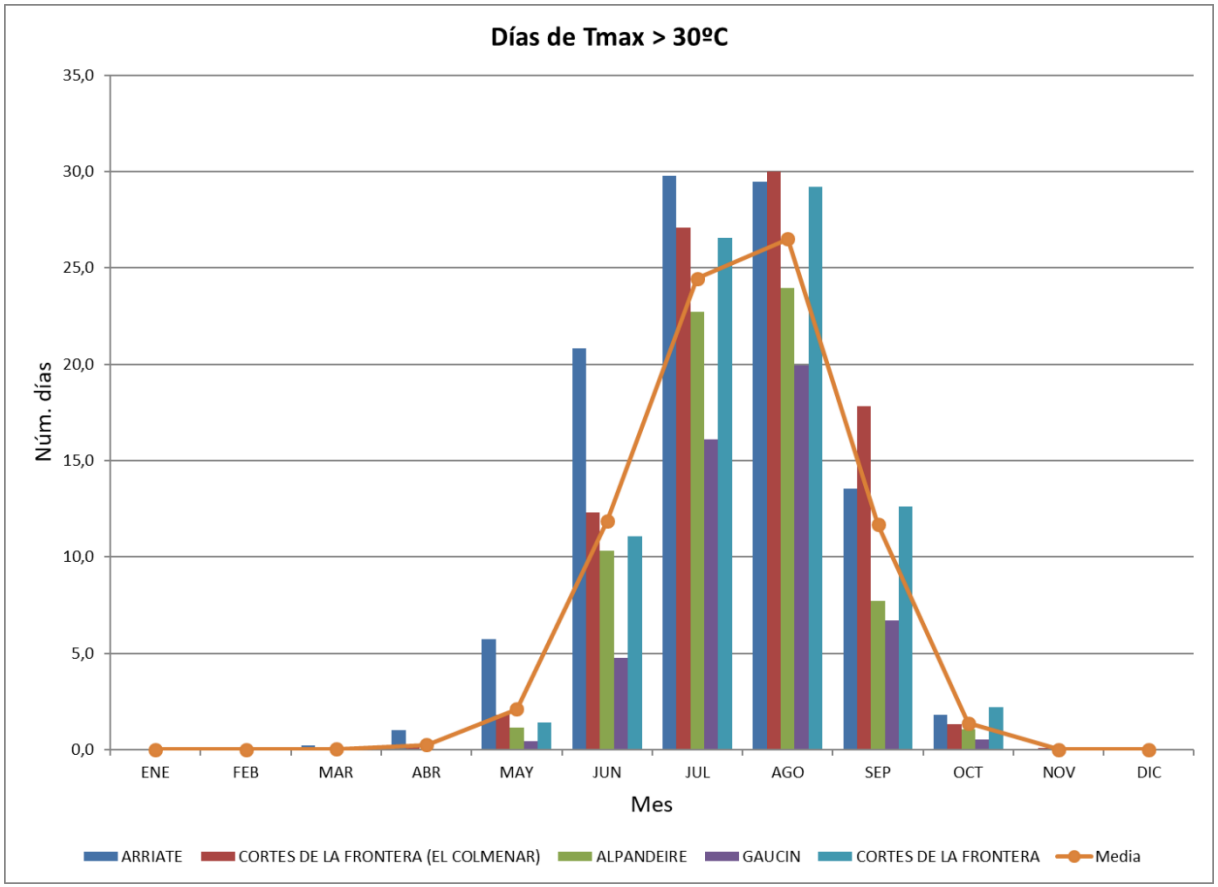
2.3.2.1 Temperatura media anual y mensual °C

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL / ANUAL													
Estación	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**Anual**
	9,7	**10,2**	**12,4**	**14,1**	**17,3**	**21,7**	**25,4**	**26,0**	**22,2**	**17,7**	**13,0**	**10,6**	**16,69**
ARRIATE	8,9	9,2	12,1	14,6	17,9	23,0	26,4	26,5	21,9	17,7	12,1	9,4	**16,64**
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)	10,2	11,1	13,6	13,9	17,6	21,6	25,5	26,6	23,0	17,8	14,2	11,8	**17,25**
ALPANDEIRE	9,9	10,4	12,4	14,0	17,4	22,0	25,8	26,1	22,0	17,7	13,1	11,0	**16,81**
GAUCIN	8,8	9,4	11,2	13,1	15,9	20,1	23,9	24,6	21,5	16,8	12,4	9,5	**15,60**
CORTES DE LA FRONTERA	10,6	10,7	12,6	14,6	17,7	22,0	25,3	26,0	22,7	18,7	13,4	11,4	**17,14**


Temperaturas medias
30,0
25,0
20,0
15,0
10,0
5,0
0,0
ºC
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
Mes
ARRIATE
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)
ALPANDEIRE
GAUCIN
CORTES DE LA FRONTERA
Media

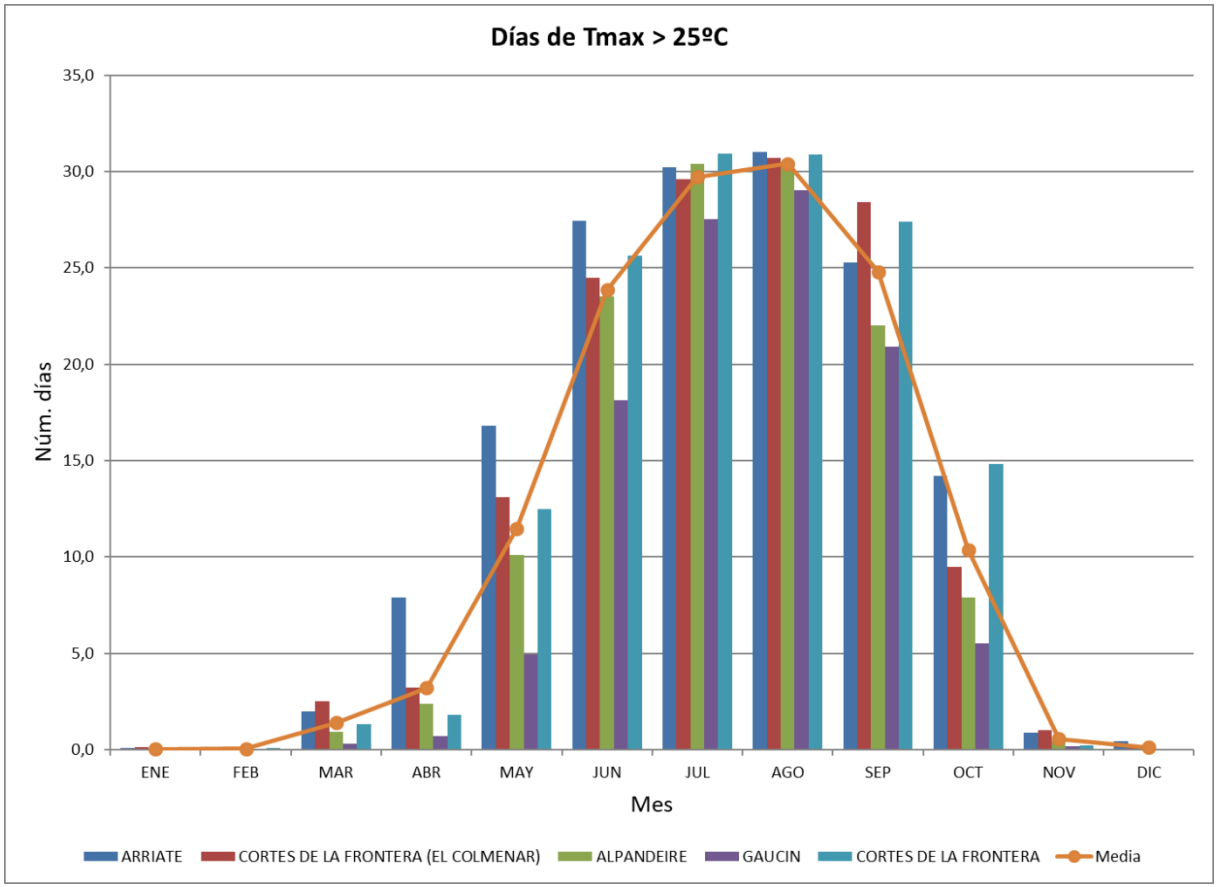
2.3.2.2 Número de días Tmax >=30°C

NÚMERO DE DÍAS DE T_{MAX} > 30ºC													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
	0,00	0,00	0,04	0,24	2,10	11,86	24,45	26,50	11,67	1,38	0,02	0,00	78,26
ARRIATE	0,0	0,0	0,2	1,0	5,7	20,8	29,8	29,5	13,5	1,8	0,0	0,0	**102,32**
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)	0,0	0,0	0,0	0,2	1,8	12,3	27,1	30,0	17,8	1,3	0,1	0,0	**90,62**
ALPANDEIRE	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	10,3	22,7	23,9	7,7	1,1	0,0	0,0	**66,90**
GAUCIN	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	4,8	16,1	19,9	6,7	0,5	0,0	0,0	**48,42**
CORTES DE LA FRONTERA	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	11,1	26,5	29,2	12,6	2,2	0,0	0,0	**83,04**


Días de Tmax > 30ºC
35,0
30,0
25,0
20,0
15,0
10,0
5,0
0,0
Núm. días
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
Mes
ARRIATE
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)
ALPANDEIRE
GAUCIN
CORTES DE LA FRONTERA
Media

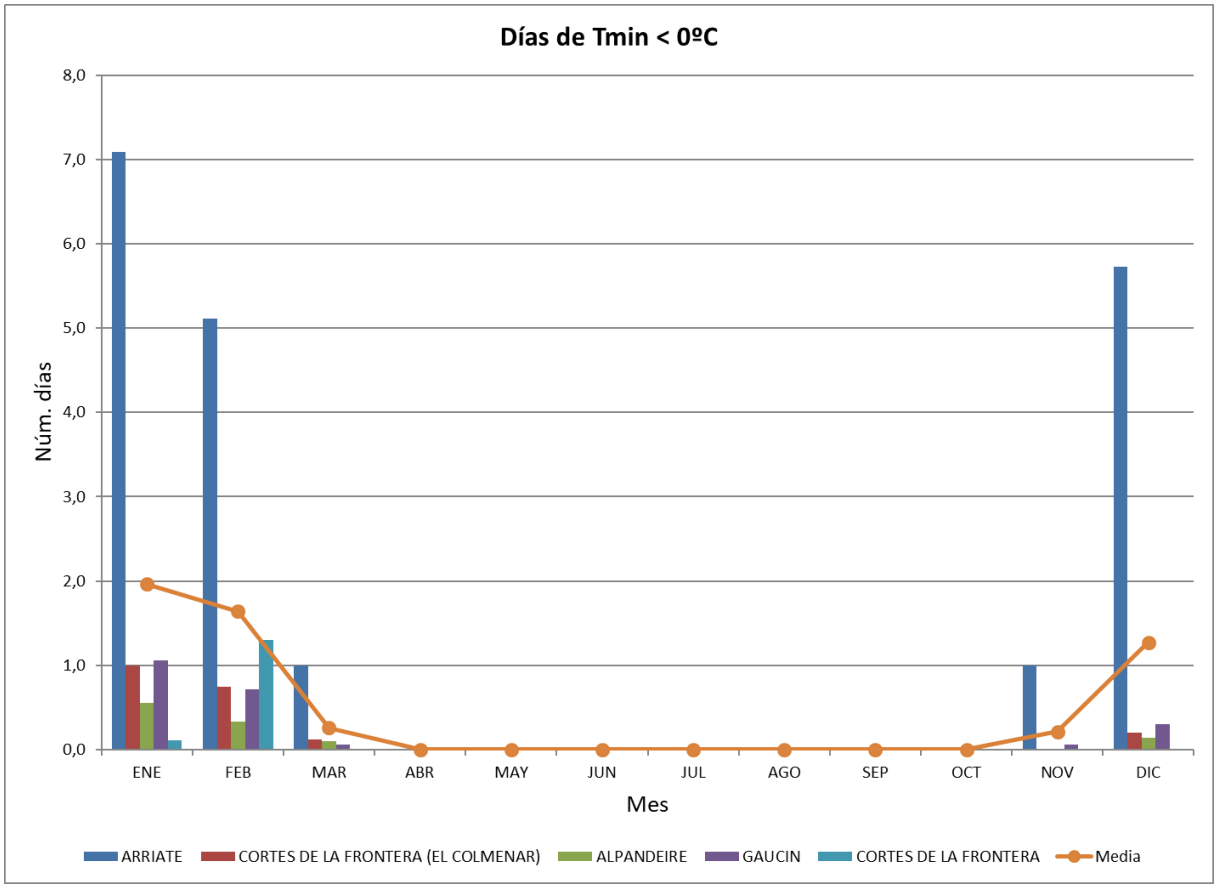
2.3.2.3 Número de días Tmax >=25°C

NÚMERO DE DÍAS DE T_{MAX} > 25ºC													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
	0,04	0,05	1,41	3,20	11,49	23,85	29,73	30,41	24,81	10,39	0,55	0,12	136,04
ARRIATE	0,1	0,0	2,0	7,9	16,8	27,5	30,2	31,0	25,3	14,2	0,9	0,5	**156,29**
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)	0,1	0,1	2,5	3,2	13,1	24,5	29,6	30,7	28,4	9,5	1,0	0,1	**142,87**
ALPANDEIRE	0,0	0,0	0,9	2,4	10,1	23,5	30,4	30,4	22,0	7,9	0,4	0,0	**128,18**
GAUCIN	0,0	0,0	0,3	0,7	4,9	18,1	27,5	29,0	20,9	5,5	0,2	0,0	**107,27**
CORTES DE LA FRONTERA	0,0	0,1	1,3	1,8	12,5	25,6	30,9	30,9	27,4	14,8	0,2	0,0	**145,59**


Días de Tmax > 25ºC
35,0
30,0
25,0
20,0
15,0
10,0
5,0
0,0
Núm. días
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
Mes
ARRIATE
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)
ALPANDEIRE
GAUCIN
CORTES DE LA FRONTERA
Media

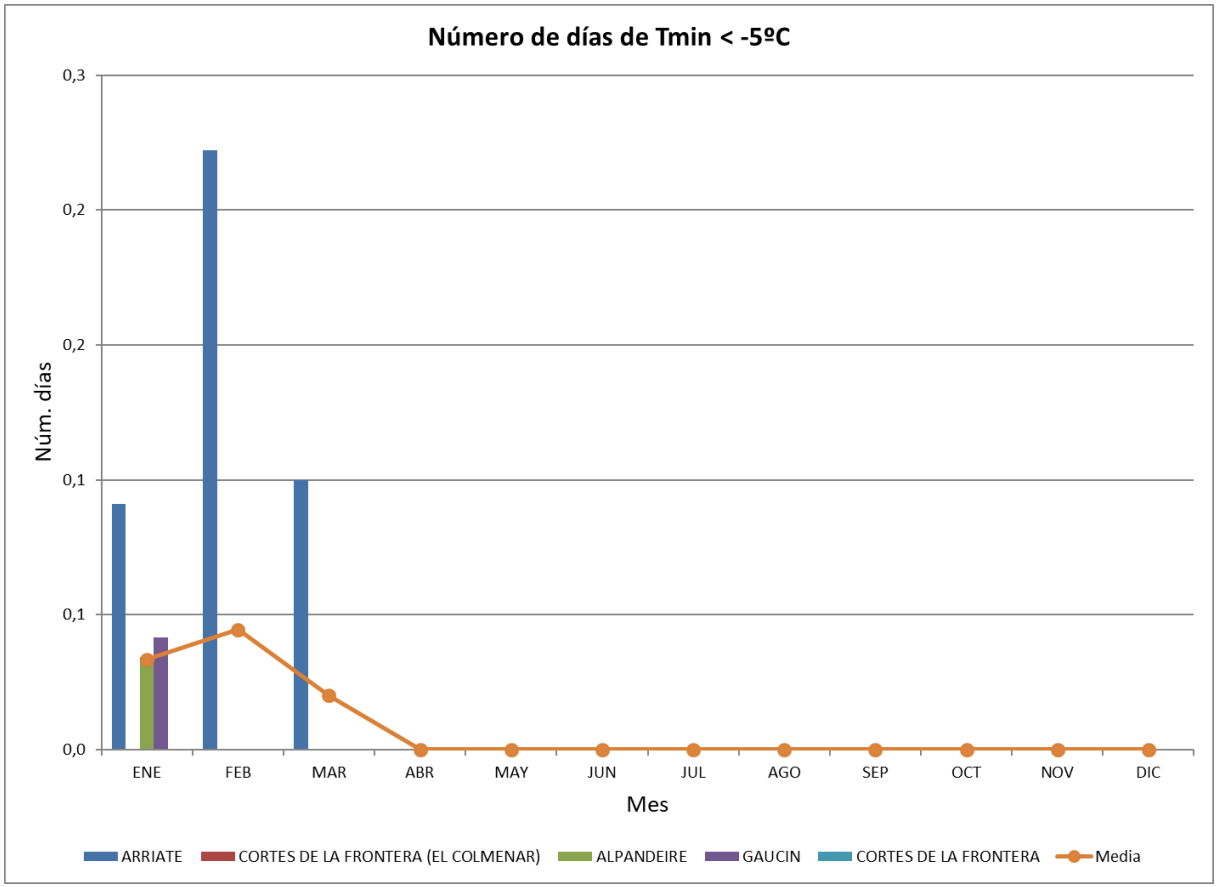
2.3.2.4 Número de días Tmin <=0°C

NÚMERO DE DÍAS DE T_{MIN} < 0ºC													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
	7,1	**5,1**	**1,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**1,0**	**5,7**	**19,93**
ARRIATE	0,1	0,0	2,0	7,9	16,8	27,5	30,2	31,0	25,3	14,2	0,9	0,5	**156,29**
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)	0,1	0,1	2,5	3,2	13,1	24,5	29,6	30,7	28,4	9,5	1,0	0,1	**142,87**
ALPANDEIRE	0,0	0,0	0,9	2,4	10,1	23,5	30,4	30,4	22,0	7,9	0,4	0,0	**128,18**
GAUCIN	0,0	0,0	0,3	0,7	4,9	18,1	27,5	29,0	20,9	5,5	0,2	0,0	**107,27**
CORTES DE LA FRONTERA	0,0	0,1	1,3	1,8	12,5	25,6	30,9	30,9	27,4	14,8	0,2	0,0	**145,59**


Días de Tmin < 0ºC
8,0
7,0
6,0
5,0
4,0
3,0
2,0
1,0
0,0
Núm. días
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
Mes
ARRIATE
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)
ALPANDEIRE
GAUCIN
CORTES DE LA FRONTERA
Media

2.3.2.5 Número de días Tmin <=-5°C

NÚMERO DE DÍAS DE T_{MIN} < -5ºC													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
	0,03	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
ARRIATE	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,41**
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,00**
ALPANDEIRE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,03**
GAUCIN	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,04**
CORTES DE LA FRONTERA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,00**


Número de días de Tmin < -5ºC
0,3
0,2
0,2
0,1
0,1
0,0
Núm. días
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
Mes
ARRIATE
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)
ALPANDEIRE
GAUCIN
CORTES DE LA FRONTERA
Media

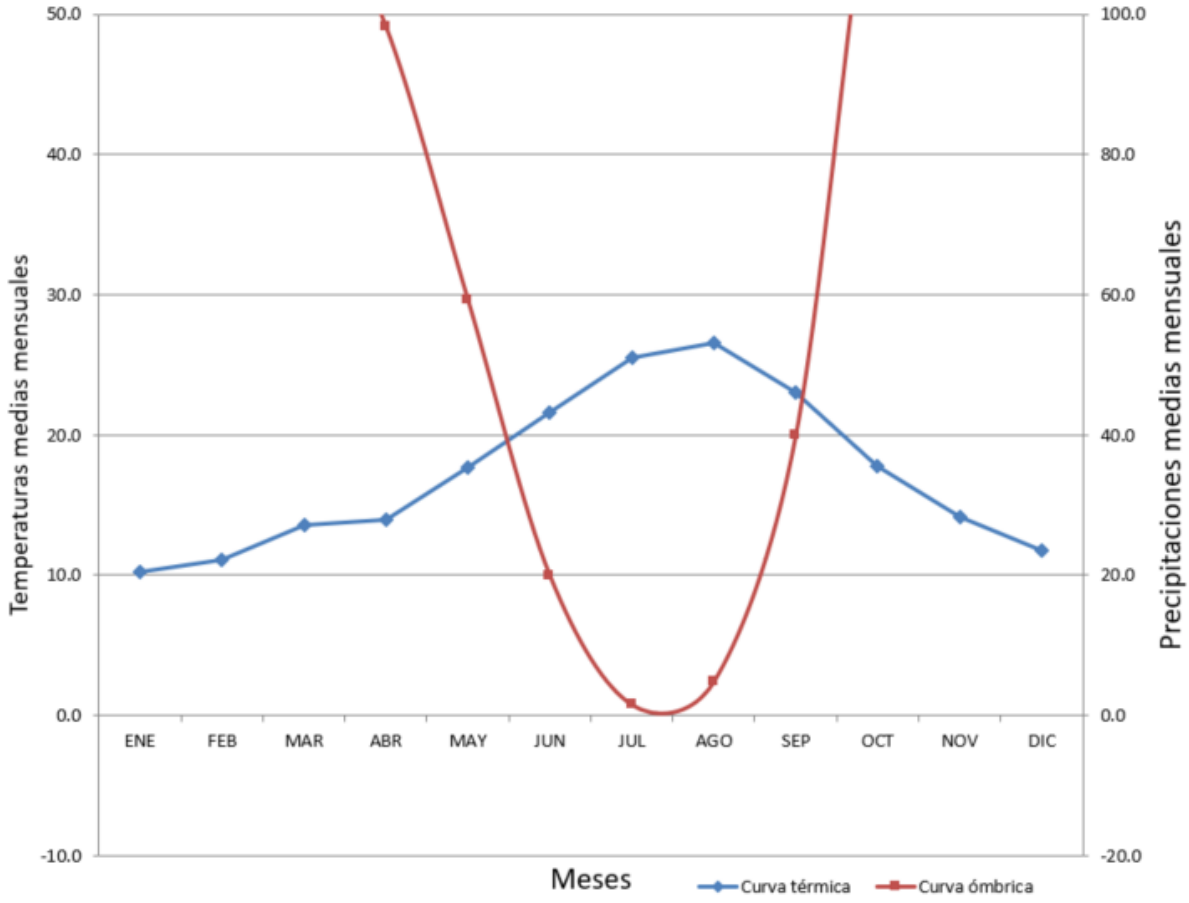
2.3.3 Climodiagrama de Walter-Gaussen

2.3.3.1 Diagrama de Walter-Gaussen

El diagrama ombrotérmico de Walter- Gaussen permite identificar el período seco en el cual la precipitación es inferior a dos veces la temperatura media (como aproximación a la sequedad estacional considerando 2*Tm una estimación de la evapotranspiración). Esto es, por cada º C en temperatura se toma un par de mm en precipitación.

Si P≤2*Tm la curva de precipitaciones estará por debajo de la curva de temperaturas y el área comprendida entre las dos curvas nos indicará la duración e intensidad del período de sequía, en caso contrario indicará un período húmedo.

Según el gráfico los meses áridos se establecen entre junio y septiembre.

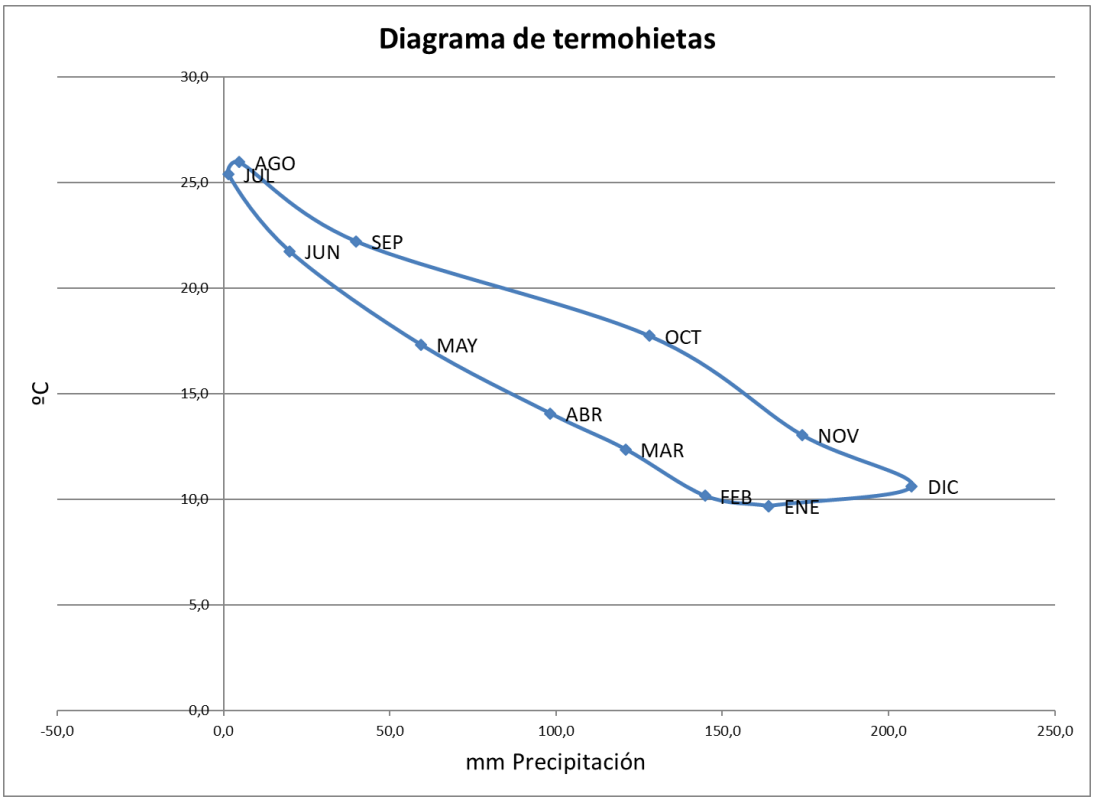


2.3.3.2 Diagrama de termohietas

El diagrama de termohietas o climograma representa, generalmente, en el eje Y las temperaturas medias mensuales (º C) y en el eje X las precipitaciones medias mensuales(mm). Utilizando un sistema de coordenadas cartesianas, se obtienen doce puntos al combinar mes a mes el par de valores (precipitación, temperatura); puntos sobre los cuales se rotula el nombre de cada uno de los doce meses del año. Estos doce puntos se unen por líneas siguiendo la ordenación de los meses del año. La escala de los valores temperatura y precipitación estará en función de la amplitud de los dos parámetros.

Es típico del clima mediterráneo que aparezcan dos extremos correspondientes a la estación cálida y seca, y a la estación fría y húmeda.

En este caso, se dan temperaturas estacionales de noviembre a abril que oscilan entre 14ºC y 13ºC, máxima y mínima respectivamente. Para las precipitaciones se da una oscilación entre octubre y abril desde 200 mm para el mes más lluvioso, hasta una mínima de 100 mm en el mes de abril.

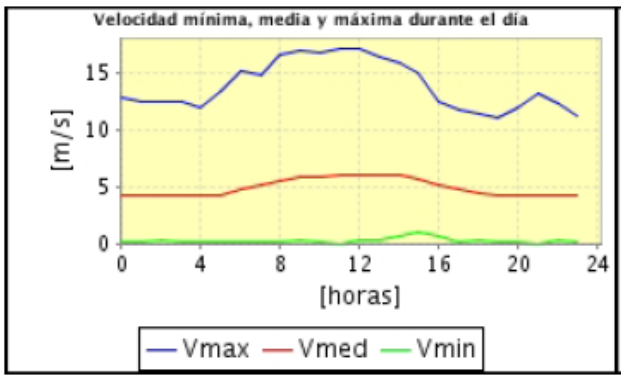


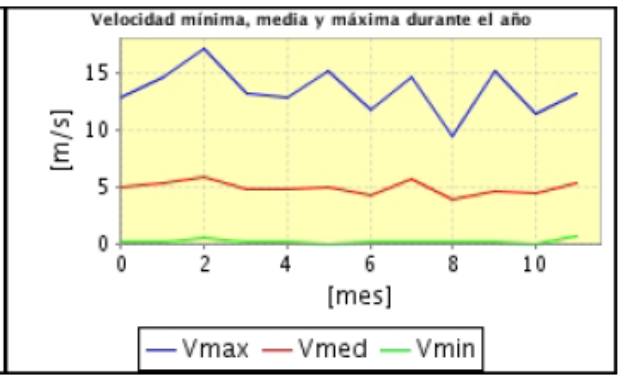
2.3.4 Viento

Los datos para el estudio del viento se han obtenido del portal web de la Agencia Andaluza de la Energía, donde se indica:

- Velocidad media durante el día: muestra la variación de la velocidad del viento en un día típico
- Velocidad media mensual: muestra la variación de velocidad del viento a lo largo del año, mes a mes.
- Rosa de viento velocidad media; donde se deduce la velocidad principal del viento
- Rosa de viento de procedencia, complementando la rosa de viento de velocidad media
- Rosa de viento de potencia, donde se expresa la fuerza del viento en cada dirección
- Distribución del viento: muestra cuantas horas de viento hay al año en cada clase de velocidad.

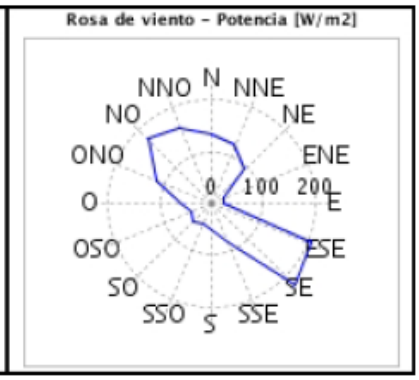
Datos solicitados: Año=2003, Altura=10, Coordenadas UTM(x,y)=(380.991, 4.085.300)
Datos más cercanos: Municipio=COLMENAR, Zona=COLMENAR, Provincia=MÁLAGA
Resultados: Vm=4,92 [m/s], Dirección: S , Energía=1.258 [W/m2], Coordenadas UTM(x,y)=(375.217, 4.082.997)

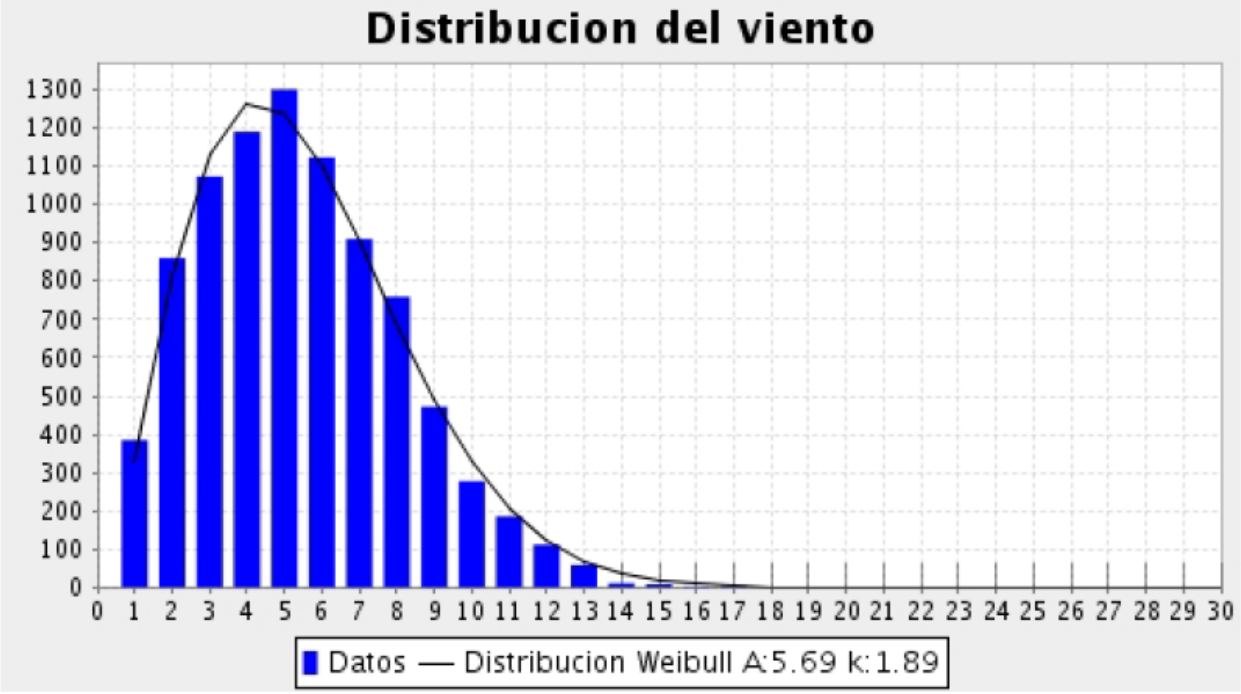










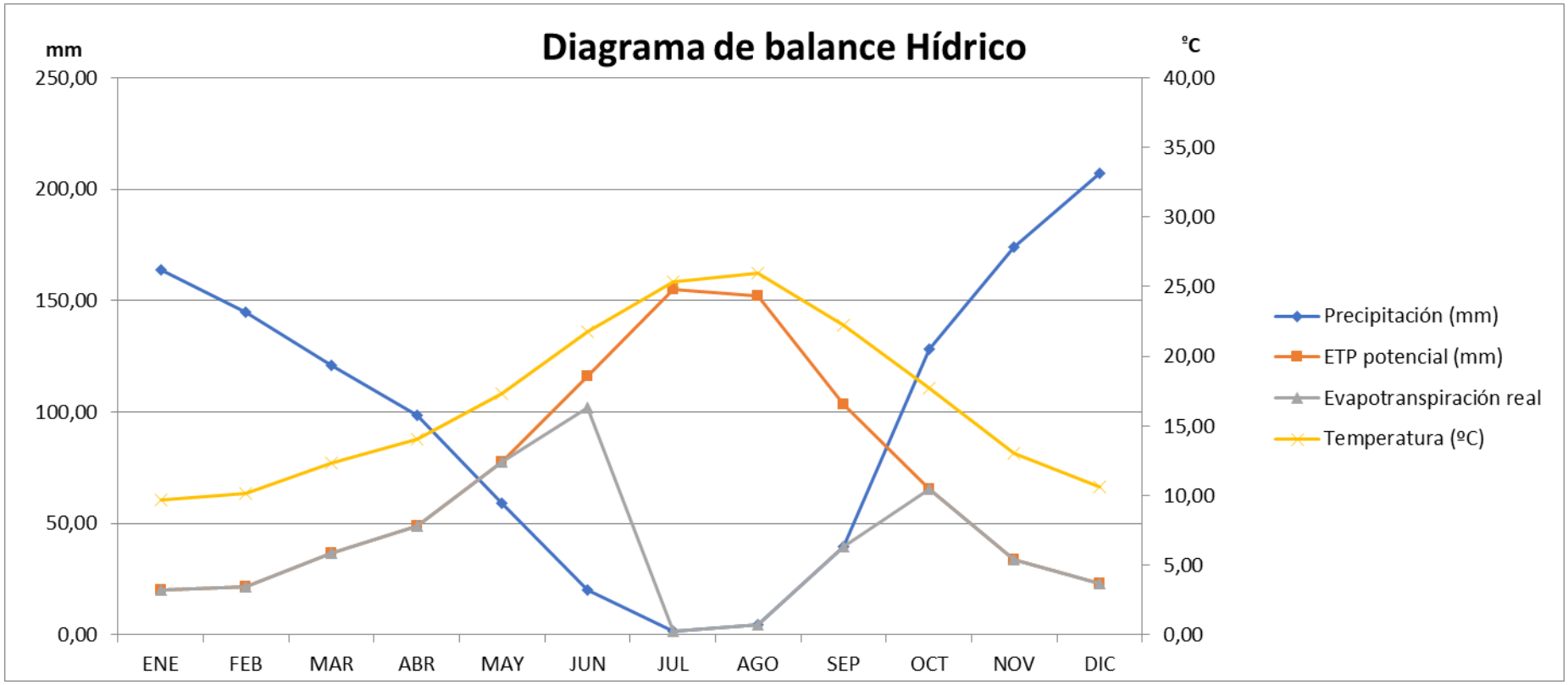


El gráfico anterior corresponde a la distribución Weibull, donde se muestra la relación existente entre el número de horas al año que se produce cada velocidad del viento. Se concluye:

- Velocidad media: 4,92 m/s
- Procedencia predominante: SE

2.4. BALANCE HÍDRICO MÉTODO DE THORNTHWAITE

	INVIERNO		PRIMAVERA			VERANO			OTOÑO			INVIERNO	TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Temperatura (ºC)	9,68	10,16	12,37	14,06	17,32	21,73	25,37	25,96	22,21	17,74	13,04	10,62	
Precipitación (mm)	163,92	144,77	120,87	98,30	59,32	19,95	1,47	4,74	39,87	128,02	173,93	206,95	1162,11
ETP sin corregir (mm)	23,41	25,49	35,84	44,79	64,32	95,37	124,83	129,86	99,05	67,02	39,29	27,50	
ETP potencial (mm)	20,16	21,80	36,72	48,89	77,54	116,03	154,79	152,08	103,18	65,21	33,72	22,97	853,10
Déficit hídrico	0,00	0,00	0,00	0,00	18,22	96,08	153,32	147,34	63,31	0,00	0,00	0,00	
Reserva útil	143,77	122,97	84,14	49,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	62,81	140,21	183,98	
Variación de la reserva útil	100,00	100,00	100,00	100,00	81,78	0,00	0,00	0,00	0,00	62,81	100,00	100,00	
Evapotranspiración real	20,16	21,80	36,72	48,89	77,54	101,73	1,47	4,74	39,87	65,21	33,72	22,97	474,83
Déficit acumulado	0,00	0,00	0,00	0,00	18,22	100,00	100,00	100,00	100,00	63,31	0,00	0,00	
Superávit	143,77	122,97	84,14	49,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	103,02	183,98	


Diagrama de balance Hídrico
mm
ºC
250,00
200,00
150,00
100,00
50,00
0,00
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
ENE
FEB
MAR
ABR
MAY
JUN
JUL
AGO
SEP
OCT
NOV
DIC
Precipitación (mm)
ETP potencial (mm)
Evapotranspiración real
Temperatura (ºC)

Para estimar la evapotranspiración y el resto de los valores de la ficha hídrica se ha utilizado el método empírico Thornthwaite. Para ello se ha hecho uso de la tabla del número de horas de sol máximas al día, para hemisferio Norte, calculados para el día 15 de cada mes. Se calcula un "índice de calor mensual" (i) a partir de la temperatura media mensual (t):

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1,514}$$

Seguidamente, se calcula la evapotranspiración potencial:

$$a = 675 \,.\, 10^{-9}\, I^3 - 771 \,.\, 10^{-7}\, I^2 + 1792 \,.\, 10^{-5}\, I + 0{,}49239$$

$$ETP_{sin\ corr.} = 16\left(\frac{10.t}{I}\right)^{a}$$

Que se corregirá con un factor dependiente del número máximo de horas al sol:

$$ETP = ETP_{sin\ corr.}\ \frac{N}{12}\ \frac{d}{30}$$

Donde:

ETP: Evapotranspiración potencial corregida

N: Número máximo de horas de sol

D: número de días al mes

El balance hídrico muestra como en el mes de enero, la precipitación es mayor que la evapotranspiración potencial, por lo que la evapotranspiración real será la misma que la potencial. Debido a que en los meses anteriores ya se producían precipitaciones mayores a la evapotranspiración potencial, la reserva de agua se ve superada y se produce un exceso de agua de 143,77 mm, será el agua que no contiene el suelo, y, por tanto, no es aprovechable por las plantas; es agua superflua. Así continua durante todo el periodo invernal extendiéndose hasta finales del mes de abril.

En mayo hay menor precipitación que evapotranspiración potencial, sin embargo, existe agua en reserva, y, por tanto, la evapotranspiración real continuará siendo la misma que la potencial compensándose con la reserva.

Una vez en junio, la reserva de agua no es suficiente para compensar el déficit, por lo que la evapotranspiración potencial no se alcanza con la suma de la reserva y las precipitaciones acaecidas.

En junio, se agotan las reservas y la evapotranspiración real es la suma de lo que quedaba en la reserva más las precipitaciones. En julio, agosto y septiembre, la precipitación es inferior a la evapotranspiración potencial, tampoco existen reservas, por lo que en realidad se evapotranspirará únicamente las precipitaciones existentes.

En octubre, la precipitación supera a la evapotranspiración potencial, por lo que la evapotranspiración real coincide con la potencial y las precipitaciones restantes pasan a formar parte de la reserva, hasta diciembre, mes en que se ve superada la reserva y el resto pasa a ser escorrentía, comenzando de nuevo el ciclo.

3. ÍNDICES Y CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

Para definir la región climática delimitada por el entorno de la obra proyectada, será preciso, en primer lugar, clasificar el clima de la zona afectada. Esta clasificación se realiza en función de sus caracteres básicos: temperatura, viento, humedad, precipitación, etc., considerados aisladamente o combinados.

Estas combinaciones conducen a parámetros tan importantes como la evapotranspiración y a índices climáticos más o menos complejos, cuyos valores son utilizados como base para establecer tipos climáticos.

Con todos estos parámetros se calcularán los índices climáticos. Como resulta complicado el tratamiento conjunto de todos ellos, se hace necesaria la inclusión de unos criterios objetivos de definición del clima basados en la integración de las variables consideradas como más importantes.

Esta integración se realiza mediante la obtención de unos índices teóricos que permiten establecer la clasificación de la zona del estudio. Aunque son numerosos y de muy variada clasificación, se consideran los tres tipos más significativos:

- Los térmicos, basados en el régimen de la temperatura del aire
- Los termopluviométricos, basados en la consideración simultánea de la precipitación y la temperatura.
- Los hídricos, basados en las cantidades de precipitación y evaporación.

Para los estudios climáticos se han seguido las recomendaciones contenidas en las publicaciones de la Agencia Española de Meteorología (AEMET) y de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente.

3.1. ÍNDICES FOTOCLIMÁTICOS

3.1.1 Índices basados en la Precipitación y Temperatura

a) Índice de aridez de Martonne:

Se trata de un índice termopluviométrico y, por lo tanto, considerara conjuntamente los valores de temperatura y precipitación.

Se utiliza la siguiente formula:

$$I_a = \frac{R}{t+10}$$

Donde:

I_a: Índice de aridez

R: Precipitación media anual en mm

t: Temperatura media anual en °C

Con arreglo a este índice de aridez, clasifica Martonne los climas de este modo:

I_M	TERRENO	VEGETACIÓN
0 – 5	Desierto	---
5 – 10	Semidesierto	Estepa, con posibilidad de regadío
10 – 20	Semiárido tipo mediterráneo	Transición, escorrentías temporales
20 – 30	Subhúmedo	Cultivos de secano y olivares
30 – 60	Húmedo	Bosques, cría de ganado vacuno
> 60	Perhúmedo	Aguaceros tropicales

En este caso tenemos:

$$Ia = \frac{1162{,}11}{16{,}69 + 10} = 43{,}54$$

Para la zona de estudio, Martonne establece un terreno **“HUMEDO”** con **“BOSQUES, CRIA DE GANADO VACUNO”**.

El índice de aridez de un mes en particular se obtiene a partir de la expresión:

$$I_{mes} = \frac{12 \times p}{t+10}$$

Sustituyendo la expresión anterior los valores indicados en los gráficos de pluviometría y temperatura mensual, resulta:

MES	PRECIPITACIÓN (mm)	TEMPERATURA (º C)	I_{MES}
Enero	163,9	9,7	99,97
Febrero	144,8	10,2	86,16
Marzo	120,9	12,4	64,84
Abril	98,3	14,1	49,02
Mayo	59,3	17,3	26,06
Junio	20,0	21,7	7,55
Julio	1,5	25,4	0,50
Agosto	4,7	26,0	1,58
Septiembre	39,9	22,2	14,85
Octubre	128,0	17,7	55,39
Noviembre	173,9	13,0	90,59
Diciembre	206,9	10,6	120,45
ANUAL	**1162,11**	**16,69**	

El índice de Aridez de Martonne – Cottmann es la media aritmética entre el índice anual y el índice mensual más bajo:

$$I_{MC} = \frac{I_M + I_{mesmin}}{2}$$

Por lo que resulta: I_{MC} = (43,54+0,50) / 2= 22,02

b) Índice de aridez de Lang:

El índice de Lang se defino como:

$$f_p = \frac{P}{T}$$

Donde:

F_p= Factor de pluviométrico

P= Precipitación media anual en mm

T= Temperatura media anual en °C

De acuerdo con los valores de dicho índice, Lang distingue las siguientes zonas:

f_p	ZONA
0-20	Desierto
20-40	Árida
40-60	Húmeda de estepas y sabanas
60-100	Húmeda de bosques ralos
100-160	Húmeda de bosques densos
>160	Hiperhúmeda de prados u tundras

En nuestro caso resulta f_p = 1162,11 / 16,69 = 69,63, por lo que la zona queda definida según este factor como **"HÚMEDA DE BOSQUES RALOS"**.

c) Índice pluviométrico de Blair:

El índice pluviométrico de Blair clasifica el clima en función de la precipitación media anual (en mm), según la siguiente tabla:

P (mm)	CLIMA
0 – 250	Árido
250 – 500	Semiárido
500 – 1000	Subhúmedo
1000 – 2000	Húmedo
> 2000	Muy húmedo

Por lo tanto, para una precipitación anual de 1162,11 mm se obtiene un clima **"HÚMEDO"**.

d) Índice de temperatura de Thornthwaite:

Se trata de un índice término, obtenido a partir de la expresión:

$$I_t = 5.4 \times T$$

Donde:

T=Temperatura media anual, en °C

En función de los valores obtenidos, Thornthwaite establece la clasificación del clima y de la vegetación de la zona como:

I_t	CLIMA	VEGETACIÓN
0	Nieve	–
0 – 15	Tundra (frío)	Tundra (musgo)
15 – 30	Taiga (frío)	Floresta de coníferas
30 – 65	Microtermal	Floresta microtermal
65 – 125	Mesotermal	Floresta media
> 125	Macrotermal	Floresta tropical

En nuestro caso resulta: $I_t = 5,4 \times 16,69 = 90,13$

Por lo tanto, el clima se clasifica según este índice como **"MESOTERMAL"** y la vegetación predominante como **"FLORESTA MEDIA"**.

3.1.2 Índice Bioclimático

Dentro de los índices bioclimáticos, el índice de continentalidad trata de expresar la amplitud de la oscilación anual de la temperatura. Así, el grado de continentalidad es directamente proporcional a la citada amplitud. En sentido contrario se aplica el término oceanidad; mares, lagos y océanos no helados tienden a amortiguar el contraste de la temperatura, mientras que, con el alejamiento de las costas, tierra adentro, sucede lo contrario.

Estos índices se pueden agrupar en sencillos y compensados. Son sencillos aquellos que expresan únicamente la diferencia entre las temperaturas extremas, y compensados los que, a la amplitud u oscilación de la temperatura anual, se adiciona una cantidad en función de la altitud o de la latitud. El índice de Rivas Martínez compensa el índice sencillo, que es la diferencia entre la temperatura media de los meses más cálido y más frío del año, con la altitud:

$$Ic = Tmax - Tmin + (altitud \times 0,6/100) = 26,0 - 9,7 + (278 \times 0,6/100) = 17,97$$

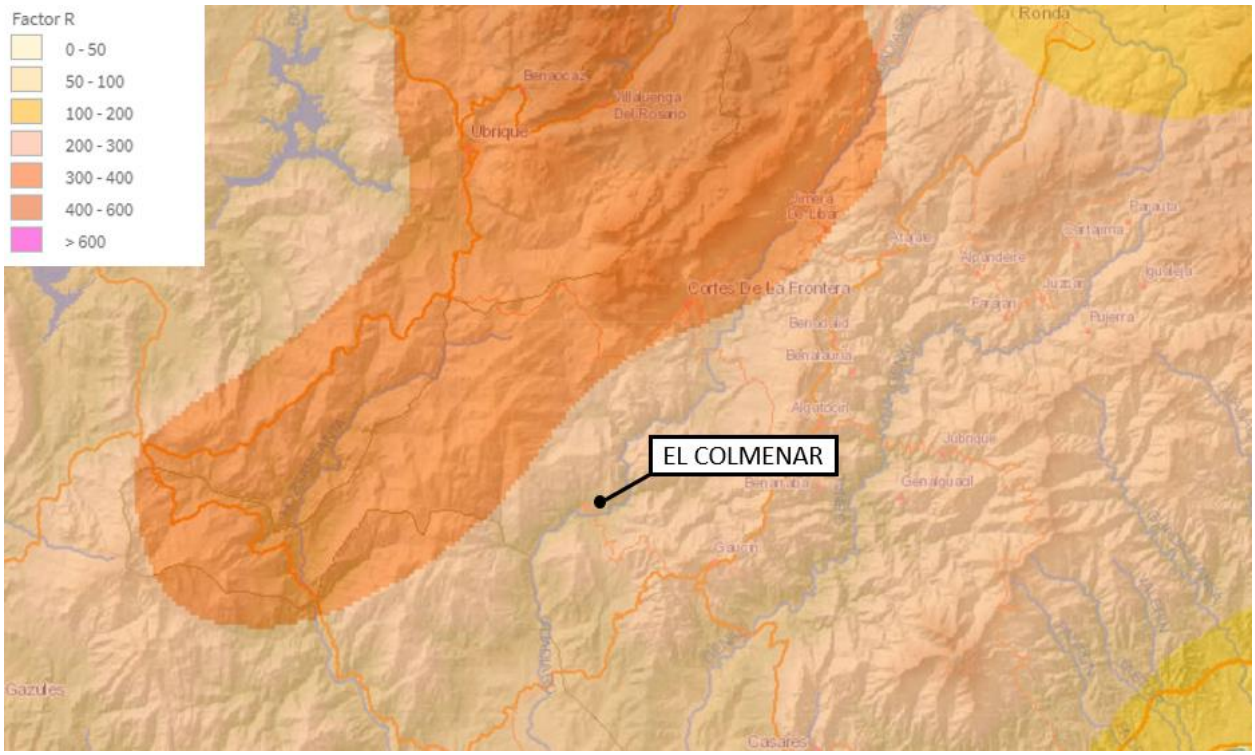
Tipos	Subtipos	Valores
1. Hiperoceánico (0-11)	1.1a. Ultrahiperoceánico acusado	0-2.0
	1.1b. Ultrahiperoceánico atenuado	2.0-4.0
	1.2a. Euhiperoceánico acusado	4.0-6.0
	1.2b. Euhiperoceánico atenuado	6.0-8.0
	1.3a. Subhiperoceánico acusado	8.0-10.0
	1.3b. Subhiperoceánico atenuado	10.0-11.0
2. Oceánico (11-21)	2.1a. Semihiperoceánico acusado	11.0-13.0
	2.1a. Semihiperoceánico atenuado	13.0-14.0
	2.2a. Euoceánico acusado	14.0-16.0
	2.2b. Euoceánico atenuado	16.0-17.0
	2.3a. Semicontinental atenuado	17.0-19.0
	2.3b. Semicontinental acusado	19.0-21.0
3. Continental (21-66)	3.1a. Subcontinental atenuado	21.0-24.0
	3.1b. Subcontinental acusado	24.0-28.0
	3.2a. Eucontinental atenuado	28.0-37.0
	3.2b. Eucontinental acusado	37.0-46.0
	3.3a. Hipercontinental atenuado	46.0-56.0
	3.2b. Hipercontinental acusado	56.0-66.0

Según dicho índice, nos encontramos en un clima **"SEMICONTINENTAL ATENUADO"**.

3.2. ÍNDICE CLIMÁTICO NO FITOCLIMÁTICO

El factor R es un índice de erosividad de la lluvia. Este factor depende la energía cinética liberada por la lluvia y de la máxima intensidad de precipitación durante un intervalo de 30 minutos.

Para la determinación de este factor en la zona de proyecto, se ha consultado la serie de Mapas Temáticos de Caracterización Agroclimática, en concreto, el correspondiente al Factor R, Índice de Erosividad de la Lluvia, a través del Geo Portal del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Según el citado mapa, en el ámbito de estudio el factor R presenta valores comprendidos entre 200 y 300.



Factor de erosividad en ámbito del proyecto (fuente: Geoportal del Ministerio de Agricultura para la transición ecológica)

3.3. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

3.3.1 Clasificación Climática de Köppen

La clasificación climática de Köppen se basa en el índice K, que se define como, si el régimen pluviométrico es uniforme K= 2t +14, si presenta un máximo de verano K=-2t+28, y si lo presenta en inverno K=2t, donde t es la temperatura media anual en °C.

Comprende cinco tipos fundamentales designados por las letras A, B, C, D y E cuyos límites están definidos en la forma siguiente:

Tipo A (tropical lluvioso)

- La temperatura media normal del mes más frio es superior a 18°C, la precipitación anual normal en milímetros es mayor que 750.

Tipo B (seco)

- Sin referencia a la temperatura, la precipitación anual normal en centímetros es menor que K.

Tipo C (templado lluvioso)

- La temperatura media normal del mes más frio es inferior a -3°C;la del mes más cálido inferior a 18°C, la precipitación anual normal en centímetros es mayor que K.

Tipo D (frío)

- La temperatura media normal del mes más frío es inferior a -3°C, la del mes más cálido inferior a 10°C, la precipitación anual normal es mayor que K.

Tipo E (polar)

- La temperatura media normal del mes más frío es inferior a -3°C, la del mes más cálido es inferior a 10°C, la precipitación anual normal es mayor que K.

Estos tipos se dividen en subtipos, según el régimen pluviométrico o de temperatura. Los principales subtipos y sus respectivos símbolos son los siguientes:

Af: Selva tropical – lluvioso todo el año

Aw: Sabana – Lluvioso en verano

Bs: Estepa – precipitación anual > K/2

Bw: Desierto – Precipitación anual < K/2

Cf: Mesotermal (templado) húmedo – lluvioso todo el año

Cw: Mesotermal (templado) húmedo, con inverno seco – lluvioso en verano.

Cs: Mesotermal (templado, húmedo, con verano seco) (Mediterráneo) – lluvioso en inverno

Df: Microtermal (frío) húmedo – lluvioso todo el año.

Dw: Microtermal (frío, con inverno seco) – lluvias en verano.

ET: Tundra – Temperatura del mes más cálido >0°C

EF: Helado – Temperatura del mes más cálido < 0°C

El clima de la zona presenta, entre otras las siguientes características:

- Precipitación media anual = 1162,11 mm
- Temperatura media anual= 16,69 mm
- Temperatura media del mes más frio = 9,7 °C
- Veranos secos

En nuestro caso K=2t = 2 x 16,69 = 33,38

Según esto, se deduce que pertenece al grupo “Cs”, definido como **MESOTERMAL** (Templado, con verano seco) y **MEDITERRÁNEO** (con lluvias en invierno).

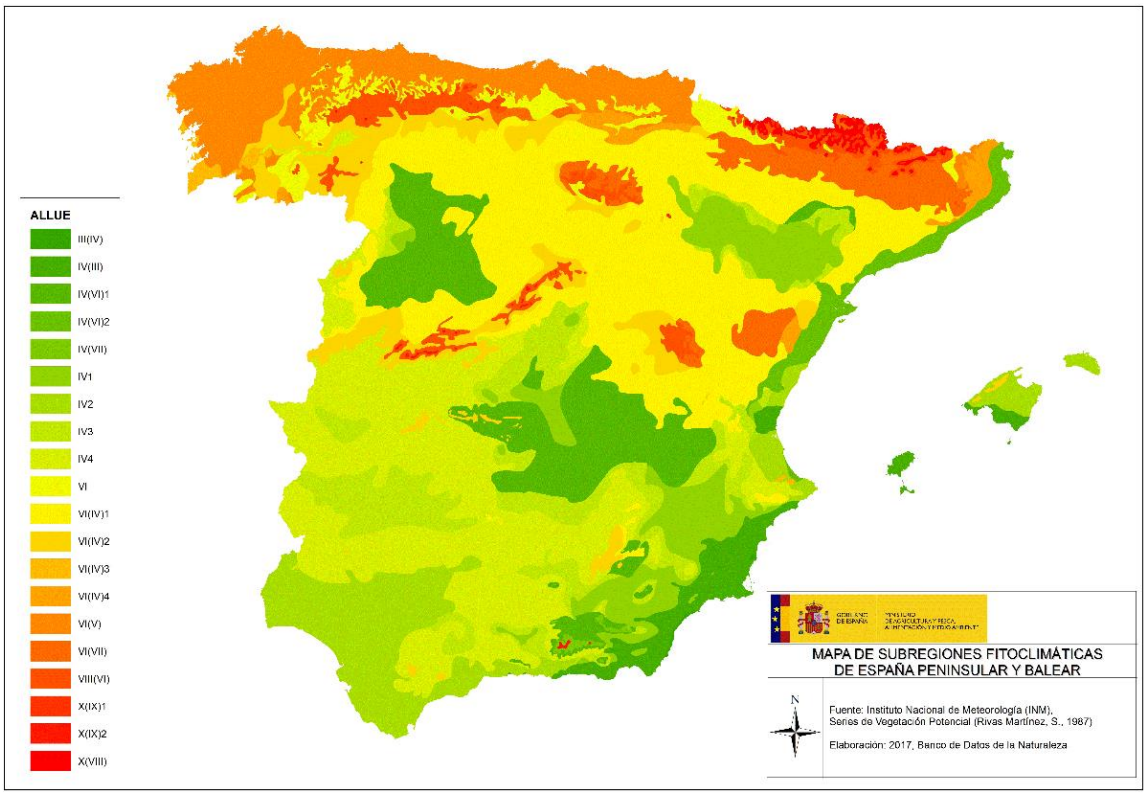
3.3.2 Clasificación fitoclimática de Allué

El sistema Fitoclimático desarrollado por Allue Andrade permite establecer una correspondencia biunívoca entre clima y vegetación.

La clasificación fitoclimática se apoya en tres pasos consecutivos:

1. Determinación del tipo morfogénico y del mesotipo
2. Determinación del subtipo fitoclimático
3. Significación fitológica del subtipo

Para la caracterización climática de la zona de estudio se ha consultado el Mapa de Subregiones Fitoclimáticas de España Peninsular y Balear, elaboración 2017, disponible en el Banco de Datos de la Naturaleza (BDN), del Ministerio para la Transición Ecológica.



Mapa de Subregiones Fitoclimáticas de España Peninsular y Balear. Elaboración 2017 (fuente: Ministerio de Transición Ecológica)

Según la calificación de Allué, se muestra que la zona de estudio pertenece al tipo fitoclimático mediterráneo IV 2.

CALIFICACIÓN TERMINOLÓGICA APROXIMATIVA					
Sahariano	Atenuado				III
	Submediterráneo				III(IV)
Mediterráneo	Subárido	Cálido	Estíos muy secos		IV(III)
			Estíos secos		IV_1
		Moderadamente cálido			IV(VII)
	Genuino	Cálido	Seco		IV_3
			Menos seco	Inviernos cálidos	IV_4
				Inviernos tibios	IV_2
		Moderadamente cálido	Seco	Inviernos tibios	IV_5
				Inviernos frescos	IV_7
			Menos seco		IV_6
	Subhúmedo	De tendencia atlántica			IV(V)
		De tendencia centroeuropea			IV(VI)
Atlántico europeo					V(VI)
Centroeuropeo					VI
Alta montaña					X

De acuerdo con lo anterior, la zona de estudio se localiza en **CLIMA MEDITARRANÉO CÁLIDO MENOS SECO e INVIERNOS TIBIOS**.

3.4. COEFICIENTES MENSUALES REDUCTORES DE DÍAS DE TRABAJO

Los condicionantes meteorológicos suponen una incidencia considerar en la ejecución de las obras, afectando en mayor o menor medida dependiendo de la actividad desarrollada y de las características y cuantía del meteoro presentado. Por ello, se hace necesario el estudio del número de días hábiles de trabajo para cada mes y actividad, considerando un año tipo en que se desarrolla la construcción del tramo.

Se entiende por “día útil trabajable”, relativo a una actividad y en cuanto al clima se refiere, al día en que la precipitación y temperatura del ambiente no rebasen cierto límites, superior e inferior, que dependerán de cada actividad.

El estudio se basa en la metodología expuesta en la publicación “Datos climáticos para carreteras” editados por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas en 1964, a partir del cual se obtienen los “coeficientes de reducción” que hay que aplicar al número de días laborables de cada mes para obtener los días de condiciones climáticas más favorables que las indicadas en cada caso y, en consecuencia, hacer una previsión de los días perdidos por causa del clima.

Se define como temperatura límite del ambiente para la ejecución de riesgos, tratamientos superficiales o por penetración y mezclas bituminosas, aquella que se acepta normalmente como límite, por debajo de la cual no pueden ponerse en obras dichas unidades. La temperatura límite de puesta en obra para la ejecución de riegos y tratamientos superficiales o por la penetración se considera la de 10°C, y para mezclas bituminosas la de 5°C. Para la manipulación de materiales naturales húmedos se considera un límite de 0°C.

Se establecen dos valores de la precipitación máxima diaria: 1 y 10 mm por día. El primer valor limita el trabajo de ciertas unidades sensibles a una pequeña lluvia y el segundo de los valores limita el resto de los trabajos. Se considera que, en general, con precipitaciones diarias superiores a 10 mm, no puede realizarse ningún trabajo, salvo que se adopten protecciones especiales.

Para calcular el número de días trabajados útiles en las distintas actividades de obra se establecen unos "coeficientes de reducción", a aplicar al número de días laborables de cada mes. Estos coeficientes se obtienen a partir de:

- Se define como coeficiente de reducción por helada al cociente entre el número de días del mes considerado en que la temperatura mínima es superior a 0°C y el número de días del mes.
- Se define el coeficiente de reducción por temperatura límite en la ejecución de riegos, tratamientos superficiales o por penetración, como el cociente entre el número de días en que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a 10ºC y el número de días del mes.
- Se define el coeficiente de reducción por temperatura límite en la ejecución de mezclas bituminosas, como el cociente entre el número de días en que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a 5ºC y el número de días del mes.
- Se define el coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo, como el cociente entre el número de días en que la precipitación es inferior a 10 mm y el número de días del mes.
- Se define el coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo, de precipitación pequeña, como el cociente entre el número de días en que la precipitación es inferior a 1 mm y el número de días del mes.

A continuación, se muestra un resumen de datos climatológicos medios mensuales a emplear en los cálculos para estimar los coeficientes mensuales de días hábiles de trabajo:

	DÍAS MES	DÍAS de				
		T_{min} > 0º C (*)	T_{9h} > 5º C (**)	T_{9h} > 10º C (**)	P < 1 mm (*)	P < 10 mm(*)
Enero	31	29,0	29,00	16,00	23,0	26,2
Febrero	29	27,4	25,00	16,00	21,5	24,8
Marzo	31	30,7	30,00	23,00	24,4	27,5
Abril	30	30,0	30,00	28,00	23,3	26,7
Mayo	31	31,0	31,00	31,00	26,3	29,0
Junio	30	30,0	30,00	30,00	28,5	29,4
Julio	31	31,0	31,00	31,00	30,9	31,0
Agosto	31	31,0	31,00	31,00	30,6	30,9
Septiembre	30	30,0	30,00	30,00	27,5	28,9
Octubre	31	31,0	31,00	30,00	24,7	27,4
Noviembre	30	29,8	30,00	27,00	22,5	25,5
Diciembre	31	29,73	30,00	17,00	22,51	25,56

(*) Los datos se han obtenido de la estación pluviométrica con los datos facilitados por la AEMET.

(**) Los datos para el cálculo de los coeficientes se han obtenido de la publicación “Datos Climáticos para Carreteras” (1964), de la Dirección General de Carreteras del MOP, Estación Málaga.

Como el trabajo ha de suspenderse cuando concurran una o más condiciones adversas y puesto que son fenómenos de probabilidad independientes, se combinan reiteradamente los coeficientes de reducción correspondientes, según lo resumido en la tabla siguiente:

CLASE DE OBRA	FACTORES QUE AFECTAN A LA UD				
	0ºC	5ºC	10ºC	1mm	10mm
Hormigones	X				X
Explanaciones	X			X	X
Mezclas bituminosas		X		X	
Áridos					X
Riegos y tratam. superf.		X	X	X	

Los coeficientes de reducción a aplicar a las diferentes actividades de la obra vienen dados por las siguientes fórmulas:

Hormigones	$K_1 = \eta_m \cdot \lambda_m$
Explanaciones	$K_2 = \eta_m \cdot ½ \cdot (\lambda'_m + \lambda_m)$
Mezclas bituminosas	$K_3 = \tau'_m \cdot \lambda'_m$
Áridos	$K_4 = \lambda_m$
Riegos y trat. Superf.	$K_5 = \tau_m \cdot \lambda'_m$

Siendo:

η_m	Reduc.por helada
τ_m	Red.por temp.límite en riegos
τ'_m	Red.por temp.lím.mezclas bituminosas
λ_m	Red.por precipitaciones
λ'_m	Red.por precipitaciones débiles

A continuación, se muestra un resumen de los coeficientes de reducción obtenidos:

MES	η_m	τ'_m	τ_m	λ'_m	λ_m
Enero	0,94	0,94	0,52	0,74	0,85
Febrero	0,94	0,86	0,55	0,74	0,85
Marzo	0,99	0,97	0,74	0,79	0,89
Abril	1,00	1,00	0,93	0,78	0,89
Mayo	1,00	1,00	1,00	0,85	0,93
Junio	1,00	1,00	1,00	0,95	0,98
Julio	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Agosto	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00
Septiembre	1,00	1,00	1,00	0,92	0,96
Octubre	1,00	1,00	0,97	0,80	0,89
Noviembre	0,99	1,00	0,90	0,75	0,85
Diciembre	0,96	0,97	0,55	0,73	0,82

Para el cálculo de los días trabajables netos intervienen dos factores de reducción:

- Los días festivos
- Los días de climatología adversa

Los coeficientes de días trabajables de cada mes se obtienen de la fórmula:

$$C_t = 1 - (1 - K_n) \times C_f$$

Donde:

- C_f es el coeficiente de los días festivos, que representa los días reales de trabajo mensual descontando dichos días. El número de días laborables y festivos de cada mes se ha extraído de los datos oficiales recogidos en el Calendario Laboral del Convenio de la Construcción vigente en la actualidad para la provincia en la que se ejecuta la obra.

$$C_f = \frac{N^o\ dias del mes - N^o\ dias festivos del mes}{N^o\ dias del mes}$$

- K_n es el coeficiente de reducción climatológico para una tipología de obra determinada, obtenido como cociente estadístico entre los casos favorables y los posibles de presentación del fenómeno. Por tanto, $(1-k_n)$ representa la posibilidad de que un día cualquiera del mes presente climatología adversa. Y así, con $1-(1-k_n)$ se representa la

probabilidad estadística de que se presentan condiciones favorables para la ejecución de la tipología de la obra que se estudia.

En las tablas que se adjuntan a continuación figuran los valores de los coeficientes de reducción a aplicar a las distintas actividades de obra, deducidos a partir de los datos climatológicos recogidos por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) una vez aplicadas las fórmulas expuestas, así como de la publicación antes mencionada de Datos Climáticos para Carreteras.

Los días hábiles de trabajos mensuales que se presentan a continuación, están basados en calendario laboral para el año 2020 del Convenio Colectivo de Trabajo para las Industrias de la Construcción, Obras Públicas y Oficios Auxiliares de Málaga y su Provincia (BOP nº18 de la Provincia Málaga, martes 28 de enero de 2020).

3.4.1 Coeficiente de reducción climatológico para hormigones

El coeficiente de reducción climatológico para hormigones es:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
K_1	0,79	0,81	0,88	0,89	0,93	0,98	1,00	1,00	0,96	0,89	0,84	0,79

3.4.2 Coeficiente de reducción climatológico para explanaciones

El coeficiente de reducción climatológico para explanaciones es:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
K_2	0,74	0,75	0,83	0,83	0,89	0,97	1,00	0,99	0,94	0,84	0,79	0,74

3.4.3 Coeficiente de reducción climatológico para mezclas bituminosas

El coeficiente de reducción climatológico para mezclas bituminosas es:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
K_3	0,69	0,64	0,76	0,78	0,85	0,95	1,00	0,99	0,92	0,80	0,75	0,70

3.4.4 Coeficiente de reducción climatológico para áridos

El coeficiente de reducción climatológico para áridos es:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
K_4	0,85	0,85	0,89	0,89	0,93	0,98	1,00	1,00	0,96	0,89	0,85	0,82

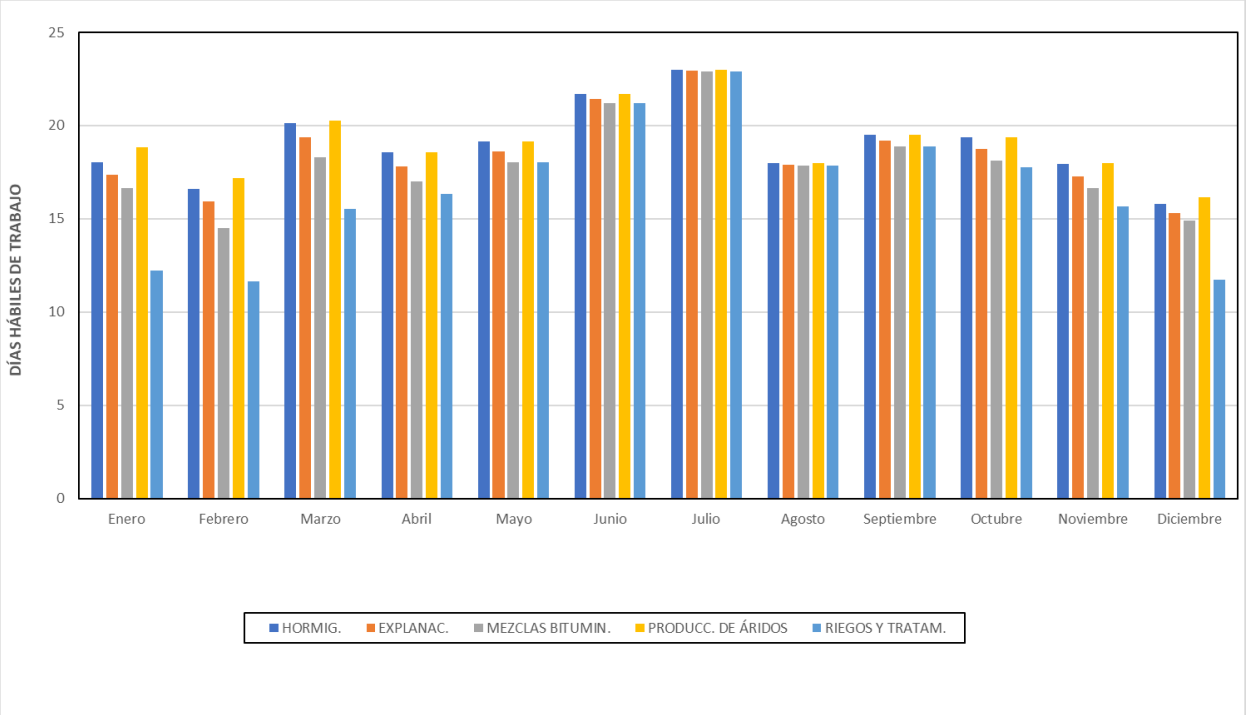
3.4.5 Coeficiente de reducción climatológico para riegos y tratamientos superficiales

El coeficiente de reducción climatológico para riegos y tratamientos superficiales es:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
K_5	0,38	0,41	0,58	0,73	0,85	0,95	1,00	0,99	0,92	0,77	0,67	0,40

A partir de estos coeficientes, y teniendo en cuenta los días hábiles mensuales, se obtienen los días hábiles de trabajo mensuales para cada una de las actividades indicadas.

DÍAS HÁBILES DE TRABAJO							
MES	DÍAS MES		DÍAS HÁBILES PARA:				
	TOTAL	LABORAB.	HORMIG.	EXPLANAC.	MEZCLAS BITUMIN.	PRODUCC. DE ÁRIDOS	RIEGOS Y TRATAM.
Enero	31	21	18,05	17,35	16,64	18,82	12,22
Febrero	29	19	16,59	15,92	14,50	17,19	11,64
Marzo	31	22	20,14	19,36	18,29	20,26	15,51
Abril	30	20	18,55	17,79	17,02	18,55	16,33
Mayo	31	20	19,16	18,60	18,05	19,16	18,05
Junio	30	22	21,68	21,44	21,20	21,68	21,20
Julio	31	23	22,98	22,95	22,92	22,98	22,92
Agosto	31	18	17,97	17,92	17,87	17,97	17,87
Septiembre	30	20	19,51	19,21	18,90	19,51	18,90
Octubre	31	21	19,36	18,74	18,12	19,36	17,75
Noviembre	30	20	17,93	17,26	16,66	18,01	15,66
Diciembre	31	18	15,81	15,32	14,89	16,17	11,71
MEDIA MENSUAL			**18,98**	**18,49**	**17,92**	**19,14**	**16,65**
TOTAL ANUAL			**227,72**	**221,86**	**215,08**	**229,64**	**199,77**


25
20
15
10
5
0
DÍAS HÁBILES DE TRABAJO
Enero
Febrero
Marzo
Abril
Mayo
Junio
Julio
Agosto
Septiembre
Octubre
Noviembre
Diciembre
HORMIG.
EXPLANAC.
MEZCLAS BITUMIN.
PRODUCC. DE ÁRIDOS
RIEGOS Y TRATAM.

4. ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO

4.1. INTRODUCCIÓN

El estudio de las series de datos de precipitaciones máximas mensuales nos permitirá, mediante la aplicación de las correspondientes funciones de distribución para cada período de retorno, obtener el valor de la precipitación máxima correspondiente.

La metodología seguida puede resumirse en:

a) Localización de las estaciones pluviométricas en el ámbito de estudio, ya realizada.
b) Relación de los datos obtenidos en cada una de ellas: tratamiento de datos, criterios de selección de estaciones, ya realizado.
c) Cálculo de la precipitación máxima mensual en 24 horas, precipitación máxima anual.
d) Cálculo de las precipitaciones máximas en 24 horas para distintos periodos de retorno, ajustes de distribuciones estadísticas Gumbel, SQRT y Log-Pearson III.
e) Comparación de los datos con los obtenidos con la aplicación Maxpluwin “Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular” de la Dirección General de Carreteras, Secretaría de Estado de Infraestructuras y Transportes del Ministerio de Fomento.
f) Selección de las precipitaciones máximas diarias más desfavorables para cada período de retorno y cálculo de las intensidades horarias máximas.

4.2. ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS CONSIDERADAS

Para la selección de las estaciones pluviométricas a considerar en el estudio pluviométrico, partimos de la base de los datos recopilados y preseleccionados en el apartado 2.2.2 de este anejo. En este apartado, inicialmente se seleccionaron para el estudio de climatología las siguientes estaciones meteorológicas:

RESUMEN ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL ÁMBITO DEL PROYECTO					
Código de la estación	Denominación	Provincia	Coordenadas		Tipo
			Latitud	Longitud	
6034	Arriate	Málaga	364745	050822W	Termopluviométrica
6035	Benaoján (Cueva de la pileta) (CMA)	Málaga	364111	051701W	Pluviométrica
6039	Cortes de la Frontera (Bañue-los) (CMA)	Málaga	363416	052821W	Pluviométrica

RESUMEN ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL ÁMBITO DEL PROYECTO					
Código de la estación	Denominación	Provincia	Coordenadas		Tipo
			Latitud	Longitud	
6040	Presa de Buitreras (CMA)	Málaga	363441	052031W	Pluviométrica
6040U	Cortes de la Frontera (El Colmenar)	Málaga	363231	052326W	Termopluviométrica
6045	Alpandeire	Málaga	363801	051207W	Termopluviométrica
6050	Gaucin	Málaga	363106	051907W	Termopluviométrica

En la siguiente tabla se muestran los periodos cubiertos con años completos por las series temporales de las estaciones preseleccionadas, con el fin de determinar un posible periodo de estudio común al conjunto de estaciones.

PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS EN CADA AÑO COMPLETO (mm)							
Año	Denominación Estación						
	6034	6035	6039	6040	6040U	6045	6050
	Arriate	Benaoján (Cueva de la pileta) (CMA)	Cortes de la Frontera (Bañue-los) (CMA)	Presa de Buitreras (CMA)	Cortes de la Frontera (El Colmenar)	Alpandeire	Gaucin
1947							
1948							
1949							87,5
1950							43,6
1951							102,5
1952	38,5						52,6
1953	52,6						125,7
1954	44,2						115,1
1955	79,5						150
1956	49,8						88
1957	36,3						100,1
1958	92,3						169,4
1959	30,6					85	72,2
1960	47,.3					100	93,3
1961		95,5				100	103,6

PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS EN CADA AÑO COMPLETO (mm)							
Año	Denominación Estación						
	6034	6035	6039	6040	6040U	6045	6050
	Arriate	Benaoján (Cueva de la pileta) (CMA)	Cortes de la Frontera (Bañue-los) (CMA)	Presa de Buitreras (CMA)	Cortes de la Frontera (El Colmenar)	Alpandeire	Gaucin
1962	87,4		97			152	110,9
1963	50,2	177,5	85			125	
1964	34,5	84				120	81
1965	30,5	130,3	83	68,9		75	75
1966	42,6	140	72	79,6		70	102,2
1967	91,6	104,2	110,5	61,9		86	105,2
1968	39,3	156	96	73,4		92	78,2
1969	59	165,5				124	135,2
1970		136		106,7		93	87,3
1971	73	93,5	59,3	75,3		82	68,4
1972	38,5		114	57,5		70	73,2
1973	43,5	112	75,5	54			
1974	37	60	57,5	41		45	
1975	39,9	92	74.3	83		91	82
1976	59,8	137	171	128		100	
1977	35	86	170,5	72		77	83,6
1978		92		80		84	72
1979		137	222	105		99	81
1980		90	60	60		97	80,1
1981	66	181,5	127	107			64,1
1982	117	260	270	143			180
1983	61	101,5	74	86			86,5
1984	39	108	90	81,3		83	98
1985	34		95	85		50	81
1986	40	90	62	56	70,5	68	74
1987	79	98	98		75	97	80

PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS EN CADA AÑO COMPLETO (mm)							
Año	Denominación Estación						
	6034	6035	6039	6040	6040U	6045	6050
	Arriate	Benaoján (Cueva de la pileta) (CMA)	Cortes de la Frontera (Bañue-los) (CMA)	Presa de Buitreras (CMA)	Cortes de la Frontera (El Colmenar)	Alpandeire	Gaucin
1988	38,5	59	81	40	45	51	63
1989	80,3		245	152	188	161	
1990	28	58,5			71	40	68
1991	56		230	97,5	102	82	99
1992	49				56	56	66
1993	43,2		205	62,5	62	48,7	68
1994	44,5	69	90		50	49,3	61,5
1995	43		300	116		108	150
1996	45,5	112,5		125	95	85	96,5
1997	98	283,6	285	167	140	155	167
1998	55				109	105	128,8
1999	49,5	117,5	150		71	77	89
2000	63,5				122	111	129,1
2001	45,2	123	94		138	70	
2002	49	104,5			60.2	41	
2003	35,5	94			69	71,6	
2004	48,2	81			82	64,5	85
2005	27,5	69,3		39,6	50	54,5	43,6
2006	34,5	83,6	77,5	59,7	44,5	58	71
2007	43,7	99,8		40	42,1	58,3	74,5
2008	46,5	115		89,1	101	75	79,2
2009	63	212,8		145		172	99
2010	49			103,5	38,2	84,5	94
2011	37,5	81,3		102,7	5,1	76,5	74
2012	95	94		148,8	1,7	245	
2013	52	104,3			17	83,5	

PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS EN CADA AÑO COMPLETO (mm)							
Año	Denominación Estación						
	6034	6035	6039	6040	6040U	6045	6050
	Arriate	Benaoján (Cueva de la pileta) (CMA)	Cortes de la Frontera (Bañue-los) (CMA)	Presa de Buitreras (CMA)	Cortes de la Frontera (El Colmenar)	Alpandeire	Gaucin
2014					38,2	78	
2015							
2016					50		
2017						50	46,2
2018					57,5	281	

De los datos presentados se deduce que:

- Las series de datos para las estaciones inicialmente seleccionadas presenta frecuentes discontinuidades en las series de años completos, a excepción de la estación de Arriate (6034) y Alpandeire (6045) las cuales ofrecen una serie continua más larga, de 33 y 31 años respectivamente, entre los años 1981-2013 y 1984-2014.
- En tal sentido hay que tener en cuenta las condiciones de funcionamiento de las estaciones meteorológicas en este tipo de entornos rurales, con limitaciones en su mantenimiento, y, en consecuencia, en su funcionamiento, lo que explicaría en parte las discontinuidades observadas y las dificultades de obtener series de cierta duración con años completos de registro de precipitaciones.
- Las series más cortas son de 11 años, correspondientes a las estaciones de Cortes de la Frontera (Bañue-los) (6039) y la estación de Gaucin (6050). La estación de Cortes de la Frontera (El Colmenar) (6040U) presenta una serie continua de 13 años comprendida entre los años 1996-2008.
- Los periodos de las estaciones son bastantes distintos entre sí no existiendo un solape común entre ellos. No obstante, el amplio periodo de la estación de Arriate y Alpandeire proporciona una envolvente de datos que se considera adecuada para el cálculo.

En resumen, no se descarta ninguna de ellas, por lo que las estaciones seleccionadas para el estudio de datos de precipitaciones máximas mediante distribuciones estadísticas serán:

RESUMEN ESTACIONES METEOROLÓGICAS SELECCIONADAS PARA EL CÁLCULO					
Código de la estación	Denominación	Provincia	Coordenadas		Tipo
			Latitud	Longitud	
6034	Arriate	Málaga	364745	050822W	Termopluviométrica
6035	Benaoján (Cueva de la pileta) (CMA)	Málaga	364111	051701W	Pluviométrica
6039	Cortes de la Frontera (Bañue-los) (CMA)	Málaga	363416	052821W	Pluviométrica
6040	Presa de Buitreras (CMA)	Málaga	363441	052031W	Pluviométrica
6040U	Cortes de la Frontera (El Colmenar)	Málaga	363231	052326W	Termopluviométrica
6045	Alpandeire	Málaga	363801	051207W	Termopluviométrica
6050	Gaucin	Málaga	363106	051907W	Termopluviométrica

4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

4.3.1 Ajuste por la Ley de Gumbel

Para la obtención de Pd se recurre a métodos de ajustes estadísticos, y concretamente al “Ajuste de Gumbel”. Así, a partir de los datos de precipitaciones máximas recogidas en las estaciones seleccionadas, se elabora dicho ajuste.

Para lo cual se emplea una función del tipo:

$$F(x) = e^{-e^{-a(x-v)}} = \frac{T-1}{T}$$

Siendo e la base de los logaritmos neperianos y a y v parámetros a ajustar que se obtienen igualando los momentos de primero y segundo orden, resultando las relaciones siguientes:

$$S^2 = \mu_2 - \overline{X}^2$$

$$v = \overline{X} - 0{,}450047 \cdot S$$

$$\frac{1}{\alpha} = 0{,}779696 \cdot S$$

Siendo X la media y S la desviación típica de la distribución, y tomando dos veces el logaritmo neperiano en la expresión (1), donde:

$$F(x) = 1 - \frac{1}{T}$$

Se obtendrá el valor de x, que se corresponde con el valor de la precipitación máxima previsible (en mm/día), que está relacionado con cada uno de los periodos de retorno (T) considerados con la expresión:

$$X = X_o - \frac{1}{\alpha} Ln\left[Ln\left(\frac{T}{T-1} \right) \right]$$

Además, se ha indicado la probabilidad muestral de los valores ordenados, definida por la expresión:

$$P(x \leq x_i) \cong F_i = \frac{(2i-1)}{2N}$$

Donde X_i es el elemento iésimo de la serie de N datos ordenada de menor a mayor; i es la posición ordinal de dicho elemento.

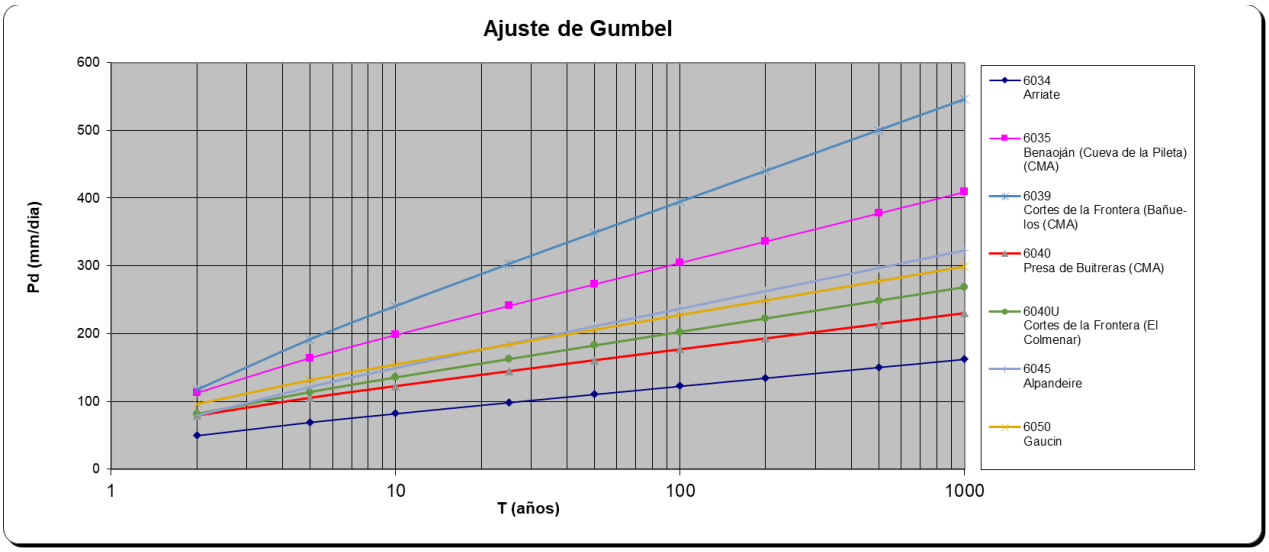
La formulación de Gumbel es:

$$P(x \leq x_o) = e^{-e^{-\alpha(x-v)}}$$

Donde los parámetros ajustados son α y v.

A continuación, se expone un resumen de los resultados obtenidos por la aplicación del "Ajuste de Gumbel" para la obtención de las precipitaciones anuales en 24 horas para los distintos periodos de retorno, además se incluye una gráfica donde pueden observarse las diferencias existentes entre las estaciones seleccionadas:

AJUSTE DE GUMBEL							
Período de Retorno (años)	Precipitación (Pd) mm/día						
	6034 Arriate	6035 Benaoján (Cueva de la Pileta) (CMA)	6039 Cortes de la Frontera (Bañue-los (CMA)	6040 Presa de Buitreras (CMA)	6040U Cortes de la Frontera (El Colmenar)	6045 Alpandeire	6050 Gaucin
T2	49,96	112,88	117,13	79,23	81,04	78,72	96,26
T5	69,49	164,23	191,35	105,35	113,57	121,01	131,32
T10	82,42	198,23	240,49	122,64	135,11	149,02	154,54
T25	98,76	241,19	302,58	144,49	162,32	184,4	183,87
T50	110,88	273,05	348,64	160,7	182,51	210,65	205,63
T100	122,91	304,68	394,36	176,79	202,55	236,71	227,24
T200	134,90	336,2	439,91	192,83	222,51	262,67	248,76
T500	150,71	377,78	500,02	213,98	248,86	296,92	277,15
T1000	162,67	409,2	545,44	229,96	268,76	322,8	298,61



4.3.2 Ajuste SQRT-ET max

Para contrastar los resultados obtenidos mediante el Ajuste de Gumbel se realiza un nuevo ajuste estadístico. El modelo de distribución de los parámetros más común es, además de la tradicional función de distribución Gumbel la más moderna SQRT-ET$_{max.}$

La ley SQRT-ET$_{max}$ propuesta en Japón por Etoh et el (1.986) es uno de los escasos modelos desarrollados específicamente para el análisis de máximas lluvias diarias. Recientes estudios llevados a cabo por el CEDEX concluyen que los resultados obtenidos por la ley SQRT-ET$_{max}$ son bastante más realistas y conservadores para España que los sugeridos por GUMBEL, especialmente para periodos de retornos altos, y similares a la de GUMBEL para periodos de retornos bajos.

En este estudio se han analizado las series de máximos diarios anuales con ambas distribuciones Gumbel y SQRT-ET$_{max.}$ El método de estimación de parámetros ha sido, en el caso de distribución de Gumbel, el de los momentos (MOM). En el caso de la distribución SQRT-ET$_{max}$ se han estimado los parámetros mediante dos métodos: máxima verosimilitud (ML) y momentos (MOM).

La formulación de Gumbel es:

$$P(x \leq x_o) = e^{-e^{-\alpha(x-\nu)}}$$

donde los parámetros ajustados son α y v.

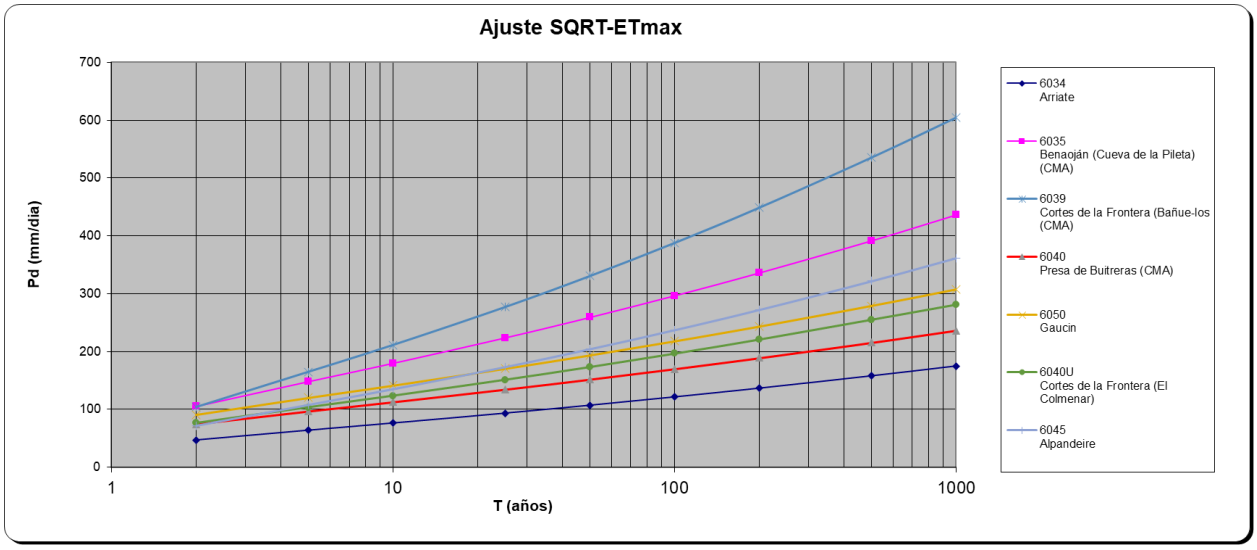
La formulación de la función de distribución de SQRT-ET$_{max}$ es:

$$P(x \leq x_0) = e^{-k(1+\sqrt{\alpha x})e^{-\sqrt{\alpha x}}}$$

Estos ajustes estadísticos se han realizado para cada una de las estaciones seleccionadas y para los periodos de retorno de T= 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 y 1000 años, calculando las precipitaciones máximas en 24 horas para cada una de ellas.

A continuación, se adjunta un resumen con los resultados obtenidos con el ajuste SQRT-ET$_{max}$, y una gráfica donde pueden observarse las diferencias existentes entre las estaciones seleccionadas.

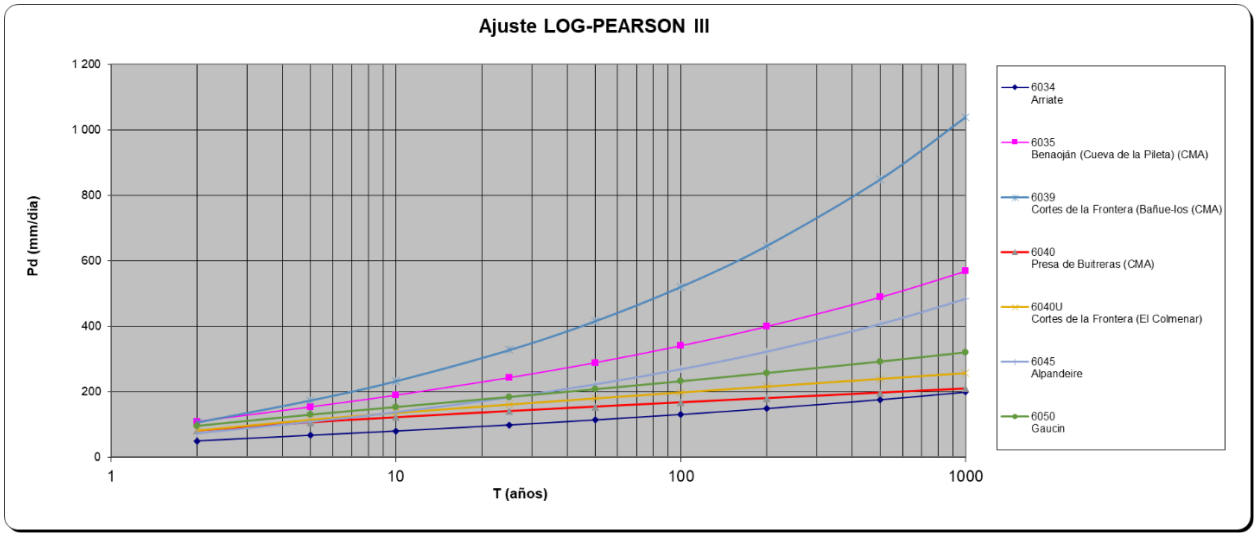
AJUSTE SQRT-ETmax							
Período de Retorno (años)	Precipitación (Pd) mm/día						
	6034 Arriate	6035 Benaoján (Cueva de la Pileta) (CMA)	6039 Cortes de la Frontera (Bañue-los (CMA)	6040 Presa de Buitreras (CMA)	6040U Cortes de la Frontera (El Colmenar)	6045 Alpandeire	6050 Gaucin
T2	46,85	105,12	104,08	74,6	76,12	71,31	90,75
T5	63,71	147,94	164,9	96,67	103,4	107,45	119,91
T10	76,1	179,72	211,34	112,67	123,45	134,73	141,18
T25	93,14	223,71	276,91	134,46	151,02	172,94	170,28
T50	106,78	259,09	330,47	151,75	173,08	203,97	193,42
T100	121,14	296,51	387,72	169,86	196,31	237	217,73
T200	136,27	336,06	448,79	188,84	220,79	272,11	243,27
T500	157,48	391,53	535,33	215,29	255,08	321,77	278,94
T1000	174,44	436,3	604,5	236,35	281,23	361,78	307,40



4.3.3 Ajuste Log-Pearson III

Se ha extrapolado para la estación meteorológica, la precipitación máxima de 24 horas para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 100, 200, 500 y 1000 años, mediante el ajuste estadístico de Log-Pearson III de los datos de precipitaciones máximas registradas.

AJUSTE LOG-PEARSON III							
Período de Retorno (años)	Precipitación (Pd) mm/día						
	6034 Arriate	6035 Benaoján (Cueva de la Pileta) (CMA)	6039 Cortes de la Frontera (Bañue-los (CMA)	6040 Presa de Buitreras (CMA)	6040U Cortes de la Frontera (El Colmenar)	6045 Alpandeire	6050 Gaucin
T2	48,29	107,47	105,31	80	81,21	73,41	95,24
T5	65,73	152,38	172,55	105,09	113,89	108,44	129,42
T10	78,94	188,36	231,79	120,76	134,93	137,68	152,98
T25	97,66	242,14	326,95	139,68	160,7	182,93	183,80
T50	113,13	287,88	414,95	153,21	179,34	222,61	207,45
T100	130	339,83	520,03	166,28	197,51	268,85	231,82
T200	148,45	398,52	645,27	179,15	215,45	322,4	257,04
T500	175,6	488,16	848,22	195,82	238,85	406,51	291,85
T1000	198,88	567,92	1039,19	208,41	256,59	483,39	319,93



4.3.4 Ajuste Maxpluwin

Para garantizar la aproximación de los resultados obtenidos por los dos métodos de ajustes estadísticos desarrollados anteriormente, éstos se comparan con los datos recogidos en las publicaciones oficiales, en este caso con el "Mapa para el cálculo de máximas precipitaciones diarias en la España peninsular", de la Dirección General de Carreteras. Estos datos se han calculado a través de la aplicación informática MAXPLUWIN.

En el desarrollo de esta aplicación se necesita introducir las coordenadas del punto de estudio, el cual represente las precipitaciones de un área o entorno cercano al mismo. En este caso, se han considerado las coordenadas geográficas de las ubicaciones de las estaciones consideradas para los periodos de retorno de T = 2, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 250 y 500 años.

Se obtiene, además del valor de precipitación máxima diaria y el coeficiente de variación Cv, el valor de la precipitación de cálculo deseada, tras multiplicar por el coeficiente de amplificación k correspondiente a cada periodo de retorno considerado.

La aplicación será empleada para obtener los datos de precipitación en el baricentro de la cuenca vertiente al cauce en estudio que será presentada y analizada más adelante.

A continuación, se adjunta tabla resumen con los valores de las precipitaciones máximas en 24 horas (mm), para cada uno de los períodos de retorno de estudio y el Cv.

Coeficiente de variación	Precipitación máxima diaria anual	Período de Retorno	Cuantil Regional	Cuantil local
Cv	P (mm/día)	T	Yt	Xt (mm/día)
0,40	85	**2**	0,909	77,27
		5	1,247	106,00
		10	1,492	126,82
		25	1,839	156,32
		50	2,113	179,61
		100	2,403	204,26
		200	2,708	230,18
		500	3,128	265,88
		1000	3,828	325,38

4.3.5 Resumen de precipitaciones máximas

Se adjunta a continuación tabla resumen con los resultados de precipitaciones máximas (mm) en 24 horas obtenidos para cada uno de los métodos de ajuste estadístico que hemos empleado.

RESUMEN DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS (mm) EN 24 HORAS PARA DISTINTOS PERÍODOS DE RETORNO (años)										
Método	**Estación**	**T2**	**T5**	**T10**	**T25**	**T50**	**T100**	**T200**	**T500**	**T1000**
Gumbel	6034Arriate	49,96	69,49	82,42	98,76	110,88	122,91	134,90	150,71	162,67
	6035Benaoján (Cueva de la Pileta) (CMA)	112,88	164,23	198,23	241,19	273,05	304,68	336,20	377,78	409,20
	6039Cortes de la Frontera (Bañue-los (CMA)	117,13	191,35	240,49	302,58	348,64	394,36	439,91	500,02	545,44
	6040Presa de Buitreras (CMA)	79,23	105,35	122,64	144,49	160,70	176,79	192,83	213,98	229,96
	6040UCortes de la Frontera (El Colmenar)	81,04	113,57	135,11	162,32	182,51	202,55	222,51	248,86	268,76
	6045Alpandeire	78,72	121,01	149,02	184,40	210,65	236,71	262,67	296,92	322,80
	6050Gaucin	96,26	131,32	154,54	183,87	205,63	227,24	248,76	277,15	298,61
SQRT-ET max	6034Arriate	46,85	63,71	76,10	93,14	106,78	121,14	136,27	157,48	174,44
	6035Benaoján (Cueva de la Pileta) (CMA)	105,12	147,94	179,72	223,71	259,09	296,51	336,06	391,53	436,30
	6039Cortes de la Frontera (Bañue-los (CMA)	104,08	164,90	211,34	276,91	330,47	387,72	448,79	535,33	604,50
	6040Presa de Buitreras (CMA)	74,60	96,67	112,67	134,46	151,75	169,86	188,84	215,29	236,35
	6040UCortes de la Frontera (El Colmenar)	76,12	103,40	123,45	151,02	173,08	196,31	220,79	255,08	281,23
	6045Alpandeire	71,31	107,45	134,73	172,94	203,97	237,00	272,11	321,77	361,78
	6050Gaucin	90,75	119,91	141,18	170,28	193,42	217,73	243,27	278,94	307,40
Log-Pearson III	6034Arriate	48,29	65,73	78,94	97,66	113,13	130,00	148,45	175,60	198,88
	6035Benaoján (Cueva de la Pileta) (CMA)	107,47	152,38	188,36	242,14	287,88	339,83	398,52	488,16	567,92
	6039Cortes de la Frontera (Bañue-los (CMA)	105,31	172,55	231,79	326,95	414,95	520,03	645,27	848,22	1039,19
	6040Presa de Buitreras (CMA)	80,00	105,09	120,76	139,68	153,21	166,28	179,15	195,82	208,41
	6040UCortes de la Frontera (El Colmenar)	81,21	113,89	134,93	160,70	179,34	197,51	215,45	238,85	256,59
	6045Alpandeire	73,41	108,44	137,68	182,93	222,61	268,85	322,40	406,51	483,39
	6050Gaucin	95,24	129,42	152,98	183,80	207,45	231,82	257,04	291,85	319,93
MAXPLUWIN	Baricentro cuenca	77,27	106,00	126,82	156,32	179,61	204,26	230,18	265,88	325,38

4.4. REPARTO ESPACIAL DE LA PRECIPITACIÓN

Se trata de considerar que la lluvia en cualquier punto de una cuenca es igual a la del pluviómetro o estación meteorológica más cercana. Este método se considera más exacto que el de la media aritmética por considerar pesos relativos de cada estación mediante los Polígonos de Thiessen. Con dichos polígonos se trata de establecer la influencia de las estaciones sobre la cuenca.

En la siguiente imagen se muestra la disposición de las estaciones meteorológicas preseleccionadas expuestas en los epígrafes anteriores con respecto al ámbito del proyecto. A partir de la ubicación de las estaciones se han trazado los correspondientes Polígonos de Thiessen. Como puede apreciarse, de las estaciones preseleccionadas, la estación 6040U de Cortes de la Frontera (El Colmenar) abarca el 100 % de la cuenca de estudio por lo que en el peso de las estaciones se ha tomado ésta como la única representativa.

Además, se acompaña un plano en el capítulo 8. PLANOS, con la representación de los polígonos de Thiessen (Plano AN4.2) para las estaciones seleccionadas en el ámbito del proyecto.

A continuación, se recogen una serie de tablas con la siguiente información:

1. Precipitaciones máximas obtenidas para los distintos periodos de retorno, teniendo en cuenta el peso correspondiente a cada estación tras analizar el reparto espacial de la precipitación en el ámbito del proyecto. Como se ha indicado, en el caso que nos ocupa, se considera que la estación 6040U – Cortes de la Frontera (El Colmenar) abarca el 100% de la cuenca de estudio.
2. Resumen donde se realiza la comparación entre las precipitaciones máximas obtenidas tras analizar el reparto espacial de la precipitación en el ámbito del proyecto para cada período de retorno, con las precipitaciones obtenidas del ajuste Maxpluwin.
3. Resumen intensidad media diaria de precipitación Id (mm/h) para la precipitación máxima seleccionada para cada período de retorno.

PESOS DE CADA ESTACIÓN							PRECIPITACIONES MÁXIMAS (Pd) MM EN 24 HORAS PARA DISTINTOS PERÍODOS DE RETORNO (años)								
6034 Arriate	6035 Benaoján (Cueva de la Pileta)	6039 Cortes de la Frontera (Bañue-los	6040 Presa de Buitreras (CMA)	6040U Cortes de la Frontera (El Colmenar)	6045 Alpandeire	6050 Gaucin	T2	T5	T10	T25	T50	T100	T200	T500	T1000
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	81,21	113,89	135,11	162,32	182,51	202,55	222,51	255,08	281,23

RESUMEN COMPARATIVO PRECIPITACIONES MÁXIMAS (mm) EN 24 HORAS PARA DISTINTOS PERÍODOS DE RETORNO (años)																	
T2		T5		T10		T25		T50		T100		T200		T500		T1000	
Pd	Maxpluwin	Pd	Maxpluwin	Pd	Maxpluwin	Pd	Maxpluwin	Pd	Maxpluwin	Pd	Maxpluwin	Pd	Maxpluwin	Pd	Maxpluwin	Pd	Maxpluwin
81,21	**77,27**	113,89	**106,00**	135,11	**126,82**	162,32	**156,32**	182,51	**179,61**	202,55	**204,26**	222,51	**230,18**	255,08	**265,88**	281,23	**325,38**

RESUMEN INTENSIDAD MEDIA DIARIA DE PRECIPITACIÓN (mm/H) EN 24 HORAS PARA DISTINTOS PERÍODOS DE RETORNO (años)																	
T2		T5		T10		T25		T50		T100		T200		T500		T1000	
Pd (mm/día)	Id (mm/h)	Pd (mm/día)	Id (mm/h)	Pd (mm/día)	Id (mm/h)	Pd (mm/día)	Id (mm/h)	Pd (mm/día)	Id (mm/h)	Pd (mm/día)	Id (mm/h)	Pd (mm/día)	Id (mm/h)	Pd (mm/día)	Id (mm/h)	Pd (mm/día)	Id (mm/h)
81,21	**3,38**	113,89	**4,75**	135,11	**5,63**	162,32	**6,76**	182,51	**7,60**	204,26	**8,51**	230,18	**9,59**	265,88	**11,08**	325,38	**13,56**

5. HIDROLOGÍA Y CUENCAS DE APORTACIÓN

La Hidrología se centra en el estudio de las precipitaciones y su posterior análisis, para estimar, con base en los datos recogidos, los caudales máximos de avenida para los distintos periodos de retorno asociados a cuencas de aportación que intervienen en el ámbito de la actuación del proyecto de agrupación de vertidos y EDAR del municipio de El Colmenar.

Previamente, se estudian las cuencas urbanas y las cuencas no urbanas existentes en el ámbito del proyecto, así como aquellas asociadas al estudio de inundabilidad, es decir la cuenca de drenaje de la EDAR y de cada una de las EBAR que se proyecten. Para todas ellas se identifican sus principales características en relación con la hidrología (pendientes, usos del suelo, umbral de escorrentía, etc.).

Para el cálculo de los caudales se adoptará el método racional, de acuerdo con la Norma 5.2-IC Drenaje Superficial de la Instrucción de Carreteras, aprobada mediante Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, BOE nº60, de 10 de marzo de 2016.

En este caso, tal y como se avanzará más adelante, no se han calculado caudales con el objeto de analizar la inundabilidad de la zona, pues ya se cuenta con análisis previos disponibles en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). Sin embargo, es preciso calcular el caudal de pluviales circundante por las redes de saneamiento, para poder dimensionar los elementos de alivio necesarios.

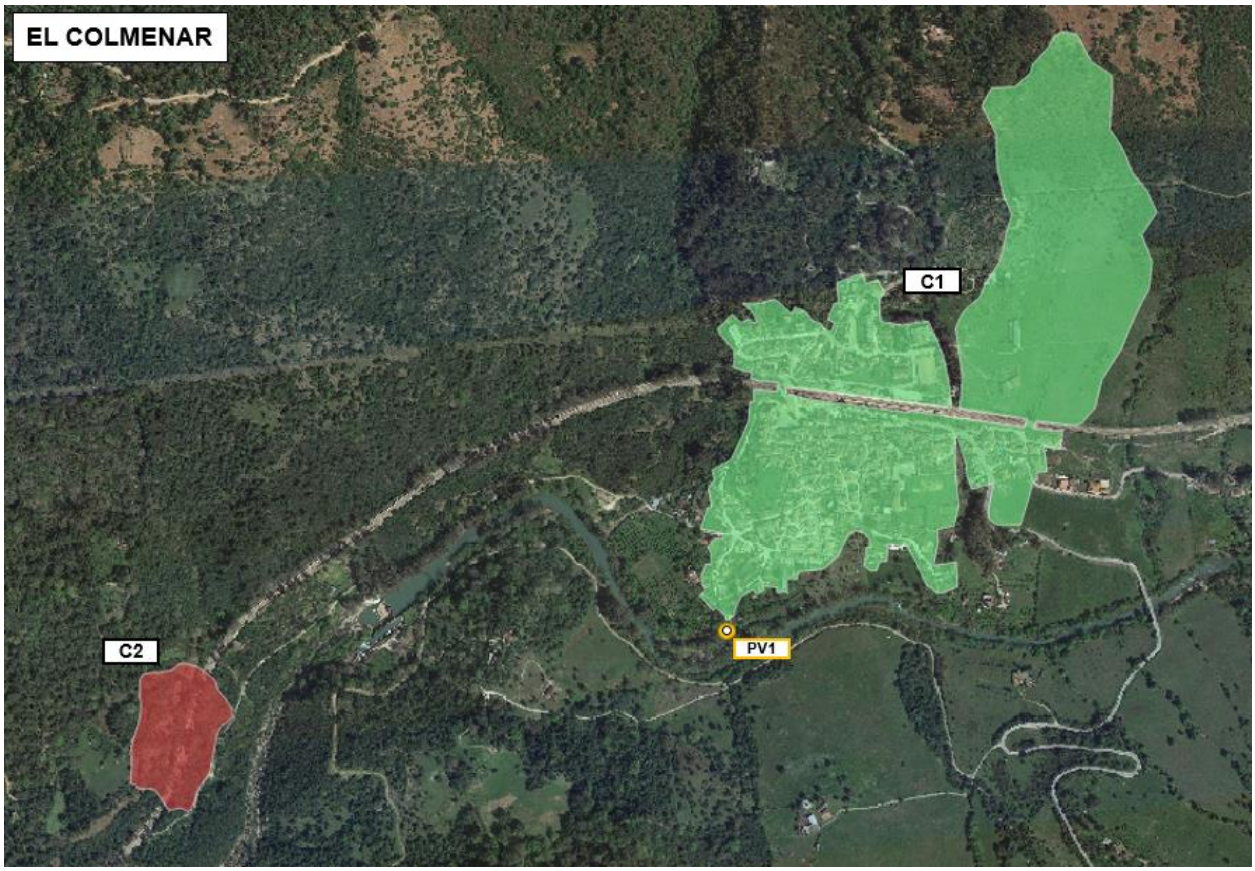
5.1. DELIMITACIÓN DE CUENCAS

Para la delimitación de las cuencas se han tenido en cuenta las distintas incorporaciones a cada punto de vertido de la red. En la siguiente imagen se representa, para el núcleo de población de El Colmenar las cuencas de aporte. En dicha delimitación se ha contemplado además la proyección de crecimiento que tendrá la región de El Colmenar según el PGOU. En la siguiente tabla se indican los porcentajes considerados:

Porcentaje por urbanizar considerado					
Actuaciones PGOU	Área	Área por considerar		Ámbito	Se adhiere a:
	km²	%	km²		
UE-ED-12	0,02518	30%	0,00755	Suelo urbano	C1
UE-ED-13	0,00570	30%	0,00171	Suelo urbano	C1
UE-ED-14	0,01528	30%	0,00458	Suelo urbano	C1
UE-ED-15	0,01156	30%	0,00347	Suelo urbano	C1

Porcentaje por urbanizar considerado					
Actuaciones PGOU	Área	Área por considerar		Ámbito	Se adhiere a:
	km²	%	km²		
UE-ED-16	0,01243	30%	0,00373	Suelo urbano	C1
UE-ED-22	0,00696	30%	0,00209	Suelo urbano	C1
UE-ED-23	0,01431	30%	0,00429	Suelo urbano	C1
SR-11	0,03434	30%	0,01030	Suelo urbano	C1

En la siguiente imagen se puede observar la cuenca delimitada:



Además, se acompaña un plano en el capítulo 8. PLANOS, con la presentación de las cuencas urbanas y no urbanas (Plano AN4.3), así como la caracterización de las mismas desde el punto de vista de los usos del suelo (Plano AN4.4).

5.1.1 Cuencas Urbanas

CUENCAS Nº	AREA Km².	LONGITUD Km.	Hmáx m	Hmin m	PENDIENTE m/m.	Tc h.
C01	0,317	1,001	270,0	204,0	0,066	0,503

La misma corresponde al área de aporte al punto de vertido PV1.

5.1.2 Cuenca asociada a la EDAR

CUENCAS Nº	AREA Km².	LONGITUD Km.	Hmáx m	Hmin m	PENDIENTE m/m.	Tc h.
C02	0,028	0,190	256,0	202,0	0,285	0,101

La misma corresponde al área de aporte a la cuneta contemplada a uno de los lados del camino existente junto a la EDAR.

5.2. METODO RACIONAL

Para calcular el caudal máximo anual Q_T, correspondiente a un periodo de retorno T, emplearemos el Método Racional. Se calcula mediante la siguiente formula:

$$Q_T = \frac{I(T,t_c)\cdot C\cdot A\cdot K_t}{3{,}6}$$

Donde:

Q= Caudal máximo, en m^3/s

C= Coeficiente de escorrentía de la cuenca

I= Intensidad del aguacero, en mm/h, para un periodo de retorno (T) y un tiempo de concentración (Tc) dados

A= Superficie de la cuenca, en km^2

Kt= Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

5.2.1 Parámetros de cálculo

5.2.1.1 Intensidad de la precipitación

La intensidad de la precipitación I (T, t) correspondiente a un periodo de retorno T, y a una duración del aguacero t, a emplear en la estimación de caudales por el método racional, se obtendrá por medio de la fórmula:

$$I(T,t) = I_d \cdot F_{\text{int}}$$

I (T, t) = Intensidad de precipitación correspondiente a un periodo T y a una duración de aguacero *t*, en mm/h.

I_d = Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno *T*, en mm/h

F_{int} = Factor de intensidad (adimensional).

La intensidad de precipitación a considerar es la correspondiente a una duración del aguacero igual al tiempo de concentración ($t=t_c$).

5.2.1.1.1 Factor de intensidad "Fint"

En la anterior expresión "F_{int}" *introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y depende de:*

La duración del aguacero *t*

El periodo de retorno *T,* si se dispone de curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF) aceptadas por la Dirección General de Carreteras, en un pluviógrafo situado en el entorno de la zona de estudio que pueda considerarse representativo su comportamiento.

Se tomará el mayor valor obtenidos entre:

$$F_{int} = máx\ (F_a, F_b)$$

Para este proyecto, como no se dispone de una curva IDF de un pluviómetro cercano a la zona de estudio y, por lo tanto, representativo, se ha optado por calcular el valor de F_a.

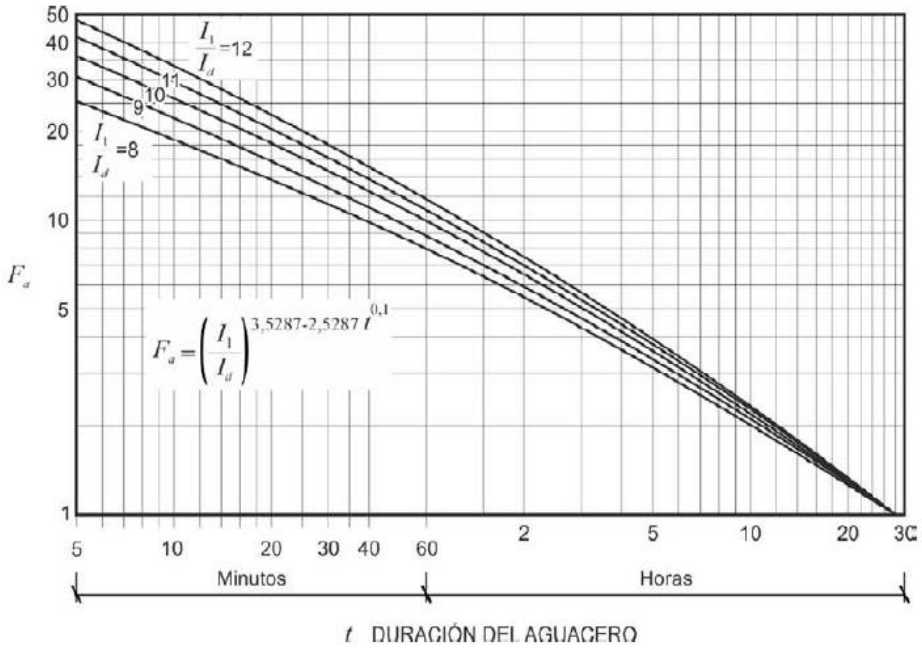
Obtención de F_a (mm/h)

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{3,5287 - 2,5287\, t^{0,1}}$$

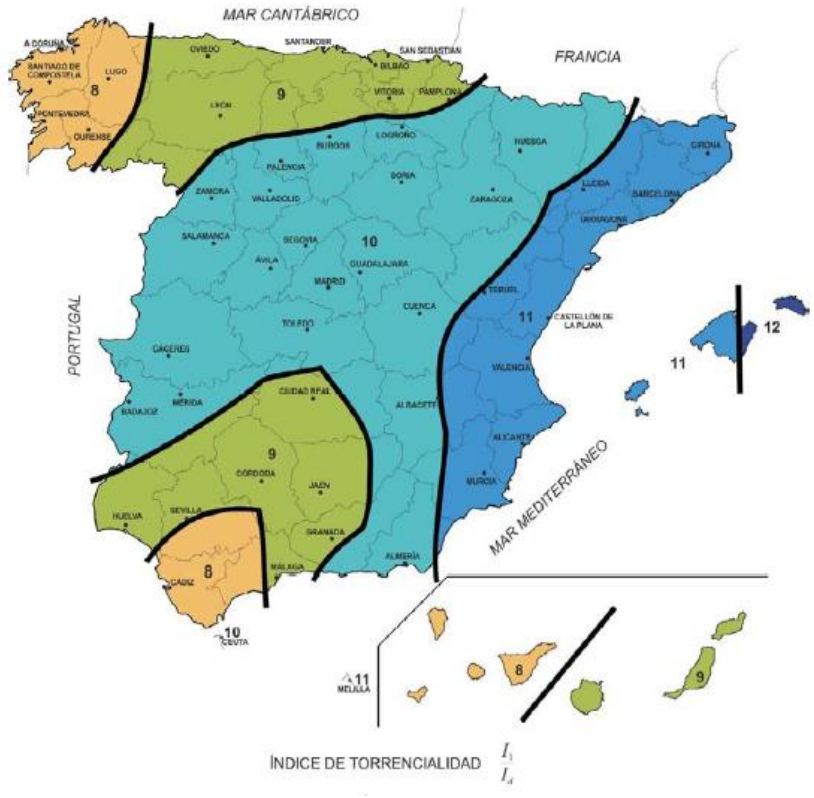
(I_1/I_d) = Índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la figura 2.4 de la Norma, en mm/h.

t= Duración del aguacero, en horas

Para la obtención del factor F_a, se debe particularizar la expresión para un tiempo de duración del aguacero igual al tiempo de concentración (t=tc), ver figura 2.3 de la Norma.



Factor F_a (fuente: Norma 5.2 IC Drenaje Superficial)



Mapa del Índice de Torrencialidad (I1/Id) (fuente: Norma 5.2 IC Drenaje Superficial)

En nuestro caso, el índice de torrencialidad (I1/Id) será de 8 tanto para cuencas urbanas como para las no urbanas descritas en el apartado 5.1.

Tiempo de concentración

El tiempo de concentración t_c es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca este aportando escorrentía en el punto de desagüe. Se obtiene calculando el tiempo de recorrido más largo desde cualquier punto de la cuenca hasta el punto de desagüe:

$$t_c = 0{,}3 \cdot L_c^{\,0{,}76} \cdot J_c^{\,-0{,}19}$$

Donde:

L_c= Longitud del cauce, en km

J_c= Pendiente media del cauce, adimensional

Si el tiempo de concentración resultara inferior a 0.25 horas, se considera que el flujo es difuso y su determinación viene dada por la siguiente fórmula:

$$t_{dif} = 2 \cdot L_{dif}^{0,408} \cdot n_{dif}^{0,312} \cdot J_{dif}^{-0,209}$$

Donde:

tdif = Tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno, en minutos.

ndif = Coeficiente de flujo difuso, adimensional.

Ldif = Longitud de recorrido en flujo difuso, en metros.

Jdif = Pendiente media, adimensional.

El valor del coeficiente de flujo difuso se consulta en la tabla 2.1 de la Norma:

TABLA 2.1.- VALORES DEL COEFICIENTE DE FLUJO DIFUSO n_{dif}

Cobertura del terreno		n_{dif}
Pavimentado o revestido		0,015
No pavimentado ni revestido	Sin vegetación	0,050
	Con vegetación escasa	0,120
	Con vegetación media	0,320
	Con vegetación densa	1,000

Tabla 2.1- VALORES DEL COEFICIENTE DEL FLUJO DIFUSO n dif (fuente: Norma 5.2 IC Drenaje Superficial)

TABLA 2.2.- DETERMINACIÓN DE t_c EN CONDICIONES DE FLUJO DIFUSO

t_{dif} (minutos)	t_C (minutos)
≤ 5	5
5 ≤ t_{dif} ≤ 40	t_{dif}
≥ 40	40

Tabla 2.2- DETERMINACIÓN DE tc EN CONDICIONES DE FLUJO DIFUSO n dif (fuente: Norma 5.2 IC Drenaje Superficial)

5.2.1.1.2 Intensidad media diaria de precipitación corregida

La intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno T, se obtiene mediante la fórmula:

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

Donde:

P_d = Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno T, en mm

K_A = Factor reductor de la precipitación por área de cuenca

Para la determinación de la precipitación media diaria, P_d, se debe adoptar el mayor valor de los obtenidos a partir de:

- Datos publicados por la Dirección General de carreteras
- Estudio estadístico de las series de precipitaciones diarias máximas anuales. Se debe ajustar a la serie de precipitaciones máximas registrada en cada pluviómetro, la función de distribución extremal más apropiada a los datos de la zona, considerando al menos las funciones de Gumbel y SQRT ET-max.

Los valores de P_d se recogen en las tablas del apartado 4.4 visto anteriormente.

El factor reductor de la precipitación por área de la cuenca K_A, tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda su superficie. Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

Si $A < 1$ km^2	$K_A = 1$
Si $A \geq 1$ km^2	$K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$

Donde:

A = Área de la cuenca, en km^2

En nuestro caso, el valor de K_A es igual a 1 para todas las cuencas identificadas, ya que ninguna de ellas, sea urbana o no urbana, tiene una superficie mayor a 1 km^2.

5.2.1.2 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía C, define la parte de la precipitación de intensidad I(t, tc) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca. El valor viene definido por la expresión:

$$\text{Si } P_d \cdot K_A > P_0 \qquad C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right)\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

$$\text{Si } P_d \cdot K_A \leq P_0 \qquad C = 0$$

Donde:

C= Coeficiente de escorrentía, (adimensional)

P_d = Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno T, en mm.

K_A = Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca, (adimensional).

P_o = Umbral de escorrentía, en mm

5.2.1.2.1 Umbral de escorrentía

El umbral de escorrentía P_o, representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía. Se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

Donde:

P_o = Umbral de escorrentía, en mm

P_o^i = Valor inicial del umbral de escorrentía

β = Coeficiente corrector del umbral de escorrentía

Para la determinación del valor inicial de escorrentía se debe analizar, en primer lugar, el uso de suelo de las cuencas. Para ello, se ha analizado los distintos usos que se dan en el ámbito del proyecto y los porcentajes por urbanizar, encontrando que:

Cuencas:

Dado que la cuenca se ubica sobre el núcleo urbano de El Colmenar, consolidado urbanísticamente en su mayor parte, el uso de suelo predominante es el tejido urbano continuo.

Así mismo, se ha considerado el porcentaje por urbanizar al cual se le asigna como uso de suelo tejido urbano.

Por otra parte, los usos de suelo predominantes en las inmediaciones del núcleo de población son el de Matorral boscoso de frondosas, Pastizales naturales. A su vez, se ha identificado algunas zonas puntuales de Grandes formaciones de matorral denso y Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesado.

Se ha considerado oportuno diferenciar las proporciones de los distintos usos del suelo dentro de cada una de las cuencas en estudio.

Por otro lado, es preciso determinar las características hidrológicas del suelo, lo que se debe realizar a partir del mapa de la figura 2.7 de la Norma. Si se dispusiera de información más específica sobre el ámbito de estudio, en el proyecto se podría justificar el cambio del grupo hidrológico de suelo para alguna cuenca concreta, según los criterios establecidos también en la Norma. Como no se disponen de estudios específicos para el ámbito de las cuencas, la determinación del grupo hidrológico se hará a partir del mapa de la figura 2.7 de la Norma. De acuerdo con esta figura, todas las cuencas de aportación identificadas en el ámbito del proyecto pertenecen al grupo hidrológico C.

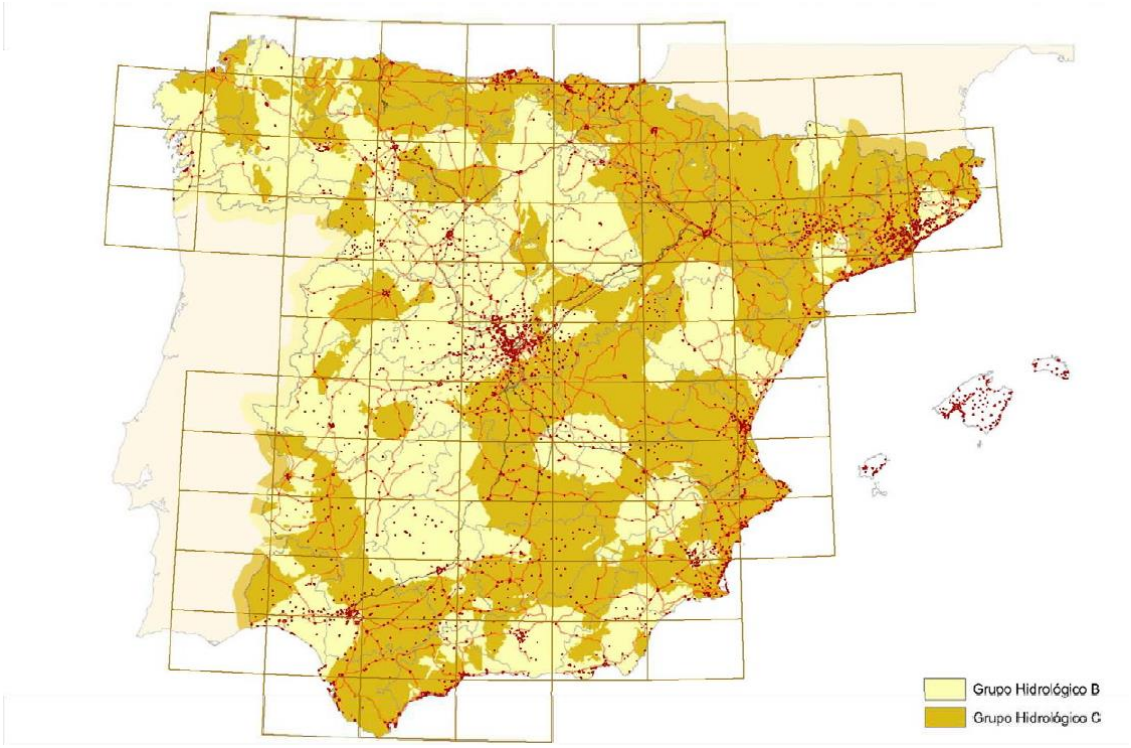


Figura 2.7-MAPA DE GRUPOS HIDROLÓGICOS DE SUELO (fuente: Norma 5.2 IC Drenaje Superficial)

Una vez conocido el uso de suelo de cada cuenca, así como el grupo hidrológico, se puede determinar el valor inicial del umbral de escorrentía, P_o^i, según lo recogido en la tabla 2.3 de la Norma. Para ello, se tendrá en cuenta también la pendiente (%) de la cuenca.

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
11100	Tejido urbano continuo			1	1	1	1
11200	Tejido urbano discontinuo			24	14	8	6
11200	Urbanizaciones			24	14	8	6
11210	Estructura urbana abierta			24	14	8	6
11220	Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas			24	14	8	6
12100	Zonas industriales y comerciales			6	4	3	3
12100	Granjas agrícolas			24	14	8	6
12110	Zonas industriales			12	7	5	4
12120	Grandes superficies de equipamiento y servicios			6	4	3	3
12200	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados			1	1	1	1
12210	Autopistas, autovías y terrenos asociados			1	1	1	1
12220	Complejos ferroviarios			12	7	5	4
12300	Zonas portuarias			1	1	1	1
12400	Aeropuertos			24	14	8	6
13100	Zonas de extracción minera			16	9	6	5
13200	Escombreras y vertederos			20	11	8	6
13300	Zonas de construcción			24	14	8	6
14100	Zonas verdes urbanas			53	23	14	10
14200	Instalaciones deportivas y recreativas			79	32	18	13
14210	Campos de golf			79	32	18	13
14220	Resto de instalaciones deportivas y recreativas			53	23	14	10
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	R	≥ 3	29	17	10	8
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	N	≥ 3	32	19	12	10
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	R/N	< 3	34	21	14	12
21100	Tierras de labor en secano (viveros)			0	0	0	0
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	R	≥ 3	23	13	8	6
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	N	≥ 3	25	16	11	8
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	R/N	< 3	29	19	14	11
21100	Tierras abandonadas		≥ 3	16	10	7	5
21100	Tierras abandonadas		< 3	20	14	11	8
21200	Terrenos regados permanentemente	R	≥ 3	37	20	12	9
21200	Terrenos regados permanentemente	N	≥ 3	42	23	14	11
21200	Terrenos regados permanentemente	R/N	< 3	47	25	16	13
21210	Cultivos herbáceos en regadío	R	≥ 3	37	20	12	9
21210	Cultivos herbáceos en regadío	N	≥ 3	42	23	14	11
21210	Cultivos herbáceos en regadío	R/N	< 3	47	25	16	13
21220	Otras zonas de irrigación			0	0	0	0
21300	Arrozales			47	25	16	13
22100	Viñedos		≥ 3	62	28	15	10
22100	Viñedos		< 3	75	34	19	14
22110	Viñedos en secano		≥ 3	62	28	15	10

Tabla 2.3-VALOR INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA Po(mm) (fuente: Norma 5.2 IC Drenaje Superficial)

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
22110	Viñedos en secano		< 3	75	34	19	14
22120	Viñedos en regadío		≥ 3	62	28	15	10
22120	Viñedos en regadío		< 3	75	34	19	14
22200	Frutales y plantaciones de bayas		≥ 3	80	34	19	14
22200	Frutales y plantaciones de bayas		< 3	95	42	22	15
22210	Frutales en secano		≥ 3	62	28	15	10
22210	Frutales en secano		< 3	75	34	19	14
22220	Frutales en regadío		≥ 3	80	34	19	14
22220	Frutales en regadío		< 3	95	42	22	15
22221	Cítricos		≥ 3	80	34	19	14
22221	Cítricos		< 3	95	42	22	15
22222	Frutales tropicales		≥ 3	80	34	19	14
22222	Frutales tropicales		< 3	95	42	22	15
22223	Otros frutales en regadío		≥ 3	80	34	19	14
22223	Otros frutales en regadío		< 3	95	42	22	15
22300	Olivares		≥ 3	62	28	15	10
22300	Olivares		< 3	75	34	19	14
22310	Olivares en secano		≥ 3	62	28	15	10
22310	Olivares en secano		< 3	75	34	19	14
22320	Olivares en regadío		≥ 3	62	28	15	10
22320	Olivares en regadío		< 3	75	34	19	14
23100	Prados y praderas		≥ 3	70	33	18	13
23100	Prados y praderas		< 3	120	55	22	14
23100	Pastos en tierras abandonadas		≥ 3	24	14	8	6
23100	Pastos en tierras abandonadas		< 3	58	25	12	7
23100	Prados arbolados		≥ 3	70	33	18	13
23100	Prados arbolados		< 3	120	55	22	14
24110	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano		≥ 3	39	20	12	8
24110	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano		< 3	66	29	15	10
24120	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío		≥ 3	75	33	18	14
24120	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío		< 3	106	48	22	15
24211	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	R	≥ 3	26	15	9	6
24211	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	N	≥ 3	28	17	11	8
24211	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	R/N	< 3	30	19	13	10
24212	Mosaico de cultivos permanentes en secano		≥ 3	62	28	15	10
24212	Mosaico de cultivos permanentes en secano		< 3	75	34	19	14
24213	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano		≥ 3	39	20	12	8
24213	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano		< 3	66	29	15	10

Tabla 2.3-VALOR INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA Po(mm) (fuente: Norma 5.2 IC Drenaje Superficial)

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
24221	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	R	≥ 3	37	20	12	9
24221	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	N	≥ 3	42	23	14	11
24221	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	R/N	< 3	47	25	16	13
24222	Mosaico de cultivos permanentes en regadío		≥ 3	80	34	19	14
24222	Mosaico de cultivos permanentes en regadío		< 3	95	42	22	15
24223	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío		≥ 3	75	33	18	14
24223	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío		< 3	106	48	22	15
24230	Mosaico de cultivos mixtos en secano y regadío	R	≥ 3	31	17	10	8
24230	Mosaico de cultivos mixtos en secano y regadío	N	≥ 3	34	20	13	10
24230	Mosaico de cultivos mixtos en secano y regadío	R/N	< 3	37	22	14	11
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R	≥ 3	26	15	9	6
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	N	≥ 3	28	17	11	8
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R/N	< 3	30	19	13	10
24320	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R	≥ 3	37	20	12	9
24320	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	N	≥ 3	42	23	14	11
24320	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R/N	< 3	47	25	16	13
24330	Mosaico de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural		≥ 3	70	33	18	13
24330	Mosaico de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural		< 3	120	55	22	14
24400	Sistemas agroforestales		≥ 3	53	23	14	9
24400	Sistemas agroforestales		< 3	80	35	17	10
24410	Pastizales, prados o praderas con arbolado adehesado		≥ 3	53	23	14	9
24410	Pastizales, prados o praderas con arbolado adehesado		< 3	80	35	17	10
24420	Cultivos agrícolas con arbolado adehesado		≥ 3	53	23	14	9
24420	Cultivos agrícolas con arbolado adehesado		< 3	80	35	17	10
31100	Frondosas			90	47	31	23
31110	Perennifolias			90	47	31	23
31120	Caducifolias y marcescentes			90	47	31	23
31130	Otras frondosas de plantación		≥ 3	79	34	19	14
31130	Otras frondosas de plantación		< 3	94	42	22	15
31140	Mezclas de frondosas			90	47	31	23

Tabla 2.3-VALOR INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA Po(mm) (fuente: Norma 5.2 IC Drenaje Superficial)

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
31150	Bosques de ribera			76	34	22	16
31160	Laurisilva macaronésica			90	47	31	23
31200	Bosques de coníferas			90	47	31	23
31210	Bosques de coníferas de hojas aciculares			90	47	31	23
31220	Bosques de coníferas de hojas tipo cupresáceo			90	47	31	23
31300	Bosque mixto			90	47	31	23
32100	Pastizales naturales		≥ 3	53	23	14	9
32100	Pastizales naturales		< 3	80	35	17	10
32100	Prados alpinos		≥ 3	70	33	18	13
32100	Prados alpinos		< 3	120	55	22	14
32100	Formaciones herbáceas de llanuras aluviales inundadas y llanuras costeras, tierras bajas		≥ 3	70	33	18	13
32100	Formaciones herbáceas de llanuras aluviales inundadas y llanuras costeras, tierras bajas		< 3	120	55	22	14
32110	Pastizales supraforestales		≥ 3	70	33	18	13
32110	Pastizales supraforestales		< 3	120	55	22	14
32111	Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocantábricos		≥ 3	70	33	18	13
32111	Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocantábricos		< 3	120	55	22	14
32112	Pastizales supraforestales mediterráneos		≥ 3	24	14	8	6
32112	Pastizales supraforestales mediterráneos		< 3	57	25	12	7
32121	Otros pastizales templado oceánicos		≥ 3	53	23	14	9
32121	Otros pastizales templado oceánicos		< 3	79	35	17	10
32122	Otros pastizales mediterráneos		≥ 3	24	14	8	6
32122	Otros pastizales mediterráneos		< 3	57	25	12	7
32200	Landas y matorrales mesófilas			76	34	22	16
32210	Landas y matorrales en climas húmedos. Vegetación mesófila			76	34	22	16
32220	Faya-brezal macaronésico			60	24	14	10
32300	Vegetación esclerófila			60	24	14	10
32311	Grandes formaciones de matorral denso o medianamente denso			75	34	22	16
32312	Matorrales subarbustivos o arbustivos muy poco densos			60	24	14	10
32320	Matorrales xerófilos macaronésicos			40	17	8	5
32400	Matorral boscoso de transición			75	34	22	16
32400	Claras de bosques			40	17	8	5
32400	Zonas empantanadas fijas o en transición			60	24	14	10
32410	Matorral boscoso de frondosas			75	34	22	16
32420	Matorral boscoso de coníferas			75	34	22	16
32430	Matorral boscoso de bosque mixto			75	34	22	16
33110	Playas y dunas			152	152	152	152
33120	Ramblas con poca o sin vegetación			15	8	6	4
33200	Roquedo			2	2	2	2
33210	Rocas desnudas con fuerte pendiente			2	2	2	2

Tabla 2.3-VALOR INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA Po(mm) (fuente: Norma 5.2 IC Drenaje Superficial)

De acuerdo con esta tabla, los valores de P_o^i adoptados para el cálculo serán:

- Tejido urbano continuo: 1
- Tejido urbano discontinuo: 8
- Matorral boscoso de frondosas: 22
- Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesado: 14 (para pendientes iguales o mayores a 3%)
- Grandes formaciones de matorral denso: 22
- Pastizales naturales: 14

Por último, para poder calcular el umbral de escorrentía, es preciso determinar el valor del coeficiente del umbral de escorrentía.

$$\beta^{PM} = \beta_m \cdot F_T$$

Donde:

β_m = Valor medio en la región, del coeficiente del umbral de escorrentía, adimensional.

F_T = Factor función del periodo de retorno T.

Para el cálculo de ambos, se deben tomar los valores indicados en la figura 2.9 y en la tabla 2.5 de la Norma.



Figura 2.9-REGIONES CONSIDERADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA (fuente: Norma 5.2 IC Drenaje Superficial)

En nuestro caso, la cuenca descrita en el apartado 5.1 se encuentra en la región 61.

TABLA 2.5.- COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA: VALORES CORRESPONDIENTES A CALIBRACIONES REGIONALES

Región	Valor medio, β_m	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Período de retorno T (años), F_T				
		50% Δ_{50}	67% Δ_{67}	90% Δ_{90}	2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,13	1,34	1,59
12	0,95	0,20	0,25	0,45	0,75	0,90	1,14	1,33	1,56
13	0,60	0,15	0,25	0,40	0,74	0,90	1,15	1,34	1,55
21	1,20	0,20	0,35	0,55	0,74	0,88	1,18	1,47	1,90
22	1,50	0,15	0,20	0,35	0,74	0,90	1,12	1,27	1,37
23	0,70	0,20	0,35	0,55	0,77	0,89	1,15	1,44	1,82
24	1,10	0,15	0,20	0,35	0,76	0,90	1,14	1,36	1,63
25	0,60	0,15	0,20	0,35	0,82	0,92	1,12	1,29	1,48
31	0,90	0,20	0,30	0,50	0,87	0,93	1,10	1,26	1,45
32	1,00	0,20	0,30	0,50	0,82	0,91	1,12	1,31	1,54
33	2,15	0,25	0,40	0,65	0,70	0,88	1,15	1,38	1,62
41	1,20	0,20	0,25	0,45	0,91	0,96	1,00	1,00	1,00
42	2,25	0,20	0,35	0,55	0,67	0,86	1,18	1,46	1,78
511	2,15	0,10	0,15	0,20	0,81	0,91	1,12	1,30	1,50
512	0,70	0,20	0,30	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
52	0,95	0,20	0,25	0,45	0,89	0,94	1,09	1,22	1,36
53	2,10	0,25	0,35	0,60	0,68	0,87	1,16	1,38	1,56
61	2,00	0,25	0,35	0,60	0,77	0,91	1,10	1,18	1,17
71	1,20	0,15	0,20	0,35	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
72	2,10	0,30	0,45	0,70	0,67	0,86	1,00	-	-
81	1,30	0,25	0,35	0,60	0,76	0,90	1,14	1,34	1,58
821	1,30	0,35	0,50	0,85	0,82	0,91	1,07	-	-
822	2,40	0,25	0,35	0,60	0,70	0,86	1,16	-	-
83	2,30	0,15	0,25	0,40	0,63	0,85	1,21	1,51	1,85
91	0,85	0,15	0,25	0,40	0,72	0,88	1,19	1,52	1,95
92	1,45	0,30	0,40	0,70	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
93	1,70	0,20	0,25	0,45	0,77	0,92	1,00	1,00	1,00
941	1,80	0,15	0,20	0,35	0,68	0,87	1,17	1,39	1,64
942	1,20	0,15	0,25	0,40	0,77	0,91	1,11	1,24	1,32
951	1,70	0,30	0,40	0,70	0,72	0,88	1,17	1,43	1,78
952	0,85	0,15	0,25	0,40	0,77	0,90	1,13	1,32	1,54
101	1,75	0,30	0,40	0,70	0,76	0,90	1,12	1,27	1,39
1021	1,45	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00
1022	2,05	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00

En Ceuta y Melilla se adoptarán valores similares a los de la región 61.
Pueden obtenerse valores intermedios por interpolación adecuada a partir de los datos de esta tabla
En todos los casos F_{10}=1,00

Tabla 2.5-COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA: VALORES CORRESPONDIENTES A CALIBRACIONES REGIONALES (fuente: Norma 5.2 IC Drenaje Superficial)

Para los datos no tabulados en la norma, correspondientes a los periodos T=10, T=50, T=200 y T=1000, se ha aplicado una interpolación lineal.

		FT (según el Periodo de Retorno en años)								
ZONA	βm	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
61	2	0,77	0,91	1,00	1,10	1,13	1,18	1,18	1,17	1,16

El valor del coeficiente de escorrentía para cada una de las cuencas y para cada periodo de retorno es el siguiente:

- Cuenca C1

T 2 años

% Superficie total	Uso suelo	Po' (mm)	βm Tabla 2.5	Ft Tabla 2.5	βpm Tabla 2.5	Po	Po adoptado	C. ESCORR. *C parc*	Coef. Escorrentia total
49,73%	Tejido urbano continuo	1	2,00	0,77	1,5400	1,54	1,54	0,965	0,652
17,00%	Pastizales naturales	14	2,00	0,77	1,5400	21,56	21,56	0,340	
14,17%	Grandes formaciones de matorral denso	22	2,00	0,77	1,5400	33,88	25,00	0,291	
9,74%	Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesado	14	2,00	0,77	1,5400	21,56	21,56	0,340	
5,19%	Tejido urbano discontinuo	8	2,00	0,77	1,5400	12,32	12,32	0,535	
4,17%	Matorral boscoso de frondosas	22	2,00	0,77	1,5400	33,88	25,00	0,291	

T 5 años

% Superficie total	Uso suelo	Po' (mm)	βm Tabla 2.5	Ft Tabla 2.5	βpm Tabla 2.5	Po	Po adoptado	C. ESCORR. *C parc*	Coef. Escorrentia total
49,73%	Tejido urbano continuo	1	2,00	0,91	1,82	1,82	1,82	0,973	0,697
17,00%	Pastizales naturales	14	2,00	0,91	1,82	25,48	25,00	0,405	
14,17%	Grandes formaciones de matorral denso	22	2,00	0,91	1,82	40,04	25,00	0,405	
9,74%	Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesado	14	2,00	0,91	1,82	25,48	25,00	0,405	
5,19%	Tejido urbano discontinuo	8	2,00	0,91	1,82	14,56	14,56	0,594	
4,17%	Matorral boscoso de frondosas	22	2,00	0,91	1,82	40,04	25,00	0,405	

T 10 años

%Superficie total	Uso suelo	Po' (mm)	βm Tabla 2.5	Ft Tabla 2.5	βpm Tabla 2.5	Po	Po adoptado	C. ESCORR. *C parc*	Coef. Escorrentia total
49,73%	Tejido urbano continuo	1	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	0,977	0,727
17,00%	Pastizales naturales	14	2,00	1,00	2,00	28,00	25,00	0,465	
14,17%	Grandes formaciones de matorral denso	22	2,00	1,00	2,00	44,00	25,00	0,465	
9,74%	Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesado	14	2,00	1,00	2,00	28,00	25,00	0,465	
5,19%	Tejido urbano discontinuo	8	2,00	1,00	2,00	16,00	16,00	0,619	
4,17%	Matorral boscoso de frondosas	22	2,00	1,00	2,00	44,00	25,00	0,465	

T 25 años

%Superficie total	Uso suelo	Po' (mm)	βm Tabla 2.5	Ft Tabla 2.5	βpm Tabla 2.5	Po	Po adoptado	C. ESCORR. *C parc*	Coef. Escorrentia total
49,73%	Tejido urbano continuo	1	2,00	1,10	2,20	2,20	2,20	0,980	0,760
17,00%	Pastizales naturales	14	2,00	1,10	2,20	30,80	25,00	0,529	
14,17%	Grandes formaciones de matorral denso	22	2,00	1,10	2,20	48,40	25,00	0,529	
9,74%	Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesado	14	2,00	1,10	2,20	30,80	25,00	0,529	
5,19%	Tejido urbano discontinuo	8	2,00	1,10	2,20	17,60	17,60	0,648	
4,17%	Matorral boscoso de frondosas	22	2,00	1,10	2,20	48,40	25,00	0,529	

T 50 años

%Superficie total	Uso suelo	Po' (mm)	βm Tabla 2.5	Ft Tabla 2.5	βpm Tabla 2.5	Po	Po adoptado	C. ESCORR. *C parc*	Coef. Escorrentia total
49,73%	Tejido urbano continuo	1	2,00	1,13	2,25	2,25	2,25	0,983	0,781
17,00%	Pastizales naturales	14	2,00	1,13	2,25	31,55	25,00	0,570	
14,17%	Grandes formaciones de matorral denso	22	2,00	1,13	2,25	49,57	25,00	0,570	
9,74%	Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesado	14	2,00	1,13	2,25	31,55	25,00	0,570	
5,19%	Tejido urbano discontinuo	8	2,00	1,13	2,25	18,03	18,03	0,677	
4,17%	Matorral boscoso de frondosas	22	2,00	1,13	2,25	49,57	25,00	0,570	

T 100 años

%Superficie total	Uso suelo	Po' (mm)	βm Tabla 2.5	Ft Tabla 2.5	βpm Tabla 2.5	Po	Po adoptado	C. ESCORR. *C parc*	Coef. Escorrentia total
49,73%	Tejido urbano continuo	1	2,00	1,18	2,36	2,36	2,36	0,985	0,800
17,00%	Pastizales naturales	14	2,00	1,18	2,36	33,04	25,00	0,608	
14,17%	Grandes formaciones de matorral denso	22	2,00	1,18	2,36	51,92	25,00	0,608	
9,74%	Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesado	14	2,00	1,18	2,36	33,04	25,00	0,608	
5,19%	Tejido urbano discontinuo	8	2,00	1,18	2,36	18,88	18,88	0,698	
4,17%	Matorral boscoso de frondosas	22	2,00	1,18	2,36	51,92	25,00	0,608	

T 200 años

%Superficie total	Uso suelo	Po' (mm)	βm Tabla 2.5	Ft Tabla 2.5	βpm Tabla 2.5	Po	Po adoptado	C. ESCORR. *C parc*	Coef. Escorrentia total
49,73%	Tejido urbano continuo	1	2,00	1,18	2,36	2,36	2,36	0,988	0,821
17,00%	Pastizales naturales	14	2,00	1,18	2,36	32,97	25,00	0,647	
14,17%	Grandes formaciones de matorral denso	22	2,00	1,18	2,36	51,81	25,00	0,647	
9,74%	Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesado	14	2,00	1,18	2,36	32,97	25,00	0,647	
5,19%	Tejido urbano discontinuo	8	2,00	1,18	2,36	18,84	18,84	0,733	
4,17%	Matorral boscoso de frondosas	22	2,00	1,18	2,36	51,81	25,00	0,647	

T 500 años

%Superficie total	Uso suelo	Po' (mm)	βm Tabla 2.5	Ft Tabla 2.5	βpm Tabla 2.5	Po	Po adoptado	C. ESCORR. *C parc*	Coef. Escorrentia total
49,73%	Tejido urbano continuo	1	2,00	1,17	2,34	2,34	2,34	0,991	0,845
17,00%	Pastizales naturales	14	2,00	1,17	2,34	32,76	25,00	0,692	
14,17%	Grandes formaciones de matorral denso	22	2,00	1,17	2,34	51,48	25,00	0,692	
9,74%	Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesado	14	2,00	1,17	2,34	32,76	25,00	0,692	
5,19%	Tejido urbano discontinuo	8	2,00	1,17	2,34	18,72	18,72	0,773	
4,17%	Matorral boscoso de frondosas	22	2,00	1,17	2,34	51,48	25,00	0,692	

- Cuenca C2 EDAR

T 2 años									
%Superficie total	Uso suelo	Po' (mm)	βm Tabla 2.5	Ft Tabla 2.5	βpm Tabla 2.5	Po	Po adoptado	C. ESCORR. *C parc*	Coef. Escorrentia total
100,00%	Matorral boscoso de frondosas	22	2,00	0,77	1,5400	33,88	25,00	0,291	0,291

T 5 años									
%Superficie total	Uso suelo	Po' (mm)	βm Tabla 2.5	Ft Tabla 2.5	βpm Tabla 2.5	Po	Po adoptado	C. ESCORR. *C parc*	Coef. Escorrentia total
100,00%	Matorral boscoso de frondosas	22	2,00	0,91	1,82	40,04	25,00	0,405	0,405

T 10 años

% Superficie total	Uso suelo	Po' (mm)	βm Tabla 2.5	Ft Tabla 2.5	βpm Tabla 2.5	Po	Po adoptado	C. ESCORR. *C parc*	Coef. Escorrentia total
100,00%	Matorral boscoso de frondosas	22	2,00	1,00	2,00	44,00	25,00	0,465	0,465

T 25 años

% Superficie total	Uso suelo	Po' (mm)	βm Tabla 2.5	Ft Tabla 2.5	βpm Tabla 2.5	Po	Po adoptado	C. ESCORR. *C parc*	Coef. Escorrentia total
100,00%	Matorral boscoso de frondosas	22	2,00	1,10	2,20	48,40	25,00	0,529	0,529

T 50 años

% Superficie total	Uso suelo	Po' (mm)	βm Tabla 2.5	Ft Tabla 2.5	βpm Tabla 2.5	Po	Po adoptado	C. ESCORR. *C parc*	Coef. Escorrentia total
100,00%	Matorral boscoso de frondosas	22	2,00	1,13	2,25	49,57	25,00	0,570	0,570

T 100 años

% Superficie total	Uso suelo	Po' (mm)	βm Tabla 2.5	Ft Tabla 2.5	βpm Tabla 2.5	Po	Po adoptado	C. ESCORR. *C parc*	Coef. Escorrentia total
100,00%	Matorral boscoso de frondosas	22	2,00	1,18	2,36	51,92	25,00	0,608	0,608

T 200 años

% Superficie total	Uso suelo	Po' (mm)	βm Tabla 2.5	Ft Tabla 2.5	βpm Tabla 2.5	Po	Po adoptado	C. ESCORR. *C parc*	Coef. Escorrentia total
100,00%	Matorral boscoso de frondosas	22	2,00	1,18	2,36	51,81	25,00	0,647	0,647

T 500 años

% Superficie total	Uso suelo	Po' (mm)	βm Tabla 2.5	Ft Tabla 2.5	βpm Tabla 2.5	Po	Po adoptado	C. ESCORR. *C parc*	Coef. Escorrentia total
100,00%	Matorral boscoso de frondosas	22	2,00	1,17	2,34	51,48	25,00	0,692	0,692

T 1000 años									
%Superficie total	Uso suelo	Po' (mm)	βm Tabla 2.5	Ft Tabla 2.5	βpm Tabla 2.5	Po	Po adoptado	C. ESCORR. *C parc*	Coef. Escorrentia total
100,00%	Matorral boscoso de frondosas	22	2,00	1,16	2,32	50,93	25,00	0,750	0,750

5.2.1.3 Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

El coeficiente Kt tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación. Se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

K_t = Coeficiente de uniformidad (corrige el hecho de que la precipitación no es uniforme en el tiempo)

T_c = Tiempo de concentración de la cuenca, en horas.

5.2.2 Cálculo de caudales

Se ha optado por determinar los caudales siguiendo el método racional ya que el área de cada cuenca es inferior a 50km^2. Si esto no hubiera sido así, hubiera sido preciso recurrir a un método estadístico, en caso de disponer de aforos representativos, o un método hidrológico adecuado según las características de la cuenca.

En relación con el coeficiente de escorrentía, cabe mencionar que tanto la bibliografía existente (por ejemplo, Hidrología aplicada de Ven Te ChoW) como el organismo de cuenca (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir) recomiendan, en el primer caso, o exigen, en el segundo, utilizar un coeficiente de escorrentía (C) con un valor mínimo de 0,60 para un período

de retorno de 500 años, en áreas no desarrolladas o en zonas de pastizales con pendientes medias superiores al 7%.

Los resultados de los cálculos realizados para la determinación del caudal y cada una de las cuencas son los siguientes:

C01

Periodo de retorno T (años)	AREA Km^2.	Lc Km	Hmax m	Hmin m	Jc m/m.	Pd mm	Ka mm.	tc horas	I1/Id	Id mm	I mm/hrs	Fint	C cálculo	C adoptado	Kt	CAUDAL Punta lluvias m3/s
2						81,21				3,38	38,38		0,652	0,652		2,27
5						113,89				4,75	53,82		0,697	0,697		3,40
10						135,11				5,63	63,85		0,727	0,727		4,21
25						162,32				6,76	76,71		0,760	0,760		5,28
50	0,317	1,00	270,0	204,0	0,0660	182,51	1,000	0,503	8,00	7,60	86,25	11,34	0,781	0,781	1,03	6,10
100						204,26				8,51	96,53		0,800	0,800		2,60
200						230,18				9,59	108,78		0,821	0,821		8,09
500						265,88				11,08	125,65		0,845	0,845		9,62
1000						325,38				13,56	153,77		0,875	0,875		12,19

C02

Periodo de retorno T (años)	AREA Km^2.	Lc Km	Hmax m	Hmin m	Jc m/m.	Pd mm	Ka mm.	tc horas	I1/Id	Id mm	I mm/hrs	Fint	C cálculo	C adoptado	Kt	CAUDAL Punta lluvias m3/s
2						81,21				3,38	79,53		0,291	0,291		0,18
5						113,89				4,75	111,53		0,405	0,405		0,36
10						135,11				5,63	132,31		0,465	0,465		0,49
25						162,32				6,76	158,95		0,529	0,529		0,66
50	0,028	0,19	256,0	202,0	0,2847	182,51	1,000	0,101	8,00	7,60	178,72	23,50	0,570	0,570	1,00	0,80
100						204,26				8,51	200,02		0,608	0,608		0,76
200						230,18				9,59	225,40		0,647	0,647		1,15
500						265,88				11,08	260,36		0,692	0,692		1,42
1000						325,38				13,56	318,63		0,750	0,750		1,89

6. EVALUACIÓN Y DRENAJE DE CUENCAS EXTERNAS

Para la evacuación y drenaje de las cuencas externas o áreas de aportación que pudieran afectar a las instalaciones proyectadas por el efecto de la escorrentía procedente de aguas de lluvia, se ha analizado la superficie que drenará hacia este punto teniendo en cuenta la topografía del entorno, tal y como puede verse en la siguiente imagen.



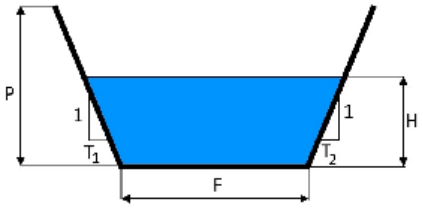
Cabe destacar que si bien al área de aportación la cruza la línea del ferrocarril, que podría llevarse la escorrentía de cabecera, se ha considerado para el cálculo la aportación del mismo.

La adecuación del camino existente en las inmediaciones de la EDAR (PK 0+000 a PK 0+181), tal y como se contempla en los planos 4.1 y 4.2 del documento Planos de este Proyecto, estará provisto de cunetas hormigonadas a ambos lados de éste, con las dimensiones adecuadas ubicadas al pie del talud de corte en el lado del camino.

Para el dimensionamiento hidráulico de la cuneta se ha usado la fórmula de Manning, siendo el caudal máximo de 0,66 m^3/s para el periodo de retorno de 25 años, el cual fue determinado según la metodología del apartado 5.2.2 del presente anejo, para la cuenca C02.

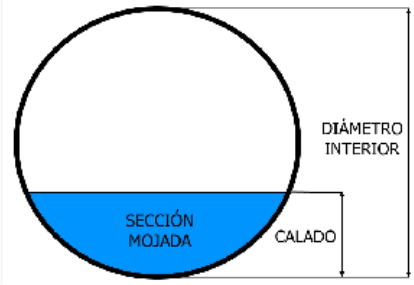
Así pues, se ha proyectado disponer una cuneta de sección trapecial revestida de hormigón en masa con una dimensión en la base 0,5 m, altura de 0,5 m y taludes H:V 1:1, en el margen del camino que recibirá principalmente la mayor parte de la escorrentía de la cuenca C2. A continuación, se justifica la capacidad hidráulica de esta cuneta según los datos de partida mencionados, para la mínima pendiente del camino del 0,50%:

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Profundidad (m)	0,5	Llenado (%)	75,449
Anchura en la base (m)	0,5	Perímetro mojado (m)	1,669
Talud T1	1	Radio hidráulico (m)	0,226
Talud T2	1	Velocidad (m/s)	1,75
Nº de Manning	0,015	Caudal (m^3/s)	0,66
Pendiente (%)	0,5	Nº de Froude	1,048
Calado (m)	0,413	Calado crítico (m)	0,424
Anchura lámina agua (m)	1,326	Sección llena (m^2)	0,5
Sección mojada (m^2)	0,377	Q sección llena (m^3/s)	0,963



Por su parte, para conducir el desagüe de la cuneta proyectada al río Guadiaro se ha considerado una OTDL de HA DN800 mm:

Parámetro	Valor
Diámetro (mm)	800
Nº de Manning	0,013
Pendiente (%)	1
Calado (m)	0,4
Anchura lámina agua (m)	0,8
Sección mojada (m^2)	0,251
Llenado (%)	49,933
Perímetro mojado (m)	1,256
Radio hidráulico (m)	0,2
Velocidad (m/s)	2,63
Caudal (m^3/s)	0,66
Nº de Froude	1,499
Calado crítico (m)	0,494
Sección llena (m^2)	0,503
Q sección llena (m^3/s)	1,322
Calado a Qmáx (m)	0,751
Qmax (m^3/s)	1,422



De forma general, en el resto de cunetas necesarias en el área externa de las instalaciones proyectadas se prevé disponer de cunetas de sección triangular hormigonadas (espesor 10 cms) con un talud H:V 1:1 y una profundidad de 0,50 m, las cuales recogerán áreas de aportación que no son relevantes.

7. INUNDABILIDAD

En el ámbito de estudio se distinguen varios cauces, los cuales se encuentran próximos a las obras proyectadas, siendo el más relevante en este caso particular el río Guadiaro.

El río citado, a su paso por el ámbito de estudio, se encuentra en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), instrumento que puso en marcha el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino para cumplir con la Directiva Europea 2007/60/CE sobre evaluación y gestión de riesgos de inundación. En ella se plantea la necesidad de detectar aquellas zonas especialmente expuestas a riesgo de inundación sobre las que realizar estudios de peligrosidad y riesgo, así como los planes de gestión correspondientes. El SNCZI se encuentra enmarcado en el Real Decreto 903/2010 de evaluación y gestión de los riesgos de inundación y en el Real Decreto 849/1986 por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que da, por un lado, respuesta a los requisitos impuestos por la Comisión Europea y, por otro, a las necesidades técnicas de información de organismos públicos, empresas y particulares para realizar una gestión óptima del espacio fluvial.

El SNCZI se ha desarrollado a partir de información cartográfica actual, generando unos MDT con un grado de detalle adaptado tanto al tamaño de la cuenca como al tipo de estudio a desarrollar. Para cuencas grandes se emplearon modelos con resolución de 500 o 100 metros y para la realización de los estudios geomorfológicos e hidráulicos fue necesario disponer de una cartografía de mayor precisión generada mediante tecnología LIDAR.

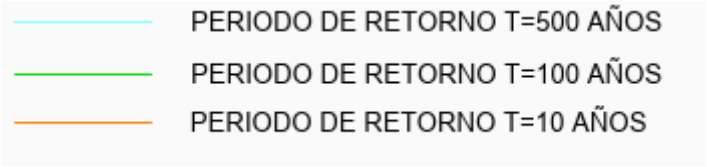
Los caudales de cálculo que emplearon en la delimitación de las zonas inundables para el desarrollo del SNCZI se basaron en los datos proporcionados por el mapa de caudales máximos (CEDEX, 2009) desarrollado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) para la Dirección General del Agua (DGA) del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM). No obstante, en aquellos casos en los que la información ofrecida por estos mapas tuviera limitaciones, se desarrollaron estudios hidrológicos complementarios.

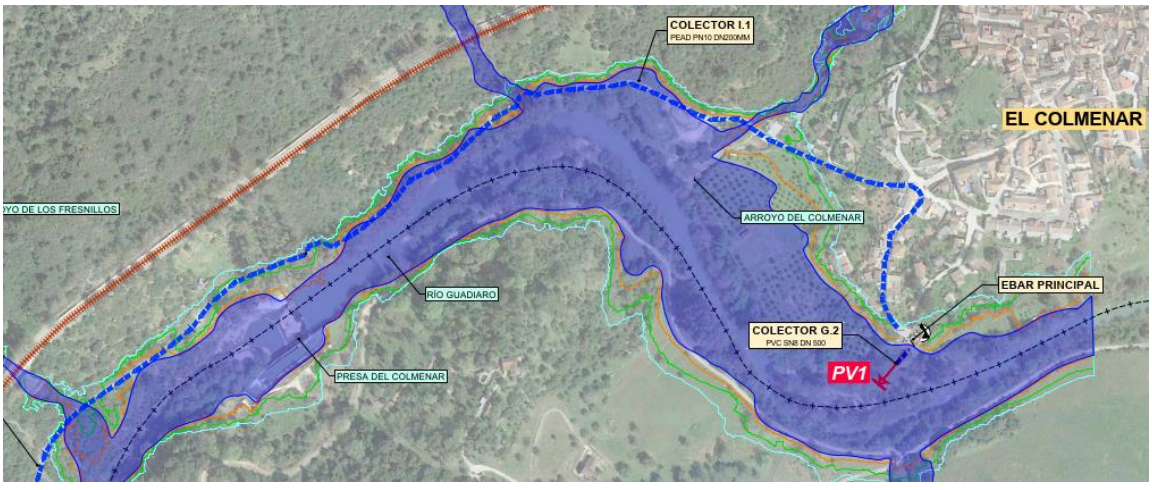
Las láminas de inundación se obtuvieron a partir de modelos hidráulicos unidimensionales o bidimensionales según el caso. En el plano adjunto al presente anejo (Plano AN4.5) se muestran las actuaciones contempladas en el proyecto, sobre la que se han superpuesto las láminas de inundación del Dominio Público Hidráulico (DPH) y las correspondientes a los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años.

A continuación, se presenta el siguiente análisis para cada una de las instalaciones principales y observaciones generales al respecto del diseño de la agrupación de vertidos:

- El trazado del colector desde la EBAR hasta el P.K. 1+120 se encuentra con diferentes tramos dentro de la zona de DPH y manchas de inundación para los diferentes periodos de retorno 10, 100 y 500 años (río Guadiaro, arroyo del Colmenar y arroyo de Los Fresnillos), que no se han podido salvar en su diseño conceptual ya que el trazado del colector se ha ubicado finalmente junto a un camino existente. Esta situación se justifica, teniendo en cuenta que cualquier otra solución que fuese alejarse de este camino o del río Guadiaro implicaría una gran afectación ambiental al Parque Natural de los Alcornocales. Añadido a esto, este camino existente se aprovecha para las posibles labores de mantenimiento, evitando así proyectar otro y aumentar la afectación anterior. Para minimizar el impacto de esta situación en la agrupación de vertidos de saneamiento, se ha provisto incorporar tapas estancas en los pozos registros de saneamiento de la red, ventosas y desagües, tanto en el tramo comentado anteriormente como en aquellos otros que queden afectados por la zona inundable o caudal de avenida para el periodo de retorno de 500 años.

  Leyenda





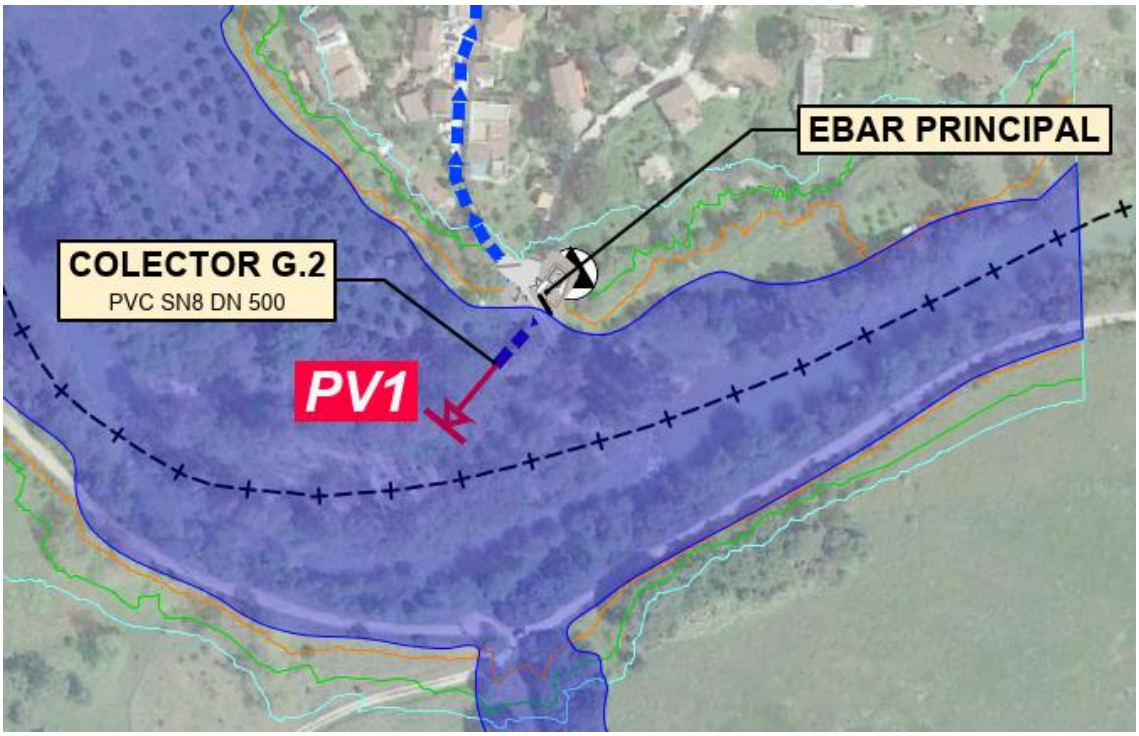
Trazado del colector G1 entorno al Río Guadiaro (fuente: Elaboración propia con datos de SNCZI)

- La EBAR principal podemos observar que, aunque queda fuera del DPH, no se encuentra a salvo de la avenida para periodo de retorno de 500 años cota 208,39, siendo la cota

superior de la cántara de bombeo la 206,20. Esta situación en la ubicación de la EBAR, no tiene otra alternativa que evite esta zona inundable ya que el punto de conexión de la red existente previo al vertido, se encuentra ubicado en un punto muy próximo al río Guadiaro que impide otra situación mejor.

Por otro lado, para la mancha de inundación del periodo de retorno de 10 años cota 205,20, queda ubicada por encima de la cota de descarga 201,88, por lo que se ha provisto a la embocadura de salida de una clapeta de fin de línea, para evitar reflujo del cauce en el mismo y que las condiciones de la descarga sean las adecuadas. Si hay que resaltar, que esta embocadura o descarga queda ubicada dentro del DPH de la mancha que se ha proporcionado. El diseño de la descarga se ha llevado finalmente a la misma ubicación que el antiguo punto de vertido, muy próximo al límite físico del cauce actual con la información de campo y topografía actualizada que se ha llevado a cabo para este proyecto, por lo que atendiendo a la escala con la que hemos contado que se han generado estos estudios, podrían existir ciertas diferencias, sobre todo en cauces con taludes con pendiente no uniformes o irregulares.

Para periodo de retorno 100 años la mancha de inundación alcanza la cota 206,90.



EBAR Principal El Colmenar (fuente: Elaboración propia con datos de SNCZI)

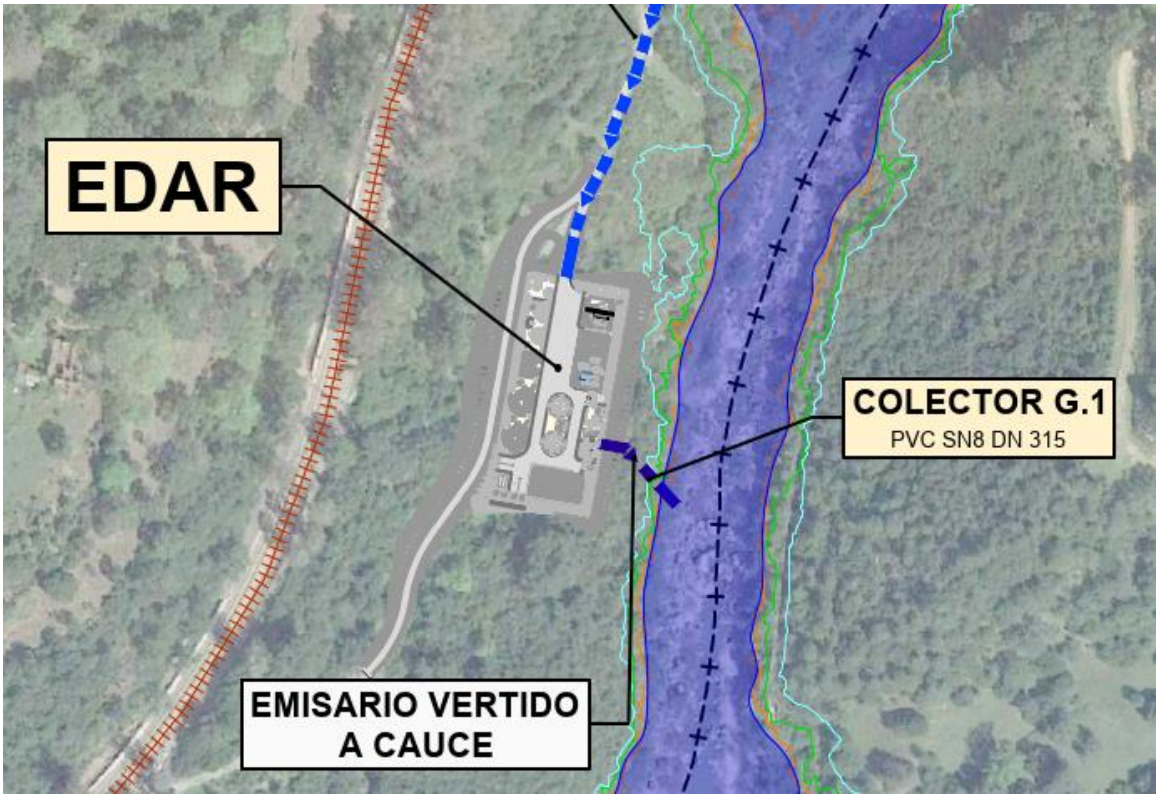
- Por último, vemos que la EDAR queda a salvo de la avenida de periodo de retorno de 500 años cota 201,00, inferior a la cota de implantación de urbanización de la misma

204,00. Además, se puede ver que la instalación queda fuera y alejada del límite del DPH.

Por otro lado, para la mancha de inundación del periodo de retorno de 10 años cota 200, queda ubicada por encima de la cota de descarga 198,71, por lo que se ha provisto a la embocadura de salida de una clapeta de fin de línea, para evitar reflujo del cauce en el mismo y que las condiciones de la descarga sean las adecuadas

Si hay que resaltar al igual que el caso anterior, que esta embocadura o descarga queda ligeramente ubicada dentro del DPH de la mancha que se ha proporcionado. El diseño de la descarga se ha llevado finalmente al límite físico del cauce actual con la información de campo y topografía actualizada que se ha llevado a cabo para este proyecto, por lo que atendiendo a la escala con la que hemos contado que se han generado estos estudios, podrían existir ciertas diferencias, sobre todo en cauces con taludes con pendiente no uniformes o irregulares.

Para periodo de retorno 100 años la mancha de inundación alcanza la cota 200,50.



EDAR El colmenar (fuente: Elaboración propia con datos de SNCZI)

8. PLANOS

Se incluyen a continuación los planos correspondientes del presente Anejo.

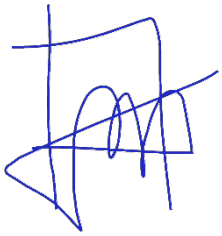
En Sevilla, mayo de 2020.

El Ingeniero Autor del Anejo



D. Carlos Moreno Valderrama
Colegiado Nº 17.595

El Ingeniero Autor del Proyecto



D. Fernando José Trujillo Díez
Colegiado Nº 17.007

EL COLMENAR

JUZCAR (ACEQUIA DE CHUCAR)

HUSO 30
ETRS89

PARQUE NATURAL SIERRA DE GRAZALEMA

PARQUE NATURAL SIERRA DE LAS NIEVES

PARQUE NATURAL DE LOS ALCORNOCALES

CÁDIZ

MÁLAGA

LEYENDA

- ESTACIÓN TERMOMÉTRICA
- ESTACIÓN TERMOPLUVIOMÉTRICA
- ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA
- ESTACIÓN DESESTIMADA

ALTITUD

AÑOS COMP.	AÑOS INC.

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ACUAES AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA SA

IDOM

EL AUTOR DEL PROYECTO: ING. CAMINOS C.P. COL: 17.007	EXAMINADO Y CONFORME EL DIRECTOR DE PROYECTO	CONFORME EL JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS	VºBº EL DIRECTOR TÉCNICO
Fdo: D. Fernando Trujillo Díez	Fdo: D. Nicolás Gutiérrez Carmona	Fdo: D. Daniel Gálvez Cruz	Fdo: D. Jerónimo Moreno Gayá

TÍTULO DEL PROYECTO
SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)

FECHA: ABRIL 2020

CLAVE: ACE/314.05/19/PROY/01

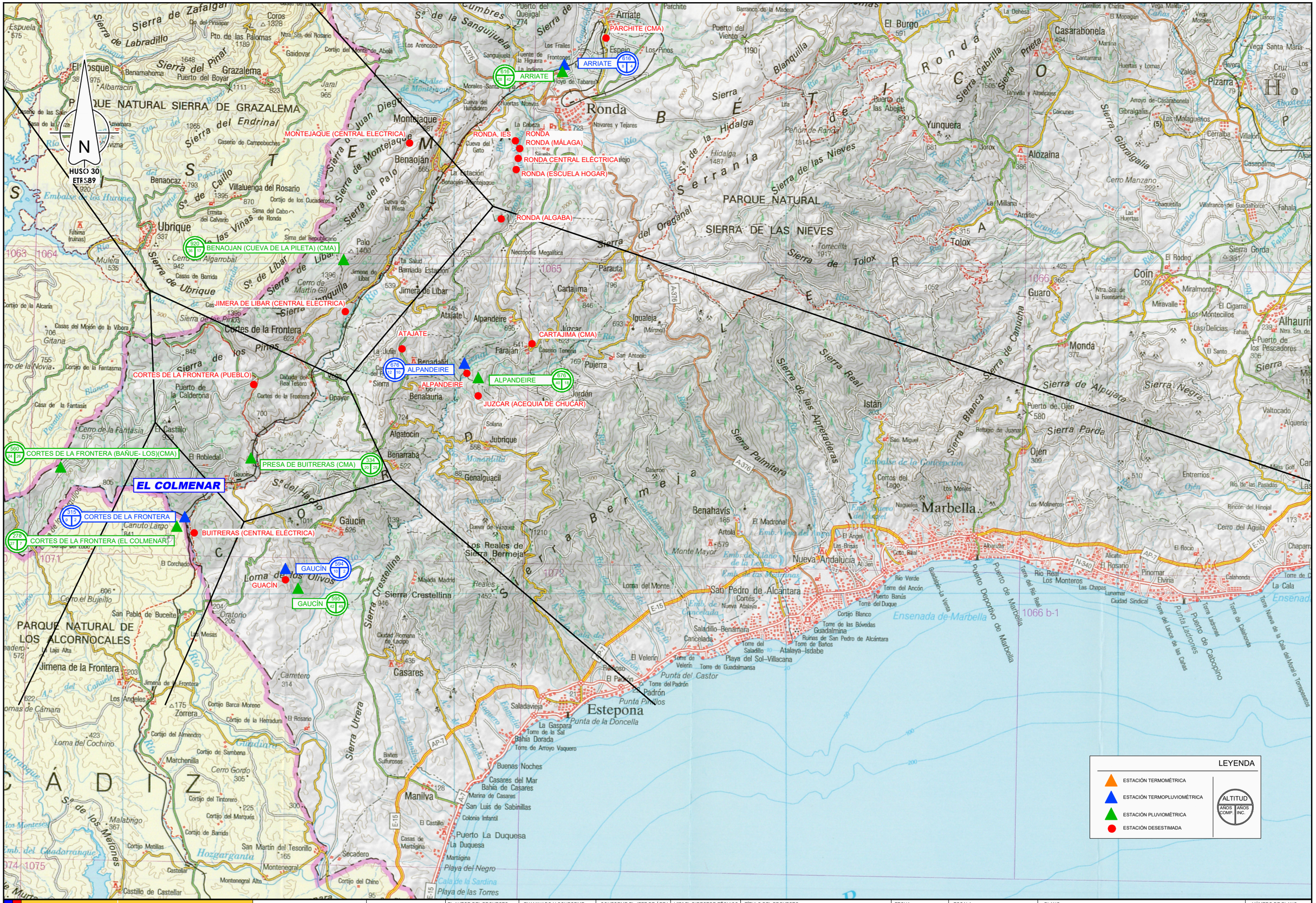
ESCALA: 0 2.500 5.000 m. — 1:200.000 — FORMATO ORIGINAL A3

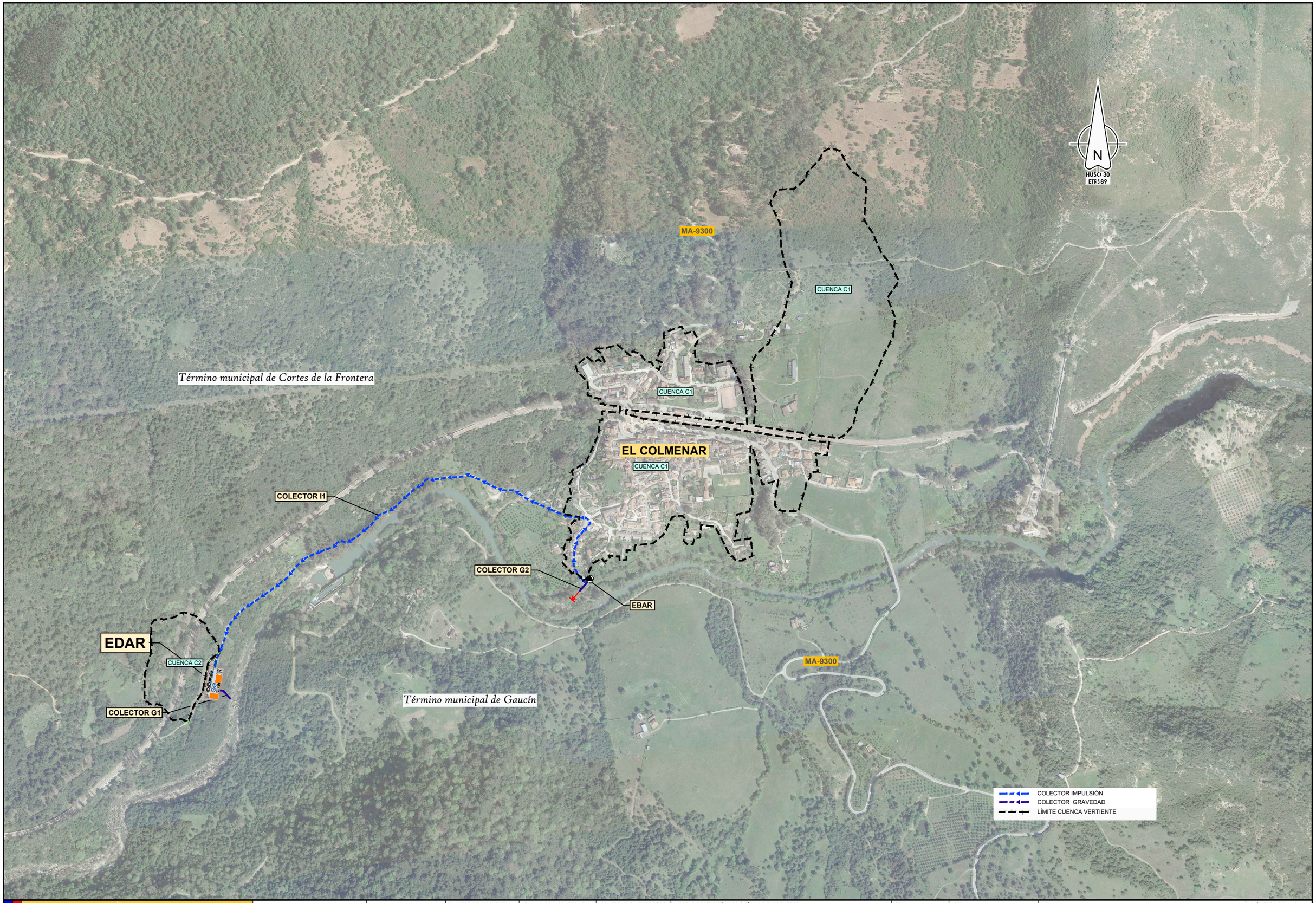
PLANO
CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA E INUNDABILIDAD
ESTACIONES METEOROLÓGICAS

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: COL_A0401 EST_METEO.dwg

NÚMERO DE PLANO: **AN4.1**

HOJA 1 de 1


HUSO 30
ETRS89
N
PARCHITE (CMA)
ARRIATE
ARRIATE
MONTEJAQUE (CENTRAL ELECTRICA)
RONDA, IES
RONDA
RONDA (MÁLAGA)
RONDA CENTRAL ELÉCTRICA
RONDA (ESCUELA HOGAR)
RONDA (ALGABA)
BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)
JIMERA DE LIBAR (CENTRAL ELECTRICA)
ATAJATE
CARTAJIMA (CMA)
ALPANDEIRE
ALPANDEIRE
ALPANDEIRE
JUZCAR (ACEQUIA DE CHUCAR)
CORTES DE LA FRONTERA (PUEBLO)
CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS)(CMA)
PRESA DE BUITRERAS (CMA)
EL COLMENAR
CORTES DE LA FRONTERA
CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)
BUITRERAS (CENTRAL ELÉCTRICA)
GAUCÍN
GAUCÍN
GAUCÍN
PARQUE NATURAL SIERRA DE GRAZALEMA
PARQUE NATURAL DE LOS ALCORNOCALES
PARQUE NATURAL SIERRA DE LAS NIEVES
Ronda
Estepona
Marbella
Benahavís
Manilva
Casares
Jimena de la Frontera
Gaucín
Ubrique
Benaocaz
Benaojan
Montejaque
Grazalema
Cortes de la Frontera
Algatocin
Benarrabá
Genalguacil
Jubrique
Benalauria
Atajate
Alpandeire
Farajan
Juzcar
Igualeja
Parauta
Cartajima
Pujerra
Jimera de Libar
Benadalid
Arriate
Los Pinos
Espeio
Los Frailes
Fuente de la Higuera
Sanguijuela
Morales-Santo
Huertas Nuevas
Cueva del Hundidero
La Cabeza
Navares y Tejares
Cueva del Gato
La Estación Benaojan-Montejaque
Cueva de la Pileta
Necrópolis Megalítica
La Salud
Barriada Estación
Casas de Barrida
Cerro de Martín Gil
Casas del Mojón de la Víbora
Casa de la Fantasía
Cerro de la Fantasía
Puerto de la Calderona
Dehesa del Real Tesoro
Cortes de la Frontera
Opavar
El Castillo
El Robledal
Gaucín
Canuto Largo
El Corchado
Cerro el Bujeillo
San Pablo de Buceite
Oratorio
Las Mesas
La Laja Alta
Jimena de la Frontera
Los Angeles
Zorrera
Cortijo Barca Moreno
Cortijo de la Hetradura
El Rosario
Cortijo del Almendro
Cortijo de Sambana
Marchenilla
Cerro Gordo
Loma del Cochino
Cortijo del Tintorero
Cortijo del Marqués
Cortijo de Barrida
Cortijo Matillas
San Martín del Tesorillo
Montenegral
Montenegral Alto
Castellar
Castillo de Castellar
Secadero
Cortijo del Chino
Loma de los Olivos
Majada Madrid
Sierra Crestellina
Ciudad Romana de Lacipo
Los Reales de Sierra Bermeja
Cueva de Vázquez
Cortijo Blanco
Loma del Monte
Cortés
Nueva Atalaya
San Pedro de Alcántara
Guadalmina
Ruinas de San Pedro de Alcántara
Torre de Baños
Atalaya-Isdabe
Cancelada
Saladillo-Benamara
Torre del Saladillo
Playa del Sol-Villacana
Torre de Guadalmansa
El Velerín
Torre de Velerín
Reposo
El Padrón
Torre del Padrón
Padrón
Punta del Castor
Punta Pinillos
Saladavieja
La Gaspara
Torre de la Sal
Bahía Dorada
Torre de Arroyo Vaquero
Punta de la Doncella
Buenas Noches
Casares del Mar
Bahía de Casares
Marina de Casares
San Luis de Sabinillas
Colonia Infantil
El Castillo
Puerto La Duquesa
La Duquesa
Martágina
Playa del Negro
Cala de la Sardina
Playa de las Torres
Casas de Martágina
Baños Sulfurosos
Nagueles
Los Monteros
Las Chapas
Lunamar
Ciudad Sindical
Torre del Lance de las Cañas
Torre de Calahonda
Torre Nueva de la Cala del Moral o Torreparedes
Torre Ladrones
Punta Ladrones
Puerto de Cabopino
Puerto Deportivo de Marbella
Torre del Río Real
Río Real
Río Verde
Torre del Ancón
Puerto Banús
Torre del Duque
Ensenada de Marbella
Nueva Andalucía
Las Brisas
Al Jen
Los Molineros
Rincón del Hinojal
Cerro del Águila
Chaparral
Alicate
El Rosario
Pinomar
Elviria
Calahonda
La Cala
El Rocío
Cerros del Lago
Los Monjes
Monte Mayor
Embalse de la Concepción
Embalse de Guadarranque
Embalse de los Hurones
Embalse de Montejaque
Embalse de Zahara
Embalse de Arcos
Embalse de Bornos
Embalse de Barbate
Embalse de Almodóvar
Embalse de Guadalcacín
Embalse de Los Hurones
Sierra de Zafalgar
Sierra de Labradillo
Sierra del Pinar
Sierra del Endrinal
Sierra de Montejaque
Sierra del Palo
Sierra de Líbar
Sierra de Ubrique
Sierra de los Pinos
Sierra de Juan Diego
Sierra de la Sanguijuela
Sierra del Oreganal
Sierra de Tolox
Sierra de las Nieves
Sierra de las Apretaderas
Sierra Real
Sierra Palmitera
Sierra Blanca
Sierra de Canucha
Sierra de Alpujata
Sierra Negra
Sierra Parda
Sierra Gibralgalia
Sierra Cabrilla
Sierra Prieta
Sierra Utrera
Sierra de los Merinos
Sierra de los Alcornocales
Sierra de Hidalga
Sierra de Blanquilla
Sierra de Peñón de Ronda
Sierra de Lifa
Sierra de Jorox
Sierra de Tejeda
Sierra de Almijara
Sierra de Cerro Manzano
Sierra de Cerro Gorda
Sierra de Cerro Negro
Sierra de Cerro Alcaparaín
Sierra de Cerro Alcaparaín
Sierra de Cerro Alcaparaín



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ACUAES AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA SA

IDOM

EL AUTOR DEL PROYECTO: ING. CAMINOS C.P. COL: 17.007
Fdo: D. Fernando Trujillo Díez

EXAMINADO Y CONFORME EL DIRECTOR DE PROYECTO
Fdo: D. Nicolás Gutiérrez Carmona

CONFORME EL JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS
Fdo: D. Daniel Gálvez Cruz

Vº Bº EL DIRECTOR TÉCNICO
Fdo: D. Jerónimo Moreno Gayá

TÍTULO DEL PROYECTO
SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)

FECHA: ABRIL 2020

CLAVE: ACE/314.05/19/PROY/01

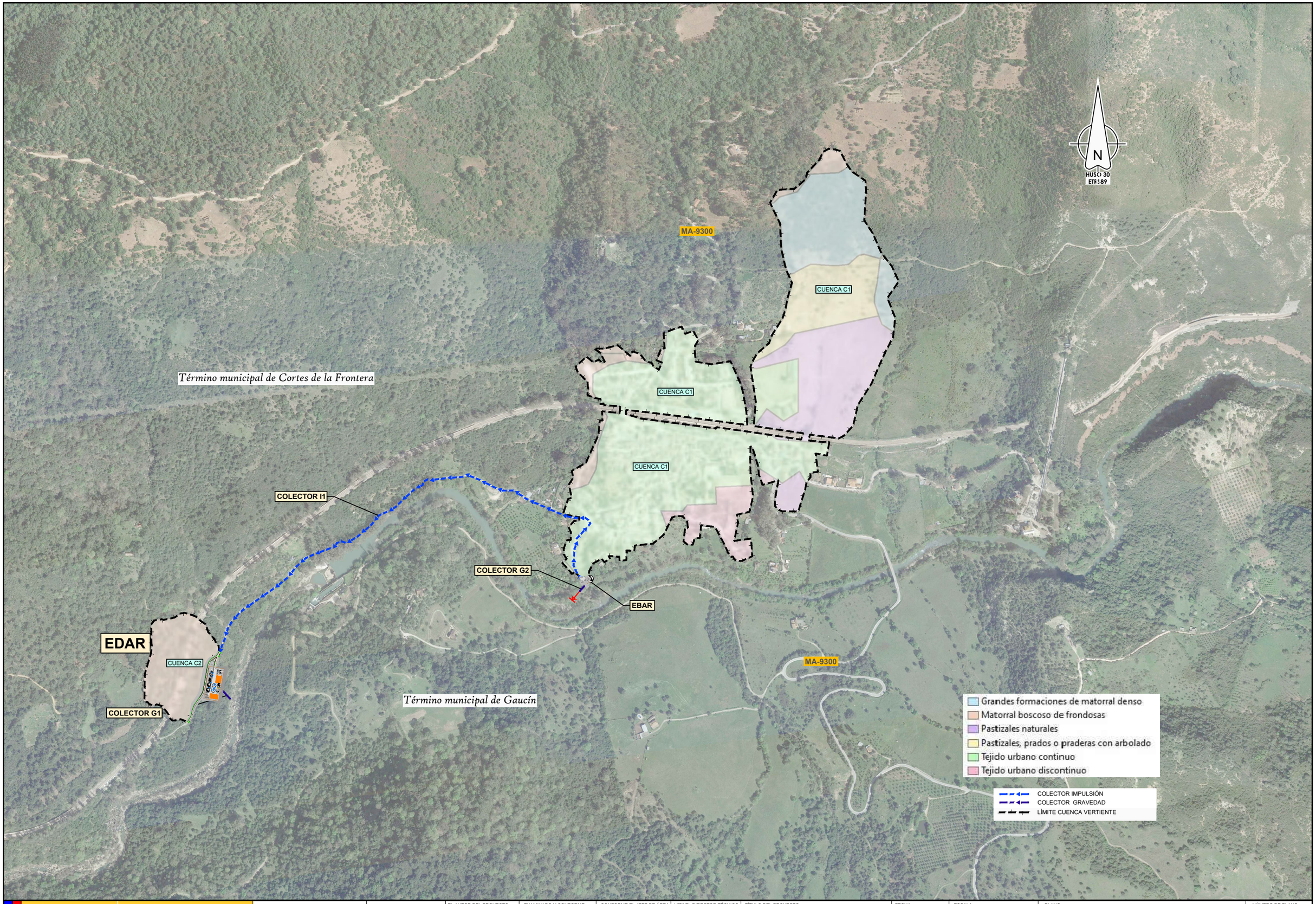
ESCALA: 0 25 50 m. — 1:3.000 — FORMATO ORIGINAL A3

PLANO
CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA E INUNDABILIDAD
CUENCAS DRENAJE

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: COL_A0403 CUENCAS.dwg

NÚMERO DE PLANO
AN4.3

HOJA 1 de 1



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ACUAES AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA SA

IDOM

EL AUTOR DEL PROYECTO: ING. CAMINOS C.P. COL: 17.007
Fdo: D. Fernando Trujillo Díez

EXAMINADO Y CONFORME EL DIRECTOR DE PROYECTO
Fdo: D. Nicolás Gutiérrez Carmona

CONFORME EL JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS
Fdo: D. Daniel Gálvez Cruz

VºBº EL DIRECTOR TÉCNICO
Fdo: D. Jerónimo Moreno Gayá

TÍTULO DEL PROYECTO
SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)

FECHA: ABRIL 2020

CLAVE: ACE/314.05/19/PROY/01

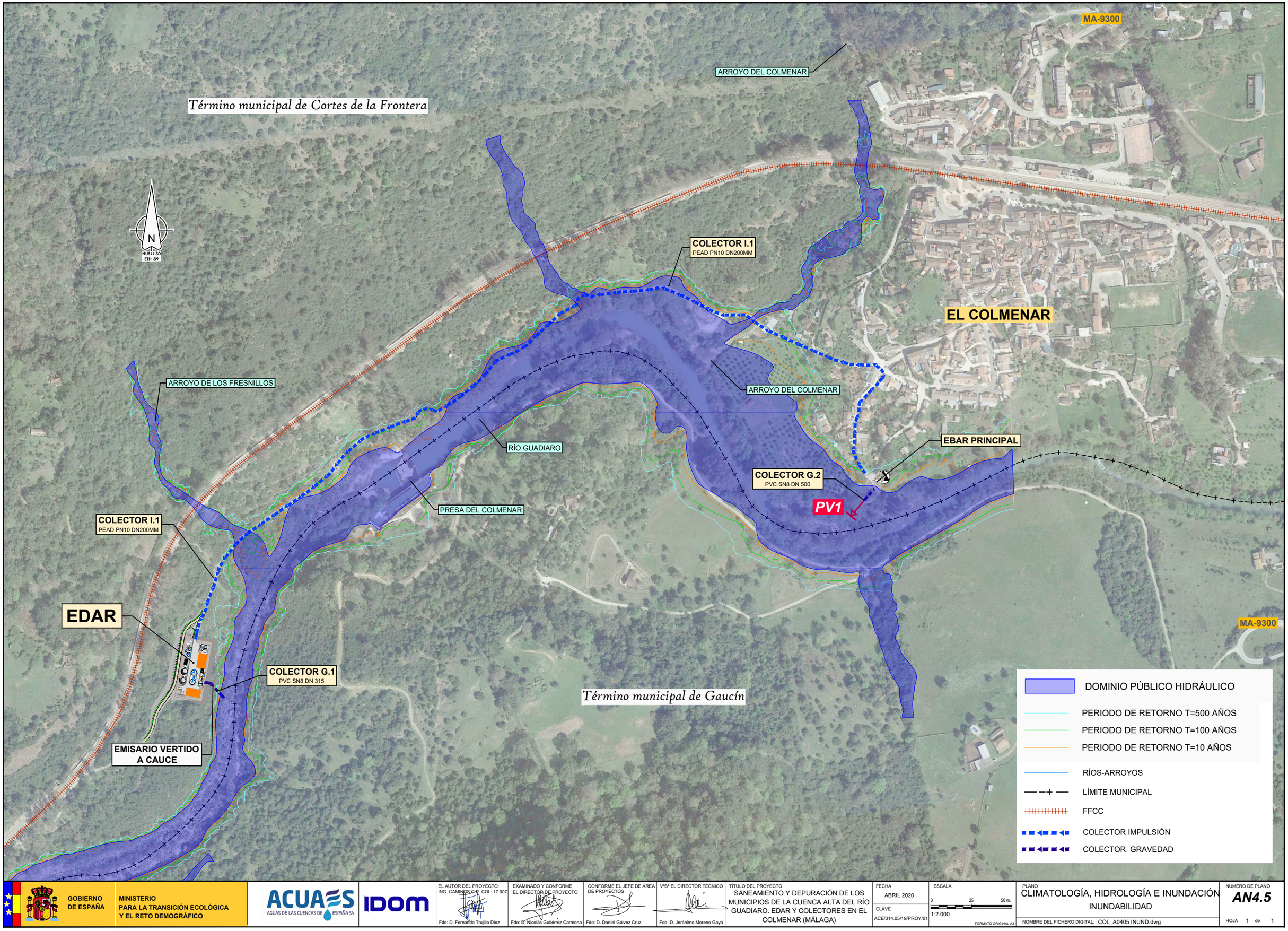
ESCALA: 0 25 50 m. — 1:3.000
FORMATO ORIGINAL A3

PLANO
CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA E INUNDABILIDAD
CARACTERISTICAS DE CUENCAS

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: COL_A0404 CARAC CUENCAS.dwg

NÚMERO DE PLANO
AN4.4

HOJA 1 de 1



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ACUAES AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA SA

IDOM

EL AUTOR DEL PROYECTO: ING. CAMINOS C.P. COL: 17.007
Fdo: D. Fernando Trujillo Díez

EXAMINADO Y CONFORME EL DIRECTOR DE PROYECTO
Fdo: D. Nicolás Gutiérrez Carmona

CONFORME EL JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS
Fdo: D. Daniel Gálvez Cruz

Vº Bº EL DIRECTOR TÉCNICO
Fdo: D. Jerónimo Moreno Gayá

TÍTULO DEL PROYECTO
SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)

FECHA: ABRIL 2020

CLAVE: ACE/314.05/19/PROY/01

ESCALA: 0 25 50 m. — 1:2.000 — FORMATO ORIGINAL A3

PLANO: CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA E INUNDACIÓN
INUNDABILIDAD

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: COL_A0405 INUND.dwg

NÚMERO DE PLANO: *AN4.5*

HOJA 1 de 1

APÉNDICE Nº1. DATOS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS SELECCIONADAS

(Se aporta en formato digital en fichero comprimido)

APÉNDICE Nº2. DIAS LABORABLES- CONVENIO MALAGA

CONVENIO CONSTRUCCIÓN, OBRAS PÚBLICAS Y OFICIOS AUXILIARES - CALENDARIO LABORAL 2020 - PROVINCIA DE MÁLAGA

MESES / DIAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Dias labor.	horas trabajo
ENERO	F	7	7	S	D	F	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	21	166
FEBRERO	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	FA	S	X	X	19	152
MARZO	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	22	176
ABRIL	8	8	8	S	D	7	7	7	F	F	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	X	20	157
MAYO	F	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	D	20	160
JUNIO	8	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	X	22	176
JULIO	7	7	7	S	D	7	7	7	7	S	D	7	7	7	7	7	S	D	7	7	7	7	7	S	D	7	7	7	7	7		23	161
AGOSTO	S	D	7	7	7	7	7	S	D	7	7	7	7	7	F	D	NL	NL	FL	7	7	S	D	7	7	7	7	7	S	D	8	18	127
SEPTIEMBRE	8	8	8	8	S	D	NL	FL	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	8	X	20	160
OCTUBRE	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	D	F	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	21	168
NOVIEMBRE	F	F	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	X	20	160
DICIEMBRE	8	8	8	8	S	F	F	F	8	8	8	S	D	8	8	8	8	8	S	D	8	8	8	NL	F	S	D	7	7	7	NL	18	141
																																244	1.904
																																21	168
																																223	1.736

S NL = Sábado y No Laborable s/convenio
D F = Domingo y Festivos Nacional
FA = Festivo Autonomía Andalucía.
FL = Fiesta Local - Málaga -Capital *

El presente calendario se adaptará, en las diferentes localidades de la Provincia, a sus propias Fiestas Locales.

* Si alguna de las fiestas locales coincidiesen en sábado (S) o no laborable (NL), éstas pasarán al día posterior laborable.

El cómputo anual de la jornada se establece en **1.736 horas**. Con carácter exclusivo para el 2020, se considerarán como no laborables, en toda la provincia, los días:
17 y 18 de agosto 7 de septiembre 24 y 31 de diciembre

La jornada ordinaria semanal será de (40) horas, de lunes a viernes, con las siguientes excepciones:
- Enero: Jornada de (7) horas los días 2 y 3 de enero.
- Abril: Semana Santa: jornada de (7) horas el Lunes Santo (6 de abril), Martes Santo (7 de abril) y Miércoles Santo (8 de abril).
- Jornada continuada: Jornada de (7) horas desde el 1 de julio al 28 de agosto, ambos inclusive.
- Diciembre: Jornada de (7) horas los días 28, 29 y 30 de diciembre.

ANEJO Nº5. ESTUDIO DE POBLACIÓN, CAUDALES Y CARGAS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3
2. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO 4
2.1. Zonas de crecimiento 4
2.2. Zonas de protección 6
2.3. Consideraciones para el estudio de población y dotaciones 7
2.4. Consideraciones sobre la ubicación de la EDAR 9
3. ESTUDIO DE POBLACIÓN 10
3.1. Población actual permanente 10
3.2. Prognósis de población permanente 12
3.2.1 Métodos analizados 12
3.2.1.1 Método aritmético 12
3.2.1.2 Método geométrico 13
3.2.1.3 Método del MOPU 13
3.2.1.4 Otros métodos 14
3.2.2 Resultados 15
3.3. Población estacional 17
3.3.1 Metodología 17
3.3.2 Resultados 18
3.4. Población de cálculo 21
4. ESTUDIO DE DOTACIÓN Y CAUDALES 22
4.1. Dotación según consumos 22
4.2. Dotación según planificación hidrológica 22
4.3. Dotación según caudal de saneamiento aforado 23
4.4. Dotaciones tendenciales 23
4.5. Dotación seleccionada 23
4.6. Caudales de saneamiento 24
5. ESTUDIO DE CARGAS CONTAMINANTES 28
5.1. Necesidad de la campaña 28
5.2. Metodología e incidencias 29
5.2.1 Metodología para el aforo de caudales 31
5.2.2 Metodología para la toma de muestras 31
5.2.3 Incidencias durante la campaña 32
5.3. Caudales aforados 32
5.4. Características físico-químicas 33
5.5. Resumen de resultados 34
5.6. Población equivalente 35
5.7. Requisitos de calidad del vertido 36
5.8. Gestión de los fangos 36

5.9. Cargas contaminantes de entrada a planta 39
6. CONCLUSIONES 40
APÉNDICE Nº 1. PLANO DEL SUELO URBANO Y URBANIZABLE.....45
APÉNDICE Nº 2 CAMPAÑA DE AFOROS EL COLMENAR.....51
APÉNDICE Nº 3 PLANO RED SANEAMIENTO EL COLMENAR.....53

1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este anejo es el de recoger todo el análisis realizado sobre el planeamiento urbanístico, población, consumos y cargas contaminantes en El Colmenar, de forma que sea posible determinar las necesidades futuras (prognosis de población), los suelos sobre los que es posible construir (para ubicar la EDAR), los caudales de diseño y los caudales y cargas contaminantes reales que presenta hoy en día el municipio.

Siguiendo los criterios de diseño de ACUAES, se tendrá en cuenta un único año horizonte para la prognosis de población y el cálculo de caudales, bajo el cual se dimensionará todas las conducciones e instalaciones de transporte: 45 años.

De este modo, en el apartado 2 se recoge toda la información analizada en cuanto al planeamiento urbanístico. Esto incluye el estudio de las posibles áreas de oportunidad, con objeto de tener en cuenta ese crecimiento poblacional para el diseño de la EDAR, así como la determinación de las zonas de protección en las que no sería posible ubicar cualquier instalación a proyectar. También se hace mención a las consideraciones incluidas en el Planeamiento relativas a la ubicación de la EDAR.

En el tercer apartado se analiza la evolución de la población hasta el último año del que se disponen datos (2019) y se establecen las prognosis según diferentes metodologías, seleccionando posteriormente la más adecuada para este núcleo.

Con los datos de población en el año horizonte, y estudiando los consumos y caudales de saneamiento actuales, se establecerá la dotación para fijar los caudales de diseño. Todo esto queda reflejado en el cuarto apartado.

En el punto nº 5 se detallan los trabajos de campo y de laboratorio que integran la campaña de aforos y analíticas, así como el análisis actual de cargas contaminantes y selección de las concentraciones para diseño.

Por último, en el sexto apartado se resumen los datos de diseño, diferenciándose además los caudales por cada punto de vertido.

2. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

El planeamiento vigente en El Colmenar es el correspondiente al municipio de Cortes de la Frontera, y está integrado por el Plan General de Ordenación Urbana aprobado definitivamente el 28 de julio de 2008.

Sin embargo, la CPOTU hace la observación de no ser posible mantener la previsión contenida en el Plan de Etapas respecto a la clasificación como suelo urbanizable sectorizado de los sectores a desarrollar en la segunda fase (transcurridos ocho años) los cuales quedarán clasificados como suelo urbanizable no sectorizado, con las determinaciones contenidas en el artículo 10.1.A) e) de la LOUA.

2.1. ZONAS DE CRECIMIENTO

Analizando todas las figuras del planeamiento, se concluye que las necesidades potenciales de crecimiento en El Colmenar quedan recogidas en siete Unidades de Ejecución de suelo urbano no consolidado (**UE**) y una de suelo urbanizable sectorizado (**SR**), todas ellas de uso residencial.

El desarrollo definitivo de estos sectores se llevará a cabo, en su momento, a través de los correspondientes Proyectos de Urbanización y Planes Parciales. Sin embargo, las características básicas se recogen en las fichas urbanísticas (uso, superficie, densidad de edificación y el número de viviendas).

Asumiendo unos 2 habitantes por vivienda, saldría un total previsto de 501 habitantes, cifra que se considera algo elevada según las características del municipio y la información recibida por parte del Ayuntamiento para contemplar en 25 años vista.

.

A continuación, se presenta un resumen de los datos más relevantes para cada una de las zonas anteriormente mencionadas.

DESARROLLOS CONTEMPLADOS EN PGOU EL COLMENAR

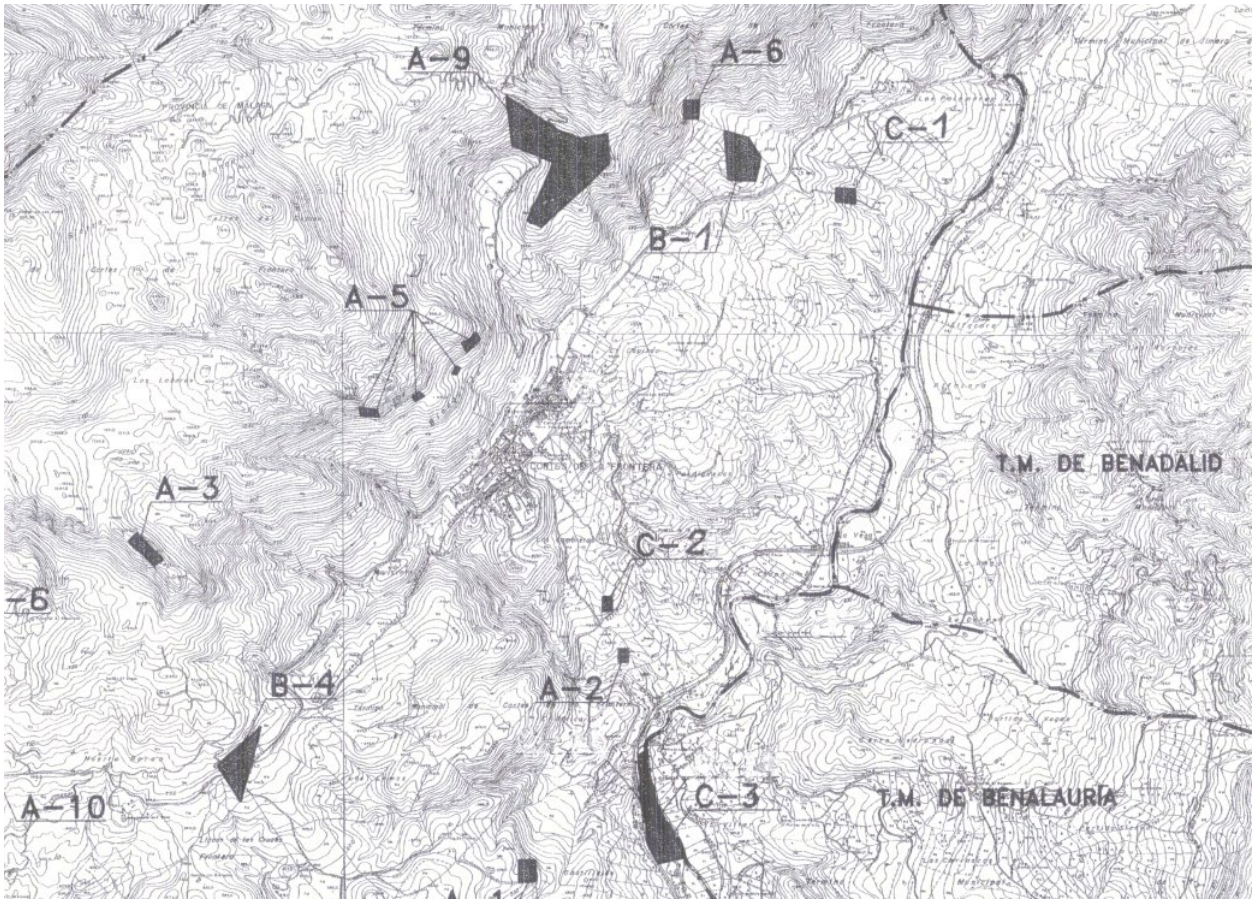
Actuaciones	Ámbito	Uso	Superficie (m²)	Aprobación	Fecha aprobación	Plazo ejecución (años)	Densidad (viv/Ha)	Viviendas	Porcentaje por urbanizar	Habitante por vivienda	Nº habitantes	Dotación l/s/ha	Caudal l/s
UE-ED-12	Suelo urbano	Residencial	25,179	Definitiva	2008	-	15	37	99%	2	73	-	-
UE-ED-13	Suelo urbano	Residencial	5,702	Definitiva	2009	-	40	22	100%	2	44	-	-
UE-ED-14	Suelo urbano	Residencial	15,276	Definitiva	2010	-	15	22	100%	2	44	-	-
UE-ED-15	Suelo urbano	Residencial	11,557	Definitiva	2011	-	15	17	100%	2	35	-	-
UE-ED-16	Suelo urbano	Residencial	12,433	Definitiva	2012	-	15	18	99%	2	36	-	-
UE-ED-22	Suelo urbano	Residencial	6,962	Definitiva	2013	-	15	10	100%	2	21	-	-
UE-ED-23	Suelo urbano	Residencial	14,311	Definitiva	2014	-	15	21	100%	2	43	-	-
SR-11	Urbanizable no sectorizado (corrección CPOTU)	Residencial	34,335	Definitiva	2015	-	30	103	100%	2	206	-	-
										TOTAL:	**501**		

2.2. ZONAS DE PROTECCIÓN

Dentro del suelo no urbanizable, se distingue aquel de especial protección por la legislación específica y por la planificación territorial.

- Protegido por el PORN (Plan de Ordenación de Recursos Naturales), el Parque Natural de los Alcornocales (PEPMF CS-22) y el Parque Natural Sierra de Grazalema.
- Protegido por el Decreto 250/2003 de Monumentos Naturales, el Cañón de las Buitreras.
- Protegido por la Ley 3/1995 y el Decreto 155/1998 de **Vías Pecuarias**
- Protegido por la Ley 2/1992 Forestal de Andalucía, los siguientes Montes Públicos: El Berrueco (MA-700004), El Robledal (MA-700007), La Cancha (MA-700005), Las Majadas de Ronda (MA-700006), La Sauceda (MA-70008) y la Sierra Blanquilla (MA-50019).
- Protegido por la **Planificación Territorial**, el Valle del Guadiaro.

Por otro lado, respecto al patrimonio arqueológico, se tienen un total de 22 elementos protegidos.



Yacimientos Cortes de la Frontera

2.3. CONSIDERACIONES PARA EL ESTUDIO DE POBLACIÓN Y DOTACIONES

Habitualmente, el horizonte temporal de la planificación urbanística es entre 8 y 12 años, por lo que, teniendo en cuenta el año de vigencia de las Normas Subsidiarias, del Plan de Adaptación Parcial y del PGOU aprobado inicialmente, para 2026 deberían estar urbanizadas las zonas mencionadas anteriormente. En este sentido, considerando que la EDAR debe diseñarse para un horizonte temporal de 25 años (2045), en la prognosis de población debería comprobarse que al menos se alcance el incremento de habitantes y caudal considerado en el planeamiento urbanístico de El Colmenar.

No obstante, observando que la tendencia del municipio no ha sido positiva en cuanto al grado de ejecución de los desarrollos, se ha optado por considerar que para el año horizonte se haya desarrollado el 30%.

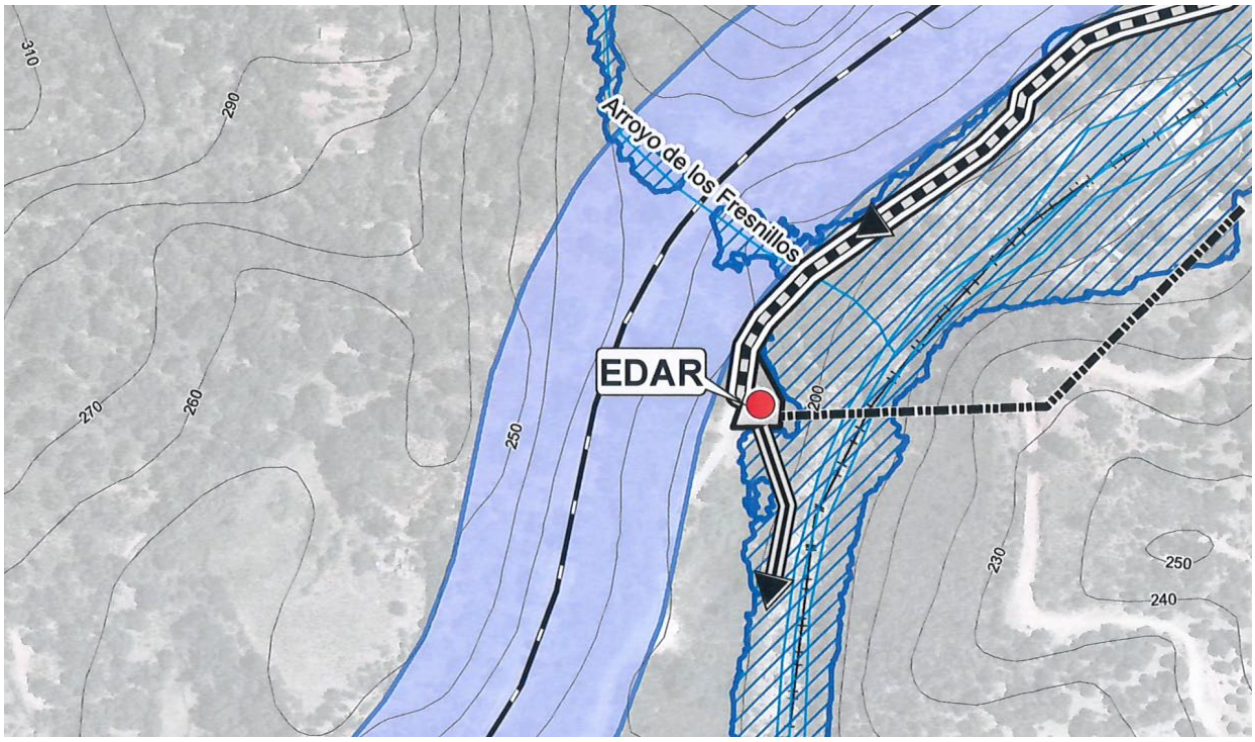
De esta forma, en la prognosis de población a realizar se deberá comprobar que **para el año horizonte (2045), se alcance al menos la cifra de 151 habitantes respecto a la población actual.**

ESCENARIO 25 AÑOS

Actuaciones	Ámbito	Uso	Superficie (m²)	Aprobación	Fecha aprobación	Plazo ejecución (años)	Densidad (viv/Ha)	Viviendas	Porcentaje por urbanizar considerado	Habitante por vivienda	Nº habitantes	Dotación l/s/ha	Caudal l/s
UE-ED-12	Suelo urbano	Residencial	25,179	Definitiva	2008	-	15	37	30%	2	22	-	-
UE-ED-13	Suelo urbano	Residencial	5,702	Definitiva	2009	-	40	22	30%	2	13	-	-
UE-ED-14	Suelo urbano	Residencial	15,276	Definitiva	2010	-	15	22	30%	2	13	-	-
UE-ED-15	Suelo urbano	Residencial	11,557	Definitiva	2011	-	15	17	30%	2	10	-	-
UE-ED-16	Suelo urbano	Residencial	12,433	Definitiva	2012	-	15	18	30%	2	11	-	-
UE-ED-22	Suelo urbano	Residencial	6,962	Definitiva	2013	-	15	10	30%	2	6	-	-
UE-ED-23	Suelo urbano	Residencial	14,311	Definitiva	2014	-	15	21	30%	2	13	-	-
SR-11	Urbanizable no sectorizado (corrección CPOTU)	Residencial	34,335	Definitiva	2015	-	30	103	30%	2	62	-	-
										TOTAL:	**151**		

2.4. CONSIDERACIONES SOBRE LA UBICACIÓN DE LA EDAR

Cabe destacar que el PGOU contempla ya una ubicación para la EDAR de El Colmenar, junto a la represa.



3. ESTUDIO DE POBLACIÓN

Antes de definir los caudales de cálculo para cada una de las actuaciones, es necesario realizar una prospectiva de la población al año horizonte de diseño. Se ha adoptado un horizonte de 25 años (2045) cumpliendo así con lo requerido en las bases de diseño establecidas al inicio de los trabajos.

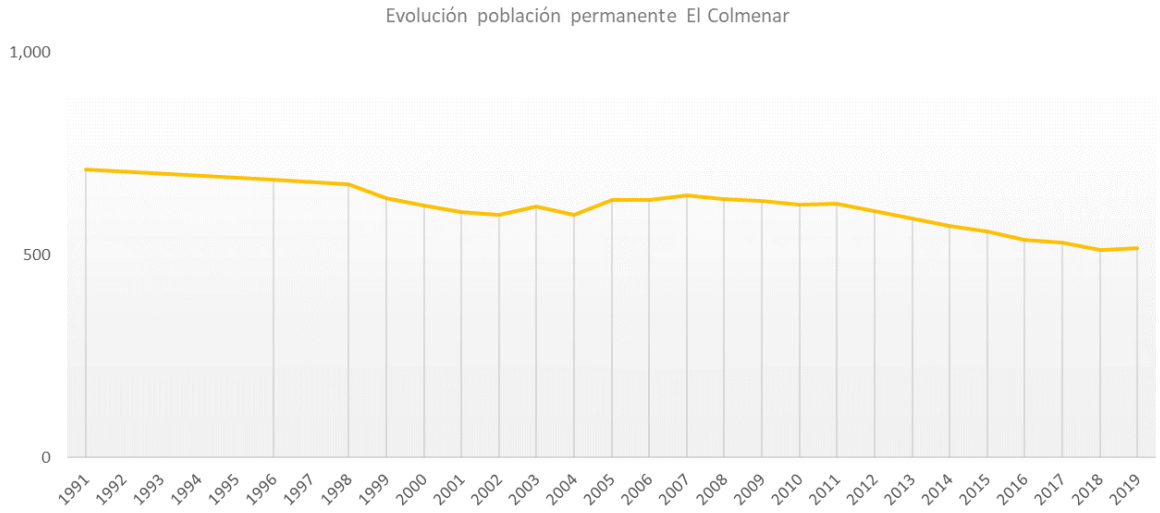
La población total del municipio se compone de la población permanente (población de derecho) y la población estacional. Ambas poblaciones serán estudiadas, caracterizándolas en su estado actual y realizando las correspondientes prognosis para los años horizonte.

Para ello se han consultado las series evolutivas de población registradas en el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA), perteneciente a la Consejería de Economía, Conocimiento, Empresas y Universidad de la Junta de Andalucía. Estos valores corresponden solo a los de la población permanente, la cual puede presentar variaciones en época estival. Por esta razón, se han analizado también los establecimientos turísticos y las viviendas secundarias.

El periodo de análisis realizado abarca desde 1991 hasta la actualidad, no habiendo sido posible ampliar con la información de los censos anteriores (incluso has 1900) pues esta se encuentra agrupada para el total municipal de Cortes de la Frontera.

3.1. POBLACIÓN ACTUAL PERMANENTE

La población de derecho en El Colmenar, según los datos del padrón, a fecha de diciembre de **2019, es de 516 habitantes**. Si se analiza la evolución desde 1991, año por año, se aprecia que la población no ha experimentado cambios significativos, siendo la tendencia en los últimos años de decrecimiento.



En la siguiente tabla aparece desglosada la población, distinguiéndose la que pertenece a los núcleos principales o a las pedanías y diseminados asociados.

POBLACIÓN TOTAL PERMANENTE (PADRÓN)			
Año	El Colmenar		Total
	El Colmenar	Diseminado	
1991	681	30	711
1996	657	29	686
1998	641	32	673
1999	606	33	639
2000	587	35	622
2001	571	35	606
2002	564	35	599
2003	581	38	619
2004	557	42	599
2005	588	48	636
2006	584	52	636
2007	599	47	646
2008	589	48	637
2009	595	39	634
2010	585	40	625
2011	587	39	626
2012	571	36	607
2013	553	37	590
2014	549	23	572
2015	542	15	557
2016	521	15	536
2017	515	15	530
2018	495	18	513
2019	494	22	516

3.2. PROGNÓSIS DE POBLACIÓN PERMANENTE

A la hora de determinar las cifras de población en el año horizonte, se suele recurrir o bien a los estudios de previsiones recogidos en el planeamiento urbanístico, o bien al estudio de la evolución demográfica sobre la base de los censos y padrón municipal.

Debido a que en el planeamiento urbanístico de los núcleos no se precisa de forma clara la evolución a 25 años vista, se va a recurrir a la prognosis con base en los datos del padrón.

3.2.1 Métodos analizados

Atendiendo al tamaño de la población y a las tendencias observadas, se emplearán para el estudio de crecimiento modelos matemáticos en lugar de modelos demográficos complejos. Dentro de los modelos matemáticos se va a considerar el método aritmético, el geométrico y el recogido en el MOPU (1975).

Así pues, el procedimiento será estudiar la evolución según cada uno de los modelos matemáticos, eligiendo aquel que más se parezca a la tendencia observada en las poblaciones y comprobando, por último, que dentro de la prognosis queden contempladas las previsiones establecidas en el planeamiento urbanístico.

A la hora de establecer el periodo de análisis, hay que tener en cuenta que las series cortas pueden distorsionar los resultados obtenidos con algunos de los métodos. Así pues, se ha optado por ampliar el rango de estudio tomando datos desde 1996, cada dos años, de forma que el crecimiento quede más suavizado asimilándose al perfil actual. Se obtendrá para cada método, una tasa de variación ponderada.

3.2.1.1 Método aritmético

Este consiste en asimilar el crecimiento a una línea recta cuya pendiente se corresponde con la tasa de crecimiento aritmética del último periodo intercensal. Normalmente es un modelo que se aplica en poblaciones pequeñas o en aquellas cuyo crecimiento se puede considerar estabilizado, con poca o ninguna área urbana de expansión. La formulación matemática es la siguiente:

$$P_f = P_i + K_a \cdot (t_f - t_i)$$

siendo:

P_f, la población final del período considerado

P_i, la población inicial del período considerado

t_f, el año final del período considerado

t_i, el año inicial del período considerado

K_a, la tasa de crecimiento que viene dada por $\frac{P_f - P_i}{t_f - t_i}$

Sustituyendo los valores, y realizando una ponderación para obtener una tasa final, se obtienen los resultados recogidos en las tablas del siguiente epígrafe (3.2.2).

3.2.1.2 Método geométrico

Este método considera para iguales periodos de tiempo el mismo porcentaje de incremento de la población aplicado de forma acumulativa. La formulación matemática es la siguiente:

$$P_f = P_i \cdot (1 + K_g)^{(t_f - t_i)}$$

siendo:

P_f, la población final del período considerado

P_i, la población inicial del período considerado

t_f, el año final del período considerado

t_i, el año inicial del período considerado

K_g, la tasa de crecimiento que viene dada por $\sqrt[(t_f - t_i)]{\frac{P_f}{P_i}} - 1$

Sustituyendo los valores, y realizando una ponderación para obtener una tasa final, se obtienen los resultados recogidos en las tablas del siguiente epígrafe (3.2.2).

3.2.1.3 Método del MOPU

Este método toma como base las poblaciones del último censo realizado y las de los censos de 10 y 20 años antes, calculando las tasas de crecimiento anual acumulativo correspondiente a los intervalos entre cada uno de los censos y el último realizado. Para que sea aplicable, las tasas de crecimiento deben ser inferiores al 3% y positivas.

$$P_a = P_{a-10} \cdot (1 + \beta)^{(10)}$$

$$P_a = P_{a-20} \cdot (1 + \gamma)^{(20)}$$

$$P_{final} = P_a \cdot (1+\alpha)^{(t_f - t_a)}$$

siendo,

P_f, la población final del período considerado a proyectar

P_a, la población inicial del período considerado

$P_{a\text{-}10}$, la población 10 años antes del inicio del periodo considerado

$P_{a\text{-}20}$, la población 20 años antes del inicio del periodo considerado

t_f, el año final del período considerado

t_a, el año inicial del período considerado

α, la tasa de crecimiento que viene dada por $\frac{2\cdot\beta+\gamma}{3}$

Sustituyendo los valores, y realizando una ponderación para obtener una tasa final, se obtienen los resultados recogidos en las tablas del siguiente epígrafe (3.2.2).

3.2.1.4 Otros métodos

Lo habitual en el crecimiento de una población es que, al principio, la tendencia sea de tipo geométrica, pasando posteriormente a un crecimiento de valor constante (de tipo aritmético), para después decaer el porcentaje hasta llegar al valor de saturación (gráfica final en forma de S).

Cabe destacar que para evaluar esto último existen otros dos métodos: el de la tasa decreciente de crecimiento, que es una corrección del geométrico, y el modelo de la curva logística, el cual se ajusta a la forma en S mencionada, asintótica al valor de saturación. No obstante, estos solo deben ser usados para intervalos cortos de tiempo y cuando se sepa que la población está cerca del valor de saturación. Al ver que la tendencia global en estos municipios es la de haber pasado su crecimiento geométrico, estando en el rango de lo lineal, se ha decidido no emplearlos.

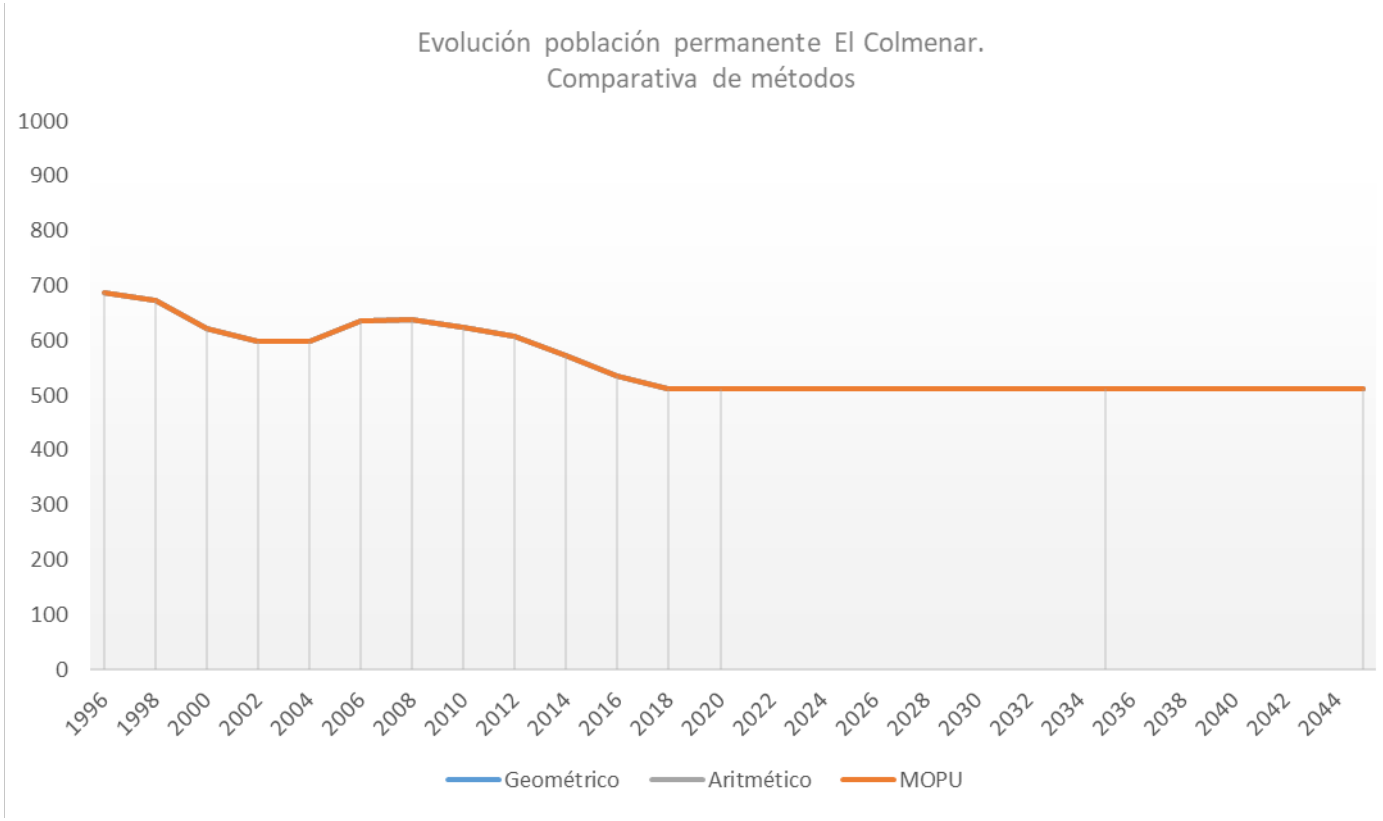
3.2.2 Resultados

POBLACIÓN PERMANENTE													PROYECCIÓN MÉTODO ARITMÉTICO		PROYECCIÓN MÉTODO GEOMÉTRICO	
Año	**1996**	**1998**	**2000**	**2002**	**2004**	**2006**	**2008**	**2010**	**2012**	**2014**	**2016**	**2018**	**2020**	**2045**	**2020**	**2045**
El Colmenar	686	673	622	599	599	636	637	625	607	572	536	513	513	513	513	513

TASAS ANUALES DE CRECIMIENTO POBLACIÓN PERMANENTE (MÉTODO ARITMÉTICO)													
Año	**Tasa 96/98**	**Tasa 98/00**	**Tasa 00/02**	**Tasa 02/04**	**Tasa 04/06**	**Tasa 06/08**	**Tasa 08/10**	**Tasa 10/12**	**Tasa 12/14**	**Tasa 14/16**	**Tasa 16/18**	**Tasa ponderada 18/20**	**Tasa ponderada 20/45**
El Colmenar	-6.50	-25.50	-11.50	0.00	18.50	0.50	-6.00	-9.00	-17.50	-18.00	-11.50	0.00	0.00

TASAS ANUALES DE CRECIMIENTO POBLACIÓN PERMANENTE (MÉTODO GEOMÉTRICO													
Año	**Tasa 96/98**	**Tasa 98/00**	**Tasa 00/02**	**Tasa 02/04**	**Tasa 04/06**	**Tasa 06/08**	**Tasa 08/10**	**Tasa 10/12**	**Tasa 12/14**	**Tasa 14/16**	**Tasa 16/18**	**Tasa ponderada 18/20**	**Tasa ponderada 20/45**
El Colmenar	-0.0095	-0.0386	-0.0187	0.0000	0.0304	0.0008	-0.0095	-0.0145	-0.0293	-0.0320	-0.0217	0.0000	0.0000

MÉTODO DEL MOPU (1975)								
POBLACIÓN PERMANENTE				TASAS			PROYECCIÓN	
Año	**1998**	**2008**	**2018**	**Tasa β**	**Tasa γ**	**Tasa α**	**2020**	**2045**
El Colmenar	673	637	513	-0.0214	-0.0135	-0.0188	513	513
	-0.5%	*-1.9%*	*Tasa inferior al 3% y positiva para aplicar el método*					


Evolución población permanente El Colmenar.
Comparativa de métodos
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
1996
1998
2000
2002
2004
2006
2008
2010
2012
2014
2016
2018
2020
2022
2024
2026
2028
2030
2032
2034
2036
2038
2040
2042
2044
Geométrico
Aritmético
MOPU

3.3. POBLACIÓN ESTACIONAL

La estacionalidad poblacional es un dato para tener en cuenta a la hora de realizar los cálculos estimativos de proyección de población al año horizonte. Esta guarda una relación directa con el número de plazas turísticas y viviendas de segunda residencia o desocupadas que dispone un municipio.

3.3.1 Metodología

Se han recopilado los datos correspondientes a estas variables del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía y el banco de datos Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA). Adicionalmente, para los alojamientos turísticos, se ha solicitado información al Registro de Turismo de la Junta de Andalucía y se han recabado también los mismos datos de la Diputación de Málaga y de la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales del Ministerio competente en materia de política territorial. Una vez procesados los datos actuales, es preciso realizar una prognosis para obtener las cifras a 2020 y 2045. Esto se ha realizado según el método estadístico, por haber sido este el seleccionado para la prognosis de población permanente.

El cálculo de la población estacional se ha llevado a cabo siguiendo la formulación empleada en el anejo de uso y demandas de los Planes Hidrológicos, a partir de los valores de establecimientos turísticos, viviendas secundarias y viviendas desocupadas anteriores, mediante la expresión:

$$P = ET + Nhab \cdot (VS + C \cdot VD)$$

siendo:

P, la población estacional.

ET, el número de plazas en establecimientos turísticos de todo tipo (hoteles, hostales, pensiones, apartamentos y acampadas).

Nhab, el número considerado de habitantes por vivienda (se estiman 4)

VS, el número de viviendas de segunda residencia (viviendas secundarias).

VD, el número de viviendas desocupadas.

C, un coeficiente habitabilidad de la población estacional (no todas las viviendas vacías van a estar ocupadas).

c=0,8 para núcleos altamente turísticos

c=0,5 para núcleos moderadamente turísticos

c=0,2 para núcleos restantes

Siguiendo los criterios expuestos en los documentos de la planificación hidrológica, se considera que esta población estacional no coincide de forma simultánea en el núcleo. Dependiendo de la estacionalidad, estos habitantes se repartirán en 2, 3 o 4 meses.

Cabe destacar que se han tenido en consideración los comentarios sobre población estacional indicados por el Ayuntamiento, los cuales sostienen que la población en El Colmenar en verano llega a aumentar algo más del 50%. Los fines de semana crece, pero no tan significativamente como en agosto.

Así pues, el objetivo será buscar una combinación entre el coeficiente de habitabilidad y el número de días o meses de estacionalidad, de forma que el coeficiente de estacionalidad (población verano entre población de invierno) sea coherente al indicado por el consistorio. En término generales, y según la experiencia, estos valores se pueden relacionar de la siguiente forma:

Coeficiente estacionalidad	Coeficiente habitabilidad o simultaneidad	Número de meses estivales
Mayor a 3	0.8-1	1-2
Entre 1.5 y 3	0.6-0.8	2-3
Menor a 1.5	0.2-0.6	3-4

**Se define el coeficiente de estacionalidad como población estival entre población permanente, que en el caso de estos núcleos es población verano entre población invierno.*

Respecto al análisis de las viviendas secundarias y vacías, tal y como se verá en los siguientes apartados, se comprobará que la prognosis teórica de cálculo no supere una cifra realista. Es decir, si con los datos de los últimos años se obtiene una tasa de crecimiento alta, que al aplicarla en el año horizonte resulta en un número de viviendas elevado, incluso cercano o superior al máximo posible en el núcleo, se corregirá esta tasa de forma que el porcentaje de viviendas secundarias y vacías respecto al total a 2045 sea similar al actual, admitiendo una desviación de hasta el 20%.

3.3.2 Resultados

Según la información recabada del IECA, se tienen las siguientes viviendas secundarias, vacías y establecimientos turísticos:

VIVIENDAS VACIAS Y SECUNDARIAS (CENSO)		
	2001	**2011**
Viviendas secundarias	94	44
Viviendas vacías	27	126

El porcentaje de viviendas secundarias y vacías en 2011 respecto al total es del 54% por lo que a la hora de realizar la prognosis deberá comprobarse que el porcentaje a 2045 no sea superior al 70%. Se considera que a 2045 habrá 390 viviendas totales en (según las 315 totales del censo de 2011 más las 75 correspondientes al crecimiento considerado del PGOU en este estudio).

PLAZAS ESTABLECIMIENTOS TURÍSTICOS (SISTEMA DE INFORMACIÓN MULTITERRITORIAL DE ANDALUCÍA)										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Apartamentos turísticos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hoteles-apartamentos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hoteles	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Hostales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pensiones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Establecimientos rurales	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4
Campamentos turísticos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL:	21	21	21	21	21	25	25	25	25	25

Tal y como se ha comentado, se ha contrastado la información sobre plazas en establecimientos turísticos con más fuentes. En la siguiente tabla, se recogen los resultados arrojados por la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales del Ministerio competente en materia de política territorial. En términos generales, los datos de población estacional dados por esta encuesta suelen estar por encima de los valores reales. Además, cabe destacar que los datos de población permanente se encuentran desfasados un año respecto a los del IECA, es decir, en 2017 figuran los datos del padrón de 2016.

PLAZAS ESTABLECIMIENTOS TURÍSTICOS (ENCUESTA DE INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTOS LOCALES)												
	2002	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Plazas hoteleras	-	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Plazas establecimientos Rurales	-	0	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
TOTAL PLAZAS	-	60	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119
Población total (padrón)	622	636	637	634	625	626	607	590	572	557	536	530
Población núcleo (padrón)	587	588	589	595	585	587	571	553	549	542	521	515
Población diseminado (padrón)	35	48	48	39	40	39	36	37	23	15	15	15
Población estacional máxima	1178	1201	1199	1190	1187	1191	1190	1191	984	968	962	1077
Población estacional núcleo	1143	1143	1143	1143	1143	1143	1146	1103	928	924	924	1044
Población estacional diseminado	35	58	56	47	44	48	44	88	56	44	38	33
Diferencia estacional-permanente	556	565	562	556	562	565	583	601	412	411	426	547

Por último, se ha recabado la información del Registro de Turismo de Andalucía (RTA en adelante), fuente que suele estar, en ocasiones, más actualizada que el IECA y más ajustada a la realidad. Estos coinciden con los datos recogidos en el informe del Observatorio de Turismo de la Diputación de Málaga.

ESTABLECIMIENTOS	2013	2016	2017	2018	2019
Hotel	2	1	1	1	1
Pensión	1	1	1	1	1
Apartamento	0	0	0	0	0
Campamento de Turismo	0	0	0	0	0
Casa Rural	1	1	1	1	1
Vivienda Turística	2	3	4	4	5
Vivienda con fines Turísticos	0	0	0	0	1
TOTAL	6	6	7	7	9
PLAZAS	**2013**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Hotel	54	54	54	54	54
Pensión	16	16	16	16	16
Apartamento	0	0	0	0	0
Campamento de Turismo	0	0	0	0	0
Casa Rural	6	8	8	9	9
Vivienda Turística	13	16	20	24	28
Vivienda con fines Turísticos	0	0	0	0	5
TOTAL	89	94	98	103	112

Debido a que la información sobre plazas turísticas más actualizada es la disponible en el RTA, se han considerado estos datos para el cálculo de la población estacional en lugar de los del IECA o de la Encuentra del Ministerio.

En la siguientes tablas se recogen los resultados del cálculo y la prognosis según lo indicado en el apartado *3.3.1 Metodología.*

	TASAS CRECIMIENTO			PROYECCIÓN	
	Tasa 01/11	Tasa adoptada 11/20	Tasa adoptada 20/45	2020	2045
Viviendas secundarias	-5	0	0	44	44
Viviendas vacías	9.9	2.5	2.5	149	212

	TASAS CRECIMIENTO						PROYECCIÓN	
	Tasa 13/16	Tasa 16/17	Tasa 17/18	Tasa 18/19	Tasa pond 19/20	Tasa pond 20/45	2020	2045
Establecimientos turísticos	1.67	4.00	5.00	9.00	3.83	3.83	116	212

De esta forma, el total de población estacional sería:

	Nº VIVIENDAS Y PLAZAS		COEFICIENTES		POBLACIÓN ESTACIONAL	
	2020	2045	C_{habit}	C_{Ocup}	2020	2045
Viviendas secundarias	44	44	0.8	4	769	1066
Viviendas vacías	149	212				
Establecimientos turísticos	116	212				

Tal y como se ha comentado en el apartado *3.3.1 Metodología,* esta población no se da de forma simultánea en el municipio, sino que se reparte entre los meses estivales a considerar para cada núcleo. En el caso de El Colmenar, y según la información facilitada por el Ayuntamiento, se ha repartido entre 3 meses, obteniéndose los siguientes resultados:

	2020	2045
Población estacional (a)	769	1,066
Meses de estacionalidad (b)	2	2
Población permanente *(c)*	513	664
Población verano (c+a/b)	898	1,197

3.4. POBLACIÓN DE CÁLCULO

Considerando todos los cálculos anteriores (crecimiento del PGOU, prognosis de población permanente y determinación de la población estacional), es posible establecer la población total de cálculo para el diseño de las instalaciones y colectores, en los dos años horizonte y en los dos escenarios: verano e invierno.

De este modo, en primer lugar, se compara la prognosis de la población permanente con el crecimiento derivado del análisis del PGOU. Si el crecimiento entre el año horizonte y el actual según la prognosis es mayor a la cifra obtenida del PGOU, se considera válida la prognosis. En caso contrario, se sumará la diferencia correspondiente. Así pues, en El Colmenar se ha estimado según PGOU el aumento de 151 habitantes. Según la prognosis, el crecimiento entre 2020 y 2045 es nulo, por lo que, en este caso, será necesario sumar a 2045 151 habitantes adicionales.

De este modo, la población de cálculo es la siguiente:

	2020	2045
Población permanente	513	664
Población estacional	769	1,066
Meses estivales	2	2
POBLACIÓN DE CÁLCULO		
Población invierno	513	664
Población verano	898	1,197

4. ESTUDIO DE DOTACIÓN Y CAUDALES

Tras haber analizado la población actual y su patrón de evolución en el tiempo, realizando una prognosis al año horizonte de estudio, 2045, es preciso fijar la dotación en litros por habitante y día que permita calcular, junto con las cifras de población, el caudal medio y máximo a vehicular hasta la EDAR, así como el que es necesario tratar.

Para ello, se han analizado las dotaciones de abastecimiento recogidas en los documentos de planificación hidrológica que afectan al ámbito del Proyecto, así como las derivadas de los datos de consumo proporcionados por el Consorcio Provincial de Aguas de la Diputación de Málaga.

Entre ambas fuentes se optará por el valor de dotación más realista y que mejor se ajuste a las poblaciones de estudio. Con esta dotación y la población de cálculo, se obtendrán los caudales de consumo para los años horizonte, y a partir ellos, aplicando el coeficiente de retorno a la red, se determinarán los caudales de saneamiento. Esto se contrastará con los caudales de saneamiento aforados en las campañas realizadas los días del 30 de agosto al 2 de septiembre de 2019 y del 4 al 6 de febrero de 2020.

4.1. DOTACIÓN SEGÚN CONSUMOS

Se ha solicitado tanto al Consorcio Provincial de Aguas de la Diputación de Málaga como al Ayuntamiento de Cortes los datos de suministro en alta y consumos facturados en El Colmenar durante los últimos años, al menos, con carácter mensual, en la máxima serie de años disponible.

No obstante, y debido a las particularidades en el suministro, no han podido facilitar ninguno de estos datos para la pedanía, sino solo para el núcleo principal de Cortes.

4.2. DOTACIÓN SEGÚN PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

En el **Anejo nº 3 del Plan Hidrológico*, Usos y demandas*** se consideran las dotaciones de agua suministrada en litros por habitante según el método SRPHCS. Para una población de menos de 10.000 habitantes y una actividad industrial media, la dotación correspondiente asciende a **241 l/hab/d**.

Por otro lado, la ***Instrucción vigente de Planificación Hidrológica (IPH), aprobada por el Ministerio de Medio Ambiente, Medio rural y Marino el 10 de septiembre de 2008***, establece una dotación de **340 l/hab/d** para poblaciones permanentes inferiores a 10.000 habitantes como valor de referencia.

4.3. DOTACIÓN SEGÚN CAUDAL DE SANEAMIENTO AFORADO

Analizando las campañas de aforos puede comprobarse si las dotaciones obtenidas según las mediciones de caudal son coherentes con las estimadas a partir de los consumos de abastecimiento.

El caudal total de agua vertida durante la campaña realizada en agosto de 2019 fue de 92.1 m³/d. Si se considera la población permanente de 2019 (516 habitantes) resultaría una dotación de aguas negras media de **178 l/hab/**, cifra que puede considerarse normal-baja para una población de estas características.

Por su parte, en la campaña de febrero de 2020 el volumen medio de agua vertida fue de 214 m³/d, lo que implica una dotación de **414 l/hab/d,** cifra por encima de los valores habituales y que podría indicar la presencia de agua limpia. Tal y como se explicará en el apartado 5, este caudal es la extrapolación de unas muestras puntuales, por lo que, si se realiza la corrección adaptando los caudales a un patrón de saneamiento, se tendría un caudal de 180 m³/d, que arrojaría una dotación de 348 l/hab/d, la cual se encuentra igualmente por encima de los valores habituales.

4.4. DOTACIONES TENDENCIALES

Para el cálculo de las dotaciones tendenciales en el año horizonte hay que tener en cuenta que la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH) establece una menor dotación a mayor población abastecida. Igualmente, en el cálculo de las demandas tendenciales que contemplan las figuras de planificación hidrológica se tienen en cuenta también la implementación de medidas de ahorro y optimización del recurso por lo que estas permanecen constantes

Así pues, se ha optado por seguir esta misma tendencia y considerar que la dotación a 2045 permanecerá constante con respecto a la actual.

4.5. DOTACIÓN SELECCIONADA

La dotación de saneamiento aforada en verano de 2019 está en el rango normal-bajo para poblaciones de similares características a El Colmenar, la cual se podría traducir a una de abastecimiento de 210 l/hab/d. Sin embargo, la obtenida según los datos de la campaña de invierno de 2020 supera los 350 l/hab/d, lo que denota la posible presencia de agua limpia pese a que desde el Ayuntamiento indican que no tienen constancia de fuentes conectadas al saneamiento urbano.

En este sentido, se ha optado por establecer una dotación de abastecimiento de 240 l/hab/d, que arroja una dotación de aguas negras de 204 l/hab/d, la cual es coherente con los resultados de la campaña de verano y consistente con la propuesta en el Plan Hidrológico.

	Dotación abastecimiento l/hab/d
Según distribución alta	-
Según consumos baja	-
Según IPH	340
Según Plan Hidrológico	241
Según campaña verano (considerando retorno 0.85)	209
Según campaña invierno (considerando retorno 0.85)	409
Dotación seleccionada	**240**

4.6. CAUDALES DE SANEAMIENTO

A partir de los datos de población y las dotaciones consideradas se obtienen unos caudales medios teóricos de suministro, tanto para el año actual (2020) como para el año horizonte (2045). Para obtener los caudales de saneamiento se han considerado unas pérdidas en conducciones de saneamiento, con lo que el caudal que llega hasta los vertidos es el 85% de los caudales consumidos.

Respecto a los caudales mínimos, y al ser el mínimo promedio registrado en la campaña de aforos elevado (de entre 0.5-0.7), se ha optado por seleccionar uno habitual recomendado por la bibliografía con objeto de ser conservadores de cara al diseño de las conducciones (pendientes mínimas). Se opta por un coeficiente de 0.4.

Por su parte, para la estimación del coeficiente punta se puede recurrir a expresiones teóricas, a recomendaciones de otras fuentes, a los observados en los datos de consumo diarios (en este caso no se dispone de ellos) o a los desprendidos de la campaña de aforos.

Con relación a las expresiones teóricas, es habitual recurrir a la expresión de Harmon (válida para poblaciones inferiores a 1 millón de habitantes), con la que se obtiene un valor promedio de **3.78:**

$$Cp = 1 + \left(\frac{14}{4 + \sqrt{P}} \right)$$, siendo P la población en miles de habitantes.

Según las recomendaciones de la Instrucción para la redacción de Proyectos de Abastecimiento y Saneamiento del antiguo MOPU para ciudades pequeñas, rústicas y residenciales se propone un coeficiente de **2.4.**

En cuanto a la definición teórica de coeficiente punta, como el producto de multiplicar el coeficiente punta correspondiente al día de mayor consumo por el coeficiente punta horario, y aunque no se tienen los datos diarios de suministro, haciendo una aproximación con los aforados, se tendría un valor de 2.05.

El valor teórico obtenido con la formulación de Harmon se encuentra por encima de 3, superior a los obtenidos con la campaña de aforos. Cabe destacar que la fórmula de Harmon resulta conservadora en poblaciones inferiores a 100.000 habitantes por lo que debería ser algo inferior a 3.

Se ha optado por respetar un valor similar al resultante de los datos de la campaña que además es consistente con el teórico recomendado por el MOPU, seleccionándose un coeficiente de **2.00.** Los resultados se muestran en la siguiente tabla, para el momento actual y para el año horizonte:

	Población		Dotación abastecimiento (l/hab/d)	Consumo temporada baja		Consumo temporada alta		Coeficiente retorno saneamiento	Vertido temporada baja		Vertido temporada alta		Dotación saneamiento (l/hab/d)
	Invierno	Verano		m³/d	l/s	m³/d	l/s		m³/d	l/s	m³/d	l/s	
2020	513	898	240	123.12	1.43	215.52	2.49	0.85	104.65	1.21	183.19	2.12	204
2045	664	1,197	240	159.36	1.84	287.28	3.33	0.85	135.46	1.57	244.19	2.83	204

ABASTECIMIENTO TEMPORADA BAJA					
	Coef Qmin	Coef Qmax	Qmin (l/s)	Qmed (l/s)	Qmax (l/s)
2020	0.4	2.0	0.57	1.43	2.85
2045	0.4	2.0	0.74	1.84	3.69

SANEAMIENTO TEMPORADA BAJA					
	Coef Qmin	Coef Qmax	Qmin (l/s)	Qmed (l/s)	Qmax (l/s)
2020	0.4	2.0	0.48	1.21	2.42
2045	0.4	2.0	0.63	1.57	3.14

ABASTECIMIENTO TEMPORADA ALTA					
	Coef Qmin	Coef Qmax	Qmin (l/s)	Qmed (l/s)	Qmax (l/s)
2020	0.4	2.0	1.00	2.49	4.99
2045	0.4	2.0	1.33	3.33	6.65

SANEAMIENTO TEMPORADA ALTA					
	Coef Qmin	Coef Qmax	Qmin (l/s)	Qmed (l/s)	Qmax (l/s)
2020	0.4	2.0	0.85	2.12	4.24
2045	0.4	2.0	1.13	2.83	5.65

Tal y como se detallará en el anejo 8. Cálculos hidráulicos, para el diseño de los colectores y estaciones de bombeo se considerará una dilución de 5:1, es decir, que el caudal máximo a vehicular hacia la EDAR en episodios de lluvia será de 5 Qmed. Por tanto, el resumen de caudales de diseño (medio y punta de residuales, así como máximo) queda de la siguiente forma:

		EL COLMENAR			
		Año Actual (2020)		Año horizonte (2045)	
		Invierno	Verano	Invierno	Verano
Población					
Población	(hab)	513	898	664	1,197
Población equivalente	(h-e)	513	898	664	1,197
Caudales					
Dotación saneamiento	(l/hab/d)	204.00	204.00	204.00	204.00
Caudal diario	(m³/d)	104.65	183.19	135.46	244.19
Caudal medio	(m³/h)	4.36	7.63	5.64	10.17
Factor punta adoptado		2.00	2.00	2.00	2.00
Caudal punta biológico	(m³/h)	8.72	15.27	11.29	20.35
Coeficiente caudal mínimo		0.40	0.40	0.40	0.40
Caudal mínimo	(m³/h)	1.74	3.05	2.26	4.07
Coeficiente caudal máximo		5.00	5.00	5.00	5.00
Caudal máximo lluvias (pretratamiento)	(m³/h)	21.80	38.17	28.22	50.87

Adicionalmente a estos caudales de funcionamiento normal en periodo seco y de lluvias, el sistema también estaría preparado para el manejo de las primeras aguas de lluvia, que potencialmente pudieran arrastrar una contaminación superior. De este modo, los colectores, emisarios y estaciones de bombeo serían capaces de vehicular hasta el doble del caudal nominal previsto y retener en la estación de bombeo el volumen de los primeros minutos de lluvia. Esto es equivalente a decir que **el sistema se comprobará para que sea capaz de transportar hasta 10 veces el caudal medio de residuales**.

5. ESTUDIO DE CARGAS CONTAMINANTES

Con el objeto de determinar la cantidad y características del agua residual que circula por la red de saneamiento de El Colmenar, se ha llevado a cabo una campaña de muestreo, análisis y aforos.

Los trabajos de campo y de laboratorio que integran la campaña han sido ejecutados por la empresa *DBO5 S. L* en dos periodos del año: del 30 de agosto al 2 de septiembre de 2019 y del 4 al 6 de febrero de 2020. Con objeto de no resultar reiterativos, se hace referencia al Anejo nº1. Análisis de la situación actual, en donde se describen los puntos de vertido analizados y las particularidades de cada uno. Asimismo, se recoge el inventario de las industrias existentes.

De este modo, a continuación, se expondrá la necesidad de llevar a cabo ambas campañas, detallando la metodología empleada y resumiendo los resultados obtenidos. En los últimos apartados se realiza una valoración de los resultados, se resumen las principales conclusiones sobre el desarrollo de la campaña y resultados obtenidos y se establecen los datos de partida de contaminación para el diseño de la depuradora.

En el *apéndice 2* se recoge el informe del laboratorio acreditado encargado de realizar la campaña de aforos y analíticas, en donde pueden consultarse los valores horarios de caudal aforados para cada día y punto de vertido. Por último, en el *apéndice 3*, se presenta un plano con la red de saneamiento actual.

5.1. NECESIDAD DE LA CAMPAÑA

En 2004 se redactó el anteproyecto de agrupación de vertidos y EDAR de El Colmenar se llevó a cabo una campaña de aforo cuyos principales resultados se recogen en la siguiente tabla:

Fecha campaña	2004 (sin especificar mes)
Laboratorio	AYCON S. A.
Puntos de vertido totales	-
Puntos de vertido analizados	-
Caudal medio total aforado (m³/d)	42
Dotación media campaña (l/hab/d)	75
DBO media aforada (mg/l)	227
Habitantes equivalentes	158
Población real en año campaña	557

Analizando estos datos se puede apreciar como el caudal aforado es muy bajo, lo que da a indicar que podrían no haberse medidos ambos puntos de vertido.

Así pues, teniendo en cuenta que no se contaba con una caracterización completa de todos los puntos, se planteó una nueva campaña, de forma que sirviera para verificar los valores de caudal y concentración mencionados anteriormente y completar los faltantes.

La nueva campaña se plantea inicialmente bajo las siguientes premisas:

1. Al no haberse apreciado una variabilidad notable en los parámetros analizados, se propone que la duración sea de tres días, de los que dos caerán en fin de semana o festivo y uno en día laborable. Ésta se realizará en tiempo seco, procurando que no haya llovido, al menos, en los tres días anteriores a la campaña.
2. El muestreo del vertido será en continuo durante 24 horas. Al final de cada jornada las muestras se integrarán para obtener una representativa y homogénea del agua vertida durante las 24 horas por cada colector.
3. Para cada muestra compuesta se analizarán los siguientes parámetros: aceites y grasas disuelta o emulsionadas, alcalinidad, amonio, bacterias coliformes, estreptococos fecales, conductividad, DBO_5 (coloidal, decantable y soluble), DQO (coloidal, decantable y soluble), fósforo total, nitratos, nitritos, nitrógeno orgánico, nitrógeno total Kjeldahl, sólidos en suspensión totales y sólidos en suspensión volátiles, pH, temperatura agua y temperatura ambiente.

Debido a que la toma de datos fue realizada en verano, se decidió plantear una nueva campaña en invierno con objeto de contrastar los caudales y cargas aforados en la primera en una época del año con menor afluencia de población estacional. Tal y como se comenta en el Anejo nº1. *Análisis de la situación actual,* existe un vertido contiguo al analizado como PV1 en verano, que durante la primera campaña permaneció seco, pensándose que podía corresponder a una antigua conducción o a un desagüe de pluviales de la casa rural contigua. Sin embargo, durante la campaña de invierno la situación era contraria, habiéndose aclarado por parte del Ayuntamiento que ambos tubos proceden de la misma arqueta.

5.2. METODOLOGÍA E INCIDENCIAS

La primera campaña de aforos y toma de muestras se realizó los días 30, 31, 1 y 2 de agosto de 2019. A continuación, se resumen las principales características de esta:

DENOMINACIÓN PUNTO DE VERTIDO	PV1
METODOLOGÍA AFORO	VERTED. RECTANGULAR
DÍAS REGISTRO CAUDAL	3
FRECUENCIA DE REGISTRO	10 MINUTOS
DÍAS TOMA MUESTRAS	3
FRECUENCIA MUESTREO	15 MINUTOS
TIPO MUESTREO	CONTINUO

Los principales objetivos de esta han sido:

- Obtener una caracterización físico-química exhaustiva de las aguas residuales.
- Determinar los volúmenes fluyentes por los diferentes colectores urbanos, así como conocer los caudales instantáneos.
- Evaluar la carga contaminante diaria y puntual generada por la población objeto del estudio, analizando factores, tales como la estacionalidad de la población o la actividad industrial, que puedan tener alguna incidencia en la explotación de la red de saneamiento y futura EDAR del núcleo.
- Dar cumplimiento a la Directiva 91/271/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas a través del Real Decreto 509/1996 de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto Ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas (BOE nº 77 de 29 de marzo de 1996), el cual en su artículo 4º señala la necesidad de conocer el valor medio diario de la carga orgánica biodegradable correspondiente a la semana de máxima carga para el diseño de las instalaciones de tratamiento y depuración de aguas residuales.

Por su parte, la segunda campaña de aforos y toma de muestras se realizó los días 4, 5 y 6 de febrero de 2020. A continuación, se resumen las principales características de esta:

DENOMINACIÓN PUNTO DE VERTIDO	PV1 (B)
METODOLOGÍA AFORO	Volumetría
DÍAS REGISTRO CAUDAL	2
FRECUENCIA DE REGISTRO	Puntual
DÍAS TOMA MUESTRAS	2
FRECUENCIA MUESTREO	Puntual
TIPO MUESTREO	Puntual

El principal objetivo de esta ha sido contrastar los valores obtenidos en la primera campaña, tanto en caudal como en cargas.

5.2.1 Metodología para el aforo de caudales

Dependiendo de la importancia del punto y de la dificultad de la instalación del medidor primario, los caudales pueden ser medidos empleando diferentes metodologías. Los principales métodos que existen para la medida de caudales son:

- Descarga directa mediante vertedero.
- Área - Velocidad.
- Volumétrico – Gravimétrico.
- Concentraciones.

En la primera campaña, los caudales fueron medidos empleando el método de descarga directa mediante un vertedero rectangular. A las aberturas de estos vertederos se le acopló un registrador de nivel por presión. Los aforos se realizaban en continuo (salvo en la segunda campaña que se realizaron tomas puntuales), almacenándose la media del caudal circundante cada 10 minutos. Periódicamente, los niveles de lámina de agua eran medidos por el técnico de DBO5 S. L y contrastados con las medidas elaboradas por el caudalímetro. De esta forma, se constató que los registros eran correctos, pues el procedimiento únicamente tiene en cuenta la altura de la lámina de agua.

5.2.2 Metodología para la toma de muestras

Según la Norma ISO-5667-1 sobre el diseño de los programas de muestreo, estos deben de realizarse durante periodos en los cuales la calidad del agua puede variar.

En las ARU, este ciclo ocurre cada 24 horas, salvo que por la presencia de vertidos de otros factores estacionales (lluvia o migración de la población) tenga una duración mayor. En estos casos, sería necesaria la realización de campañas analíticas complementarias que estimasen las características de los vertidos contaminantes de origen desconocido.

El presente estudio está referido a la calidad del agua para el periodo estudiado, en el cual se ha considerado que los parámetros analizados son estables y las anomalías detectadas en la línea urbana se repiten al menos una vez a la semana y cada tres días en la línea industrial.

La toma de muestras se ha realizado de forma continua, salvo en la segunda campaña. Para ello se instaló un equipo tomamuestras automático de aguas. Del tomamuestras sale un tubo (por el que se aspira el vertido) que se coloca en el centro del colector, a media altura, buscando con

ello un área de turbulencia y flujo bien mezclado. Este tubo también se sitúa unas 2" por debajo del vértice de un vertedero instalado, para asegurar que siempre esté cubierto, y a 1 metro de separación del punto donde se mide el caudal para que no influya en la altura de la lámina del agua. Diariamente se comprueba, en varias ocasiones, que el extremo de este tubo no se encuentre atascado por algún sólido de gran tamaño (trapos, papeles o bolsas). En el programa de toma de muestra se incluye una purga del tubo antes y después de cada toma de muestra.

El equipo se programó para que tomara una muestra cada 15 minutos y avanzara una botella cada hora. De esta manera, se tomaron cuatro muestras por botella y un total de 96 muestras que fueron representativas de las 24 horas. Al finalizar la jornada de muestreo, las muestras obtenidas se integraron en una sola muestra de forma proporcional al caudal circulante, se refrigeraron y se enviaron a laboratorio. Se han analizado en laboratorio un total de 3 muestras en la primera campaña.

Durante la segunda campaña se efectuaron tomas de muestras puntuales paralelamente a las medidas de caudal.

Al terminar la jornada, las muestras eran transportadas en frío y oscuridad al laboratorio, donde inmediatamente después de la recepción, se procedía al análisis de la DBO_5 y los sólidos en suspensión.

5.2.3 Incidencias durante la campaña

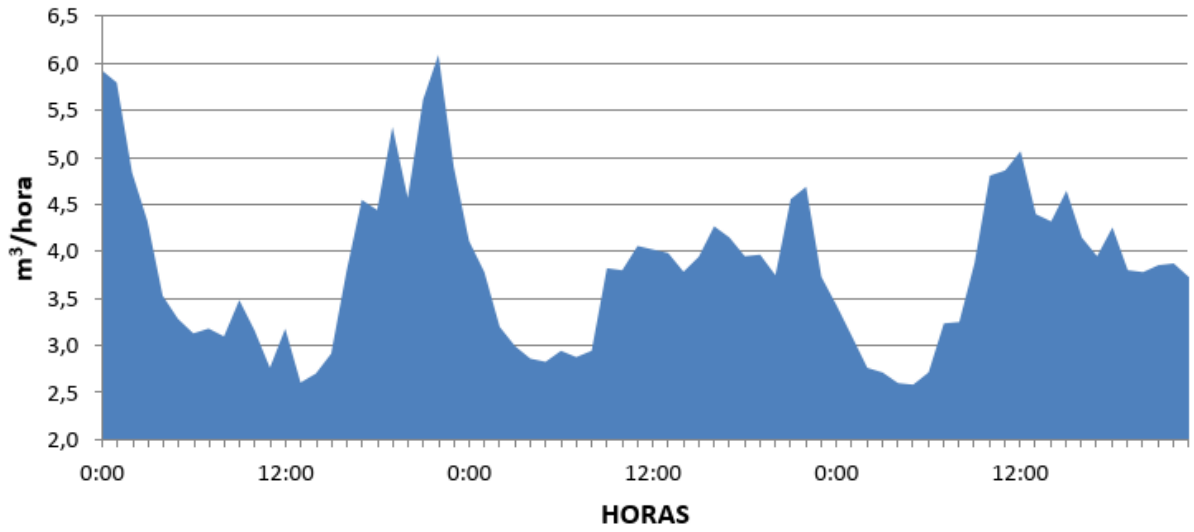
En ambas campañas se observó agua de dilución, lo cual ha quedado además contrastado a tenor de los resultados obtenidos en cuanto a cargas contaminantes. En la campaña realizada en verano se observa que, pese a la dilución observada, el caudal medido es ligeramente inferior al esperado, debido a posibles pérdidas en la red de saneamiento o vertidos privados no contabilizados.

5.3. CAUDALES AFORADOS

El **caudal medio de vertido** obtenido fue **de 92.1 m³/d en verano y 180 m³/d en invierno**. Según lo detallado en el apartado 4.3, estos valores arrojan unas dotaciones de aguas negras media de **178 l/hab/d** en verano y de **414 l/hab/d** en invierno, lo cual no parece resultar coherente, pues habitualmente en verano las dotaciones suelen ser ligeramente superiores por el vaciado de piscinas, riegos de patios, etc. Esto lleva a pensar que haya intrusiones de agua limpia en la red.

Cabe destacar que el caudal aforado en la campaña de invierno corresponde a muestras puntuales, realizadas a las 2 y 4 de la tarde los días 5 y 6 de febrero respectivamente. Estos aforos arrojaron valores de 2.57 y 2.40 l/s, que en promedio serían 2.49 l/s. Si consideramos la hora en que estas medidas se realizaron y se aplica el patrón obtenido en la campaña de verano (relación Qmax/Qmed de 1.2 en esa franja horaria) se tendría un caudal medio de 2.07 l/s o, lo que es lo mismo, 180 m³/d. Este sigue siendo aún elevado, resultando en una dotación de aguas negras de 348 l/hab/d.

Respecto a los caudales máximos, las puntas se dan sobre las 10 de la noche, detectándose también algún día a las doce de la mañana.



Por su parte, los caudales mínimos registrados se dan en torno a las cuatro y cinco de la mañana, siendo los coeficientes promedio a caudal mínimo muy elevados (entre 0.5-0.7). El elevado flujo nocturno es otro indicativo de que pueda existir alguna conexión de agua limpia.

En el *apéndice 2* se recoge el informe del laboratorio acreditado encargado de realizar la campaña de aforos y analíticas, en donde pueden consultarse los valores de caudal aforados para cada día y punto de vertido con un mayor detalle.

5.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Respecto a la contaminación, **las concentraciones medias de los parámetros** analizados respecto a los valores habituales en aguas residuales urbanas **son bajas,** destacando los valores

arrojados en invierno. Normalmente el valor de la DBO en agua residual urbana se encuentra comprendido entre 150 y 500 mg/l, siendo el intervalo habitual para la DQO de 300 a 1000 mg/l.

		VERANO			INVIERNO	
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 1	Día 2
PV1	DBO	142.0	106.0	99.0	117.0	73.0
	DQO	383.0	309.0	329.0	203.0	176.0
	DBO/DQO	0.4	0.3	0.3	0.6	0.4

No obstante, si se analiza la relación entre ambos parámetros, se concluye que la fracción biodegradable del agua se encuentra, en promedio, dentro de los límites habituales. Conforme mayor sea la relación DBO/DQO significa que un mayor porcentaje del agua residual es degradable biológicamente, siendo habitual para esta relación de entre 0.4 y 0.6. Valores inferiores a 0.4 indicarían una mineralización alta y por tanto presencia de algún tipo de industria, Por su parte, valores superiores a 0.6 reflejarían algún vertido asociado, por ejemplo, a ganado estabulado.

No se ha detectado ningún vertido extraño (en color, cantidad o parámetros) durante las campañas.

5.5. RESUMEN DE RESULTADOS

En términos generales, se puede decir que el vertido presenta valores de contaminación habituales de un agua residual urbana, en su rango inferior, con posibles intrusiones de agua limpia de escorrentía (al haberse detectado estos significativamente en la campaña de invierno). Tanto los caudales como las concentraciones se ven afectadas por esta dilución.

No obstante, cabe resaltar que desde el Ayuntamiento se indica que no existen ninguna fuente o arroyo conectado al saneamiento urbano.

Campaña verano:

PARÁMETROS / COLECTOR	PV1
D.B.O. mg/L O_2	116
D.Q.O. mg/L O_2	340
Sólidos en suspensión mg/L	116
Conductividad eléct. µS.cm-1 a 20ºC	880
m^3/día	92.1

Campaña invierno:

COLECTOR Nº	P1B
D.B.O. mg/L O_2	95
D.Q.O. mg/L O_2	190
Sólidos en suspensión mg/L	70
Conductividad eléct. µS.cm-1 a 20ºC	620
m^3/día	214.7

En el apéndice 2 se pueden consultar en detalle el resto de los parámetros, así como los resultados en cada día de campaña.

5.6. POBLACIÓN EQUIVALENTE

Según los resultados de las tablas anteriores, se tiene que la población equivalente media (entendiendo por habitante equivalente aquel que produce una carga de 60 gramos de DBO_5 al día) es de 179 habitantes en verano y de 343 en invierno, con máximos de 230 y 433 respectivamente.

La población permanente del padrón a fecha de 2019, conectada a la red municipal de Colmenar, es de 516 habitantes teóricos, por lo que la carga contaminante es entre la mitad y casi tres veces inferior a la teórica producida por un habitante real en invierno y verano respectivamente. Si se calculan los gramos por habitante real y día, se tiene que la población de El Colmenar estaría aportando un promedio de 28 g/hab/d. En la siguiente tabla puede verse el cálculo para cada día de ambas campañas realizadas. Se ha tenido en cuenta en ambos casos la población permanente de 516, aunque en la campaña de verano seguramente esta fuera superior. Sin embargo, con este criterio se está en la situación más conservadora, ya que mientras menor sea la población mayor es la carga unitaria.

	VERANO			INVIERNO	
	Día 1	**Día 2**	**Día 3**	**Día 1**	**Día 2**
Caudal (m^3/d)	97.3	89.1	89.9	222.0	207.4
DBO (kg/d)	13.8	9.4	8.9	26.0	15.1
Población	516.0	516.0	516.0	516.0	516.0
Carga unitaria	26.8	18.3	17.2	50.3	29.3

Se debe tener presente que la posible dilución con agua limpia observada hace disminuir la carga unitaria.

5.7. REQUISITOS DE CALIDAD DEL VERTIDO

Según la Directiva 91/271/CEE, en función de la zona en la que se realice el vertido (normal, sensible o menos sensible) y del número de habitantes equivalentes de la aglomeración urbana, las aglomeraciones urbanas deben aplicar a las aguas residuales que entren en los sistemas colectores un tipo de tratamiento, que será más o menos riguroso. Para conocer cuáles son los requisitos de calidad exigibles al vertido de la depuradora deberá analizarse:

- La protección de la masa de agua a la que se vierte (zona sensible o no).
- Las presiones existentes en la masa de agua
- El estado ecológico y global de la masa de agua, respetando los umbrales señalados en el anejo II del RD 817/2015 para evitar el empeoramiento del estado.
- El uso de la masa de agua, respetando lo dispuesto en el RD 1341/2007 sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño.

El núcleo de **El Colmenar** restituirá en un futuro sus aguas depuradas al río Guadiaro, que forma parte de la masa de agua *Guadiaro Buitreras-Corchado* (ES060MSPF0612061), la cual no está identificada como zona sensible en el PH de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas. En este sentido, atendiendo estrictamente a la Directiva 91/271/CEE, habría que cumplir los parámetros de vertido en zonas no sensibles:

Parámetro	Valor límite (mg/l)	Porcentaje mínimo reducción
DBO_5	25	70-90
DQO	125	75
SS	35	90

Cabe destacar que, en la respuesta emitida por parte de la Subdirección de Gestión del Dominio Público Hidráulico y Calidad de las Aguas el 2 de marzo de 2020, a la consulta realizada por ACUAES sobre los parámetros de calidad que debía cumplir el vertido de la EDAR, se indica la innecesaridad de reducción de nutrientes, siendo los límites de vertido requeridos los expresados en la tabla anterior. Estos límites de emisión se aplicarán en la arqueta final tras el proceso de depuración, tras la cual no podrán incorporarse otros efluentes.

5.8. GESTIÓN DE LOS FANGOS

La gestión del lodo de las depuradoras correrá a cargo del Consorcio Provincial de Aguas de la Diputación de Málaga, los cuales actualmente entregan el fango a un gestor autorizado para su disposición final.

Actualmente, la gestión de los fangos debe afrontar en un futuro próximo tanto el problema legislativo (tratamiento exigido para la aplicación en uso agrícola) como el funcional (no generar mayor cantidad de la que se puede enviar a campo).

En el ámbito autonómico, se debe cumplir con lo dispuesto en la Orden de 6 de agosto de 2018, conjunta de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural y de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se regula la utilización de lodos tratados de depuradora en el sector agrario. El objeto de esta es actualizar y mejorar los mecanismos de seguimiento y control sobre la utilización de los lodos tratados de depuradora en el sector agrario en la Comunidad Autónoma de Andalucía, cumpliendo con lo establecido en el Real Decreto 1310/1990, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario, y adecuando la información que deben proporcionar los distintos operadores, según la Orden AAA/1072/2013, de 7 de junio, sobre utilización de lodos de depuración en el sector agrario, a los condicionantes de tiempo y forma que en la presente Orden se establezcan para la utilización de lodos tratados de depuradora en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Andalucía, garantizando la adecuada valorización en los suelos agrarios.

Cabe destacar que según el artículo 48 del Estatuto de Autonomía para Andalucía, corresponde a la Comunidad Autónoma, la competencia exclusiva de acuerdo con las bases y la ordenación de la actuación económica general, y en los términos de lo dispuesto en los artículos 38, 131 y 149.1.11.ª,13.ª, 16.ª, 20.ª y 23.ª de la Constitución, en materia de agricultura, ganadería y desarrollo rural, así como en materia de medio ambiente y agua. Asimismo y en virtud de lo dispuesto en el Decreto 215/2015, de 14 de julio, por el que se establece la estructura orgánica de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, corresponde a la Dirección General de la Producción Agrícola y Ganadera, las actividades relacionadas con los fertilizantes y demás medios necesarios para la producción agrícola, así como la elaboración de los planes de actuación en las zonas vulnerables a la contaminación y el desarrollo de las medidas necesarias para el cumplimiento de la condicionalidad. Por otra parte, y según lo dispuesto en el Decreto 216/2015, de 14 de julio, por el que se establece la estructura orgánica de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, corresponde a la Dirección General de Prevención y Calidad Ambiental, la planificación, coordinación y seguimiento de la prevención, producción y gestión de residuos, así como las autorizaciones de gestión de residuos de ámbito autonómico o supraprovincial.

En esta Orden, que será de **obligado cumplimiento a partir del 13 de agosto de 2021,** se indica que los gestores de lodos solo podrán destinar a uso agrícola los lodos recogidos en el

Anexo I (entre los que figuran los lodos resultantes del tratamiento de aguas residuales urbanas con código LER 19 08 05), los cuales deberán ser sometidos a alguno de los siguientes tratamientos:

- Compostaje
- Digestión anaerobia termófila
- Digestión anaerobia mesófila con pretratamiento de al menos 70 grados durante 30 minutos.
- Estabilización aeróbica a una temperatura mínima de 20º y tiempo mínimo de retención, de toda la masa, de 50 días. El contenido final de humedad no podrá ser mayor del 40%.
- Estabilización con cal hasta alcanzar un pH de 12 o más
- Secado térmico, mínimo 80 grados o 70 si el tiempo de permanencia supera los 30 minutos.

La repercusión de estas medidas para los explotadores es eminentemente económica, ya que cualquier explotador que no cuente en su EDAR con alguno de estos tratamientos tendrá que pagar un precio mayor por la gestión del fango a partir del 13 de agosto de 2021. Esto es debido a que el costo de gestión varía en función del destino final del lodo, siendo más barato si el gestor lo destina para su aplicación en suelo agrícola, a si lo dispone en vertedero o lo incinera. Teniendo en cuenta que a partir de agosto de 2021 solo podrán destinarse a uso agrícola los lodos que cumplan con los tratamientos arriba mencionados, si la EDAR no dispone de ellos, el gestor deberá dárselo.

Cabe destacar que los explotadores no pagan siempre por destino agrícola, ya que este uso está limitado según la estacionalidad (época de cultivos y periodos secos), siendo habitual de mayo a octubre. Así pues, para el explotador la única diferencia es económica durante 5 o 6 meses al año, pues lo normal en Andalucía es que la otra mitad del año se pague el precio asociado al compostaje.

Últimamente, algunos explotadores están desarrollando instalaciones de compostaje propias, cumpliendo con los requisitos ambientales (desodorización, entre otros) y con un tratamiento avanzado, que les permitiría en un futuro generar un subproducto comercial conforme a lo dispuesto en el RD 506/2013 sobre productos fertilizantes. De esta forma, los lodos dejan de llamarse residuo y pasan a ser fertilizante comercial, con el consiguiente beneficio económico.

Por último, es preciso resaltar que, en el ámbito estatal, se está a la espera de la trasposición de la Directiva 2018/851 del Parlamento Europeo de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos. Todos los países de la UE tienen de plazo dos años para convertir esta Directiva en ley nacional.

5.9. CARGAS CONTAMINANTES DE ENTRADA A PLANTA

Tras las irregularidades observadas en las campañas (elevada dilución de los contaminantes por la presencia de agua limpia), y observando que las cargas unitarias obtenidas son inferiores a los 60 g/hab/d de DBO_5, para el dimensionamiento de la EDAR se tendrá en cuenta una carga unitaria mínima de 60 gramos, igualando de este modo la población real a la equivalente de diseño. Para la DQO y SS se han establecido las mismas proporciones observadas en la campaña en el rango más conservador: relación DBO/DQO de 0.5 y relación DBO/SS de 1.25.

Respecto al nitrógeno y fósforo, ya que su relación con la DBO no tiene por qué seguir siempre la misma proporción, se ha optado por tomar los valores máximos observados en el PV1 durante la campaña de verano, por ser estos en los que menor ha sido la dilución observada.

		EL COLMENAR			
		Año Actual (2020)		Año horizonte (2045)	
		Invierno	Verano	Invierno	Verano
DBO5					
Carga unitaria (*)	(g/hab/d)	60.00	60.00	60.00	60.00
Carga	(kg/d)	30.78	53.88	39.84	71.82
Concentración	(mg/l)	294.12	294.12	294.12	294.12
Población equivalente	(hab-eq)	513	898	664	1,197
DQO					
Carga unitaria	(g/hab/d)	**120.00**	**120.00**	**120.00**	**120.00**
Carga	(kg/d)	**61.56**	**107.76**	**79.68**	**143.64**
Concentración	(mg/l)	588.24	588.24	588.24	588.24
SS					
Carga unitaria	(g/hab/d)	**48.00**	**48.00**	**48.00**	**48.00**
Carga	(kg/d)	**24.62**	**43.10**	**31.87**	**57.46**
Concentración	(mg/l)	235.29	235.29	235.29	235.29
Nitrógeno NTK					
Carga unitaria	(g/hab/d)	**8.98**	**8.98**	**8.98**	**8.98**
Carga	(kg/d)	**4.60**	**8.06**	**5.96**	**10.74**
Concentración	(mg/l)	44.00	44.00	44.00	44.00
Fósforo					
Carga unitaria	(g/hab/d)	**0.96**	**0.96**	**0.96**	**0.96**
Carga	(kg/d)	**0.49**	**0.86**	**0.64**	**1.15**
Concentración	(mg/l)	4.70	4.70	4.70	4.70
Temperatura agua					
Temperatura agua	ºC	15.00	25.00		

6. CONCLUSIONES

El planeamiento vigente en El Colmenar es el correspondiente al municipio de Cortes de la Frontera, y está integrado por el Plan General de Ordenación Urbana aprobado definitivamente el 28 de julio de 2008.

Analizando todas las figuras del planeamiento, se concluye que las necesidades potenciales de crecimiento en El Colmenar quedan recogidas en siete Unidades de Ejecución de suelo urbano no consolidado (**UE**) y una de suelo urbanizable sectorizado (**SR**), todas ellas de uso residencial.

Debido a que en el transcurso de tiempo desde la aprobación de las primeras figuras de planeamiento hasta ahora no se ha actuado aún en muchas de estas zonas, se considerará que para el año horizonte de diseño de la EDAR solo se haya desarrollado un porcentaje en cada una de ellas, suponiendo un total de 151 habitantes.

Como en la prognosis de población realizada el crecimiento entre 2020 y 2045 es nulo, será necesario sumar a 2045 los 151 habitantes adicionales considerados por el PGOU.

Teniendo en cuenta un crecimiento aritmético, así como la población estival, se tienen los siguientes resultados.

	2020	2045
Población invierno	513	664
Población verano	898	1,197
Coeficiente de estacionalidad	*1.75*	*1.80*

De esta forma, **la población máxima para diseño de la EDAR ascendería a 1,197 habitantes.**

Respecto a los caudales, y al no contar con datos de consumo de abastecimiento reales, se han comparado las dotaciones obtenidas según los caudales medidos en las campañas con las teóricas recomendadas por los Instrumentos de Planificación Hidrológica. Las dotaciones de saneamiento aforadas se encuentran entre los 178 l/hab/d y 348 l/hab/d, que se traducirían a unas de abastecimiento de 209 y 409 l/hab/d. Debido a la posible intrusión de agua limpia durante la campaña de invierno, se ha decidido obviar el valor obtenido.

Así pues, se ha seleccionado para el diseño una dotación de abastecimiento de 240 l/hab/d, que arroja una dotación de aguas negras de 204 l/hab/d. Esta es coherente con los resultados analizados en la primera campaña así como con los valores propuestos el Plan Hidrológico.

	Dotación abastecimiento l/hab/d
Según distribución alta	-
Según consumos baja	-
Según IPH	340
Según Plan Hidrológico	241
Según campaña verano (considerando retorno 0.85)	209
Según campaña invierno (considerando retorno 0.85)	409
Dotación seleccionada	**240**

Con relación a los coeficientes, a caudal mínimo se ha considerado uno típico para poblaciones similares, 0.4 (al estar los obtenidos en la campaña falseados por la posible intrusión de agua limpia). Por su parte, para el caudal máximo se ha estimado un valor de 2, conforme con los resultados y patrones de vertido de la campaña.

Con respecto al estudio de cargas contaminantes, se han llevado a cabo dos campañas de caracterización: una en agosto y septiembre de 2019 de viernes a lunes y otra en febrero de 2020 de martes a jueves, teniendo así el espectro completo de una semana. **Las concentraciones medias de los parámetros** analizados respecto a los valores habituales en aguas residuales urbanas **son bajas.** Tanto los caudales como las concentraciones se ven afectadas por la posible intrusión de agua limpia.

Los principales resultados de las campañas estival fueron los siguientes (izquierda verano y derecha invierno):

PARÁMETROS / COLECTOR	PV1
D.B.O. mg/L O_2	116
D.Q.O. mg/L O_2	340
Sólidos en suspensión mg/L	116
Conductividad eléct. µS.cm-1 a 20ºC	880
m^3/día	92.1

COLECTOR Nº	P1B
D.B.O. mg/L O_2	95
D.Q.O. mg/L O_2	190
Sólidos en suspensión mg/L	70
Conductividad eléct. µS.cm-1 a 20ºC	620
m^3/día	214.7

En el apéndice 2 se pueden consultar en detalle el resto de los parámetros, así como los resultados en cada día de campaña.

Tras las irregularidades observadas en las campañas (elevada dilución de los contaminantes por la presencia de agua limpia), y observando que las cargas unitarias obtenidas son inferiores a los 60 g/hab/d de DBO_5, para el dimensionamiento de la EDAR se tendrá en cuenta una carga unitaria mínima de 60 gramos, igualando de este modo la población real a la equivalente de diseño. Para la DQO y SS se han establecido las mismas proporciones observadas en la campaña: relación DBO/DQO de 0.5 y relación DBO/SS de 1.25.

Respecto al nitrógeno y fósforo, ya que su relación con la DBO no tiene por qué seguir siempre la misma proporción, se ha optado por tomar los valores máximos observados en el PV1 durante la campaña de verano, por ser estos en los que menor ha sido la dilución observada.

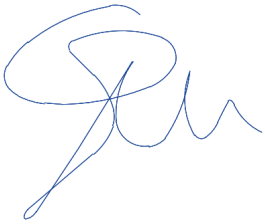
En la siguiente tabla se presenta un resumen de los datos para el diseño de la EDAR y agrupación de vertidos (2045):

		EL COLMENAR			
		Año Actual (2020)		Año horizonte (2045)	
		Invierno	Verano	Invierno	Verano
Población					
Población	(hab)	513	898	664	1,197
Población equivalente	(h-e)	513	898	664	1,197
Caudales					
Dotación saneamiento	(l/hab/d)	204.00	204.00	204.00	204.00
Caudal diario	(m³/d)	104.65	183.19	135.46	244.19
Caudal medio	(m³/h)	4.36	7.63	5.64	10.17
Factor punta adoptado		2.00	2.00	2.00	2.00
Caudal punta biológico	(m³/h)	8.72	15.27	11.29	20.35
Coeficiente caudal mínimo		0.40	0.40	0.40	0.40
Caudal mínimo	(m³/h)	1.74	3.05	2.26	4.07
Coeficiente caudal máximo		5.00	5.00	5.00	5.00
Caudal máximo lluvias (pretratamiento)	(m³/h)	21.80	38.17	28.22	50.87
DBO5					
Carga unitaria (*)	(g/hab/d)	60.00	60.00	60.00	60.00
Carga	(kg/d)	30.78	53.88	39.84	71.82
Concentración	(mg/l)	294.12	294.12	294.12	294.12
Población equivalente	(hab-eq)	513	898	664	1,197
DQO					
Carga unitaria	(g/hab/d)	**120.00**	**120.00**	**120.00**	**120.00**
Carga	(kg/d)	**61.56**	**107.76**	**79.68**	**143.64**
Concentración	(mg/l)	588.24	588.24	588.24	588.24
SS					
Carga unitaria	(g/hab/d)	**48.00**	**48.00**	**48.00**	**48.00**
Carga	(kg/d)	**24.62**	**43.10**	**31.87**	**57.46**
Concentración	(mg/l)	235.29	235.29	235.29	235.29
Nitrógeno NTK					
Carga unitaria	(g/hab/d)	**8.98**	**8.98**	**8.98**	**8.98**
Carga	(kg/d)	**4.60**	**8.06**	**5.96**	**10.74**
Concentración	(mg/l)	44.00	44.00	44.00	44.00
Fósforo					
Carga unitaria	(g/hab/d)	**0.96**	**0.96**	**0.96**	**0.96**
Carga	(kg/d)	**0.49**	**0.86**	**0.64**	**1.15**
Concentración	(mg/l)	4.70	4.70	4.70	4.70
Temperatura agua					
Temperatura agua	ºC	15.00	25.00		

En el *anejo 8. Cálculos hidráulicos y de funcionamiento,* así como en el punto 4.6 de este documento, se recogen los caudales de diseño asociados a cada punto de vertido e instalación a diseñar.

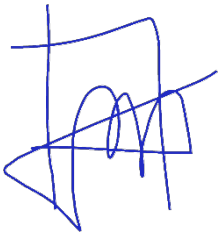
En Sevilla, mayo de 2020.

El Ingeniero Autor del Anejo



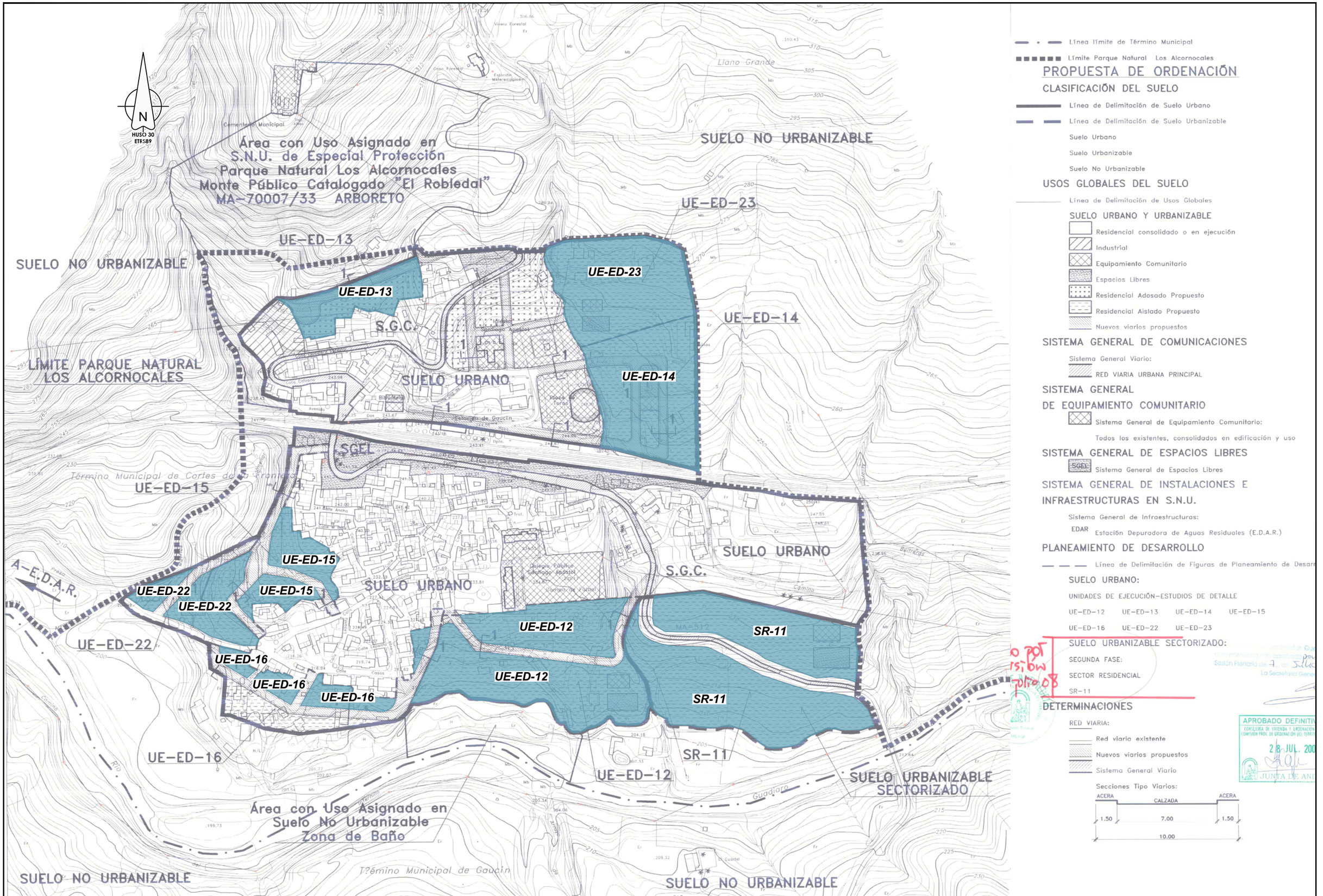
Dª. Carmen González Moreno
Colegiado Nº 31.112

El Ingeniero Autor del Proyecto



D. Fernando José Trujillo Díez
Colegiado Nº 17.007

APÉNDICE Nº 1. PLANO DEL SUELO URBANO Y URBANIZABLE



Línea límite de Término Municipal

Límite Parque Natural Los Alcornocales

PROPUESTA DE ORDENACIÓN

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

Línea de Delimitación de Suelo Urbano

Línea de Delimitación de Suelo Urbanizable

Suelo Urbano

Suelo Urbanizable

Suelo No Urbanizable

USOS GLOBALES DEL SUELO

Línea de Delimitación de Usos Globales

SUELO URBANO Y URBANIZABLE

- Residencial consolidado o en ejecución
- Industrial
- Equipamiento Comunitario
- Espacios Libres
- Residencial Adosado Propuesto
- Residencial Aislado Propuesto
- Nuevos viarios propuestos

SISTEMA GENERAL DE COMUNICACIONES

Sistema General Viario:

- RED VIARIA URBANA PRINCIPAL

SISTEMA GENERAL DE EQUIPAMIENTO COMUNITARIO

- Sistema General de Equipamiento Comunitario: Todos los existentes, consolidados en edificación y uso

SISTEMA GENERAL DE ESPACIOS LIBRES

- SGEL Sistema General de Espacios Libres

SISTEMA GENERAL DE INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURAS EN S.N.U.

Sistema General de Infraestructuras:

- EDAR Estación Depuradora de Aguas Residuales (E.D.A.R.)

PLANEAMIENTO DE DESARROLLO

Línea de Delimitación de Figuras de Planeamiento de Desarr

SUELO URBANO:

UNIDADES DE EJECUCIÓN-ESTUDIOS DE DETALLE

UE-ED-12 UE-ED-13 UE-ED-14 UE-ED-15

UE-ED-16 UE-ED-22 UE-ED-23

SUELO URBANIZABLE SECTORIZADO:

SEGUNDA FASE:

SECTOR RESIDENCIAL

SR-11

DETERMINACIONES

RED VIARIA:

- Red viaria existente
- Nuevos viarios propuestos
- Sistema General Viario

Secciones Tipo Viarios:

APROBADO DEFINITIV
CONSEJERÍA DE VIVIENDA Y ORDENACIÓN
COMISIÓN PROV. DE ORDENACIÓN DEL TERRIT
28 JUL. 200
JUNTA DE AN

GOBIERNO DE ESPAÑA
VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ACUAES AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA SA

IDOM

EL AUTOR DEL PROYECTO: ING. CAMINOS C.P. COL: 17.007	EXAMINADO Y CONFORME EL DIRECTOR DE PROYECTO	CONFORME AL JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS	VºBº EL DIRECTOR TÉCNICO	TÍTULO DEL PROYECTO	FECHA	ESCALA	PLANO	NÚMERO DE PLANO
Fdo: D. Fernando Trujillo Díez	Fdo: D. Nicolás Gutiérrez Carmona	Fdo: D. Daniel Gálvez Cruz	Fdo: D. Jerónimo Moreno Gayá	SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)	ABRIL 2020 CLAVE 06.329-615/2111	SIN ESCALA FORMATO ORIGINAL A3	PLANEAMIENTO URBANISTICO EL COMENAR NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 100616GUAN05 PLA URB.dwg	1 HOJA 1 de 1

APÉNDICE Nº 2 CAMPAÑA DE AFOROS EL COLMENAR

IDOM

CAUDALES Y CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES VERTIDAS POR LA POBLACIÓN DE EL COLMENAR (MÁLAGA)

DBO5
DETERMINACION DE LA CARGA CONTAMINANTE

30 AGOSTO A 2 SEPTIEMBRE 2019

OFICINAS: C/. Manufactura, 8 - Edif. Boudere 1, Plta. 1ª - Mód. 6
Parque Industrial y de Servicios del Aljarafe "PISA"
41927 Mairena del Aljarafe (Sevilla)
Teléfono 954 183 750 - Fax: 954 184 035
http:/www.dbo5.com - e-mail: dbo5@dbo5.com

LABORATORIO: C./ Artesanía, 23, Nave 2, Módulo F
Parque Industrial y de Servicios del Aljarafe "PISA"
41927 Mairena del Aljarafe (Sevilla)

IDOM

CAUDALES Y CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES VERTIDAS POR LA POBLACIÓN DE EL COLMENAR (MÁLAGA).

Elaborado por DBO5 S.L.

entidad colaboradora de la administración hidráulica

30 AGOSTO A 2 SEPTIEMBRE 2019

DOCUMENTO FIRMADO DE FORMA ELECTRÓNICA Y VERIFICABLE CONFORME CERTIFICADO RAÍZ DE LA FÁBRICA NACIONAL DE MONEDA Y TIMBRE.

ÍNDICE

PÁGINA

1. Introducción y objetivos 3

2. Campaña de muestreo y aforos 5
   2.1. Muestreos - Metodología 9
      2.1.1. Muestreos en continuo – 24 horas 10
   2.2. Medidas de caudales 13
   2.3. Incidencias surgidas durante la toma de muestras 15
      2.3.1. Agua de dilución 15
      2.3.2. Lluvias 15
      2.3.3. Mermas de agua 15
      2.3.4. Vertidos 15

3. Caudales 17
   3.1. Caudales vertidos 18

4. Características 25

5. Conclusiones 32

6. Metodología 34

7. Datos técnicos 36

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Se redacta el presente informe a petición de IDOM y en él se reflejan los resultados de la campaña de muestreo, análisis y aforos, realizada en las aguas residuales vertidas por el núcleo urbano de la población malagueña de El Colmenar (513 habitantes)[1]. El desarrollo de los trabajos se ha enfocado para cumplir los siguientes objetivos:

- Conocer en profundidad las características físico-químicas de las aguas residuales evacuadas por el núcleo urbano, de forma que junto con las características del municipio permitan mejorar y optimizar los criterios de diseño y construcción de la futura instalación de depuración de aguas residuales.

- Medir con detalle los volúmenes generados por la población y cuantificar los caudales medios, máximo, mínimo, tanto horario como diario.

- Evaluar la carga orgánica contaminante diaria y puntual, producida por la población objeto de saneamiento y detectar aquellos factores que directa o indirectamente puedan incidir en el funcionamiento de la futura E.D.A.R., tales como vertidos industriales, intrusión de agua limpia "incontrolada", etc.

- Dar cumplimiento a la directiva 91/271/CEE sobre el tratamiento de aguas residuales (artículo 4º apdo 4), la cual obliga a que los parámetros de diseño de las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas, se calculen a partir de la carga máxima semanal media que entra en una instalación durante un año.

[1] Habitantes del núcleo urbano según el cliente.

2. CAMPAÑA DE MUESTREO Y AFOROS

2. CAMPAÑA DE MUESTREO Y AFOROS

Para medir los caudales y determinar las características de las aguas residuales generadas por el núcleo urbano de El Colmenar, se ha realizado una campaña de muestreos, aforos y análisis en el único punto existente:

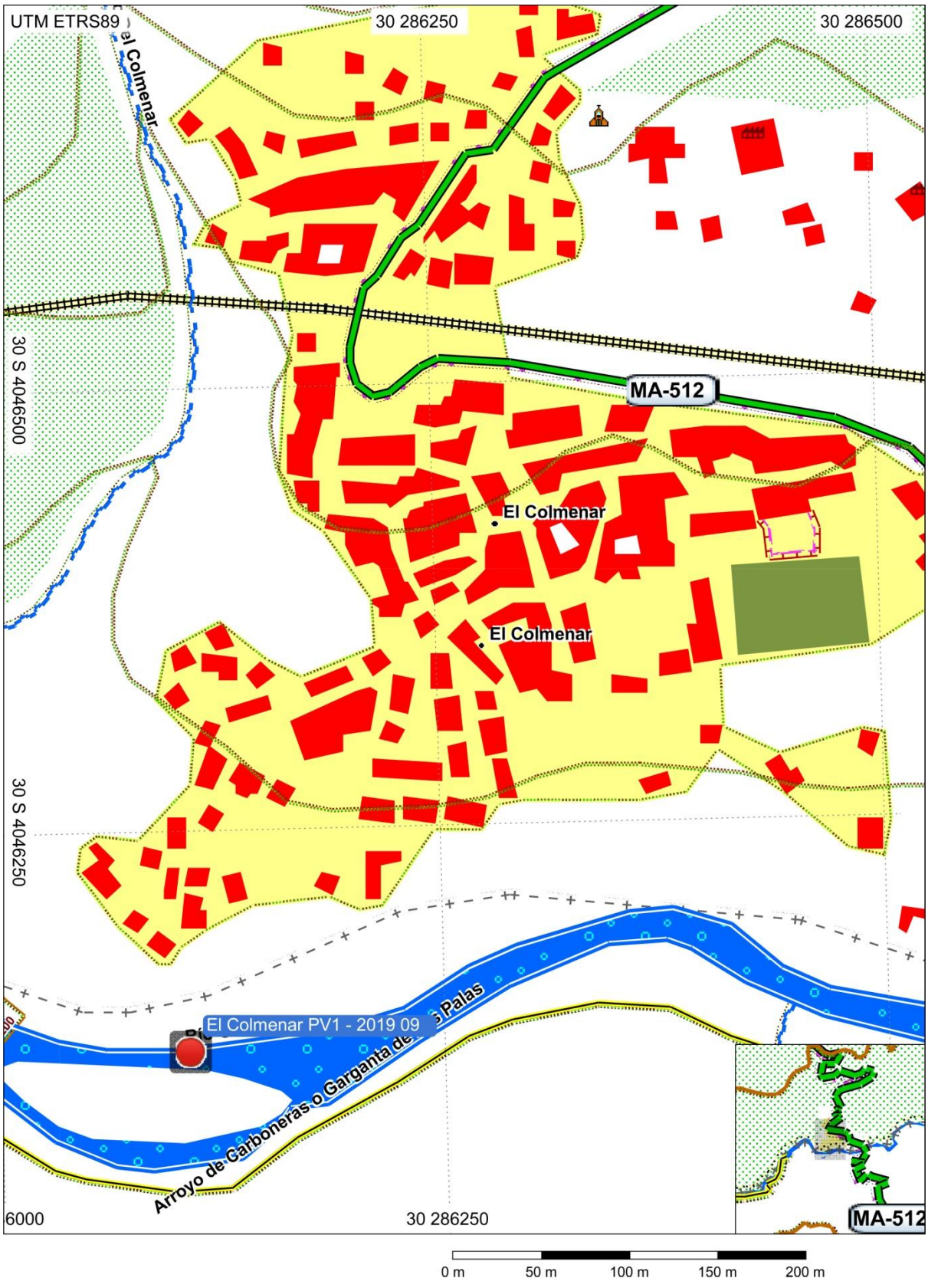
1. **Colector único - PV1 en adelante.** Colector de pvc circular Ø 30 cm situado al sur del núcleo.

De esta manera, se han conseguido cuantificar la totalidad de las cargas evacuadas por la población.

El cronograma seguido, durante la campaña desarrollada entre el 30 de agosto y 2 de septiembre de 2019, quedaría de la siguiente forma:

COLECTOR	PV1
Metodología de aforo	Verted rect.
Precisión l/seg.	± 11.5 %
Tipo de registro de caudal	Continuo
Días de registro de caudal[2]	3
Frecuencia del registro	10 min.
Nº registros caudal para muestreo	144
Días de muestreo	3
Tipo de muestreo	Continuo
Frecuencia del muestreo	15 min.
Muestras 24 h analizadas	3
Observaciones	---

[2] Se entiende por día de registro, al computo de caudales obtenidos durante 24 horas de registro, no teniendo por qué coincidir con un día concreto, ya que los aforos no se inician a las 0:00 horas.



Localización del punto de estudio

IDOM

DATOS TÉCNICOS

1.- Datos identificativos

Población:	**El Colmenar (Málaga)**					
Denominación:	**Punto PV1**					
Coordenadas WGS84	**286107**	X	**4046125**	Y	Zona: **30S**	UTM

2.- Caudales

m^3/día:	92,1				
l/seg max.	1,91	l/seg med.	1,07	l/seg min.	0,68
Relaciones:		1. Q.max/Q.med:	1,79	2. Q.min/Q.med:	0,64

3.- Características

Materia orgánica:	**Medio**		**Nutrientes:**	**Medio**	
D.B.O. :	116	mg/l O2	Nitrógeno total:	43,0	mg/l N
D.Q.O.:	340	mg/l O2	Fósforo total:	4,46	mg/l P
S.S.:	116	mg/l			

4.- Carga equivalente

179 habit. equiv. medios 230 habit. equiv. máximos

FOTOGRAFÍAS DEL PUNTO





IDOM

Diariamente el muestreo comenzaba en torno a las 8:40 horas, considerándose un día de trabajo a veinticuatro horas de recogidas de muestras ininterrumpidamente desde esta hora tal y como se indica en la siguiente tabla:

Planning de recogida de muestras					
Día	**Día inicio**	**Día fin**	**H. inicio**	**H. fin**	**Días de semana**
1	30/08/2019	31/08/2019	12:50 h.	17:30 h.	Viernes-Sábado
2	31/08/2019	01/09/2019	12:50 h.	17:30 h.	Sábado-Domingo
3	01/09/2019	02/09/2019	12:50 h.	17:30 h.	Domingo-Lunes

2.1 MUESTREOS - METODOLOGÍA

Según la Norma ISO-5667-1 sobre el diseño de los programas de muestreo, estos deben de realizarse durante periodos en los cuales la calidad del agua puede variar.

En las A.R.U. este ciclo ocurre cada 24 horas, salvo que por la presencia de vertidos de otros factores estacionales (lluvia, migración de la población, etc) tenga una duración mayor. En estos casos, sería necesario la realización de campañas analíticas complementarias que estimasen las características de los vertidos contaminantes de origen desconocido.

El presente estudio está referido a la calidad del agua para el periodo estudiado, en el cual se ha considerado que los parámetros analizados son estables y las anomalías detectadas en la línea urbana se repiten al menos una vez a la semana y cada tres días en la línea industrial.

La recogida de muestras se ha realizado en continuo de forma automática, considerándose en cualquier caso una jornada de muestreo como la toma de muestras durante 24 horas.

La aplicación de técnicas de muestreo correctas es fundamental para la realización de cualquier trabajo analítico. El principio de que *"un análisis nunca puede ser mejor que la muestra que representa"* tiene para estos trabajos una "dramática" vigencia.

Para calcular el número de muestras mínimo que sería necesario tomar, aplicaremos la siguiente fórmula:

$$L = \frac{2K^{\sigma}}{\sqrt{n}}$$

donde:

L = Nivel de confianza elegido (10%) sobre la medida real.

K = Es un valor que depende del nivel de confianza exigido según la tabla, en nuestro caso el 95%.

Nivel de confianza %	99	98	95	90	80	68	50
K	2.58	2.33	1.96	1.64	1.28	1.00	0.67

б = Desviación típica de la medida del parámetro, pondremos que la DBO_5 es el parámetro más desfavorable con un 15% de variación.

n = nº de muestras a tomar.

El número mínimo de muestras a tomar sería de 5.

Esta cifra está ampliamente superado por las 96 sub-muestras que se han tomado diariamente en los puntos significativos.

Con este tipo de muestreo, no han quedado cuantificadas las variaciones anormales que se produzcan en otras épocas del año, y para cuya caracterización sería necesario realizar campañas de muestreo adicionales.

2.1.1. MUESTREOS EN CONTINUO - 24 HORAS

Para ello se instaló un muestreador automático que tenía una programación tal, que cada vez que transcurrían 15 minutos procedía, mediante una bomba peristáltica, a la toma de una submuestra. Las cuatro submuestras de la misma hora se almacenaron en un mismo frasco. Al finalizar la jornada, las 24 muestras independientes obtenidas se mezclaron entre sí ponderadamente al caudal, obteniéndose una única muestra representativa y homogénea correspondiente al agua vertida durante veinticuatro horas que se enviaba al laboratorio para su análisis.

El tomamuestras tenía un dispositivo que almacenaba el agua refrigerada, preservándola de su degradación (4 ºC aprox). Los parámetros analizados no se han visto afectados por este sistema de muestreo, ya que las técnicas analíticas permiten el almacenamiento en frío para todos los parámetros durante al menos 24-48 horas.

En las 24 muestras parciales se analizó in situ la conductividad y pH, y se observó si visualmente presentaban alguna anomalía.



Muestreo y lectura de caudales registrados.

Al terminar la jornada, las muestras eran transportadas en frío y oscuridad al laboratorio $D.B.O_5$ S.L. de Sevilla, donde inmediatamente después de la recepción, se procedía al análisis de $D.B.O_5$ y sólidos en suspensión. El tiempo máximo transcurrido desde la última toma hasta el inicio del análisis fue siempre inferior a lo establecido en la Norma UNE-EN-ISO-5667-3.

ESQUEMA DE MUESTREO Y ANÁLISIS DE MUESTRAS DIARIAS



Punto de vertido

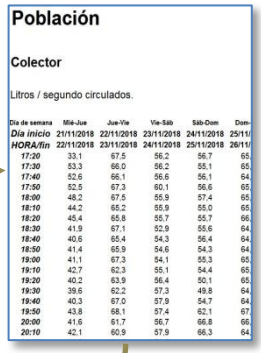


Muestreador automático de
24 botellas (24 litros)

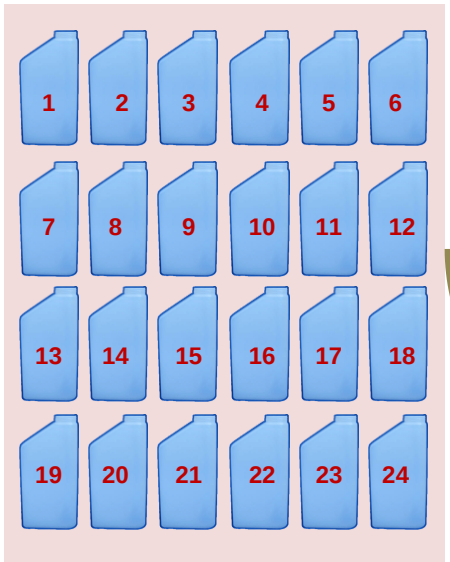


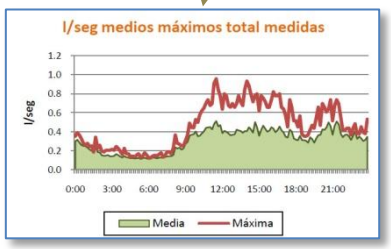
Caudalímetro - Registrador





Sub-muestras horarias





1 muestra integrada
de 24 horas



Análisis biológico



Análisis físico-químico

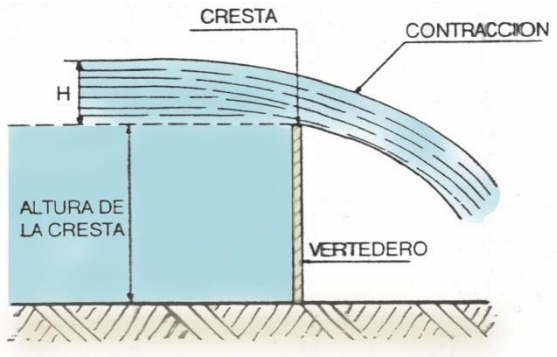
IDOM

2.2. MEDIDAS DE CAUDALES

Dependiendo de la importancia del punto y de la dificultad de la instalación del medidor primario, los caudales pueden ser medidos empleando diferentes metodologías. Los principales métodos que existen para la medida de caudales son:

1. Descarga directa mediante vertedero.
2. Área - Velocidad.
3. Volumétrico - Gravimétrico
4. Concentraciones

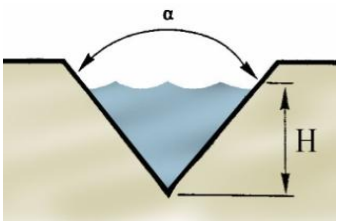
El vertedero es, junto con el volumétrico, uno de los métodos más exactos para la medida de caudal siempre y cuando las condiciones para las que se determinaron, los coeficientes de descarga, se reproduzcan aproximadamente en los aforos.



Elementos a considerar de un vertedero

El área-velocidad está sujeto a una mayor incertidumbre, por ser necesario que la sección mojada sobrepase varios cm la sonda de velocidad (no ocurre así durante la noche).

Por otra parte las sondas o molinetes empleados para la determinación de la velocidad, si bien son previamente calibrados en laboratorio, no puede asegurarse que en las condiciones específicas del colector en el que se encuentren instalados midan correctamente, ya que hay factores externos como; turbulencias, ruido de fondo, concentraciones de sólidos en suspensión, salinidad, etc ... que distorsionan en medida y no pueden ser evaluados para su corrección. Otro inconveniente es que para determinar el caudal requiere además realizar la medida del nivel del agua de forma simultánea.



Esquema de medida de caudal por el sistema de vertedero, la altura H es proporcional al caudal circulante, no siendo necesario medir otra variable.

El vertedero por contra requiere únicamente que esté correctamente construido e instalado, y que la medida del nivel de la lámina de agua sea correcta; esto es más fácil de determinar que la velocidad, pues mediante una simple regla puede ser validada la lectura.

Los caudales fueron medidos empleando el método de descarga directa mediante un sistema de Vertedero, acoplándose un registrador de nivel por presión. Los aforos se realizaban en continuo, almacenándose la media del caudal circulante cada 10 minutos. Periódicamente, los

niveles de lámina de agua eran medidos por el técnico de D.B.O5 S.L. y contrastados con las medidas elaboradas por el caudalímetro. De esta forma, se constató que los registros eran correctos, pues el procedimiento únicamente tiene en cuenta la altura de la lámina de agua.



Verificación del caudal instantáneo realizada mediante medida de la altura de la lámina de agua.

2.3 INCIDENCIAS SURGIDAS DURANTE LA TOMA DE MUESTRAS

2.3.1. AGUA DE DILUCIÓN

Se observó agua de dilución.

2.3.2. LLUVIAS

No se registraron precipitaciones durante el estudio, por lo que el mismo fue realizado en tiempo seco.

2.3.3. MERMAS DE AGUA

Se observa que, teniendo en cuenta la gran dilución, el caudal medido es inferior al caudal esperado, por lo que suponemos hay perdidas de aguas negras por captaciones, roturas o colectores no medidos.

2.3.4. VERTIDOS

No se registraron vertidos durante la realización del presente estudio, probablemente debido a que los trabajos se han realizado en fin de semana.

En la página siguiente se incluyen las observaciones visuales registradas sobre las muestras de integración.

El Colmenar (Málaga)

Vertidos y obervaciones visuales

nº muestra	Punto PV1			
	Hora	1er día	2º día	3er día
1	8:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
2	9:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
3	10:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
4	11:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
5	12:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
6	13:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
7	14:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
8	15:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
9	16:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
10	17:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
11	18:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
12	19:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
13	20:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
14	21:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
15	22:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
16	23:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
17	0:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
18	1:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
19	2:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
20	3:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
21	4:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
22	5:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
23	6:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
24	7:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*

3. CAUDALES

3. CAUDALES

3.1. CAUDALES VERTIDOS

Los aforos realizados en la presente campaña, arrojaron los siguientes valores más representativos:

CAUDALES MEDIOS MÁS REPRESENTATIVOS	
COLECTOR Nº	PV1
l/seg. máximos	1.91
l/seg. medios	1.07
l/seg. mínimos	0.68
Total m^3/día	92.1
m^3/h. medios	3.8
m^3/h. mínimos	2.7
m^3/h. máximos	6.1

En las páginas siguientes, se incluyen las tablas y gráficos correspondientes a los valores registrados.

El Colmenar (Málaga)

Punto PV1

Litros / segundo circulados.

Día de semana	Vie-Sáb	Sáb-Dom	Dom-Lun		
Día inicio	30/08/2019	31/08/2019	01/09/2019	Valores medios totales	
HORA/fin	31/08/2019	01/09/2019	02/09/2019	Media	Máximo
8:40	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
8:50	0,95	0,87	0,84	0,89	0,95
9:00	1,07	0,92	0,92	0,97	1,07
9:10	0,92	0,98	0,95	0,95	0,98
9:20	0,81	1,04	1,04	0,96	1,04
9:30	0,89	1,04	1,26	1,06	1,26
9:40	0,98	1,26	1,20	1,15	1,26
9:50	1,13	1,13	1,10	1,12	1,13
10:00	1,10	1,20	1,26	1,19	1,26
10:10	1,04	1,01	1,56	1,20	1,56
10:20	0,87	0,98	1,46	1,10	1,46
10:30	0,73	1,07	1,23	1,01	1,23
10:40	0,73	1,07	1,23	1,01	1,23
10:50	0,81	1,01	1,29	1,04	1,29
11:00	0,81	1,01	1,42	1,08	1,42
11:10	0,81	1,07	1,26	1,05	1,26
11:20	0,70	1,10	1,42	1,08	1,42
11:30	0,73	1,13	1,29	1,05	1,29
11:40	0,78	1,29	1,46	1,18	1,46
11:50	0,78	1,16	1,26	1,07	1,26
12:00	0,68	1,23	1,42	1,11	1,42
12:10	0,84	1,07	1,73	1,21	1,73
12:20	0,73	1,07	1,39	1,06	1,39
12:30	0,95	0,98	1,29	1,08	1,29
12:40	1,10	1,16	1,29	1,19	1,29
12:50	1,01	1,20	1,32	1,18	1,32
13:00	0,81	1,20	1,23	1,08	1,23
13:10	0,87	1,20	1,20	1,09	1,20
13:20	0,70	1,07	1,13	0,97	1,13
13:30	0,70	1,10	1,26	1,02	1,26
13:40	0,60	1,01	1,39	1,00	1,39
13:50	0,68	1,07	1,13	0,96	1,13
14:00	0,76	0,92	1,29	0,99	1,29
14:10	0,65	1,20	1,20	1,01	1,20
14:20	0,68	1,16	1,16	1,00	1,16
14:30	0,70	1,04	1,10	0,95	1,10
14:40	0,87	0,98	1,16	1,00	1,16
14:50	0,87	1,01	1,29	1,06	1,29
15:00	0,73	1,04	1,26	1,01	1,26
15:10	0,76	1,10	1,23	1,03	1,23
15:20	0,89	1,13	1,20	1,07	1,20
15:30	0,73	1,07	1,39	1,06	1,39
15:40	0,87	1,13	1,29	1,10	1,29
15:50	0,89	1,10	1,39	1,13	1,39
16:00	0,87	1,07	1,13	1,02	1,13
16:10	0,81	1,04	1,23	1,03	1,23
16:20	0,87	1,13	1,16	1,05	1,16
16:30	1,16	1,39	1,13	1,23	1,39
16:40	1,26	1,29	1,16	1,24	1,29
16:50	1,36	1,20	1,10	1,22	1,36
17:00	1,20	1,16	1,13	1,16	1,20
17:10	1,39	1,10	0,95	1,15	1,39
17:20	1,26	1,16	0,95	1,12	1,26
17:30	1,32	1,16	1,16	1,22	1,32
17:40	1,23	1,20	1,20	1,21	1,23

El Colmenar (Málaga)

Punto PV1

Litros / segundo circulados.

Día de semana	Vie-Sáb	Sáb-Dom	Dom-Lun		
Día inicio	30/08/2019	31/08/2019	01/09/2019	Valores medios totales	
HORA/fin	31/08/2019	01/09/2019	02/09/2019	Media	Máximo
17:50	1,20	1,13	1,20	1,17	1,20
18:00	1,10	1,23	1,52	1,28	1,52
18:10	1,20	1,04	1,26	1,17	1,26
18:20	1,13	1,10	1,16	1,13	1,16
18:30	1,16	1,23	1,07	1,15	1,23
18:40	1,29	1,04	1,07	1,13	1,29
18:50	1,52	0,95	1,01	1,16	1,52
19:00	1,49	1,04	1,16	1,23	1,49
19:10	1,66	1,04	1,16	1,29	1,66
19:20	1,39	1,07	1,04	1,17	1,39
19:30	1,59	1,29	1,04	1,31	1,59
19:40	1,42	1,10	0,98	1,17	1,42
19:50	1,32	1,07	0,95	1,12	1,32
20:00	1,36	0,89	1,04	1,10	1,36
20:10	1,29	1,07	1,10	1,15	1,29
20:20	1,26	0,98	1,04	1,09	1,26
20:30	1,16	1,16	1,10	1,14	1,16
20:40	1,23	1,01	1,04	1,09	1,23
20:50	1,32	1,13	0,98	1,15	1,32
21:00	1,39	1,13	1,16	1,23	1,39
21:10	1,42	1,23	1,13	1,26	1,42
21:20	1,42	1,56	1,01	1,33	1,56
21:30	1,70	1,36	1,04	1,36	1,70
21:40	1,73	1,16	0,98	1,29	1,73
21:50	1,70	1,16	1,10	1,32	1,70
22:00	1,66	1,39	1,16	1,40	1,66
22:10	1,59	1,29	0,98	1,29	1,59
22:20	1,73	1,46	1,13	1,44	1,73
22:30	1,73	1,32	1,13	1,40	1,73
22:40	1,84	1,23	1,04	1,37	1,84
22:50	1,59	1,13	1,01	1,25	1,59
23:00	1,36	1,13	1,07	1,19	1,36
23:10	1,32	1,10	0,95	1,13	1,32
23:20	1,46	0,98	1,04	1,16	1,46
23:30	1,29	0,89	1,04	1,08	1,29
23:40	1,36	0,98	1,07	1,14	1,36
23:50	1,39	1,13	1,04	1,19	1,39
0:00	1,36	1,07	0,92	1,12	1,36
0:10	1,63	1,16	0,98	1,26	1,63
0:20	1,77	1,16	0,95	1,29	1,77
0:30	1,91	1,10	1,01	1,34	1,91
0:40	1,66	1,13	0,98	1,26	1,66
0:50	1,56	1,23	0,87	1,22	1,56
1:00	1,70	1,10	0,89	1,23	1,70
1:10	1,70	1,10	0,89	1,23	1,70
1:20	1,70	1,07	0,87	1,21	1,70
1:30	1,59	1,01	0,87	1,16	1,59
1:40	1,49	1,01	0,84	1,11	1,49
1:50	1,49	1,01	0,81	1,10	1,49
2:00	1,32	0,95	0,73	1,00	1,32
2:10	1,39	0,87	0,81	1,02	1,39
2:20	1,36	0,87	0,81	1,01	1,36
2:30	1,32	0,87	0,78	0,99	1,32
2:40	1,26	0,95	0,73	0,98	1,26
2:50	1,42	0,84	0,76	1,01	1,42

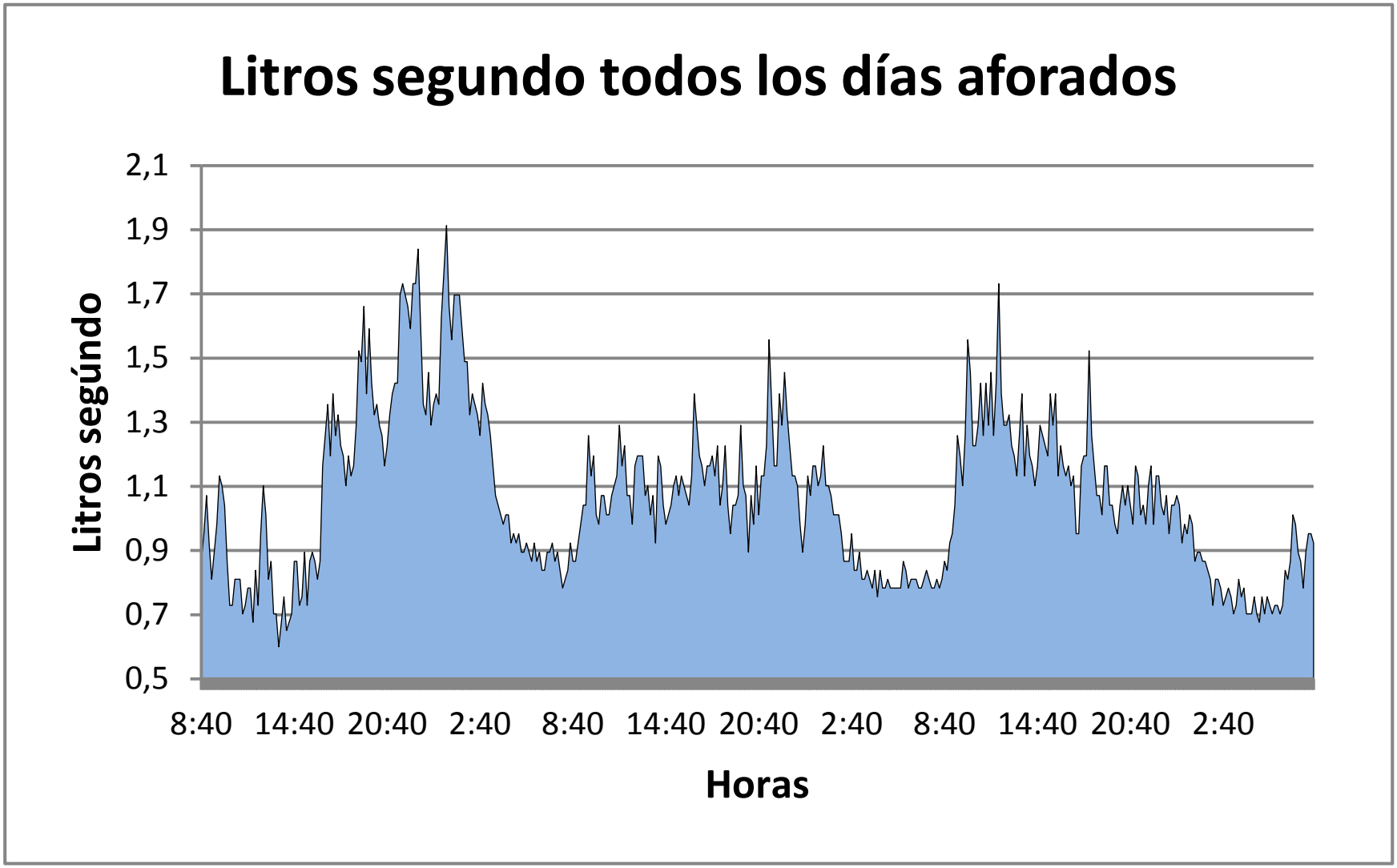
El Colmenar (Málaga)

Punto PV1

Litros / segundo circulados.

Día de semana	Vie-Sáb	Sáb-Dom	Dom-Lun		
Día inicio	30/08/2019	31/08/2019	01/09/2019	Valores medios totales	
HORA/fin	31/08/2019	01/09/2019	02/09/2019	Media	Máximo
3:00	1,36	0,84	0,78	0,99	1,36
3:10	1,32	0,89	0,76	0,99	1,32
3:20	1,26	0,81	0,70	0,92	1,26
3:30	1,16	0,81	0,73	0,90	1,16
3:40	1,07	0,84	0,81	0,91	1,07
3:50	1,04	0,81	0,76	0,87	1,04
4:00	1,01	0,78	0,78	0,86	1,01
4:10	0,98	0,84	0,70	0,84	0,98
4:20	1,01	0,76	0,70	0,82	1,01
4:30	1,01	0,84	0,70	0,85	1,01
4:40	0,92	0,78	0,76	0,82	0,92
4:50	0,95	0,78	0,70	0,81	0,95
5:00	0,92	0,81	0,68	0,80	0,92
5:10	0,95	0,78	0,76	0,83	0,95
5:20	0,89	0,78	0,70	0,79	0,89
5:30	0,89	0,78	0,76	0,81	0,89
5:40	0,92	0,78	0,73	0,81	0,92
5:50	0,89	0,78	0,70	0,79	0,89
6:00	0,87	0,87	0,73	0,82	0,87
6:10	0,92	0,84	0,73	0,83	0,92
6:20	0,87	0,78	0,70	0,78	0,87
6:30	0,89	0,81	0,73	0,81	0,89
6:40	0,84	0,81	0,84	0,83	0,84
6:50	0,84	0,81	0,81	0,82	0,84
7:00	0,89	0,78	0,87	0,85	0,89
7:10	0,89	0,78	1,01	0,90	1,01
7:20	0,92	0,81	0,98	0,91	0,98
7:30	0,87	0,84	0,89	0,87	0,89
7:40	0,89	0,81	0,87	0,86	0,89
7:50	0,84	0,78	0,78	0,80	0,84
8:00	0,78	0,78	0,89	0,82	0,89
8:10	0,81	0,81	0,95	0,86	0,95
8:20	0,84	0,78	0,95	0,86	0,95
8:30	0,92	0,81	0,92	0,89	0,92
Máximo	1,91	1,56	1,73	1,73	1,91
Media	1,13	1,03	1,04	1,07	1,13
Mínimo	0,60	0,76	0,68	0,68	0,76
m^3/día	97,3	89,1	89,9	92,1	97,3

IDOM

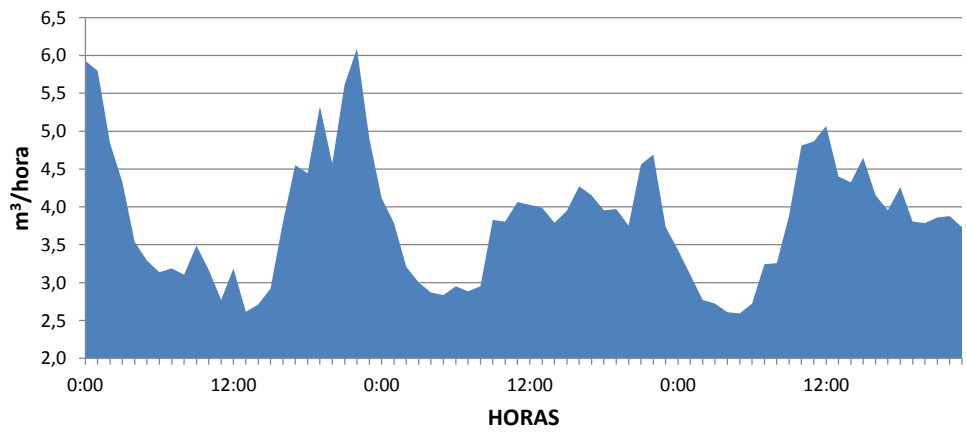

Litros segundo todos los días aforados
Litros segúndo
2,1
1,9
1,7
1,5
1,3
1,1
0,9
0,7
0,5
8:40
14:40
20:40
2:40
8:40
14:40
20:40
2:40
8:40
14:40
20:40
2:40
Horas

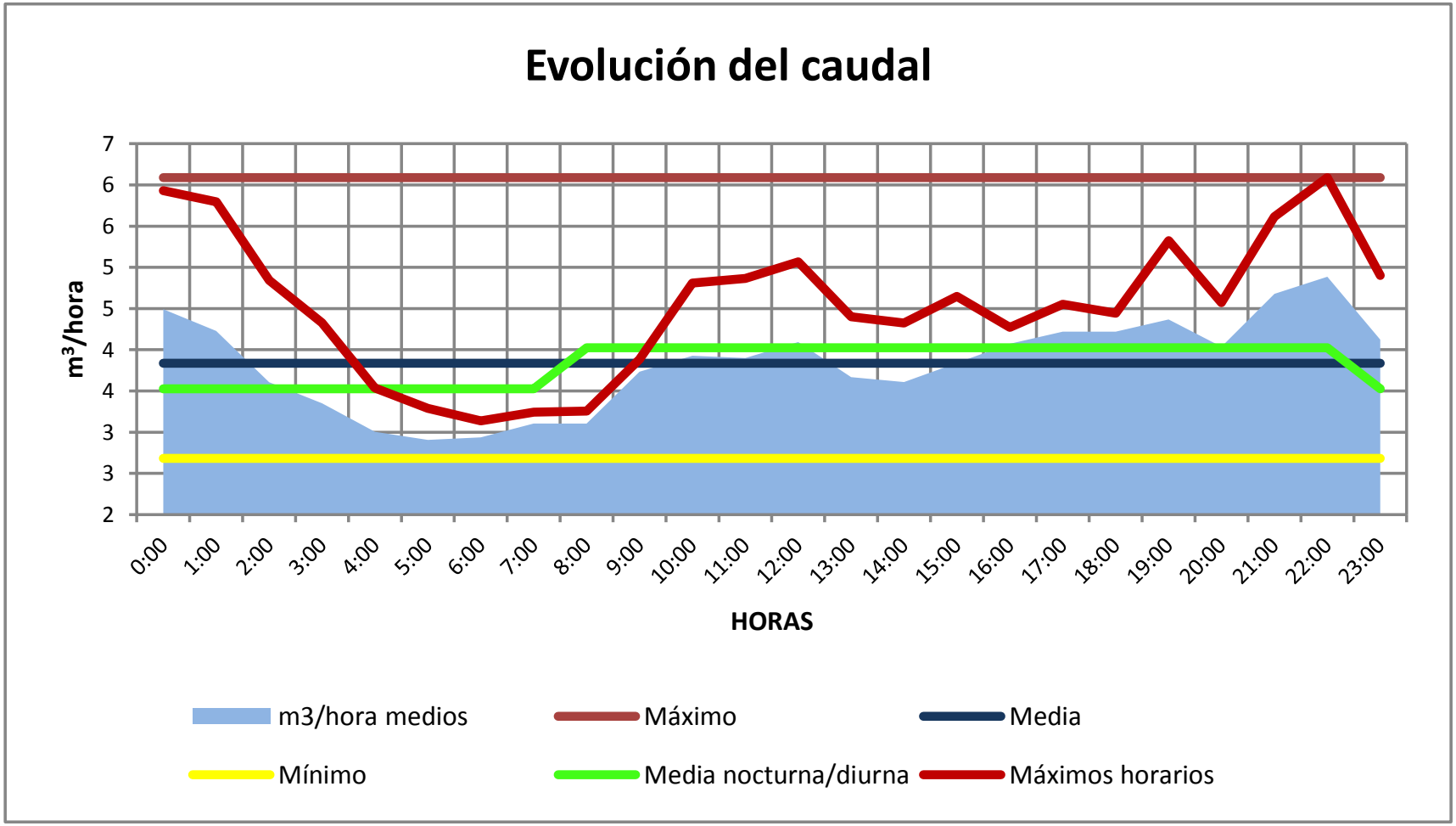
El Colmenar (Málaga)

Punto PV1

m^3/hora circulados en los diferentes días de muestreo

HORA	Días de muestreo			Media	Máximo
	30/08/2019	31/08/2019	01/09/2019		
	31/08/2019	01/09/2019	02/09/2019		
0:00	5,9	4,1	3,4	4,5	5,9
1:00	5,8	3,8	3,1	4,2	5,8
2:00	4,8	3,2	2,8	3,6	4,8
3:00	4,3	3,0	2,7	3,4	4,3
4:00	3,5	2,9	2,6	3,0	3,5
5:00	3,3	2,8	2,6	2,9	3,3
6:00	3,1	3,0	2,7	2,9	3,1
7:00	3,2	2,9	3,2	3,1	3,2
8:00	3,1	3,0	3,3	3,1	3,3
9:00	3,5	3,8	3,9	3,7	3,9
10:00	3,2	3,8	4,8	3,9	4,8
11:00	2,8	4,1	4,9	3,9	4,9
12:00	3,2	4,0	5,1	4,1	5,1
13:00	2,6	4,0	4,4	3,7	4,4
14:00	2,7	3,8	4,3	3,6	4,3
15:00	2,9	3,9	4,6	3,8	4,6
16:00	3,8	4,3	4,2	4,1	4,3
17:00	4,6	4,2	4,0	4,2	4,6
18:00	4,4	4,0	4,3	4,2	4,4
19:00	5,3	4,0	3,8	4,4	5,3
20:00	4,6	3,8	3,8	4,0	4,6
21:00	5,6	4,6	3,9	4,7	5,6
22:00	6,1	4,7	3,9	4,9	6,1
23:00	4,9	3,7	3,7	4,1	4,9
TOTAL m^3	**97,3**	**89,1**	**89,9**	**92,1**	**97,3**
MEDIA	4,1	3,7	3,7	3,8	4,1
MÍNIMO	2,6	2,8	2,6	2,7	2,8
MÁXIMA	6,1	4,7	5,1	5,3	6,1




Evolución del caudal
m³/hora
7
6
6
5
5
4
4
3
3
2
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
HORAS
m3/hora medios
Máximo
Media
Mínimo
Media nocturna/diurna
Máximos horarios

4. CARACTERÍSTICAS

4. CARACTERÍSTICAS

Las características de las aguas residuales se adjunta a continuación. Un resumen de las mismas quedaría de la siguiente forma:

PARÁMETROS / COLECTOR	PV1
D.B.O. mg/L O_2	116
D.Q.O. mg/L O_2	340
Sólidos en suspensión mg/L	116
Conductividad eléct. µS.cm-1 a 20ºC	880
m^3/día	92.1
Habitantes equivalentes	179

El Colmenar (Málaga)

Punto PV1

Resultados analíticos muestra integrada 24 horas.

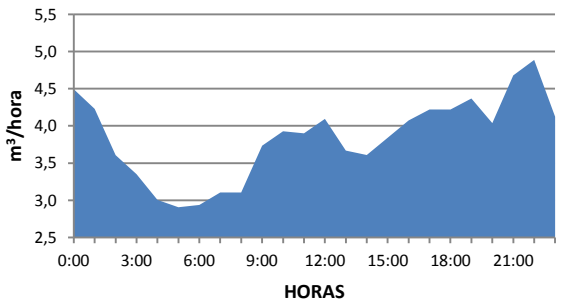
Día de la semana de inicio	Vie-Sáb	Sáb-Dom	Dom-Lun	Media	Máxima	% Variación
Día de inicio	30/08/2019	31/08/2019	01/09/2019			
Día Finalización	31/08/2019	01/09/2019	02/09/2019			
Demanda Biológica de Oxígeno a 5 días mg/L O2	142	106	99	116	142	19,9%
Demanda Biológica de Oxígeno Soluble mg/L O2	79	60	57	65	79	18,3%
Demanda Biológica de Oxígeno Decantable mg/L O2	46	29	31	35	46	26,3%
Demanda Biológica de Oxígeno Coloidal mg/L O2	17	17	11	15	17	23,1%
Demanda Química de Oxígeno al dicromato mg/L O2	383	309	329	340	383	11,2%
Demanda Química de Oxígeno Soluble mg/L O2	256	173	156	195	256	27,4%
Demanda Química de Oxígeno Decantable mg/L O2	80	60	153	98	153	50,1%
Demanda Química de Oxígeno Coloidal mg/L O2	47	76	20	48	76	58,8%
Sólidos en suspensión totales mg/L	174	78	96	116	174	44,0%
Sólidos en suspensión totales volátiles mg/L	118	78	82	93	118	23,8%
Aceites y grasas disueltas o emulsionadas mg/L	83,4	52,3	42,7	59,5	83,4	35,8%
Alcalinidad mg CaCO3/L	316,3	316,3	336,0	322,9	336,0	3,5%
Bacterias coliformes UFC/ml	1,8E+05	1,4E+07	2,4E+07	1,3E+07	2,4E+07	94,0%
Estreptococos fecales UFC/ml	5,8E+03	4,2E+03	2,0E+04	1,0E+04	2,0E+04	87,0%
Amonio mg/L N	19,53	19,96	20,21	19,90	20,21	1,7%
Nitratos mg/L N	0,19	0,17	0,19	0,18	0,19	0,0%
Nitritos mg/L N	0,010	0,005	0,007	0,007	0,010	29,2%
Nitrógeno Orgánico mg/L N	22,4	24,1	22,2	22,90	24,10	4,6%
Nitrógeno Total mg/L N	42,1	44,2	42,6	43,0	44,2	2,6%
Nitrógeno Total Kjeldahl mg/L N	41,9	44,1	42,4	42,8	44,1	2,6%
Fósforo Total mg/L P	4,47	4,76	4,16	4,46	4,76	6,7%
pH (unidades de pH)	7,30	7,42	7,33	7,35	7,42	0,9%
Conductividad eléctrica a 20 ºC µS.cm-1	875	890	876	880	890	1,0%
Relaciones						
D.B.O. / D.Q.O.	37,1%	34,3%	30,1%	33,8%	37,1%	10,4%
D.B.O. Soluble / D.B.O. Total	55,6%	56,6%	57,6%	56,6%	57,6%	1,7%
D.B.O. Decantable / D.B.O. Total	32,4%	27,4%	31,3%	30,4%	32,4%	8,7%
D.B.O. Coloidal / D.B.O. Total	12,0%	16,0%	11,1%	13,0%	16,0%	20,2%
D.Q.O. Soluble / D.Q.O. Total	66,8%	56,0%	47,4%	56,7%	66,8%	17,2%
D.Q.O. Decantable / D.Q.O. Total	20,9%	19,4%	46,5%	28,9%	46,5%	52,6%
D.Q.O. Coloidal / D.Q.O. Total	12,3%	24,6%	6,1%	14,3%	24,6%	65,8%
Nitrógeno Total / D.B.O.	29,7%	41,7%	43,0%	38,1%	43,0%	19,3%
Fósfroto Total / Nitrógeno Total	10,6%	10,8%	9,8%	10,4%	10,8%	5,1%
Amonio / Nitrógeno Total	46,3%	45,1%	47,5%	46,3%	47,5%	2,5%
Caudales						
m3/día	97,3	89,1	89,9	92,1	97,3	4,9%
m3/hora media	4,1	3,7	3,7	3,8	4,1	4,9%
m3/hora máxima	6,1	4,7	5,1	5,3	6,1	13,7%
m3/hora mínima	2,6	2,8	2,6	2,7	2,8	5,0%
Litros/segundo medios	1,13	1,03	1,04	1,07	1,13	4,9%
Litros/segundo máximos	1,91	1,56	1,73	1,73	1,91	10,3%
Litros/segundo mínimos	0,60	0,76	0,68	0,68	0,76	11,5%
Q. max / Q. med (L seg)	1,70	1,51	1,67	1,62	1,70	6,2%
Q. min / Q. med (m3/h)	0,53	0,73	0,65	0,64	0,73	15,7%
Kg/día Sólidos en suspensión	17	7	9	11	17	49,3%
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	14	9	9	11	14	25,1%
Kg/día Fósforo total	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	7,9%
Kg/día Nitrógeno Total	4	4	4	4	4	3,5%
Habitantes equivalentes D.B.O. (60 g/hab x dia)	230	157	148	179	230	25,1%

(1) Tomadas en continuo 24 horas, mezcladas proporcionalmente al caudal circulante (Cada muestra está formada por 96 submuestras)

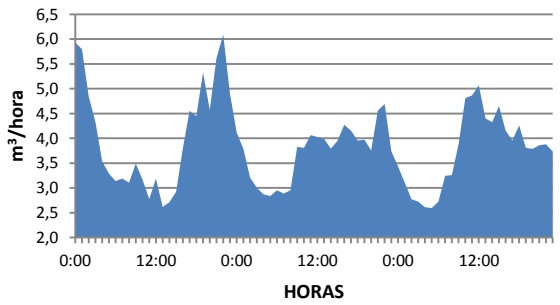
Gráficos resumen colector

Punto PV1

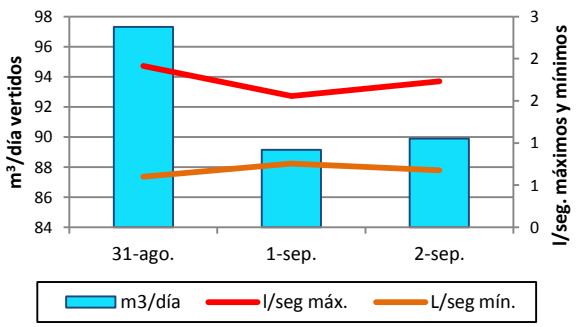
m³/hora medios



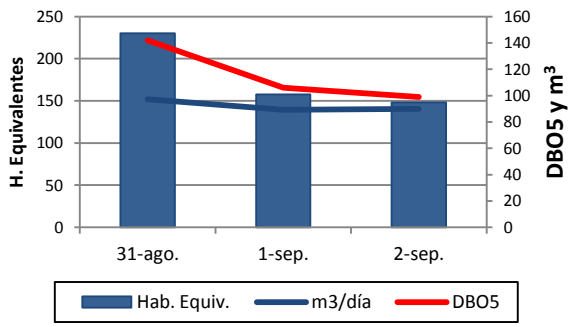
m³/hora circulados



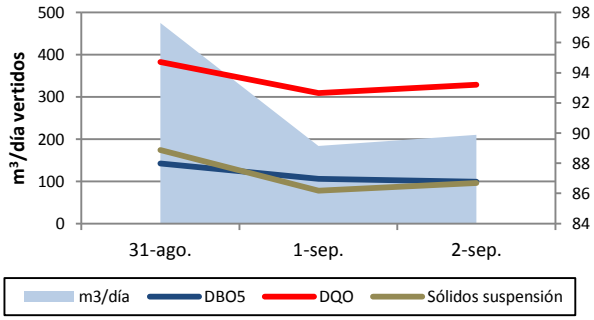
m³/día vertidos diferentes días



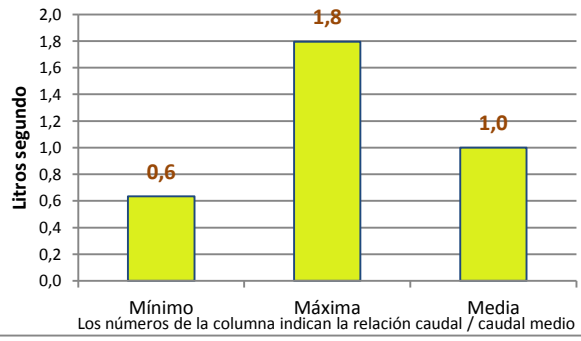
DBO5, m³ y habitantes equivalentes



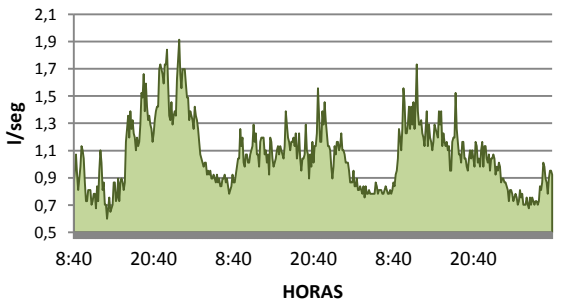
EV Parámetros de diseño



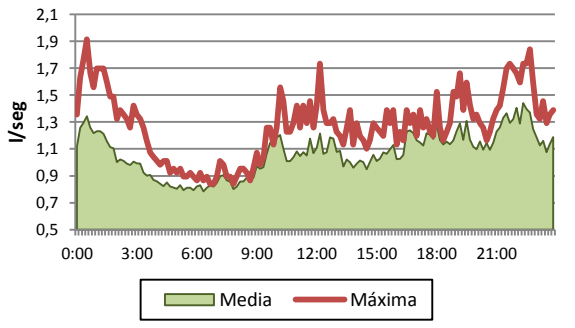
Caudales medios máx. y mín.



l/seg todos los días aforados



l/seg medios máximos total medidas

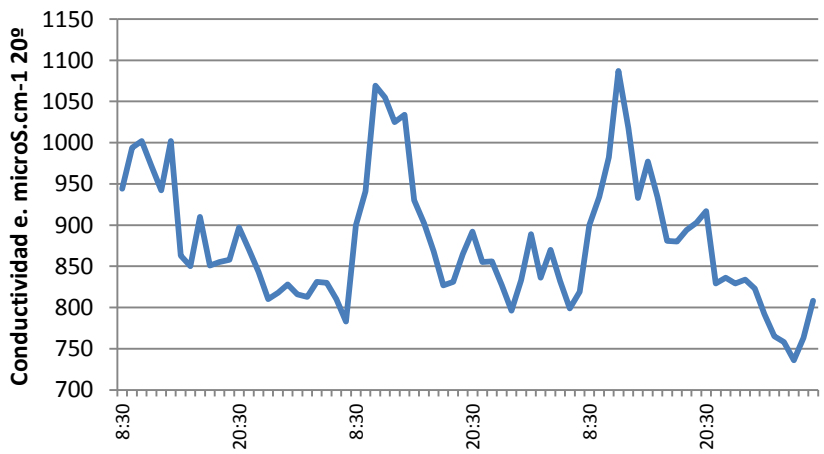


IDOM

El Colmenar (Málaga)

Variación horaria de la Conductividad eléctrica del agua microS. cm-1 20º C

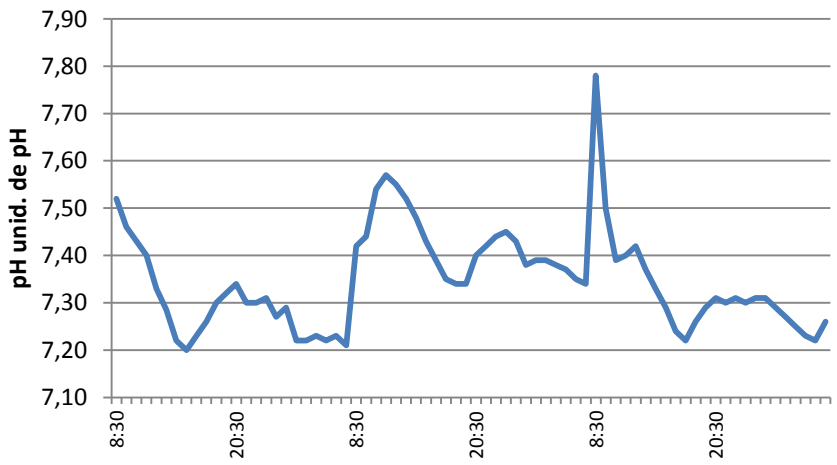
nº muestra	Punto PV1			
	Hora	1er día	2º día	3er día
1	8:30	944	900	900
2	9:30	994	941	934
3	10:30	1002	1069	982
4	11:30	972	1055	1087
5	12:30	942	1025	1018
6	13:30	1002	1034	933
7	14:30	863	930	977
8	15:30	850	902	934
9	16:30	910	868	881
10	17:30	851	827	880
11	18:30	855	831	894
12	19:30	858	865	903
13	20:30	897	892	917
14	21:30	871	855	829
15	22:30	843	856	836
16	23:30	810	827	829
17	0:30	818	796	834
18	1:30	828	833	823
19	2:30	816	889	792
20	3:30	813	836	765
21	4:30	831	870	758
22	5:30	830	832	736
23	6:30	810	799	763
24	7:30	783	819	808
Media diaria		**875**	**890**	**876**
Máxima		**1002**	**1069**	**1087**
Mínima		**783**	**796**	**736**
Media Colector			**880**	



El Colmenar (Málaga)

Variación horaria del pH del agua en unid. de pH

nº muestra	Punto PV1			
	Hora	1er día	2º día	3er día
1	8:30	7,52	7,42	7,78
2	9:30	7,46	7,44	7,50
3	10:30	7,43	7,54	7,39
4	11:30	7,40	7,57	7,40
5	12:30	7,33	7,55	7,42
6	13:30	7,29	7,52	7,37
7	14:30	7,22	7,48	7,33
8	15:30	7,20	7,43	7,29
9	16:30	7,23	7,39	7,24
10	17:30	7,26	7,35	7,22
11	18:30	7,30	7,34	7,26
12	19:30	7,32	7,34	7,29
13	20:30	7,34	7,40	7,31
14	21:30	7,30	7,42	7,30
15	22:30	7,30	7,44	7,31
16	23:30	7,31	7,45	7,30
17	0:30	7,27	7,43	7,31
18	1:30	7,29	7,38	7,31
19	2:30	7,22	7,39	7,29
20	3:30	7,22	7,39	7,27
21	4:30	7,23	7,38	7,25
22	5:30	7,22	7,37	7,23
23	6:30	7,23	7,35	7,22
24	7:30	7,21	7,34	7,26
Media diaria		**7,30**	**7,42**	**7,33**
Máxima		**7,52**	**7,57**	**7,78**
Mínima		**7,20**	**7,34**	**7,22**
Media Colector		**7,35**		

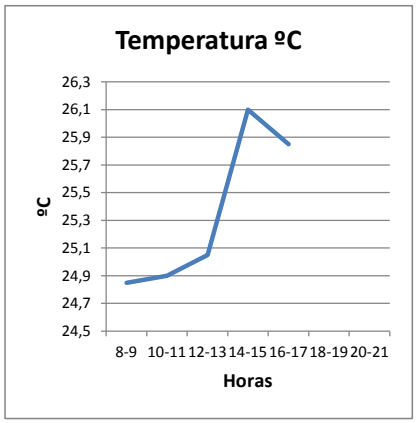


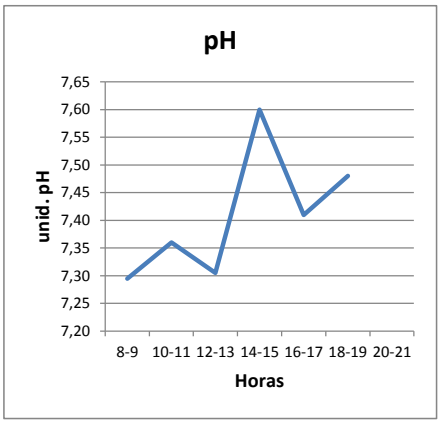
El Colmenar (Málaga) — Medidas *in situ*

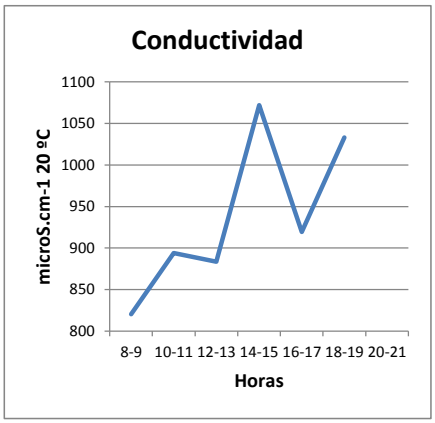
Temperaturas de agua ºC **pH (unidades de pH)** **Conductividad eléct. 20 ºC**

RANGO HORARIO	1 er día	2º día	3 er día	Media	1 er día	2º día	3 er día	Media	1 er día	2º día	3 er día	Media
Punto PV1												
8-9	24,8		24,9	24,9	7,26		7,33	7,30	777		864	821
10-11		24,9		24,9		7,36		7,36		894		894
12-13	24,8		25,3	25,1	7,22		7,39	7,31	851		916	884
14-15		26,1		26,1		7,60		7,60		1072		1072
16-17	26,1		25,6	25,9	7,42		7,40	7,41	1008		831	920
18-19		25,3				7,48		7,48		1033		1033
20-21												
Media	**25,2**	**25,4**	**25,3**	**25,3**	**7,30**	**7,48**	**7,37**	**7,38**	**879**	**1000**	**870**	**916**
Máximo	**26,1**	**26,1**	**25,6**	**25,9**	**7,42**	**7,60**	**7,40**	**7,47**	**1008**	**1072**	**916**	**999**
Mínimo	**24,8**	**24,9**	**24,9**	**24,9**	**7,22**	**7,36**	**7,33**	**7,30**	**777**	**894**	**831**	**834**

Temperatura ambiente ºC	
1 de septiembre de 2019, 8:00 h	*17,8 ºC*







5. CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES

Las conclusiones más importantes que pueden deducirse del presente estudio son las siguientes:

- El saneamiento del municipio recoge en la actualidad las aguas residuales de un censo, según el Instituto Nacional de Estadística de 513, y en este estudio se han considerado las evacuadas a través de un único punto de vertido, que recoge la totalidad de las aguas vertidas.

- El **volumen medio de agua vertida** diariamente durante el estudio fue de 92.1 m^3/día, arrojando una dotación de aguas negras "per-cápita" media de 180 litros/habitante y día, cifra que podemos considerar *NORMAL* para una población de estas características.

- Las **concentraciones medias** respecto a los valores habituales en aguas residuales eminentemente urbanas son *BAJAS* como se observa en la siguiente tabla:

RESUMEN VALORES DIARIOS			
PARÁMETROS	MEDIA	MÁXIMA	NORMALES A.R.U.
D.B.O. mg/L O_2	116	142	150-500
D.Q.O. mg/L O_2	340	383	350-1.000
Sólidos Suspensión mg/L	116	174	100-400
Fósforo Total mg/L P	4.46	4.76	6-20
Nitrógeno Total mg/L N	43.0	44.2	25-85

- La **carga equivalente media en $D.B.O_5$** total oscila entre 179 habitantes medios y 230 habitantes máximos, cifra media un 65 % inferior a los 513 habitantes de los habitantes de el núcleo urbano, y justificado por las mermas de agua negra producidas por las roturas de los colectores y la intrusión de agua limpia.

- Respecto a la curva de caudal ésta nos da una gran información sobre el grado de intrusión de agua limpia incontrolada; siendo la relación Q.min/Q.med de 0.64 cifra *ALTA* a los valores habituales (0.3-0.4 Normal, 0.5 Próxima, 0.6 Alta y 0.7 Muy Alta), y el Q.max/Q.med de 1.70 cifra *MUY BAJA* para los coeficientes normales (2.0); lo que nos indica claramente que hay una gran intrusión de agua limpia "incontrolada".

6. METODOLOGÍA

6. Metodología

METODOLOGÍA ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO	MÉTODO ANALÍTICO	L.Q.	UD.
Aceites y grasas disueltas o emulsionadas	Espectroscopía Infrarroja	1	mg/L
Alcalinidad	Volumetría	19.5	mg $CaCO_3$/L
Amonio	Electrometría	0.05	mg NH_4/L
Bacterias coliformes	Filtración y siembra en Levine a 37ºC y Recuento	0	UTC/ml
Conductividad eléctrica a 20ºC	Potenciometría automática	17	µS.cm-1 20 ºC
DBO Coloidal	Separación por decantación y determinación de las distintas fracciones	10	mg O_2/L
DBO Decantable	Separación por decantación y determinación de las distintas fracciones	10	mg O_2/L
DBO5	Dilución y siembra método de electrodo de Oxígeno Disuelto	10	mg O_2/L
DBO5 Soluble	Filtración y posterior dilución y siembra método de electrodo de Oxígeno Disuelto	10	mg O_2/L
DQO	Digestión reflujo cerrado. Espectrofotometría UV-VIS	20	mg O_2/L
DQO Coloidal	Digestión reflujo cerrado. Espectrofotometría UV-VIS	20	mg O_2/L
DQO Decantable	Cálculo	20	mg O_2/L
DQO Soluble	Digestión reflujo cerrado. Espectrofotometría UV-VIS	20	mg O_2/L
Estreptococos fecales	Filtración y siembra a 44ºC y Recuento	0	UFC/100 ml
Fósforo total	Espectrofotometría UV-VIS. Flujo Segmentado	0.1	mg/L
Nitratos	Espectrofotometría UV-VIS. Flujo Segmentado	10	mg NO_3/L
Nitritos	Espectrofotometría UV-VIS. Flujo Segmentado	0.02	mg NO2/L
Nitrógeno orgánico	Cálculo	1	mg/L
Nitrógeno Total Kjeldahl	Cálculo	3	mg/L
pH	Electrometría	3	ud pH
Sólidos en Suspensión Totales	Evaporación y gravimetría	15	mg/L
Sólidos en Suspensión Totales Volátiles	Evaporación, calcinación y gravimetría	15	mg/L

Referencia: Standars Methos Ed. 20-1998. Norma UNE-EN-ISO-5667-3.
La exactitud y precisión de los ensayos acreditados por ENAC se encuentran a disposición del cliente que lo solicite.

7. DATOS TÉCNICOS

7. DATOS TÉCNICOS

	MEDIOS	MÁXIMOS
VOLUMEN DE AGUA RESIDUAL		
Por día m^3/día vertidos	92.1	97.3
Por hora m^3/hora Máximo	5.3	6.1
Por hora m^3/hora Mínimo[3]	2.7	2.8
Por hora m^3/hora Medios	3.8	4.1
Máximo l/seg	1.73	1.91
Media l/seg	1.07	1.13
Mínimo l/seg[3]	0.68	0.76
CARACTERÍSTICAS		
Demanda Biológica de Oxígeno mg/L O2	116	142
Demanda Química de Oxígeno mg/L O2	340	383
Sólidos en Suspensión mg/L	116	174
Nitrógeno Total mg/L N	43.0	44.2
CARGAS		
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	11	14
Kg/día Sólidos en Suspensión	11	17
Kg/día Nitrógeno total	4	4
Habitantes equivalentes (D.B.O5)	179	230
HABITANTES DEL NÚCLEO URBANO CENSADO		**513**
DOTACIONES POR HABITANTE		
Gramos D.B.O. habitante y día	21	27
Gramos Sólidos en Suspensión habitante y día	21	33
Gramos Nitrógeno total habitante y día	8	8
Litros habitante y día vertidos	180	190

[3] *Consideramos como caudal mínimo, la media de todos los registros.*

IDOM

IDOM

CAUDALES Y CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES VERTIDAS POR LA POBLACIÓN DE EL COLMENAR (MÁLAGA).

DBO5
DETERMINACION DE LA CARGA CONTAMINANTE

5 A 6 FEBRERO 2020

DBO5
DETERMINACION DE LA CARGA CONTAMINANTE

OFICINAS: C/. Manufactura, 8 - Edif. Boudere 1, Plta. 1ª - Mód. 6
Parque Industrial y de Servicios del Aljarafe "PISA"
41927 Mairena del Aljarafe (Sevilla)
Teléfono 954 183 750 - Fax: 954 184 035
http:/www.dbo5.com - e-mail: dbo5@dbo5.com

LABORATORIO: C./ Artesanía, 23, Nave 2, Módulo F
Parque Industrial y de Servicios del Aljarafe "PISA"
41927 Mairena del Aljarafe (Sevilla)

IDOM

CAUDALES Y CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES VERTIDAS POR LA POBLACIÓN DE EL COLMENAR (MÁLAGA).

Elaborado por DBO5 S.L.

entidad colaboradora de la administración hidráulica

5 A 6 FEBRERO 2020

DOCUMENTO FIRMADO DE FORMA ELECTRÓNICA Y VERIFICABLE CONFORME CERTIFICADO RAÍZ DE LA FÁBRICA NACIONAL DE MONEDA Y TIMBRE.

ÍNDICE

PÁGINA

1. Introducción y objetivos **3**
2. Campaña de muestreo y aforos **5**
2.1. Muestreos - Metodología 11
2.2. Medidas de caudales 11
2.3. Incidencias surgidas durante la toma de muestras 11
2.3.1. Agua de dilución 11
2.3.2. Lluvias 11
2.3.3. Mermas de agua 11
2.3.4. Vertidos 11
3. Caudales **12**
3.1. Caudales vertidos 13
4. Características **16**
5. Conclusiones **20**
6. Metodología **22**
7. Datos técnicos **24**

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Se redacta el presente informe a petición de IDOM y en él se reflejan los resultados de la campaña de muestreo, análisis y aforos, realizada en las aguas residuales vertidas por el núcleo urbano de la población malagueña de El Colmenar (494 habitantes)[1]. El desarrollo de los trabajos se ha enfocado para cumplir los siguientes objetivos:

- Conocer en profundidad las características físico-químicas de las aguas residuales evacuadas por el núcleo urbano, de forma que junto con las características del municipio permitan mejorar y optimizar los criterios de diseño y construcción de la futura instalación de depuración de aguas residuales.

- Medir con detalle los volúmenes generados por la población y cuantificar los caudales medios, máximo, mínimo, tanto horario como diario.

- Evaluar la carga orgánica contaminante diaria y puntual, producida por la población objeto de saneamiento y detectar aquellos factores que directa o indirectamente puedan incidir en el funcionamiento de la futura E.D.A.R., tales como vertidos industriales, intrusión de agua limpia "incontrolada", etc.

- Dar cumplimiento a la directiva 91/271/CEE sobre el tratamiento de aguas residuales (artículo 4º apdo 4), la cual obliga a que los parámetros de diseño de las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas, se calculen a partir de la carga máxima semanal media que entra en una instalación durante un año.

[1] Habitantes del núcleo urbano según el Instituto Nacional de Estadística.

2. CAMPAÑA DE MUESTREO Y AFOROS

2. CAMPAÑA DE MUESTREO Y AFOROS

Para medir los caudales y determinar las características de las aguas residuales generadas por el núcleo urbano de El Colmenar, se ha realizado una campaña de muestreos, aforos y análisis en los siguientes puntos:

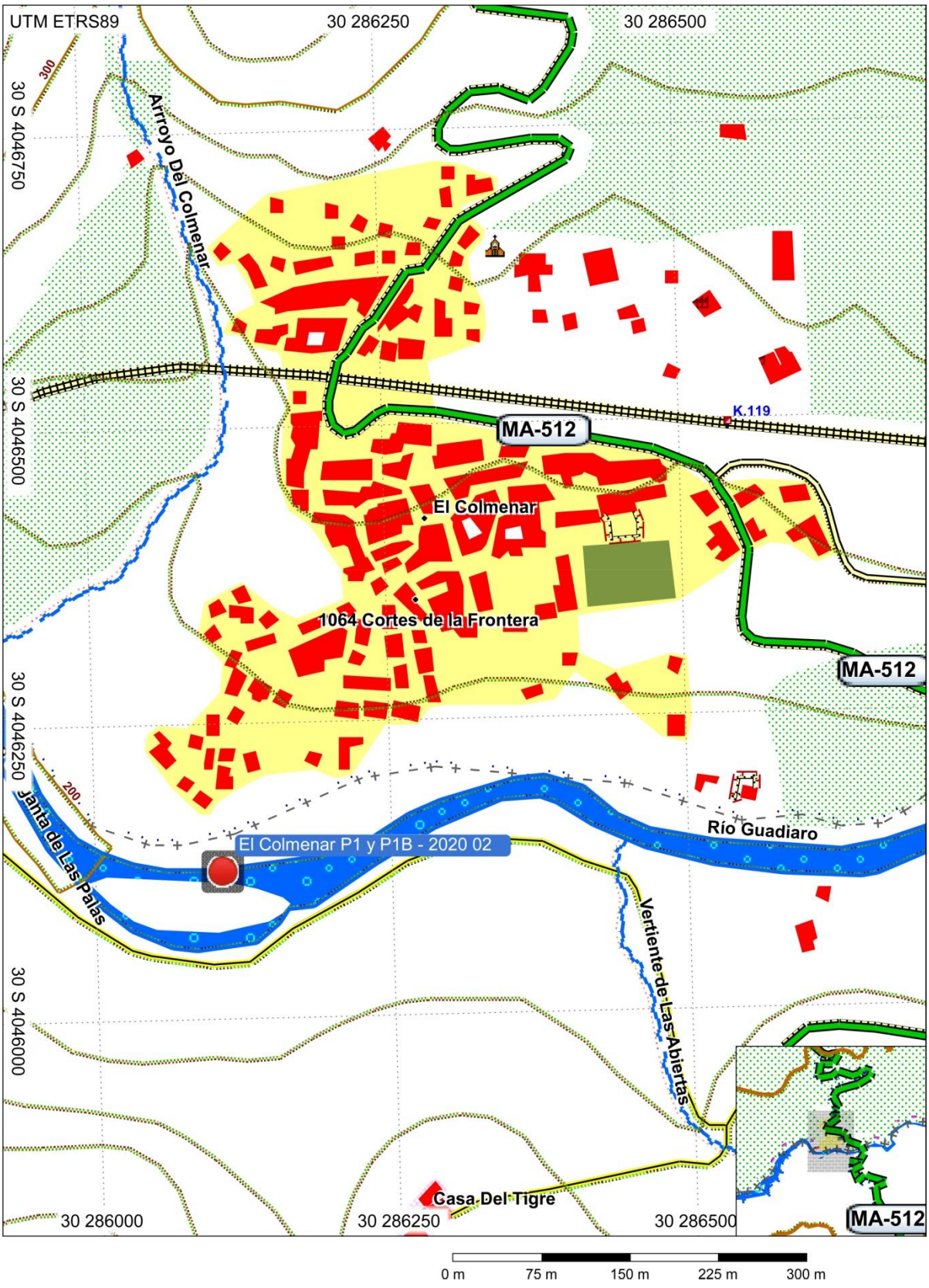
1. **Colector Principal en El Colmenar - P1 en adelante.** Colector de pvc circular Ø 30 cm.
2. **Colector No significativo en El Colmenar - P1B en adelante.** Colector de pvc circular Ø 40cm.

De esta manera, se han conseguido cuantificar la totalidad de las cargas evacuadas.

El cronograma seguido, durante la campaña desarrollada entre el 5 y 6 de febrero de 2020, quedaría de la siguiente forma:

EL COLMENAR	P1	P2
Caudal aportado %	0 %	100 %
Metodología de aforo	---	Volumetría
Precisión l/seg.	---	---
Tipo de registro de caudal	Puntual	Puntual
Días de registro de caudal[2]	2	2
Frecuencia del registro	2-3 h	Puntual
Nº registros caudal para muestreo	4	1
Días de muestreo	2	2
Tipo de muestreo	Puntual	Puntual
Frecuencia del muestreo	2-3 h	Puntual
Muestras 24 h analizadas	---	---
Muestras puntuales	---	---
Observaciones	Sólo vierte en verano	Sólo vierte en invierno

[2] Se entiende por día de registro, al computo de caudales obtenidos durante 24 horas de registro, no teniendo por qué coincidir con un día concreto, ya que los aforos no se inician a las 0:00 horas.



Localización de los puntos de estudio en El Colmenar.

IDOM

DATOS TÉCNICOS

1.- Datos identificativos

Población:	**El Colmenar (Málaga)**					
Denominación:	**Punto P1**					
Coordenadas WGS84	**286107**	X	**4046125**	Y	Zona: **30S**	UTM

2.- Caudales

m^3/día:	0,0			% sobre población:	0,0 %
l/seg max.	0,00	l/seg med.	0,00	l/seg min.	0,00
Relaciones:	1. Q.max/Q.med:	---		2. Q.min/Q.med:	---

3.- Características

Materia orgánica:	**Medio**	**Nutrientes:**	**Medio**
D.B.O. :	--- mg/l O2	Nitrógeno total:	--- mg/l N
D.Q.O.:	--- mg/l O2	Fósforo total:	--- mg/l P
S.S.:	--- mg/l		

4.- Carga equivalente

--- habit. equiv. medios

--- habit. equiv. máximos

FOTOGRAFÍAS DEL PUNTO





IDOM

DATOS TÉCNICOS

1.- Datos identificativos

Población:	**El Colmenar (Málaga)**					
Denominación:	**Punto P1B**					
Coordenadas WGS84	**286107**	X	**4046125**	Y	Zona: **30S**	UTM

2.- Caudales

m^3/día:	214,7			% sobre población:	100,0	%
l/seg max.	2,49	l/seg med.	2,49	l/seg min.	2,49	
Relaciones:		1. Q.max/Q.med:	1,00	2. Q.min/Q.med:	1,00	

3.- Características

Materia orgánica:	**Medio**		**Nutrientes:**	**Medio**	
D.B.O. :	95	mg/l O2	Nitrógeno total:	22,7	mg/l N
D.Q.O.:	190	mg/l O2	Fósforo total:	2,74	mg/l P
S.S.:	70	mg/l			

4.- Carga equivalente

343 habit. equiv. medios

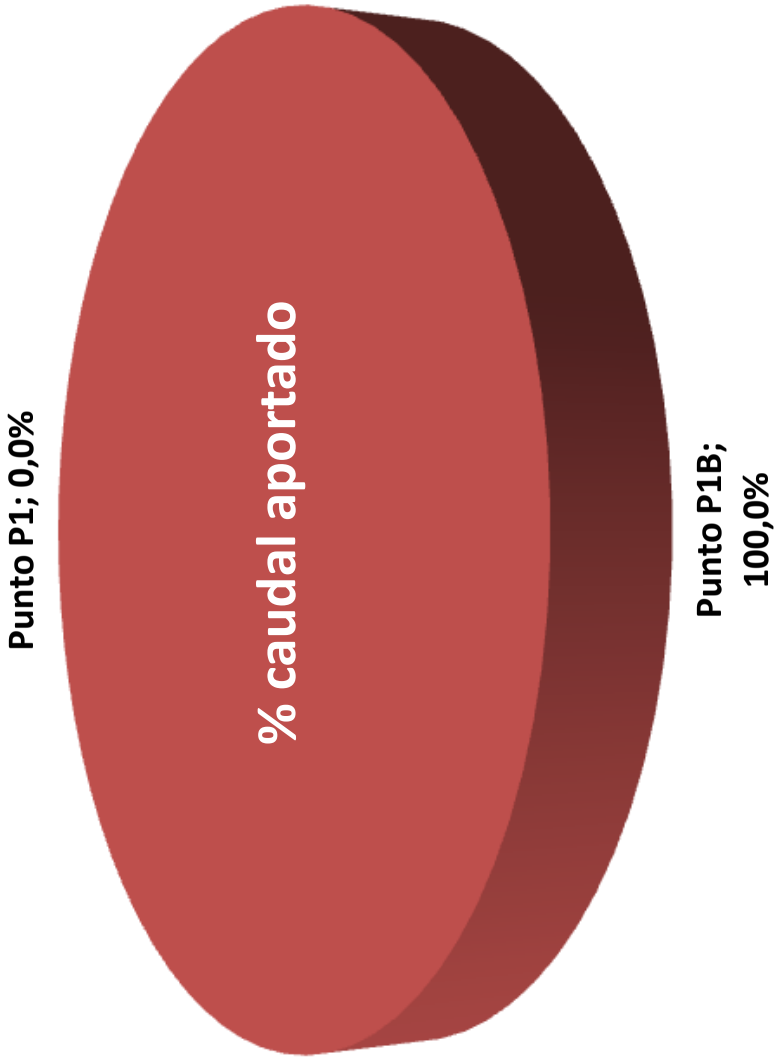
433 habit. equiv. máximos

FOTOGRAFÍAS DEL PUNTO





IDOM


% caudal aportado
Punto P1; 0,0%
Punto P1B; 100,0%

2.1. MUESTREOS - METODOLOGÍA

Se efectuaron tomas de muestras puntuales paralelamente a las medidas de caudal.

Al terminar la jornada, las muestras eran transportadas en frío y oscuridad al laboratorio D.B.O_5 S.L. de Sevilla, donde inmediatamente después de la recepción, se procedía al análisis de D.B.O_5 y sólidos en suspensión. El tiempo máximo transcurrido desde la última toma hasta el inicio del análisis fue siempre inferior a lo establecido en la Norma UNE-EN-ISO-5667-3.

2.2. MEDIDAS DE CAUDALES

En ambos puntos se instaló un vertedero rectangular, no circulando agua en P1 durante toda la campaña, efectuándose un aforo puntual diurno en P1B por día.

2.3. INCIDENCIAS SURGIDAS DURANTE LA TOMA DE MUESTRAS

2.3.1. AGUA DE DILUCIÓN

No se observó.

2.3.2. LLUVIAS

No se registraron precipitaciones durante el estudio, por lo que el mismo fue realizado en tiempo seco.

2.3.3. MERMAS DE AGUA

Si bien no se ha observado ninguna rotura, se evidencia que hay un menor volumen de aguas negras de lo esperado.

2.3.4. VERTIDOS

No se registraron vertidos durante la realización del presente estudio.

En la página siguiente se incluyen las observaciones visuales registradas sobre las muestras de integración de los puntos principales.

3. CAUDALES

3. CAUDALES

3.1. CAUDALES VERTIDOS

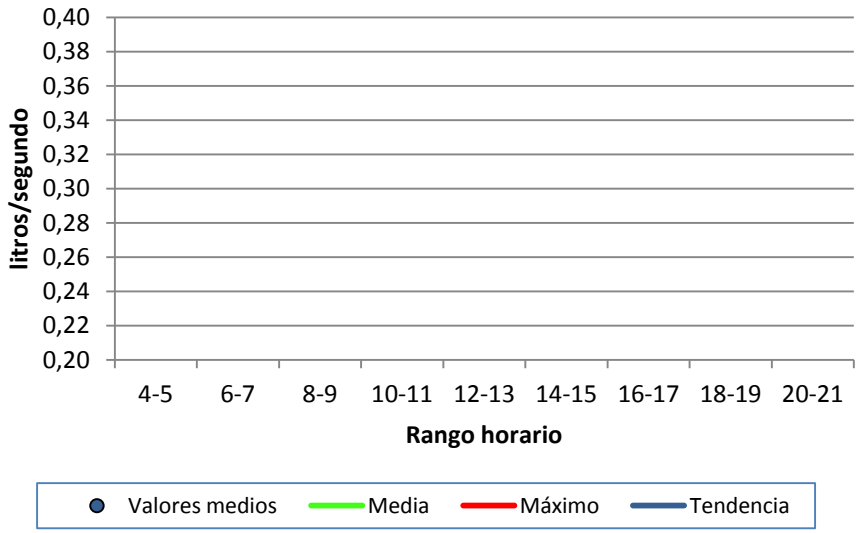
Los aforos realizados en la presente campaña, arrojaron los siguientes valores más representativos:

POBLACIÓN	EL COLMENAR	
COLECTOR Nº	P1	P1B
l/seg. máximos	---	---
l/seg. medios	0.00	2.49
l/seg. mínimos	---	---
Total m^3/día	0.0	214.7
m^3/h. medios	---	---
m^3/h. mínimos	---	---
m^3/h. máximos	---	---

El Colmenar (Málaga)

Caudal total circulado — Punto P1

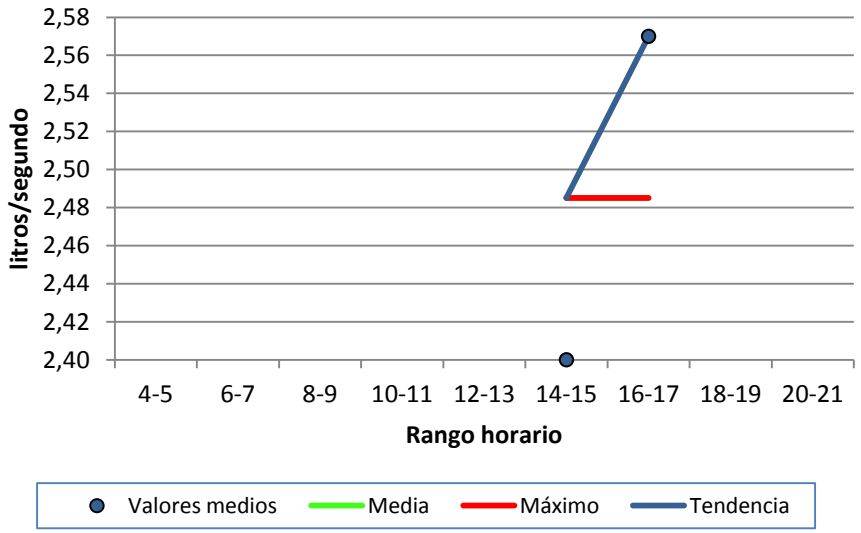
RANGO HORARIO	05/02/2020	06/02/2020	Valores medios	
	Litros/ segundo		Litros / segundo	Metros³ / hora
4-5				
6-7				
8-9				
10-11	0,00	0,00	0,00	0
12-13	0,00	0,00	0,00	0
14-15	0,00	0,00	0,00	0
16-17	0,00	0,00	0,00	0
18-19				
20-21				
Media	0,00	0,00	0,00	0
Máximo	0,00	0,00	0,00	0
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0
Total m³	0,0	0,0	0,0	



El Colmenar (Málaga)

Caudal total circulado — Punto P1B

RANGO HORARIO	05/02/2020	06/02/2020	Valores medios	
	Litros/ segundo		Litros / segundo	Metros³ / hora
4-5				
6-7				
8-9				
10-11				
12-13				
14-15		2,40	2,40	8,6
16-17	2,57		2,57	9,3
18-19				
20-21				
Media	2,57	2,40	2,49	8,9
Máximo	2,57	2,40	2,49	8,9
Mínimo	2,57	2,40	2,49	8,9
Total m³	222,0	207,4	214,7	



4. CARACTERÍSTICAS

4. CARACTERÍSTICAS

Las características de las aguas residuales se adjunta a continuación. Un resumen de las mismas quedaría de la siguiente forma:

POBLACIÓN	EL COLMENAR
COLECTOR Nº	P1B
D.B.O. mg/L O_2	95
D.Q.O. mg/L O_2	190
Sólidos en suspensión mg/L	70
Conductividad eléct. µS.cm-1 a 20ºC	620
m^3/día	214.7
Habitantes equivalentes	343

El Colmenar (Málaga)

Punto P1B

Resultados analíticos muestras integradas diurnas

Día de la semana de inicio	Miércoles	Jueves	Media	Máxima	% Variación
Día	05/02/2020	06/02/2020			
Demanda Biológica de Oxígeno a 5 días mg/L O2	117	73	95	117	32,8%
Demanda Biológica de Oxígeno Soluble mg/L O2	60	37	49	60	33,5%
Demanda Biológica de Oxígeno Decantable mg/L O2	37	28	33	37	19,6%
Demanda Biológica de Oxígeno Coloidal mg/L O2	20	8	14	20	60,6%
Demanda Química de Oxígeno al dicromato mg/L O2	203	176	190	203	10,1%
Demanda Química de Oxígeno Soluble mg/L O2	123	89	106	123	22,7%
Demanda Química de Oxígeno Decantable mg/L O2	0	73	37	73	141,4%
Demanda Química de Oxígeno Coloidal mg/L O2	80	14	47	80	99,3%
Sólidos en suspensión totales mg/L	65	74	70	74	9,2%
Sólidos en suspensión totales volátiles mg/L	54	64	59	64	12,0%
Aceites y grasas disueltas o emulsionadas mg/L	63,4	39,1	51,3	63,4	33,5%
Alcalinidad mg CaCO3/L	245,2	245,2	245,2	245,2	0,0%
Bacterias coliformes UFC/ml	6,0E+06	6,1E+07	3,4E+07	6,1E+07	116,1%
Estreptococos fecales UFC/ml	6,0E+04	6,1E+05	3,4E+05	6,1E+05	116,1%
Amonio mg/L N	9,02	9,02	9,02	9,02	0,0%
Nitratos mg/L N	0,04	0,15	0,10	0,15	0,0%
Nitritos mg/L N	0,010	0,012	0,011	0,012	11,5%
Nitrógeno Orgánico mg/L N	11,8	15,4	13,57	15,37	18,8%
Nitrógeno Total mg/L N	20,8	24,6	22,7	24,6	11,6%
Nitrógeno Total Kjeldahl mg/L N	20,8	24,4	22,6	24,4	11,3%
Fósforo Total mg/L P	2,56	2,92	2,74	2,92	9,3%
pH (unidades de pH)	7,22	8,12	7,67	8,12	8,3%
Conductividad eléctrica a 20 ºC µS.cm-1	601	639	620	639	4,3%
Relaciones					
D.B.O. / D.Q.O.	57,6%	41,5%	49,6%	57,6%	23,1%
D.B.O. Soluble / D.B.O. Total	51,3%	50,7%	51,0%	51,3%	0,8%
D.B.O. Decantable / D.B.O. Total	31,6%	38,4%	35,0%	38,4%	13,6%
D.B.O. Coloidal / D.B.O. Total	17,1%	11,0%	14,0%	17,1%	30,9%
D.Q.O. Soluble / D.Q.O. Total	60,6%	50,6%	55,6%	60,6%	12,8%
D.Q.O. Decantable / D.Q.O. Total	0,0%	41,5%	20,7%	41,5%	141,4%
D.Q.O. Coloidal / D.Q.O. Total	39,4%	8,0%	23,7%	39,4%	93,9%
Nitrógeno Total / D.B.O.	17,8%	33,6%	25,7%	33,6%	43,5%
Fósfroto Total / Nitrógeno Total	12,3%	11,9%	12,1%	12,3%	2,3%
Amonio / Nitrógeno Total	43,3%	36,7%	40,0%	43,3%	11,6%
Caudales					
m3/día	222,0	207,4	214,7	222,0	4,8%
Litros/segundo medios	2,57	2,40	2,49	2,57	4,8%
Kg/día Sólidos en suspensión	14	15	15	15	4,3%
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	26	15	21	26	37,3%
Kg/día Fósforo total	0,6	0,6	0,6	0,6	4,5%
Kg/día Nitrógeno Total	5	5	5	5	6,8%
Habitantes equivalentes D.B.O. (60 g/hab x dia)	433	252	343	433	37,3%

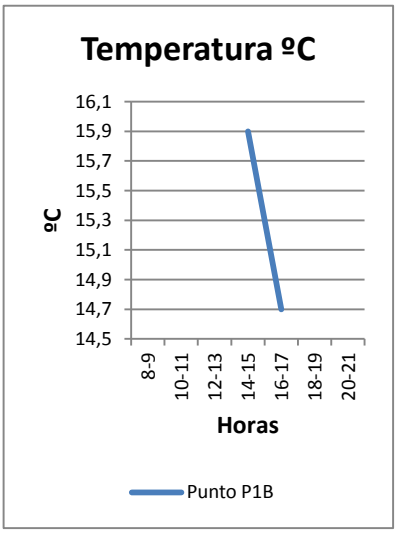
El Colmenar (Málaga)

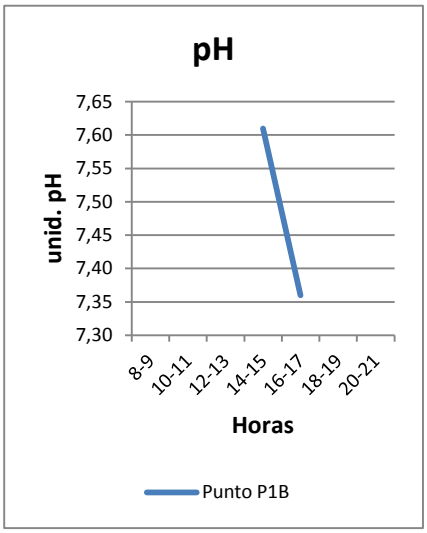
Medidas *in situ*

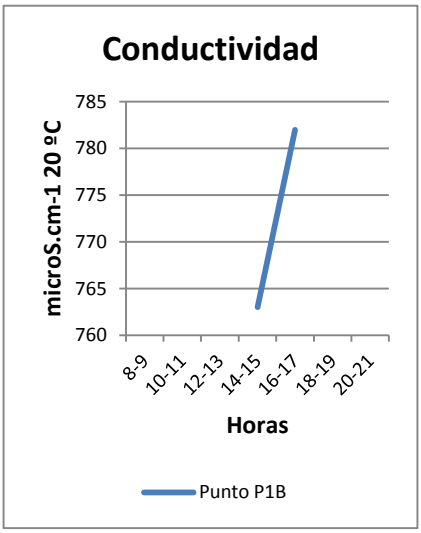
Temperaturas de agua ºC **pH (unidades de pH)** **Conductividad eléct. 20 ºC**

RANGO HORARIO	*1er día*	*2º día*	Media	*1er día*	*2º día*	Media	*1er día*	*2º día*	Media
Punto P1B									
8-9									
10-11									
12-13									
14-15		15,9	15,9		7,61	7,61		763	763
16-17	14,7		14,7	7,36		7,36	782		782
18-19									
20-21									
Media	**14,7**	**15,9**	**15,3**	**7,36**	**7,61**	**7,49**	**782**	**763**	**773**
Máximo	**14,7**	**15,9**	**15,3**	**7,36**	**7,61**	**7,49**	**782**	**763**	**773**
Mínimo	**14,7**	**15,9**	**15,3**	**7,36**	**7,61**	**7,49**	**782**	**763**	**773**

Temperatura ambiente ºC	
5 de febrero de 2020, 17:30 h	*12,3 ºC*







IDOM

5. CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES

Las conclusiones más importantes que pueden deducirse del presente son las siguientes:

- El saneamiento municipal recoge en la actualidad las aguas residuales de un censo, según el Instituto Nacional de Estadística, de 494 habitantes, que vierte en un punto de vertido.

- El **volumen medio de agua vertida** diariamente durante el estudio fue de 214.7 m^3/día, estos valores arrojan una dotación de aguas negras "per-cápita" media de 435 litros/habitante y día, cifra que podemos considerar *MUY ALTA* para una población de estas características.

- Las **concentraciones medias**, respecto a los valores habituales en aguas residuales eminentemente urbanas son *MUY BAJAS* como se observa en la siguiente tabla:

RESUMEN VALORES DIARIOS			
PARÁMETROS	MEDIA	MÁXIMA	NORMALES A.R.U.
D.B.O. mg/L O_2	95	117	150-500
D.Q.O. mg/L O_2	190	203	350-1.000
Sólidos Suspensión mg/L	70	74	100-400
Fósforo Total mg/L P	2.74	2.92	6-20
Nitrógeno Total mg/L N	22.7	24.6	25-85

- La **carga equivalente media en $D.B.O_5$** oscila entre 343 habitantes medios y 433 habitantes máximos, cifra media un 31 % inferior a los 494 habitantes de los habitantes del censo. Esta pérdida de población es atribuible a posibles roturas del saneamiento, y que una parte de la población censada realiza las actividades fuera del núcleo.

6. METODOLOGÍA

6. Metodología

METODOLOGÍA ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO	MÉTODO ANALÍTICO	L.Q.	UD.
Aceites y grasas disueltas o emulsionadas	Espectroscopía Infrarroja	1	mg/L
Alcalinidad	Volumetría	19.5	mg $CaCO_3$/L
Amonio	Electrometría	0.05	mg NH_4/L
Bacterias coliformes	Filtración y siembra en Levine a 37ºC y Recuento	0	UTC/ml
Conductividad eléctrica a 20ºC	Potenciometría automática	17	µS.cm-1 20 ºC
DBO Coloidal	Separación por decantación y determinación de las distintas fracciones	10	mg O_2/L
DBO Decantable	Separación por decantación y determinación de las distintas fracciones	10	mg O_2/L
DBO5	Dilución y siembra método de electrodo de Oxígeno Disuelto	10	mg O_2/L
DBO5 Soluble	Filtración y posterior dilución y siembra método de electrodo de Oxígeno Disuelto	10	mg O_2/L
DQO	Digestión reflujo cerrado. Espectrofotometría UV-VIS	20	mg O_2/L
DQO Coloidal	Digestión reflujo cerrado. Espectrofotometría UV-VIS	20	mg O_2/L
DQO Decantable	Cálculo	20	mg O_2/L
DQO Soluble	Digestión reflujo cerrado. Espectrofotometría UV-VIS	20	mg O_2/L
Estreptococos fecales	Filtración y siembra a 44ºC y Recuento	0	UFC/100 ml
Fósforo total	Espectrofotometría UV-VIS. Flujo Segmentado	0.1	mg/L
Nitratos	Espectrofotometría UV-VIS. Flujo Segmentado	10	mg NO_3/L
Nitritos	Espectrofotometría UV-VIS. Flujo Segmentado	0.02	mg NO2/L
Nitrógeno orgánico	Cálculo	1	mg/L
Nitrógeno Total Kjeldahl	Cálculo	3	mg/L
pH	Electrometría	3	ud pH
Sólidos en Suspensión Totales	Evaporación y gravimetría	15	mg/L
Sólidos en Suspensión Totales Volátiles	Evaporación, calcinación y gravimetría	15	mg/L

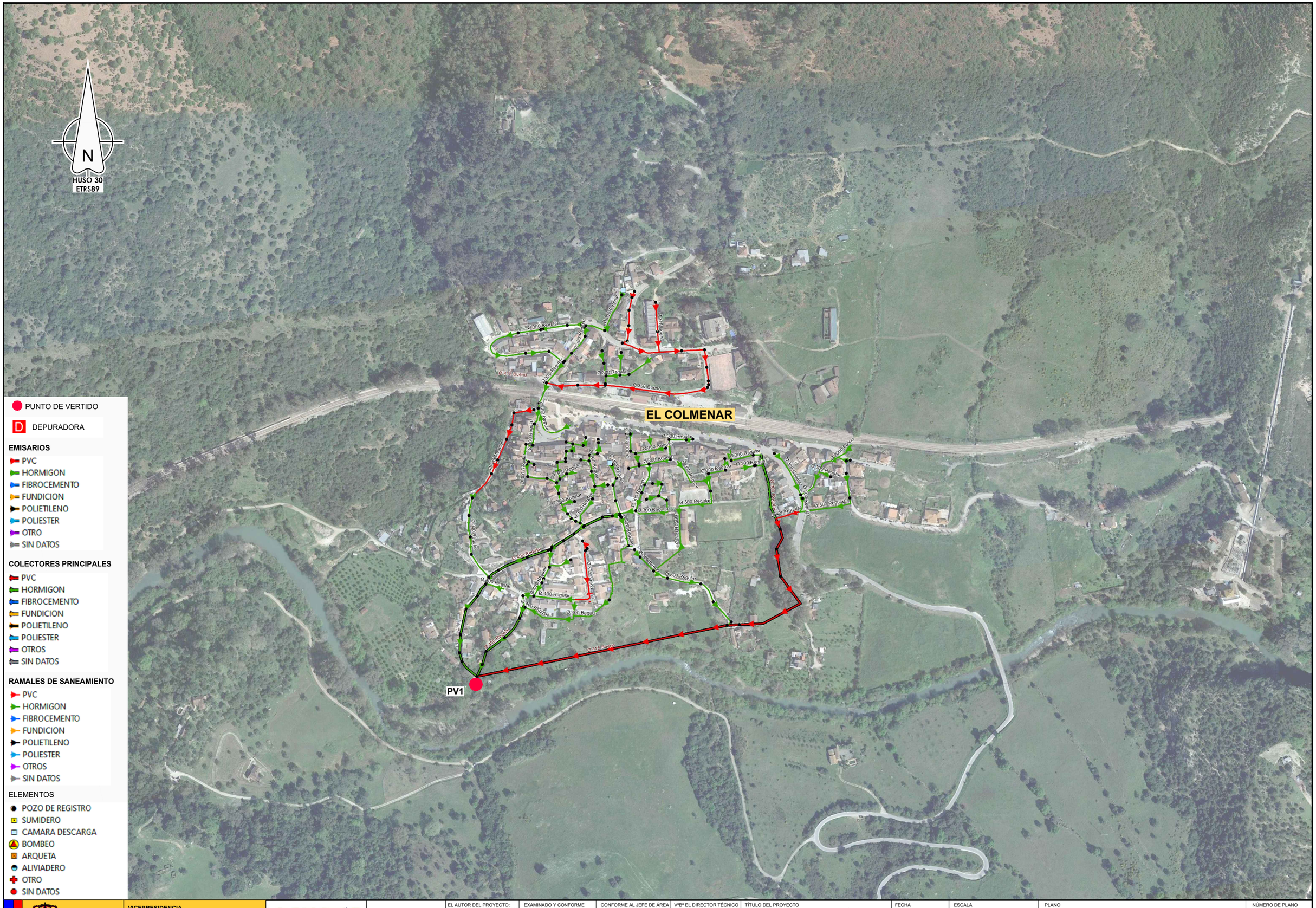
Referencia: Standars Methos Ed. 20-1998. Norma UNE-EN-ISO-5667-3.
La exactitud y precisión de los ensayos acreditados por ENAC se encuentran a disposición del cliente que lo solicite.

7. DATOS TÉCNICOS

7. DATOS TÉCNICOS

	MEDIOS	MÁXIMOS
VOLUMEN DE AGUA RESIDUAL		
Por día m^3/día vertidos	214.7	222.0
Media l/seg	2.49	2.57
CARACTERÍSTICAS		
Demanda Biológica de Oxígeno mg/L O2	95	117
Demanda Química de Oxígeno mg/L O2	190	203
Sólidos en Suspensión mg/L	70	74
Nitrógeno Total mg/L N	22.7	24.6
CARGAS		
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	21	26
Kg/día Sólidos en Suspensión	15	15
Kg/día Nitrógeno total	5	5
Habitantes equivalentes (D.B.O5)	343	433
HABITANTES DEL NÚCLEO URBANO CENSADO		**494**
DOTACIONES POR HABITANTE		
Gramos D.B.O. habitante y día	43	53
Gramos Sólidos en Suspensión habitante y día	30	30
Gramos Nitrógeno total habitante y día	10	10
Litros habitante y día vertidos	435	449

APÉNDICE Nº 3 PLANO RED SANEAMIENTO EL COLMENAR



GOBIERNO DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ACUAES AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA SA

IDOM

EL AUTOR DEL PROYECTO: ING. CAMINOS C.P. COL: 17.007
Fdo: D. Fernando Trujillo Díez

EXAMINADO Y CONFORME EL DIRECTOR DE PROYECTO
Fdo: D. Nicolás Gutiérrez Carmona

CONFORME AL JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS
Fdo: D. Daniel Gálvez Cruz

VºBº EL DIRECTOR TÉCNICO
Fdo: D. Jerónimo Moreno Gayá

TÍTULO DEL PROYECTO
SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)

FECHA: ABRIL 2020

CLAVE: 06.329-615/2111

ESCALA: 0 25 50 100 m. — 1:4.000
FORMATO ORIGINAL A3

PLANO
SANEAMIENTO EXISTENTE
EL COLMENAR

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 100616GUAN05 SANEA EXIST.dwg

NÚMERO DE PLANO: 1

HOJA 1 de 1

ANEJO Nº6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES 4
1.1. Antecedentes administrativos 5
1.2. Antecedentes técnicos: recopilación información existente 6
2. SITUACIÓN ACTUAL SANEAMIENTO 9
3. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO 10
3.1. Zonas de crecimiento y consideraciones para estudio de población 10
3.2. Zonas de protección 12
4. INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES Y CONTACTO CON ORGANISMOS 13
4.1. ADIF 13
4.2. Redes eléctricas 14
4.3. Infraestructuras hidráulicas 14
4.4. Dominio Público Hidráulico 14
4.5. Otros servicios 14
4.6. Resumen contacto con organismos 15
5. ESTUDIO DE POBLACIÓN 20
5.1. Población actual permanente 20
5.2. Prognósis de población permanente 21
5.2.1 Métodos analizados 22
5.2.1.1 Método aritmético 22
5.2.1.2 Método geométrico 23
5.2.1.3 Método del MOPU 23
5.2.1.4 Otros métodos 24
5.2.2 Resultados 25
5.3. Población estacional 27
5.3.1 Metodología 27
5.3.2 Resultados 28
5.4. Población de cálculo 31
6. ESTUDIO DE DOTACIÓN Y CAUDALES 32
6.1. Dotación según consumos 32
6.2. Dotación según planificación hidrológica 32
6.3. Dotación según caudal de saneamiento aforado 33
6.4. Dotaciones tendenciales 33
6.5. Dotación seleccionada 33
6.6. Caudales de saneamiento 34
7. ESTUDIO DE CARGAS CONTAMINANTES 37
7.1. Campaña caracterización 38
7.2. Requisitos de calidad del vertido 38
7.3. Gestión de los fangos 39

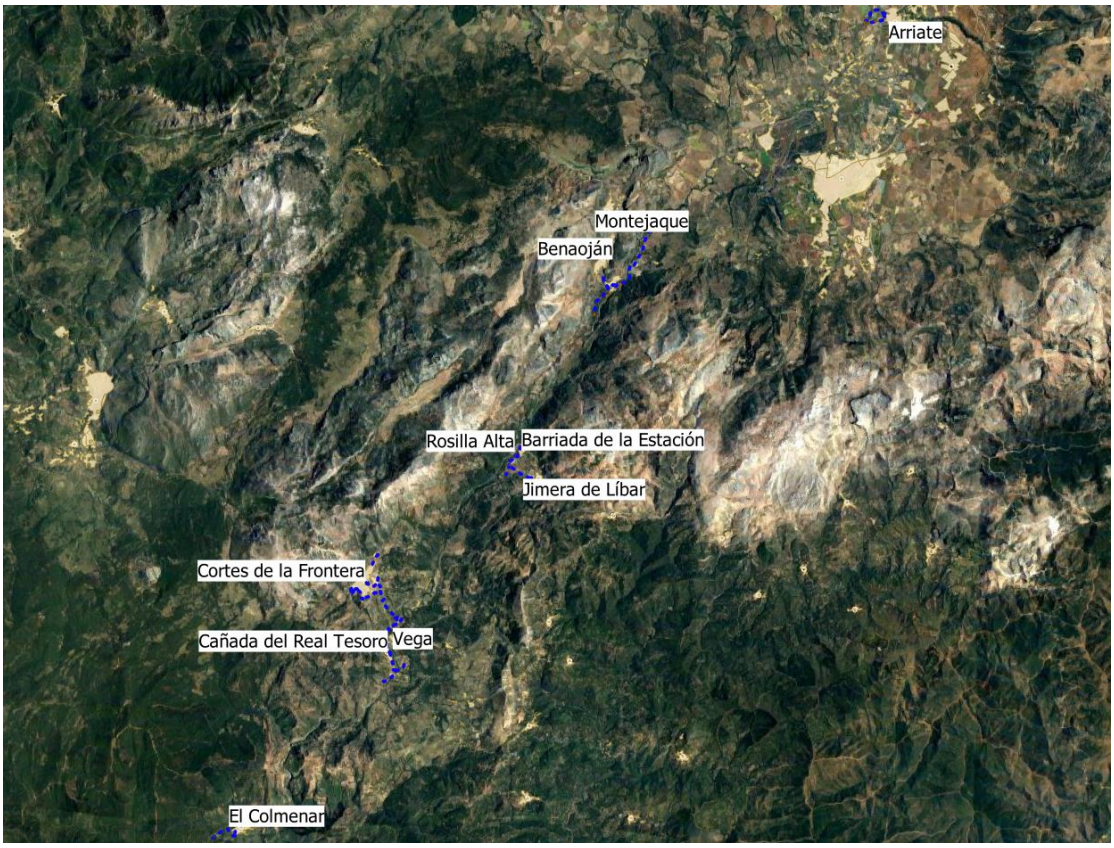
7.4. Cargas contaminantes de entrada a planta 42
8. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA 43
8.1. Documentación analizada 43
8.2. Caracterización geologico-geotécnica 43
8.3. Condicionantes para la valoración previa de alternativas 45
9. CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA E INUNDABILIDAD 46
9.1. Climatología e hidrología 46
9.2. Inundabilidad 47
10. ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL Y CULTURAL 49
10.1. Condicionantes medioambientales 49
10.1.1 Espacios Naturales Protegidos. RED NATURA 49
10.1.2 Presencia de Hábitats de Interés Comunitario (HICs) 59
10.1.3 Vías Pecuarias 63
10.1.4 Patrimonio Cultural. Yacimientos Arqueológicos 67
10.1.5 Explotaciones Mineras 68
10.1.6 Valoración del Impacto en la Salud (VIS) 69
10.1.7 Plan de autoprotección contra incendios 70
10.2. Tramitación ambiental 71
11. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS 76
11.1. Alternativas procesos de depuración y tratamiento de fangos 76
11.1.1 Descripción procesos seleccionados para el estudio 80
11.1.1.1 Aireación prolongada 80
11.1.1.2 Biodiscos 82
11.1.1.3 Lechos bacterianos 83
11.1.2 Análisis variables de las distintas alternativas 84
11.1.2.1 Superficie 84
11.1.2.2 Simplicidad de construcción 85
11.1.2.3 Rendimientos 85
11.1.2.4 Estabilidad térmica 86
11.1.2.5 Oscilaciones de la carga y el caudal 86
11.1.2.6 Costes de construcción, explotación y mantenimiento 86
11.1.2.7 Impacto medioambiental 87
11.1.2.8 Producción de fangos 88
11.1.2.9 Poblaciones de similares características 88
11.1.3 Matriz de valoración de alternativas 89
11.2. Alternativas actuación en redes saneamiento 92
11.3. Alternativas de materiales para las conducciones 92
11.3.1 Evaluación preliminar de los diámetros de proyecto 92
11.3.1.1 Criterio de velocidades admisibles 92
11.3.1.2 Diámetros seleccionados para las conducciones 94

11.3.2 Caracterización y propiedades de los materiales 95
11.3.3 Ámbito de aplicación general de cada material 97
11.3.4 Factores específicos a tener en cuenta en la selección 98
11.3.4.1 Tipo de terreno y agua a transportar 99
11.3.4.2 Peso 99
11.3.4.3 Resistencia mecánica ante las solicitaciones 100
11.3.5 Análisis económico para la selección del material 101
11.3.5.1 Coste de la tubería 102
11.3.5.2 Coste de instalación y puesta en obra 103
11.3.5.3 Otros costes de ejecución 104
11.3.5.4 Costes totales 106
11.4. Alternativas agrupación de vertidos 108
11.4.1.1 Alternativa 1 110
11.4.1.2 Alternativa 2 111
11.4.2 Valoración de las alternativas 111
11.4.2.1 Económico 112
11.4.2.2 Funcional 114
11.4.2.3 Ambiental 114
11.4.2.4 Resultados 115
11.4.3 Análisis multicriterio alternativas 116
12. CONCLUSIONES 118
12.1. Datos de partida para diseño 118
12.2. Materiales seleccionados para las conducciones 119
12.3. Solución seleccionada agrupación de vertidos 120
12.4. Solución seleccionada línea procesos EDAR 120
12.5. Tramitación ambiental de los proyectos 123
APÉNDICE Nº 1. PLANOS 127
APÉNDICE Nº 2 CAMPAÑA DE AFOROS 128

1. ANTECEDENTES

El núcleo de El Colmenar, perteneciente al municipio de Cortes de la Frontera, incumple la Directiva Europea 91/271/CEE, vertiendo directamente sus aguas residuales al río Guadiaro al no contar con ningún tipo de instalación para su tratamiento previo. El presente proyecto contempla por tanto la ejecución de una EDAR para la depuración del agua residual, así como las conducciones e instalaciones necesarias para vehicular los vertidos hasta esta.

Este proyecto forma parte de un contrato común para el saneamiento y depuración en la cuenca alta del río Guadiaro, abarcando además de El Colmenar los núcleos de Arriate, Benaoján-Montejaque, Jimera de Líbar y Cortes de la Frontera. Cada uno de estos proyectos se redacta de forma independiente.



Ámbito general del proyecto. Fuente: elaboración propia

Este anejo corresponde al Estudio de Alternativas redactado en noviembre de 2019 para el núcleo de El Colmenar con el fin de buscar la mejor solución global de la actuación desde el punto de vista de su viabilidad técnica y administrativa, facilidad de ejecución, economía, integración en el medio ambiente y seguridad. Para ello, se ha analizado la problemática

existente y estudiado el territorio donde se implantarán las futuras obras, valorando distintas opciones de ubicación, procedimientos constructivos, tecnologías disponibles, materiales, costes de inversión y explotación, etc.

Como resultado de esta labor, se obtuvo el documento que se reproduce a continuación y cuyo contenido es el mismo que fue presentado a ACUAES en noviembre de 2019 y al Consorcio Provincial de Aguas en febrero de 2019, actualizado con las correcciones indicadas por cada uno de estos organismos.

Cabe destacar que la solución mostrada en los planos coincide con la desarrollada a nivel constructivo, salvo ciertos matices derivados del encaje con la topografía de detalle. Así pues, aspectos tales como la definición de los accesos o ubicación de los bombeos presentan ligeras variaciones.

1.1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

Mediante la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, se declaró de interés general del Estado la actuación ***Saneamiento y depuración de los municipios de la cuenca del río Guadiaro.***

En el acuerdo de 26 de octubre de 2010 del Consejo de Gobierno por el que se declaran de interés autonómico de Andalucía las obras destinadas al cumplimiento del objetivo de la calidad de las aguas en Andalucía (Boja de 10 de noviembre de 2010), en cumplimiento de lo establecido en la Ley 9/2010 de Aguas de Andalucía de 30 de julio, **se declaran de interés autonómico las actuaciones de *EDAR y colectores en Arriate, Benaoján y Montejaque*, *EDAR y colectores en Atajate, Benadalid y Jimera de Líbar* y *EDAR y colectores en Cortes de la Frontera y sus núcleos*.**

La actuación se encuentra incluida en el Anexo C del Protocolo General entre el Ministerio para la Transición Ecológica y la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía, por el que se definen las líneas a seguir por ambas administraciones para el cumplimiento de la Directiva 91/271/CEE, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía" firmado el 19 de julio de 2017.

En el año 2005 la Junta de Andalucía redactó los anteproyectos de colectores y EDAR de Arriate, Jimera de Libar, Benaoján-Montejaque, Cortes de la Frontera y El Colmenar. Por su parte, en 2017, la Diputación de Málaga actualizó el proyecto de colectores y EDAR de Jimera de Libar.

Sin embargo, tal y como se detalla en el siguiente apartado de antecedentes técnicos, estos no llegaron a materializarse, habiendo quedado desfasados en ciertos aspectos normativos.

Con fecha 11 de diciembre de 2018, el Director General del Agua del Ministerio para la Transición Ecológica, atendiendo a lo previsto en la cláusula SÉPTIMA del Vigente Convenio de Gestión Directa firmado con la sociedad estatal Aguas de las Cuencas de España (ACUAES), encomendó y autorizó a esta la redacción del proyecto de la actuación referenciada en el asunto. El anuncio de licitación de esta contratación fue publicado en la plataforma de contratación del Sector Público el 8 de marzo de 2019.

El 14 de mayo de 2019, la Mesa de Contratación lleva a cabo la apertura de las ofertas económicas y determina que la más ventajosa es la presentada por IDOM Consulting, Engineering, Architecture, S.A.U, procediéndose a adjudicar el contrato el 19 de junio de 2019 por importe de 310.741,16 euros (IVA excluido) y un plazo de 9 meses. Finalmente, se suscribe el correspondiente contrato de servicio con fecha 24 de julio de 2019, dando por tanto comienzo los trabajos objeto de éste el 25 de julio.

1.2. ANTECEDENTES TÉCNICOS: RECOPILACIÓN INFORMACIÓN EXISTENTE

En agosto del año 2005 la Junta de Andalucía redactó el anteproyecto de *Colectores y EDAR de Cortes de la Frontera (Málaga)*. En dicho anteproyecto se contemplaba la conducción de los vertidos del núcleo de El Colmenar hasta la parcela de la EDAR mediante una impulsión y la ejecución de la EDAR, pero el anteproyecto nunca llegó a ejecutarse.

En marzo del año 2014 la Diputación de Málaga redactó el Documento Ambiental para someter la anterior actuación al trámite de evaluación de impacto ambiental simplificada. Con fecha 26 de octubre de 2016 se emitió Informe de Impacto Ambiental favorable (resolución de 14 de octubre de 2016), siendo por tanto este válido hasta el 26 de octubre de 2020. Las principales conclusiones o requerimientos de este informe se recogen en el *apartado 10 Análisis medioambiental y cultural.* A continuación, se relaciona toda aquella documentación de carácter técnico, que ha servido de punto de partida para la redacción de este estudio de alternativas.

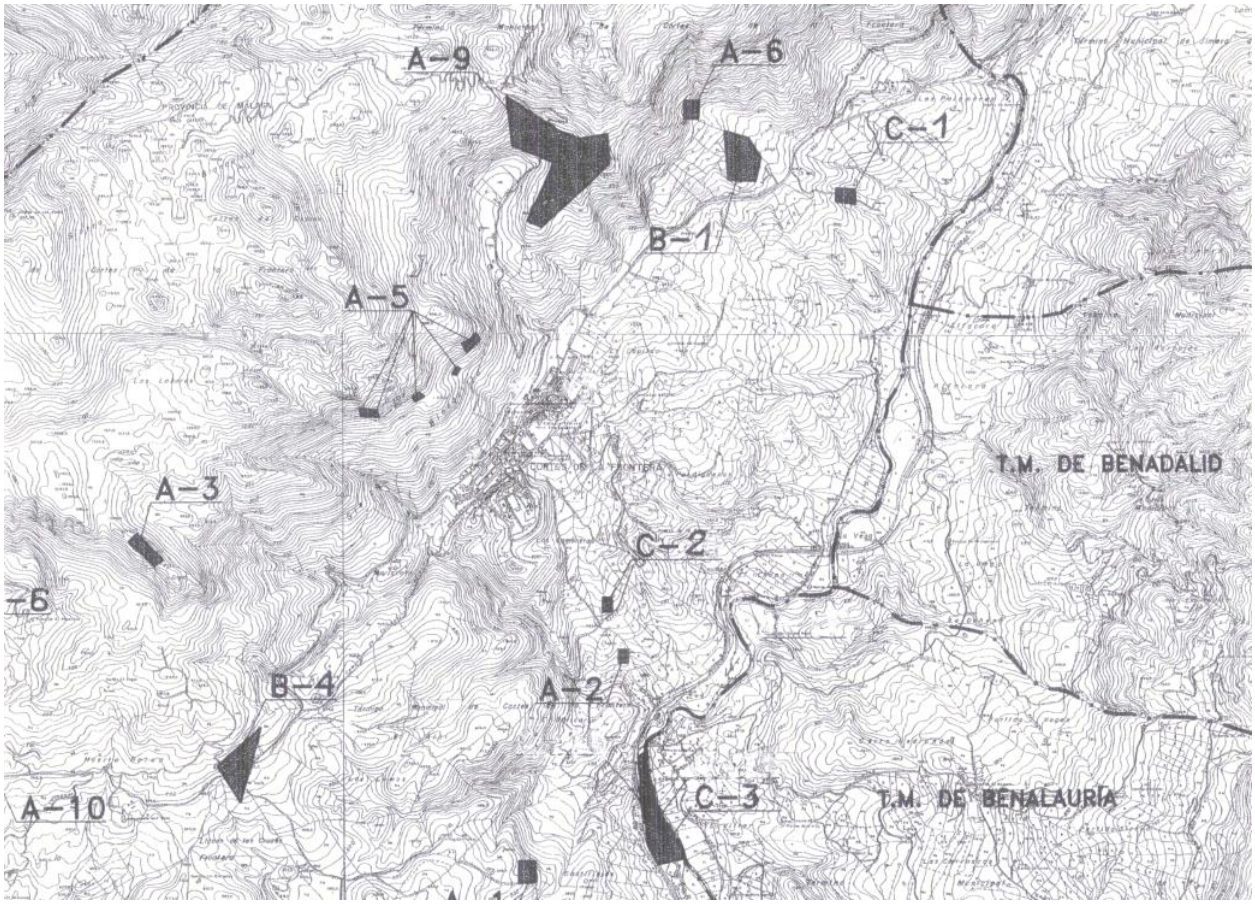
- Anteproyecto de colectores y EDAR de Cortes de la Frontera, elaborado en 2005 (incluye proyecto de Cortes y El Colmenar).
- Documento ambiental de construcción de Estación Depuradora de Aguas Residuales en El Colmenar, Cortes de la Frontera (Málaga).

- Gestiones y consultas realizadas con organismos, administraciones y empresas respecto a servicios e infraestructuras afectadas de su titularidad, tal y como se detallan y adjuntan en el *apartado 3.2. Zonas de* protección

Dentro del suelo no urbanizable, se distingue aquel de especial protección por la legislación específica y por la planificación territorial.

- Protegido por el PORN (Plan de Ordenación de Recursos Naturales), el Parque Natural de los Alcornocales (PEPMF CS-22) y el Parque Natural Sierra de Grazalema.
- Protegido por el Decreto 250/2003 de Monumentos Naturales, el Cañón de las Buitreras.
- Protegido por la Ley 3/1995 y el Decreto 155/1998 de **Vías Pecuarias**
- Protegido por la Ley 2/1992 Forestal de Andalucía, los siguientes Montes Públicos: El Berrueco (MA-700004), El Robledal (MA-700007), La Cancha (MA-700005), Las Majadas de Ronda (MA-700006), La Sauceda (MA-70008) y la Sierra Blanquilla (MA-50019).
- Protegido por la **Planificación Territorial**, el Valle del Guadiaro.

Por otro lado, respecto al patrimonio arqueológico, se tienen un total de 22 elementos protegidos.



- Infraestructuras existentes.
- Plan Hidrológico de la demarcación hidrográfica de las cuencas mediterráneas andaluzas. Segundo ciclo de planificación 2015-2021.
- Ordenanzas y documentación facilitada por los Ayuntamientos.
- Documentación facilitada por el Consorcio Provincial de Aguas (Diputación de Málaga).

En concreto, la información solicitada a los Ayuntamientos y al Consorcio ha sido la siguiente:

- Planeamiento vigente (memoria de ordenación, normativa, planos, futuros desarrollos previstos en los próximos 15 años, modificaciones en curso del planeamiento vigente, etc.).
- Número y tipología de industrias existentes actualmente (cárnicas, salazones, talleres, almazaras, etc.) y previsión de instalación de nuevas industrias de este tipo.
- Confirmación de los puntos de vertido existentes y naturaleza de estos (urbano o industrial).
- Existencia de conexiones de agua limpia (fuentes o arroyos entubados) en la red de saneamiento.
- Ordenanza de vertidos.
- Suministro en alta y consumos en baja de agua en los núcleos durante los últimos años, al menos, con carácter mensual, en la máxima serie de años disponible.
- Planos de las redes de saneamiento y abastecimiento actuales del municipio.
- Conocimiento de las redes de servicios existentes en el municipio: telefonía, electricidad, gas y otros servicios, que pudieran verse afectados en la zona del proyecto.
- Cualquier infraestructura planificada en la zona que pudiera interferir con la presente actuación.

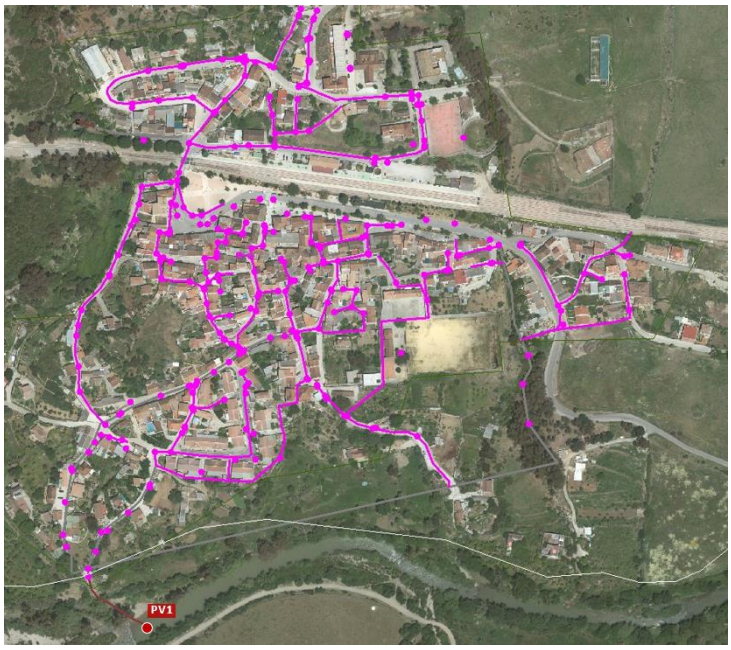
A continuación, se resume la información facilitada por estos:

Planeamiento	jul-2008
Puntos de vertido	1
Industrias	talleres
Fuentes y manantiales conectados a red	no
Ordenanza vertidos	No dispone
Suministro en alta	No
Consumos	Si
Redes abast. y saneamiento	PGOU e IDEMAP

2. SITUACIÓN ACTUAL SANEAMIENTO

Tal y como se ha comentado, se ha llevado a cabo una recopilación de información, así como un reconocimiento previo en campo del punto de vertido de El Colmenar, identificando su localización y características básicas.

En la actualidad existe un único punto de vertido al sur del caso urbano. No obstante, cabe destacar que se ha localizado otra tubería contigua a esta, prácticamente sin caudal y siendo este además irregular, procedente de la casa rural que existe en las inmediaciones.



Red de saneamiento de El Colmenar



PV1 El Colmenar.

3. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

En el siguiente apartado se recoge toda la información analizada en cuanto al planeamiento urbanístico. Esto incluye el estudio de las posibles áreas de oportunidad, con objeto de tener en cuenta ese crecimiento poblacional para el diseño de la EDAR, así como la determinación de las zonas de protección en las que no sería posible ubicar cualquier instalación a proyectar.

El planeamiento vigente en el municipio de Cortes de la Frontera está integrado por el Plan General de Ordenación Urbana aprobado definitivamente el 28 de julio de 2008.

Sin embargo, la CPOTU hace la observación de no ser posible mantener la previsión contenida en el Plan de Etapas respecto a la clasificación como suelo urbanizable sectorizado de los sectores a desarrollar en la segunda fase (transcurridos ocho años) los cuales quedarán clasificados como suelo urbanizable no sectorizado, con las determinaciones contenidas en el artículo 10.1.A) e) de la LOUA.

3.1. ZONAS DE CRECIMIENTO Y CONSIDERACIONES PARA ESTUDIO DE POBLACIÓN

Analizando todas las figuras del planeamiento, se concluye que las necesidades potenciales de crecimiento en El Colmenar quedan recogidas en siete Unidades de Ejecución de suelo urbano no consolidado (**UE**) y una de suelo urbanizable sectorizado (**SR**), todas ellas de uso residencial.

El desarrollo definitivo de estos sectores se llevará a cabo, en su momento, a través de los correspondientes Proyectos de Urbanización y Planes Parciales. Sin embargo, las características básicas se recogen en las fichas urbanísticas (uso, superficie, densidad de edificación y el número de viviendas).

Asumiendo unos 2 habitantes por vivienda, saldría un total previsto de 501 habitantes, cifra que se considera algo elevada según las características del municipio y la información recibida por parte del Ayuntamiento para contemplar en 25 años vista.

Observando que la tendencia del municipio no ha sido positiva en cuanto al grado de ejecución de los desarrollos, se ha optado por considerar que para el año horizonte se haya desarrollado el 30%. De esta forma, en la prognosis de población a realizar se deberá comprobar que **para el año horizonte (2045), se alcance al menos la cifra de 151 habitantes respecto a la población actual.** Cabe destacar que el PGOU contempla ya una ubicación para la EDAR de El Colmenar, junto a la represa.

DESARROLLOS CONTEMPLADOS EN PGOU EL COLMENAR

Actuaciones	Ámbito	Uso	Superficie (m²)	Aprobación	Fecha aprobación	Plazo ejecución (años)	Densidad (viv/Ha)	Viviendas	Porcentaje por urbanizar	Habitante por vivienda	Nº habitantes	Dotación l/s/ha	Caudal l/s
UE-ED-12	Suelo urbano	Residencial	25,179	Definitiva	2008	-	15	37	99%	2	73	-	-
UE-ED-13	Suelo urbano	Residencial	5,702	Definitiva	2009	-	40	22	100%	2	44	-	-
UE-ED-14	Suelo urbano	Residencial	15,276	Definitiva	2010	-	15	22	100%	2	44	-	-
UE-ED-15	Suelo urbano	Residencial	11,557	Definitiva	2011	-	15	17	100%	2	35	-	-
UE-ED-16	Suelo urbano	Residencial	12,433	Definitiva	2012	-	15	18	99%	2	36	-	-
UE-ED-22	Suelo urbano	Residencial	6,962	Definitiva	2013	-	15	10	100%	2	21	-	-
UE-ED-23	Suelo urbano	Residencial	14,311	Definitiva	2014	-	15	21	100%	2	43	-	-
SR-11	Urbanizable no sectorizado (corrección CPOTU)	Residencial	34,335	Definitiva	2015	-	30	103	100%	2	206	-	-
										TOTAL:	**501**		

ESCENARIO 25 AÑOS

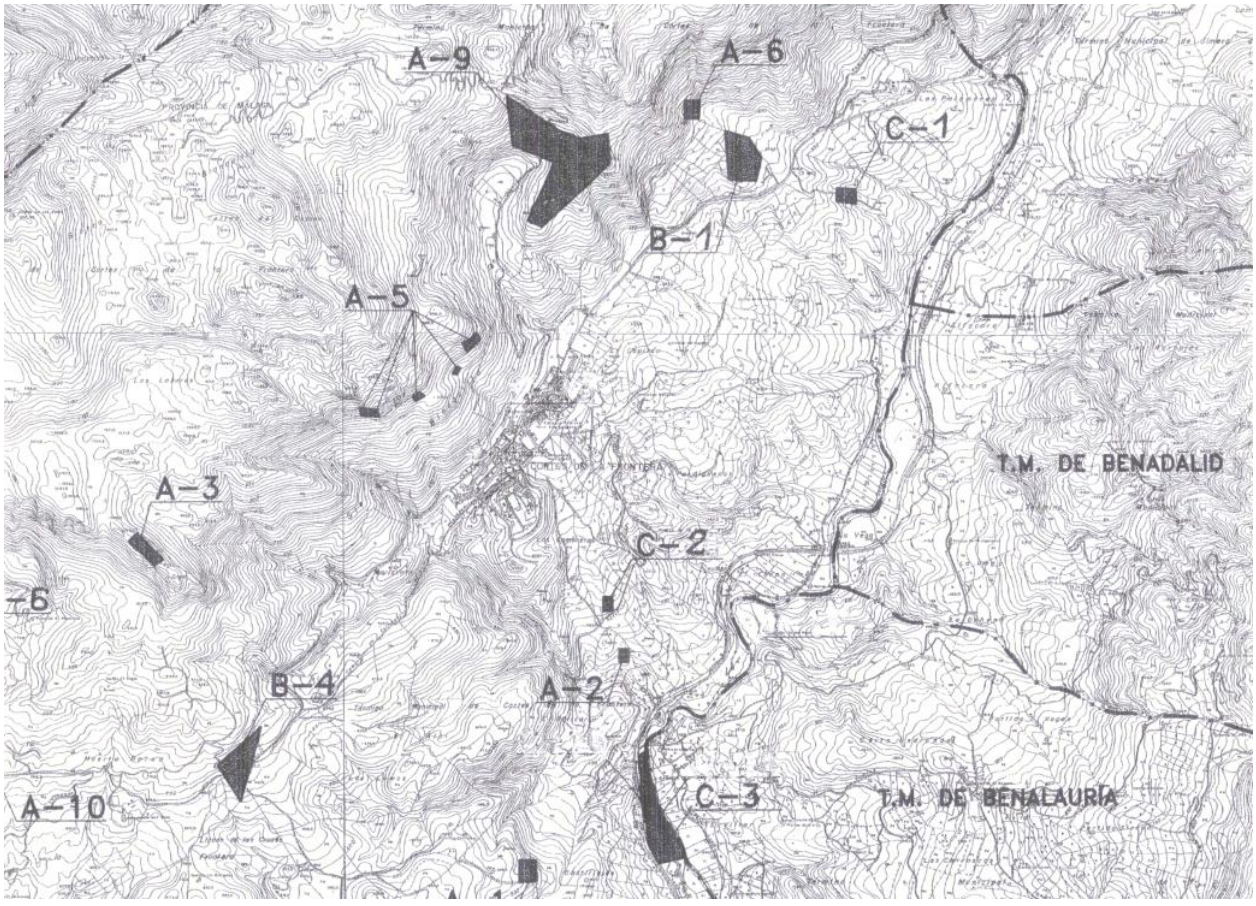
Actuaciones	Ámbito	Uso	Superficie (m²)	Aprobación	Fecha aprobación	Plazo ejecución (años)	Densidad (viv/Ha)	Viviendas	Porcentaje por urbanizar considerado	Habitante por vivienda	Nº habitantes	Dotación l/s/ha	Caudal l/s
UE-ED-12	Suelo urbano	Residencial	25,179	Definitiva	2008	-	15	37	30%	2	22	-	-
UE-ED-13	Suelo urbano	Residencial	5,702	Definitiva	2009	-	40	22	30%	2	13	-	-
UE-ED-14	Suelo urbano	Residencial	15,276	Definitiva	2010	-	15	22	30%	2	13	-	-
UE-ED-15	Suelo urbano	Residencial	11,557	Definitiva	2011	-	15	17	30%	2	10	-	-
UE-ED-16	Suelo urbano	Residencial	12,433	Definitiva	2012	-	15	18	30%	2	11	-	-
UE-ED-22	Suelo urbano	Residencial	6,962	Definitiva	2013	-	15	10	30%	2	6	-	-
UE-ED-23	Suelo urbano	Residencial	14,311	Definitiva	2014	-	15	21	30%	2	13	-	-
SR-11	Urbanizable no sectorizado (corrección CPOTU)	Residencial	34,335	Definitiva	2015	-	30	103	30%	2	62	-	-
										TOTAL:	**151**		

3.2. ZONAS DE PROTECCIÓN

Dentro del suelo no urbanizable, se distingue aquel de especial protección por la legislación específica y por la planificación territorial.

- Protegido por el PORN (Plan de Ordenación de Recursos Naturales), el Parque Natural de los Alcornocales (PEPMF CS-22) y el Parque Natural Sierra de Grazalema.
- Protegido por el Decreto 250/2003 de Monumentos Naturales, el Cañón de las Buitreras.
- Protegido por la Ley 3/1995 y el Decreto 155/1998 de **Vías Pecuarias**
- Protegido por la Ley 2/1992 Forestal de Andalucía, los siguientes Montes Públicos: El Berrueco (MA-700004), El Robledal (MA-700007), La Cancha (MA-700005), Las Majadas de Ronda (MA-700006), La Sauceda (MA-70008) y la Sierra Blanquilla (MA-50019).
- Protegido por la **Planificación Territorial**, el Valle del Guadiaro.

Por otro lado, respecto al patrimonio arqueológico, se tienen un total de 22 elementos protegidos.



Yacimientos Cortes de la Frontera

4. INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES Y CONTACTO CON ORGANISMOS

Para la identificación de todos los servicios e infraestructuras se ha recurrido, en primer lugar, a la cartografía de Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA) del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA). Adicionalmente, se han realizado visitas al emplazamiento de las obras, se han mantenido reuniones con los técnicos municipales y se han realizado consultas a diferentes organismos y empresas privadas, susceptibles de ser titulares de alguna infraestructura en el ámbito de actuación, con respecto a la cual pudiera darse alguna afección por parte de las nuevas infraestructuras a proyectar.

Al final del presente apartado se recoge una tabla resumen en la que se indica:

- Organismo o empresa consultado.
- Dirección del organismo o empresa consultado.
- Datos de la persona consultada (nombre, función, teléfono, e-mail).
- Fecha de la consulta.
- Medio mediante el cual se ha realizado la consulta (e-mail, fax, de forma presencial y correo certificado).
- Motivo de la consulta.
- Fecha de la respuesta.
- Medio mediante el cual se ha recibido la respuesta (e-mail, fax, de forma presencial y correo certificado).
- Resumen del contenido de la respuesta.

4.1. ADIF

En este caso, no existe ninguna afectación (cruce o paralelismo) con carreteras, tanto provinciales como autonómicas o estatales. Sin embargo, próximo a las ubicaciones analizadas para la EDAR se encuentra el eje ferroviario Algeciras-Bobadilla.

La particular ubicación de este núcleo, lindando en todo su perímetro con diferentes montes (monte de Gaucín, monte de El Robledal y La Sauceda) y con el Parque Natural de Los Alcornocales, hacen compleja la búsqueda de un emplazamiento adecuado. Se ha analizado la posibilidad de ubicar la EDAR aguas abajo de la presa de El Colmenar, en un espacio comprendido entre la vía ferroviaria y el cauce. Debido a la inundabilidad de la zona, podría llegar

a ser necesario ocupar una franja de en torno a 10 metros dentro del límite de edificación de ADIF dependiendo de la alternativa seleccionada.

4.2. REDES ELÉCTRICAS

En cuanto a las redes de alta tensión, se ha remitido consulta a Red Eléctrica Española y se ha consultado la información disponible en el DERA, no teniendo las actuaciones proyectadas interferencia con ninguna línea.

Respecto a las redes de media o baja tensión aéreas, ninguna de las instalaciones propuestas presenta interferencias. En cuanto a las redes soterradas, se ha solicitado la correspondiente información a la plataforma Inkolan.

4.3. INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS

A partir de la información dada por la Diputación sobre redes de abastecimiento y suministro en alta de agua, así como de la información disponible en el DERA y de la extraída en las visitas de campo, no se detecta ninguna interferencia con estructuras singulares más allá de la afectación a redes urbanas de abastecimiento y saneamiento.

4.4. DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO

Considerando la cartografía facilitada por la Dirección General de Planificación y Gestión del Dominio Público Hidráulico, se han planteado las alternativas de forma que las instalaciones queden fuera de DPH y zona de servidumbre del cauce.

4.5. OTROS SERVICIOS

Se han realizado consultas a distintas empresas con motivo de conocer la posible interferencia con otras redes de carácter privado o público: correos, Enagas, CLH, Movistar, Vodafone, Orange, etc. No se ha detectado hasta el momento ninguna afectación de entidad.

4.6. RESUMEN CONTACTO CON ORGANISMOS

FICHA RESUMEN CONTACTOS MANTENIDOS						
NOMBRE ACTUACIÓN:	**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN EN ARRIATE, BENAOJÁN-MONTEJAQUE, JIMERA DE LIBAR Y CORTES DE LA FRONTERA. CUENCA DEL RÍO GUADIARO (MÁLAGA).**					
Organismo / Empresa	**Fecha Consulta**	**Medio**	**Motivo**	**Fecha Respuesta**	**Medio**	**Respuesta**
AYUNTAMIENTO DE CORTES DE LA FRONTERA	13/07/2019	Carta	Solicitud de la información previa para la redacción del proyecto: - Información del planeamiento vigente. - Número y tipología de industrias existentes actualmente y previsión de instalación de nuevas industrias de este tipo. - Confirmación de los puntos de vertido existentes y naturaleza de estos. - Existencia de conexiones de agua limpia en la red de saneamiento. - Ordenanza de vertidos. - Suministro en alta y consumos en baja de agua en los núcleos durante los últimos años, al menos, con carácter mensual. - Planos de las redes de saneamiento y abastecimiento actuales del municipio. - Conocimiento de las redes de servicios existentes en el municipio: telefonía, electricidad, gas y otros servicios. - Cualquier infraestructura planificada en la zona que pudiera interferir con la presente actuación.	09/10/2019	e-mail	Remiten por correo electrónico la siguiente documentación: - Hacen referencia al SITU@ para la consulta del PGOU - Esquema con los puntos de vertido - Remiten padrón de consumos, pero no consumos propiamente dichos - Remiten al Ministerio de Hacienda para las industrias, a ellos no les constan - No existe ni ordenanza de vertidos ni fuentes o manantiales conectados - Hacen referencia a IDEMAP para las redes y otros servicios
CONSORCIO PROVINCIAL DEL AGUA	03/07/2019	e-mail	Confirmación para hacer la gestión de recabar la información de partida directamente con los Ayuntamientos.	04/07/2019	e-mail	Confirman que se hagan las gestiones para recabar la información requerida directamente con los Ayuntamientos.

FICHA RESUMEN CONTACTOS MANTENIDOS						
NOMBRE ACTUACIÓN:	**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN EN ARRIATE, BENAOJÁN-MONTEJAQUE, JIMERA DE LIBAR Y CORTES DE LA FRONTERA. CUENCA DEL RÍO GUADIARO (MÁLAGA).**					
Organismo / Empresa	**Fecha Consulta**	**Medio**	**Motivo**	**Fecha Respuesta**	**Medio**	**Respuesta**
	06/09/2019	e-mail	Solicitud de información relativa a los consumos de los municipios, así como la información de Jimera de Líbar, que no se ha podido recabar directamente.	15/10/2019 28/10/2019	e-mail	Remiten documentacion ambiental y resolución de El Colmenar; documento ambiental de Cortes de la Frontera; redes de saneamiento y abastecimiento; resolución ambiental, ordenanza de vertidos y datos de partida de Jimera de Líbar, y AAU de Arriate. Remiten información de consumos para todos los municipios
Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico (IAPH). Consejería de Educación, Cultura y Deporte	01/10/2019	e-mail fax	Solicitud de información relativa a elementos del patrimonio que pudieran verse afectados por el proyecto.	24/10/2019	e-mail	Remiten información en formate shapefile.
ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.L.U.	12/07/2019	Carta	Solicitud de información relativa a servicios, instalaciones o infraestructuras que pudieran resultar afectadas o que estuvieran planificadas dentro de la zona de influencia del proyecto.	03/09/2019	e-mail	Responden que las peticiones sobre servicios afectados o cualquiera de otra naturaleza se deben realizar al SAT de Edistribución.
	03/09/2019	e-mail	Solicitud de información relativa a servicios, instalaciones o infraestructuras que pudieran resultar afectadas o que estuvieran planificadas dentro de la zona de influencia del proyecto.	03/09/2019	e-mail	Responden que toda la información relativa a infraestructuras y redes de su titularidad debe recabarse a través de www.inkolan.com
	30/09/2019	e-mail	Solicitud de puntos de acometida eléctrica para las EBAR y EDAR.	10-2019 y 11/2019	e-mail	Responden con punto acometida EDAR y bombeos Jimera de Líbar y bombeos de Cortes.
GAS NATURAL ANDALUCÍA, S.A.	12/07/2019	Carta	Solicitud de información relativa a servicios, instalaciones o infraestructuras que pudieran resultar afectadas o que estuvieran planificadas dentro de la zona de influencia del proyecto.			

FICHA RESUMEN CONTACTOS MANTENIDOS						
NOMBRE ACTUACIÓN:	**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN EN ARRIATE, BENAOJÁN-MONTEJAQUE, JIMERA DE LIBAR Y CORTES DE LA FRONTERA. CUENCA DEL RÍO GUADIARO (MÁLAGA).**					
Organismo / Empresa	**Fecha Consulta**	**Medio**	**Motivo**	**Fecha Respuesta**	**Medio**	**Respuesta**
MOVISTAR/TELEFÓNICA	12/07/2019	Carta	Solicitud de información relativa a servicios, instalaciones o infraestructuras que pudieran resultar afectadas o que estuvieran planificadas dentro de la zona de influencia del proyecto.	24/07/2019	e-mail	Responden que toda la información relativa a infraestructuras y redes de su titularidad debe recabarse a través de www.inkolan.com
ORANGE ESPAGNE, S.A.U.	12/07/2019	Carta	Solicitud de información relativa a servicios, instalaciones o infraestructuras que pudieran resultar afectadas o que estuvieran planificadas dentro de la zona de influencia del proyecto.	02/08/2019	e-mail	Responden que, una vez revisadas las áreas de actuación, no se detectan servicios afectados por el proyecto.
VODAFONE ESPAÑA S.A.U.	12/07/2019	Carta	Solicitud de información relativa a servicios, instalaciones o infraestructuras que pudieran resultar afectadas o que estuvieran planificadas dentro de la zona de influencia del proyecto.			
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA (R.E.E.)	01/10/2019	e-mail	Solicitud de información relativa a servicios, instalaciones o infraestructuras que pudieran resultar afectadas o que estuvieran planificadas dentro de la zona de influencia del proyecto.	22/08/2019	e-mail	Responden con las redes existentes en el ámbito de actuación.
ENAGAS	12/07/2019	Carta	Solicitud de información relativa a servicios, instalaciones o infraestructuras que pudieran resultar afectadas o que estuvieran planificadas dentro de la zona de influencia del proyecto.	12/07/2019	e-mail	Responden que toda la información relativa a infraestructuras y redes de su titularidad debe recabarse a través de www.inkolan.com
COMPAÑÍA LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS CLH, S.A.	12/07/2019	Carta	Solicitud de información relativa a servicios, instalaciones o infraestructuras que pudieran resultar afectadas o que estuvieran planificadas dentro de la zona de influencia del proyecto.	26/07/2019	Carta	Responden que no existe ninguna infraestructura de su titularidad en el ámbito de actuación que pueda verse afectado por el proyecto.

FICHA RESUMEN CONTACTOS MANTENIDOS						
NOMBRE ACTUACIÓN:	**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN EN ARRIATE, BENAOJÁN-MONTEJAQUE, JIMERA DE LIBAR Y CORTES DE LA FRONTERA. CUENCA DEL RÍO GUADIARO (MÁLAGA).**					
Organismo / Empresa	**Fecha Consulta**	**Medio**	**Motivo**	**Fecha Respuesta**	**Medio**	**Respuesta**
SOCIEDAD ESTATAL CORREOS Y TELÉGRAFOS, S.A.	12/07/2019	Carta	Solicitud de información relativa a servicios, instalaciones o infraestructuras que pudieran resultar afectadas o que estuvieran planificadas dentro de la zona de influencia del proyecto.	15/07/2019	e-mail	No existen redes o instalaciones afectadas dentro del ámbito de actuación del proyecto.
Fomento e Infraestructuras Diputación de Málaga. Vías y obras	12/07/2019	Carta	Solicitud de información relativa a cruces y paralelismos de los colectores con infraestructuras de su competencia, así como condicionantes generales a tener en cuenta para resolver las afecciones.	07/10/2019	e-mail	Responden con condicionantes y confirmación de la titularidad de las vías
Delegación Territorial en Málaga de Fomento y Vivienda (Servicio de Carreteras)	12/07/2019	Carta	Solicitud de información relativa a cruces y paralelismos de los colectores con infraestructuras de su competencia, así como condicionantes generales a tener en cuenta para resolver las afecciones.	22/10/2019	carta	Responden con los condicionantes a tener en cuenta para acometer los colectores de Cortes de La Frontera, tanto en los paralelismos como cruces.
Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Dirección General de Planificación y Gestión del DPH. Servicio de PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA	12/07/2019	Carta	Solicitud de la delimitación del DPH y zonas inundables del río Guadiaro y río Guadalcobacín en el ámbito del proyecto, condicionantes a tener en cuenta en los cruces y paralelismos con cauces y arroyos y condiciones del vertido de las EDAR al cauce.	24/09/2019	e-mail	Adelantan provisionalmente la inundabilidad de los ríos Guadalcobacín y Guadiaro en el ámbito de las EDAR de Arriate y El Colmenar.
Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, VVPP						
Consejería de Educación, Cultura y Deporte. Delegación Territorial. Sede Cultura						

FICHA RESUMEN CONTACTOS MANTENIDOS						
NOMBRE ACTUACIÓN:	**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN EN ARRIATE, BENAOJÁN-MONTEJAQUE, JIMERA DE LIBAR Y CORTES DE LA FRONTERA. CUENCA DEL RÍO GUADIARO (MÁLAGA).**					
Organismo / Empresa	**Fecha Consulta**	**Medio**	**Motivo**	**Fecha Respuesta**	**Medio**	**Respuesta**
Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF). Gerencia de mantenimiento y estructuras (Córdoba)	12/07/2019	Carta	Solicitud de condicionantes que se habrían de tener en cuenta para todos estos cruces y paralelismos. Asimismo, se solicita información, preferiblemente en formato digital (dwg o similar), con la delimitación de la zona de propiedad (dominio público, protección y límite de edificación) del eje Bobadilla-Algeciras en los ámbitos de actuación.			

5. ESTUDIO DE POBLACIÓN

Antes de definir los caudales de cálculo para cada una de las actuaciones, es necesario realizar una prospectiva de la población al año horizonte de diseño. Se ha adoptado un horizonte de 25 años (2045) cumpliendo así con lo requerido en las bases de diseño establecidas al inicio de los trabajos.

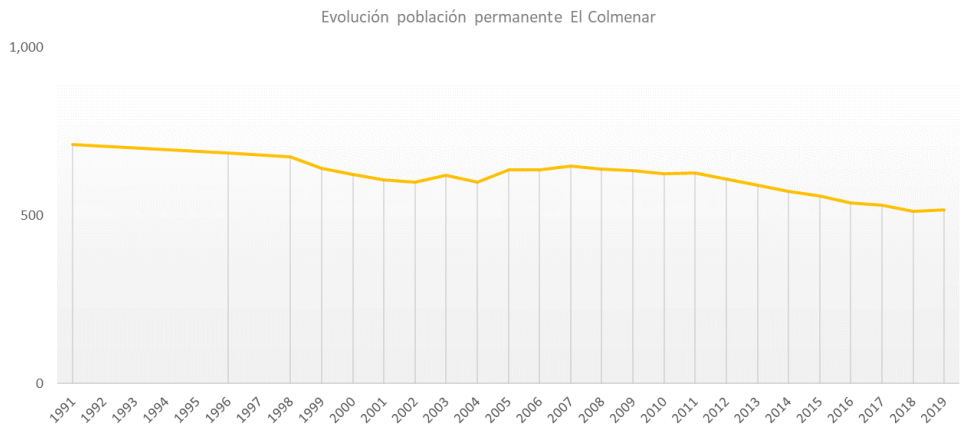
La población total del municipio se compone de la población permanente (población de derecho) y la población estacional. Ambas poblaciones serán estudiadas, caracterizándolas en su estado actual y realizando las correspondientes prognosis para los años horizonte.

Para ello se han consultado las series evolutivas de población registradas en el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA), perteneciente a la Consejería de Economía, Conocimiento, Empresas y Universidad de la Junta de Andalucía. Estos valores corresponden solo a los de la población permanente, la cual puede presentar variaciones en época estival. Por esta razón, se han analizado también los establecimientos turísticos y las viviendas secundarias.

El periodo de análisis realizado abarca desde 1991 hasta la actualidad, no habiéndose podido ampliar con la información de los censos anteriores, pues los datos solo aparecen disgregados por municipio y no por pedanías, no siendo posible por tanto separar Cortes de El Colmenar.

5.1. POBLACIÓN ACTUAL PERMANENTE

La población de derecho en El Colmenar, según los datos del padrón, a fecha de diciembre de **2019, es de 516 habitantes**. Si se analiza la evolución desde 1991, año por año, se aprecia que la población no ha experimentado cambios significativos, siendo la tendencia en los últimos años de decrecimiento.



En la siguiente tabla aparece desglosada la población, distinguiéndose la que pertenece a los núcleos principales o a las pedanías y diseminados asociados.

POBLACIÓN TOTAL PERMANENTE (PADRÓN)			
Año	El Colmenar		Total
	El Colmenar	Diseminado	
1991	681	30	711
1996	657	29	686
1998	641	32	673
1999	606	33	639
2000	587	35	622
2001	571	35	606
2002	564	35	599
2003	581	38	619
2004	557	42	599
2005	588	48	636
2006	584	52	636
2007	599	47	646
2008	589	48	637
2009	595	39	634
2010	585	40	625
2011	587	39	626
2012	571	36	607
2013	553	37	590
2014	549	23	572
2015	542	15	557
2016	521	15	536
2017	515	15	530
2018	495	18	513
2019	494	22	516

5.2. PROGNÓSIS DE POBLACIÓN PERMANENTE

A la hora de determinar las cifras de población en el año horizonte, se suele recurrir o bien a los estudios de previsiones recogidos en el planeamiento urbanístico, o bien al estudio de la evolución demográfica sobre la base de los censos y padrón municipal.

Debido a que en el planeamiento urbanístico de los núcleos no se precisa de forma clara la evolución a 25 años vista, se va a recurrir a la prognosis con base en los datos del padrón.

5.2.1 Métodos analizados

Atendiendo al tamaño de la población y a las tendencias observadas, se emplearán para el estudio de crecimiento modelos matemáticos en lugar de modelos demográficos complejos. Dentro de los modelos matemáticos se va a considerar el método aritmético, el geométrico y el recogido en el MOPU (1975).

Así pues, el procedimiento será estudiar la evolución según cada uno de los modelos matemáticos, eligiendo aquel que más se parezca a la tendencia observada en las poblaciones y comprobando, por último, que dentro de la prognosis queden contempladas las previsiones establecidas en el planeamiento urbanístico.

A la hora de establecer el periodo de análisis, hay que tener en cuenta que las series cortas pueden distorsionar los resultados obtenidos con algunos de los métodos. Así pues, se ha optado por ampliar el rango de estudio tomando datos desde 1996, cada dos años, de forma que el crecimiento quede más suavizado asimilándose al perfil actual. Se obtendrá para cada método, una tasa de variación ponderada.

5.2.1.1 Método aritmético

Este consiste en asimilar el crecimiento a una línea recta cuya pendiente se corresponde con la tasa de crecimiento aritmética del último periodo intercensal. Normalmente es un modelo que se aplica en poblaciones pequeñas o en aquellas cuyo crecimiento se puede considerar estabilizado, con poca o ninguna área urbana de expansión. La formulación matemática es la siguiente:

$$P_f = P_i + K_a \cdot (t_f - t_i)$$

siendo:

P_f, la población final del período considerado
P_i, la población inicial del período considerado
t_f, el año final del período considerado
t_i, el año inicial del período considerado
K_a, la tasa de crecimiento que viene dada por $\frac{P_f - P_i}{t_f - t_i}$

Sustituyendo los valores, y realizando una ponderación para obtener una tasa final, se obtienen los resultados recogidos en las tablas de los siguientes epígrafes (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

5.2.1.2 Método geométrico

Este método considera para iguales periodos de tiempo el mismo porcentaje de incremento de la población aplicado de forma acumulativa. La formulación matemática es la siguiente:

$$P_f = P_i \cdot (1 + K_g)^{(t_f - t_i)}$$

siendo:

P_f, la población final del período considerado

P_i, la población inicial del período considerado

t_f, el año final del período considerado

t_i, el año inicial del período considerado

K_g, la tasa de crecimiento que viene dada por $\sqrt[(t_f - t_i)]{\frac{P_f}{P_i}} - 1$

Sustituyendo los valores, y realizando una ponderación para obtener una tasa final, se obtienen los resultados recogidos en las tablas de los siguientes epígrafes (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

5.2.1.3 Método del MOPU

Este método toma como base las poblaciones del último censo realizado y las de los censos de 10 y 20 años antes, calculando las tasas de crecimiento anual acumulativo correspondiente a los intervalos entre cada uno de los censos y el último realizado. Para que sea aplicable, las tasas de crecimiento deben ser inferiores al 3% y positivas.

$$P_a = P_{a-10} \cdot (1 + \beta)^{(10)}$$
$$P_a = P_{a-20} \cdot (1 + \gamma)^{(20)}$$

$$P_{final} = P_a \cdot (1+\alpha)^{(t_f - t_a)}$$

siendo,

P_f, la población final del período considerado a proyectar

P_a, la población inicial del período considerado

$P_{a\text{-}10}$, la población 10 años antes del inicio del periodo considerado

$P_{a\text{-}20}$, la población 20 años antes del inicio del periodo considerado

t_f, el año final del período considerado

t_a, el año inicial del período considerado

α, la tasa de crecimiento que viene dada por $\frac{2\cdot\beta+\gamma}{3}$

Sustituyendo los valores, y realizando una ponderación para obtener una tasa final, se obtienen los resultados recogidos en las tablas de los siguientes epígrafes (**¡Error! No se encuentra el o rigen de la referencia.**, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

5.2.1.4 Otros métodos

Lo habitual en el crecimiento de una población es que, al principio, la tendencia sea de tipo geométrica, pasando posteriormente a un crecimiento de valor constante (de tipo aritmético), para después decaer el porcentaje hasta llegar al valor de saturación (gráfica final en forma de S).

Cabe destacar que para evaluar esto último existen otros dos métodos: el de la tasa decreciente de crecimiento, que es una corrección del geométrico, y el modelo de la curva logística, el cual se ajusta a la forma en S mencionada, asintótica al valor de saturación. No obstante, estos solo deben ser usados para intervalos cortos de tiempo y cuando se sepa que la población está cerca del valor de saturación. Al ver que la tendencia global en este núcleo es la de haber pasado su crecimiento geométrico, estando en el rango de lo lineal, se ha decidido no emplearlos.

.

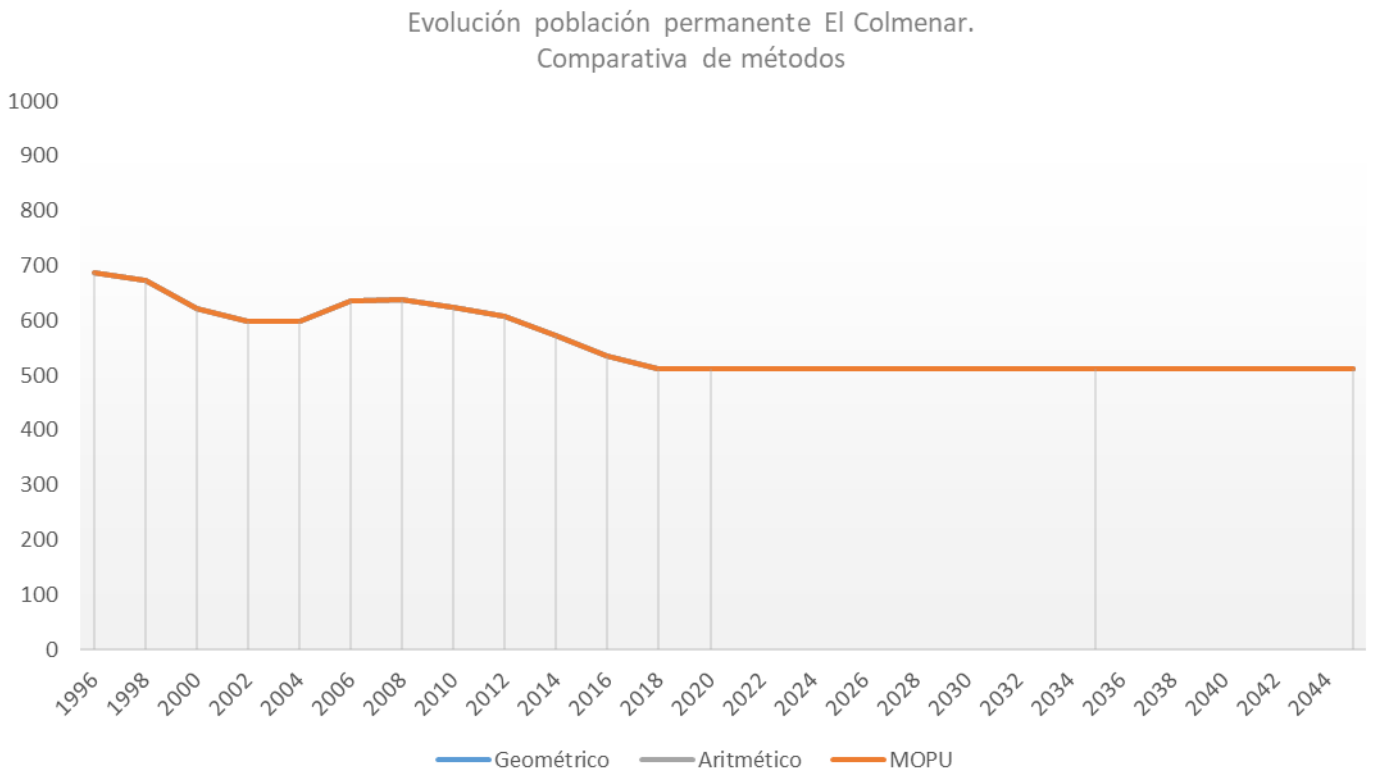
5.2.2 Resultados

POBLACIÓN PERMANENTE													PROYECCIÓN MÉTODO ARITMÉTICO		PROYECCIÓN MÉTODO GEOMÉTRICO	
Año	**1996**	**1998**	**2000**	**2002**	**2004**	**2006**	**2008**	**2010**	**2012**	**2014**	**2016**	**2018**	**2020**	**2045**	**2020**	**2045**
El Colmenar	686	673	622	599	599	636	637	625	607	572	536	513	513	513	513	513

TASAS ANUALES DE CRECIMIENTO POBLACIÓN PERMANENTE (MÉTODO ARITMÉTICO)													
Año	**Tasa 96/98**	**Tasa 98/00**	**Tasa 00/02**	**Tasa 02/04**	**Tasa 04/06**	**Tasa 06/08**	**Tasa 08/10**	**Tasa 10/12**	**Tasa 12/14**	**Tasa 14/16**	**Tasa 16/18**	**Tasa ponderada 18/20**	**Tasa ponderada 20/45**
El Colmenar	-6.50	-25.50	-11.50	0.00	18.50	0.50	-6.00	-9.00	-17.50	-18.00	-11.50	0.00	0.00

TASAS ANUALES DE CRECIMIENTO POBLACIÓN PERMANENTE (MÉTODO GEOMÉTRICO													
Año	**Tasa 96/98**	**Tasa 98/00**	**Tasa 00/02**	**Tasa 02/04**	**Tasa 04/06**	**Tasa 06/08**	**Tasa 08/10**	**Tasa 10/12**	**Tasa 12/14**	**Tasa 14/16**	**Tasa 16/18**	**Tasa ponderada 18/20**	**Tasa ponderada 20/45**
El Colmenar	-0.0095	-0.0386	-0.0187	0.0000	0.0304	0.0008	-0.0095	-0.0145	-0.0293	-0.0320	-0.0217	0.0000	0.0000

MÉTODO DEL MOPU (1975)								
POBLACIÓN PERMANENTE				TASAS			PROYECCIÓN	
Año	**1998**	**2008**	**2018**	**Tasa β**	**Tasa γ**	**Tasa α**	**2020**	**2045**
El Colmenar	673	637	513	-0.0214	-0.0135	-0.0188	513	513
	-0.5%	*-1.9%*	*Tasa inferior al 3% y positiva para aplicar el método*					


Evolución población permanente El Colmenar.
Comparativa de métodos
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
1996
1998
2000
2002
2004
2006
2008
2010
2012
2014
2016
2018
2020
2022
2024
2026
2028
2030
2032
2034
2036
2038
2040
2042
2044
Geométrico
Aritmético
MOPU

5.3. POBLACIÓN ESTACIONAL

La estacionalidad poblacional es un dato para tener en cuenta a la hora de realizar los cálculos estimativos de proyección de población al año horizonte. Esta guarda una relación directa con el número de plazas turísticas y viviendas de segunda residencia o desocupadas que dispone un municipio.

5.3.1 Metodología

Se han recopilado los datos correspondientes a estas variables del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía y el banco de datos Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA). Adicionalmente, para los alojamientos turísticos, se ha solicitado información al Registro de Turismo de la Junta de Andalucía y se han recabado también los mismos datos de la Diputación de Málaga y de la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales del Ministerio competente en materia de política territorial. Una vez procesados los datos actuales, es preciso realizar una prognosis para obtener las cifras a 2020 y 2045. Esto se ha realizado según el método estadístico, por haber sido este el seleccionado para la prognosis de población permanente.

El cálculo de la población estacional se ha llevado a cabo siguiendo la formulación empleada en el anejo de uso y demandas de los Planes Hidrológicos, a partir de los valores de establecimientos turísticos, viviendas secundarias y viviendas desocupadas anteriores, mediante la expresión:

$$P = ET + Nhab \cdot (VS + C \cdot VD)$$

siendo:

P, la población estacional.

ET, el número de plazas en establecimientos turísticos de todo tipo (hoteles, hostales, pensiones, apartamentos y acampadas).

Nhab, el número considerado de habitantes por vivienda (se estiman 4)

VS, el número de viviendas de segunda residencia (viviendas secundarias).

VD, el número de viviendas desocupadas.

C, un coeficiente habitabilidad de la población estacional (no todas las viviendas vacías van a estar ocupadas).

c=0,8 para núcleos altamente turísticos

c=0,5 para núcleos moderadamente turísticos

c=0,2 para núcleos restantes

Siguiendo los criterios expuestos en los documentos de la planificación hidrológica, se considera que esta población estacional no coincide de forma simultánea en el núcleo. Dependiendo de la estacionalidad, estos habitantes se repartirán en 2, 3 o 4 meses.

Cabe destacar que se han tenido en consideración los comentarios sobre población estacional indicados por el Ayuntamiento de Cortes, donde indican que en verano la población llega a aumentar algo más del 50%. Los fines de semana crece, pero no tan significativamente como en agosto.

Así pues, el objetivo será buscar una combinación entre el coeficiente de habitabilidad y el número de días o meses de estacionalidad, de forma que el coeficiente de estacionalidad (población verano entre población de invierno) sea coherente a los indicados por los Ayuntamientos. En término generales, y según la experiencia, estos valores se pueden relacionar de la siguiente forma:

Coeficiente estacionalidad	Coeficiente habitabilidad o simultaneidad	Número de meses estivales
Mayor a 3	0.8-1	1-2
Entre 1.5 y 3	0.6-0.8	2-3
Menor a 1.5	0.2-0.6	3-4

**Se define el coeficiente de estacionalidad como población estival entre población permanente, que en el caso de estos núcleos es población verano entre población invierno.*

Respecto al análisis de las viviendas secundarias y vacías, tal y como se verá en los siguientes apartados, se comprobará que la prognosis teórica de cálculo no supere una cifra realista. Es decir, si con los datos de los últimos años se obtiene una tasa de crecimiento alta, que al aplicarla en el año horizonte resulta en un número de viviendas elevado, incluso cercano o superior al máximo posible en el núcleo, se corregirá esta tasa de forma que el porcentaje de viviendas secundarias y vacías respecto al total a 2045 sea similar al actual, admitiendo una desviación de hasta el 20%.

5.3.2 Resultados

Según la información recabada del IECA, se tienen las siguientes viviendas secundarias, vacías y establecimientos turísticos:

VIVIENDAS VACIAS Y SECUNDARIAS (CENSO)		
	2001	**2011**
Viviendas secundarias	94	44
Viviendas vacías	27	126

El porcentaje de viviendas secundarias y vacías en 2011 respecto al total es del 54% por lo que a la hora de realizar la prognosis deberá comprobarse que el porcentaje a 2045 no sea superior al 70%. Se considera que a 2045 habrá 390 viviendas totales en (según las 315 totales del censo de 2011 más las 75 correspondientes al crecimiento considerado del PGOU en este estudio).

PLAZAS ESTABLECIMIENTOS TURÍSTICOS (SISTEMA DE INFORMACIÓN MULTITERRITORIAL DE ANDALUCÍA)										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Apartamentos turísticos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hoteles-apartamentos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hoteles	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Hostales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pensiones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Establecimientos rurales	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4
Campamentos turísticos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL:	21	21	21	21	21	25	25	25	25	25

Tal y como se ha comentado, se ha contrastado la información sobre plazas en establecimientos turísticos con más fuentes. En la siguiente tabla, se recogen los resultados arrojados por la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales del Ministerio competente en materia de política territorial. En términos generales, los datos de población estacional dados por esta encuesta suelen estar por encima de los valores reales. Además, cabe destacar que los datos de población permanente se encuentran desfasados un año respecto a los del IECA, es decir, en 2017 figuran los datos del padrón de 2016.

PLAZAS ESTABLECIMIENTOS TURÍSTICOS (ENCUESTA DE INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTOS LOCALES)												
	2002	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Plazas hoteleras	-	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Plazas establecimientos Rurales	-	0	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
TOTAL PLAZAS	-	60	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119
Población total (padrón)	622	636	637	634	625	626	607	590	572	557	536	530
Población núcleo (padrón)	587	588	589	595	585	587	571	553	549	542	521	515
Población diseminado (padrón)	35	48	48	39	40	39	36	37	23	15	15	15
Población estacional máxima	1178	1201	1199	1190	1187	1191	1190	1191	984	968	962	1077
Población estacional núcleo	1143	1143	1143	1143	1143	1143	1146	1103	928	924	924	1044
Población estacional diseminado	35	58	56	47	44	48	44	88	56	44	38	33
Diferencia estacional-permanente	556	565	562	556	562	565	583	601	412	411	426	547

Por último, se ha recabado la información del Registro de Turismo de Andalucía (RTA en adelante), fuente que suele estar, en ocasiones, más actualizada que el IECA y más ajustada a la realidad. Estos coinciden con los datos recogidos en el informe del Observatorio de Turismo de la Diputación de Málaga.

ESTABLECIMIENTOS	2013	2016	2017	2018	2019
Hotel	2	1	1	1	1
Pensión	1	1	1	1	1
Apartamento	0	0	0	0	0
Campamento de Turismo	0	0	0	0	0
Casa Rural	1	1	1	1	1
Vivienda Turística	2	3	4	4	5
Vivienda con fines Turísticos	0	0	0	0	1
TOTAL	6	6	7	7	9
PLAZAS	**2013**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Hotel	54	54	54	54	54
Pensión	16	16	16	16	16
Apartamento	0	0	0	0	0
Campamento de Turismo	0	0	0	0	0
Casa Rural	6	8	8	9	9
Vivienda Turística	13	16	20	24	28
Vivienda con fines Turísticos	0	0	0	0	5
TOTAL	89	94	98	103	112

Debido a que la información sobre plazas turísticas más actualizada es la disponible en el RTA, se han considerado estos datos para el cálculo de la población estacional en lugar de los del IECA o de la Encuentra del Ministerio.

En la siguientes tablas se recogen los resultados del cálculo y la prognosis según lo indicado en el apartado *5.3.1 Metodología.*

	TASAS CRECIMIENTO			PROYECCIÓN	
	Tasa 01/11	Tasa adoptada 11/20	Tasa adoptada 20/45	2020	2045
Viviendas secundarias	-5	0	0	44	44
Viviendas vacías	9.9	2.5	2.5	149	212

	TASAS CRECIMIENTO						PROYECCIÓN	
	Tasa 13/16	Tasa 16/17	Tasa 17/18	Tasa 18/19	Tasa pond 19/20	Tasa pond 20/45	2020	2045
Establecimientos turísticos	1.67	4.00	5.00	9.00	3.83	3.83	116	212

De esta forma, el total de población estacional sería:

	Nº VIVIENDAS Y PLAZAS		COEFICIENTES		POBLACIÓN ESTACIONAL	
	2020	2045	C_{habit}	C_{Ocup}	2020	2045
Viviendas secundarias	44	44	0.8	4	769	1066
Viviendas vacías	149	212				
Establecimientos turísticos	116	212				

Tal y como se ha comentado en el apartado *5.3.1 Metodología,* esta población no se da de forma simultánea en el municipio, sino que se reparte entre los meses estivales a considerar para cada núcleo. En el caso de El Colmenar, y según la información facilitada por el Ayuntamiento, se ha repartido entre 3 meses, obteniéndose los siguientes resultados:

	2020	2045
Población estacional (a)	769	1,066
Meses de estacionalidad (b)	2	2
Población permanente *(c)*	513	664
Población verano (c+a/b)	898	1,197

5.4. POBLACIÓN DE CÁLCULO

Considerando todos los cálculos anteriores (crecimiento del PGOU, prognosis de población permanente y determinación de la población estacional), es posible establecer la población total de cálculo para el diseño de las instalaciones y colectores, en los dos años horizonte y en los dos escenarios: verano e invierno.

De este modo, en primer lugar, se compara la prognosis de la población permanente con el crecimiento derivado del análisis del PGOU. Si el crecimiento entre el año horizonte y el actual según la prognosis es mayor a la cifra obtenida del PGOU, se considera válida la prognosis. En caso contrario, se sumará la diferencia correspondiente. Así pues, en El Colmenar se ha estimado según PGOU el aumento de 151 habitantes. Según la prognosis, el crecimiento entre 2020 y 2045 es nulo, por lo que, en este caso, será necesario sumar a 2045 151 habitantes adicionales.

De este modo, la población de cálculo es la siguiente:

	2020	2045
Población permanente	513	664
Población estacional	769	1,066
Meses estivales	2	2
POBLACIÓN DE CÁLCULO		
Población invierno	513	664
Población verano	898	1,197

6. ESTUDIO DE DOTACIÓN Y CAUDALES

Tras haber analizado la población actual y su patrón de evolución en el tiempo, realizando una prognosis al año horizonte de estudio, 2045, es preciso fijar la dotación en litros por habitante y día que permita calcular, junto con las cifras de población, el caudal medio y máximo a vehicular hasta la EDAR, así como el que es necesario tratar.

Para ello, se han analizado las dotaciones de abastecimiento recogidas en los documentos de planificación hidrológica que afectan al ámbito del Proyecto, así como las derivadas de los datos de consumo proporcionados por el Consorcio Provincial de Aguas de la Diputación de Málaga.

Entre ambas fuentes se optará por el valor de dotación más realista y que mejor se ajuste a las poblaciones de estudio. Con esta dotación y la población de cálculo, se obtendrán los caudales de consumo para los años horizonte, y a partir ellos, aplicando el coeficiente de retorno a la red, se determinarán los caudales de saneamiento. Esto se contrastará con los caudales de saneamiento aforados en las campañas realizadas los días del 30 de agosto al 2 de septiembre de 2019 y del 4 al 6 de febrero de 2020.

6.1. DOTACIÓN SEGÚN CONSUMOS

Se ha solicitado tanto al Consorcio Provincial de Aguas de la Diputación de Málaga como al Ayuntamiento de Cortes los datos de suministro en alta y consumos facturados en El Colmenar durante los últimos años, al menos, con carácter mensual, en la máxima serie de años disponible.

No obstante, y debido a las particularidades en el suministro, no han podido facilitar ninguno de estos datos para la pedanía, sino solo para el núcleo principal de Cortes.

6.2. DOTACIÓN SEGÚN PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

En el **Anejo nº 3 del Plan Hidrológico*, Usos y demandas*** se consideran las dotaciones de agua suministrada en litros por habitante según el método SRPHCS. Para una población de menos de 10.000 habitantes y una actividad industrial media, la dotación correspondiente asciende a **241 l/hab/d**.

Por otro lado, la ***Instrucción vigente de Planificación Hidrológica (IPH), aprobada por el Ministerio de Medio Ambiente, Medio rural y Marino el 10 de septiembre de 2008***, establece una dotación de **340 l/hab/d** para poblaciones permanentes inferiores a 10.000 habitantes como valor de referencia.

6.3. DOTACIÓN SEGÚN CAUDAL DE SANEAMIENTO AFORADO

Analizando las campañas de aforos puede comprobarse si las dotaciones obtenidas según las mediciones de caudal son coherentes con las estimadas a partir de los consumos de abastecimiento.

El caudal total de agua vertida durante la campaña realizada en agosto de 2019 fue de 92.1 m³/d. Si se considera la población permanente de 2019 (516 habitantes) resultaría una dotación de aguas negras media de **178 l/hab/**, cifra que puede considerarse normal-baja para una población de estas características.

Por su parte, en la campaña de febrero de 2020 el volumen medio de agua vertida fue de 214 m³/d, lo que implica una dotación de **414 l/hab/d,** cifra por encima de los valores habituales y que podría indicar la presencia de agua limpia. Tal y como se explicará en el apartado 5, este caudal es la extrapolación de unas muestras puntuales, por lo que, si se realiza la corrección adaptando los caudales a un patrón de saneamiento, se tendría un caudal de 180 m³/d, que arrojaría una dotación de 348 l/hab/d, la cual se encuentra igualmente por encima de los valores habituales.

6.4. DOTACIONES TENDENCIALES

Para el cálculo de las dotaciones tendenciales en el año horizonte hay que tener en cuenta que la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH) establece una menor dotación a mayor población abastecida. Igualmente, en el cálculo de las demandas tendenciales que contemplan las figuras de planificación hidrológica se tienen en cuenta también la implementación de medidas de ahorro y optimización del recurso por lo que estas permanecen constantes

Así pues, se ha optado por seguir esta misma tendencia y considerar que la dotación a 2045 permanecerá constante con respecto a la actual.

6.5. DOTACIÓN SELECCIONADA

La dotación de saneamiento aforada en verano de 2019 está en el rango normal-bajo para poblaciones de similares características a El Colmenar, la cual se podría traducir a una de abastecimiento de 210 l/hab/d. Sin embargo, la obtenida según los datos de la campaña de invierno de 2020 supera los 350 l/hab/d, lo que denota la posible presencia de agua limpia pese a que desde el Ayuntamiento indican que no tienen constancia de fuentes conectadas al saneamiento urbano.

En este sentido, se ha optado por establecer una dotación de abastecimiento de 240 l/hab/d, que arroja una dotación de aguas negras de 204 l/hab/d, la cual es coherente con los resultados de la campaña de verano y consistente con la propuesta en el Plan Hidrológico.

	Dotación abastecimiento l/hab/d
Según distribución alta	-
Según consumos baja	-
Según IPH	340
Según Plan Hidrológico	241
Según campaña verano (considerando retorno 0.85)	209
Según campaña invierno (considerando retorno 0.85)	409
Dotación seleccionada	**240**

6.6. CAUDALES DE SANEAMIENTO

A partir de los datos de población y las dotaciones consideradas se obtienen unos caudales medios teóricos de suministro, tanto para el año actual (2020) como para el año horizonte (2045). Para obtener los caudales de saneamiento se han considerado unas pérdidas en conducciones de saneamiento, con lo que el caudal que llega hasta los vertidos es el 85% de los caudales consumidos.

Respecto a los caudales mínimos, y al ser el mínimo promedio registrado en la campaña de aforos elevado (de entre 0.5-0.7), se ha optado por seleccionar uno habitual recomendado por la bibliografía con objeto de ser conservadores de cara al diseño de las conducciones (pendientes mínimas). Se opta por un coeficiente de 0.4.

Por su parte, para la estimación del coeficiente punta se puede recurrir a expresiones teóricas, a recomendaciones de otras fuentes, a los observados en los datos de consumo diarios (en este caso no se dispone de ellos) o a los desprendidos de la campaña de aforos.

Con relación a las expresiones teóricas, es habitual recurrir a la expresión de Harmon (válida para poblaciones inferiores a 1 millón de habitantes), con la que se obtiene un valor promedio de **3.78:**

$$Cp = 1 + \left(\frac{14}{4 + \sqrt{P}} \right)$$, siendo P la población en miles de habitantes.

Según las recomendaciones de la Instrucción para la redacción de Proyectos de Abastecimiento y Saneamiento del antiguo MOPU para ciudades pequeñas, rústicas y residenciales se propone un coeficiente de **2.4.**

En cuanto a la definición teórica de coeficiente punta, como el producto de multiplicar el coeficiente punta correspondiente al día de mayor consumo por el coeficiente punta horario, y aunque no se tienen los datos diarios de suministro, haciendo una aproximación con los aforados, se tendría un valor de 2.05.

El valor teórico obtenido con la formulación de Harmon se encuentra por encima de 3, superior a los obtenidos con la campaña de aforos. Cabe destacar que la fórmula de Harmon resulta conservadora en poblaciones inferiores a 100.000 habitantes por lo que debería ser algo inferior a 3.

Se ha optado por respetar un valor similar al resultante de los datos de la campaña que además es consistente con el teórico recomendado por el MOPU, seleccionándose un coeficiente de **2.00.** Los resultados se muestran en la siguiente tabla, para el momento actual y para el año horizonte:

	Población		Dotación abastecimiento (l/hab/d)	Consumo temporada baja		Consumo temporada alta		Coeficiente retorno saneamiento	Vertido temporada baja		Vertido temporada alta		Dotación saneamiento (l/hab/d)
	Invierno	Verano		m³/d	l/s	m³/d	l/s		m³/d	l/s	m³/d	l/s	
2020	513	898	240	123.12	1.43	215.52	2.49	0.85	104.65	1.21	183.19	2.12	204
2045	664	1,197	240	159.36	1.84	287.28	3.33	0.85	135.46	1.57	244.19	2.83	204

ABASTECIMIENTO TEMPORADA BAJA					
	Coef Qmin	Coef Qmax	Qmin (l/s)	Qmed (l/s)	Qmax (l/s)
2020	0.4	2.0	0.57	1.43	2.85
2045	0.4	2.0	0.74	1.84	3.69

SANEAMIENTO TEMPORADA BAJA					
	Coef Qmin	Coef Qmax	Qmin (l/s)	Qmed (l/s)	Qmax (l/s)
2020	0.4	2.0	0.48	1.21	2.42
2045	0.4	2.0	0.63	1.57	3.14

ABASTECIMIENTO TEMPORADA ALTA					
	Coef Qmin	Coef Qmax	Qmin (l/s)	Qmed (l/s)	Qmax (l/s)
2020	0.4	2.0	1.00	2.49	4.99
2045	0.4	2.0	1.33	3.33	6.65

SANEAMIENTO TEMPORADA ALTA					
	Coef Qmin	Coef Qmax	Qmin (l/s)	Qmed (l/s)	Qmax (l/s)
2020	0.4	2.0	0.85	2.12	4.24
2045	0.4	2.0	1.13	2.83	5.65

7. ESTUDIO DE CARGAS CONTAMINANTES

Con motivo de la redacción en 2004 del anteproyecto de agrupación de vertidos y EDAR de El Colmenar se llevó a cabo una campaña de aforo cuyos principales resultados se recogen en la siguiente tabla:

Fecha campaña	2004 (sin especificar mes)
Laboratorio	AYCON S. A.
Puntos de vertido totales	-
Puntos de vertido analizados	-
Caudal medio total aforado (m^3/d)	42
Dotación media campaña (l/hab/d)	75
DBO media aforada (mg/l)	227
Habitantes equivalentes	158
Población real en año campaña	557

Analizando estos datos se puede apreciar como el caudal aforado es muy bajo, lo que da a indicar que podrían no haberse medidos ambos puntos de vertido.

Así pues, teniendo en cuenta que no se contaba con una caracterización completa de todos los puntos, se planteó una nueva campaña, de forma que sirviera para verificar los valores de caudal y concentración mencionados anteriormente y completar los faltantes.

La nueva campaña se plantea inicialmente bajo las siguientes premisas:

1. Al no haberse apreciado una variabilidad notable en los parámetros analizados, se propone que la duración sea de tres días, de los que dos caerán en fin de semana o festivo y uno en día laborable. Ésta se realizará en tiempo seco, procurando que no haya llovido, al menos, en los tres días anteriores a la campaña.
2. El muestreo del vertido será en continuo durante 24 horas. Al final de cada jornada las muestras se integrarán para obtener una representativa y homogénea del agua vertida durante las 24 horas por cada colector.
3. Para cada muestra compuesta se analizarán los siguientes parámetros: aceites y grasas disuelta o emulsionadas, alcalinidad, amonio, bacterias coliformes, estreptococos fecales, conductividad, DBO_5 (coloidal, decantable y soluble), DQO (coloidal, decantable y soluble), fósforo total, nitratos, nitritos, nitrógeno orgánico, nitrógeno total Kjeldahl, sólidos en suspensión totales y sólidos en suspensión volátiles, pH, temperatura agua y temperatura ambiente.

7.1. CAMPAÑA CARACTERIZACIÓN

La campaña de aforos y toma de muestras se realizó entre los días 30 de agosto y 2 de septiembre. A continuación, se resumen las principales características de esta:

COLECTOR	EL COLMENAR	LA CAÑADA DEL REAL TESORO	
	PV1	PV1	PV2
Caudal aportado %	15.9 %	15.4 %	---
Metodología de aforo	Verted rect.	Área velocidad	Área velocidad
Precisión l/seg.	± 11.5 %	---	---
Tipo de registro de caudal	Continuo	Puntual	---
Días de registro de caudal[2]	3	3	---
Frecuencia del registro	10 min.	2-3 h	---
Nº registros caudal para muestreo	144	3	---
Días de muestreo	3	3	---
Tipo de muestreo	Continuo	Puntual	---
Frecuencia del muestreo	15 min.	2-3 h	---
Muestras 24 h analizadas	3	---	---
Muestras puntuales	---	3	---
Observaciones	---	---	Agua de acequia

En el apéndice 2 se recoge el informe completo del laboratorio acreditado encargado de los trabajos, en donde puede consultarse la metodología empleada para la toma de datos, así como un detalle de los caudales y parámetros de contaminación registrados.

El volumen medio de agua vertida diariamente durante el estudio fue de 92.1 m³/d en El Colmenar, valor que arroja una dotación de aguas negras media de 180 l/hab/d en El Colmenar.

Respecto a la contaminación, **las concentraciones medias de los parámetros** analizados respecto a los valores habituales en aguas residuales urbanas **son bajas.**

		VERANO		
		Día 1	Día 2	Día 3
PV1	DBO	142.0	106.0	99.0
	DQO	383.0	309.0	329.0
	DBO/DQO	0.4	0.3	0.3

7.2. REQUISITOS DE CALIDAD DEL VERTIDO

Según la Directiva 91/271/CEE, en función de la zona en la que se realice el vertido (normal, sensible o menos sensible) y del número de habitantes equivalentes de la aglomeración urbana, las aglomeraciones urbanas deben aplicar a las aguas residuales que entren en los sistemas

colectores un tipo de tratamiento, que será más o menos riguroso. Para conocer cuáles son los requisitos de calidad exigibles al vertido de la depuradora deberá analizarse:

- La protección de la masa de agua a la que se vierte (zona sensible o no).
- Las presiones existentes en la masa de agua
- El estado ecológico y global de la masa de agua, respetando los umbrales señalados en el anejo II del RD 817/2015 para evitar el empeoramiento del estado.
- El uso de la masa de agua, respetando lo dispuesto en el RD 1341/2007 sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño.

El núcleo de **El Colmenar** restituirá en un futuro sus aguas depuradas al río Guadiaro, que forma parte de la masa de agua *Guadiaro Buitreras-Corchado* (ES060MSPF0612061), la cual no está identificada como zona sensible en el PH de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas. En este sentido, atendiendo estrictamente a la Directiva 91/271/CEE, habría que cumplir los parámetros de vertido en zonas no sensibles:

Parámetro	Valor límite (mg/l)	Porcentaje mínimo reducción
DBO_5	25	70-90
DQO	125	75
SS	35	90

Cabe destacar que, en la respuesta emitida por parte de la Subdirección de Gestión del Dominio Público Hidráulico y Calidad de las Aguas el 2 de marzo de 2020, a la consulta realizada por ACUAES sobre los parámetros de calidad que debía cumplir el vertido de la EDAR, se indica la innecesaridad de reducción de nutrientes, siendo los límites de vertido requeridos los expresados en la tabla anterior. Estos límites de emisión se aplicarán en la arqueta final tras el proceso de depuración, tras la cual no podrán incorporarse otros efluentes.

7.3. GESTIÓN DE LOS FANGOS

La gestión del lodo de las depuradoras correrá a cargo del Consorcio Provincial de Aguas de la Diputación de Málaga, los cuales entregan el fango a un gestor autorizado para su disposición final.

Actualmente, la gestión de los fangos debe afrontar en un futuro próximo tanto el problema legislativo (tratamiento exigido para la aplicación en uso agrícola) como el funcional (no generar mayor cantidad de la que se puede enviar a campo).

En el ámbito autonómico, se debe cumplir con lo dispuesto en la Orden de 6 de agosto de 2018, conjunta de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural y de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se regula la utilización de lodos tratados de depuradora en el sector agrario. El objeto de esta es actualizar y mejorar los mecanismos de seguimiento y control sobre la utilización de los lodos tratados de depuradora en el sector agrario en la Comunidad Autónoma de Andalucía, cumpliendo con lo establecido en el Real Decreto 1310/1990, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario, y adecuando la información que deben proporcionar los distintos operadores, según la Orden AAA/1072/2013, de 7 de junio, sobre utilización de lodos de depuración en el sector agrario, a los condicionantes de tiempo y forma que en la presente Orden se establezcan para la utilización de lodos tratados de depuradora en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Andalucía, garantizando la adecuada valorización en los suelos agrarios.

Cabe destacar que según el artículo 48 del Estatuto de Autonomía para Andalucía, corresponde a la Comunidad Autónoma, la competencia exclusiva de acuerdo con las bases y la ordenación de la actuación económica general, y en los términos de lo dispuesto en los artículos 38, 131 y 149.1.11.ª,13.ª, 16.ª, 20.ª y 23.ª de la Constitución, en materia de agricultura, ganadería y desarrollo rural, así como en materia de medio ambiente y agua. Asimismo y en virtud de lo dispuesto en el Decreto 215/2015, de 14 de julio, por el que se establece la estructura orgánica de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, corresponde a la Dirección General de la Producción Agrícola y Ganadera, las actividades relacionadas con los fertilizantes y demás medios necesarios para la producción agrícola, así como la elaboración de los planes de actuación en las zonas vulnerables a la contaminación y el desarrollo de las medidas necesarias para el cumplimiento de la condicionalidad. Por otra parte, y según lo dispuesto en el Decreto 216/2015, de 14 de julio, por el que se establece la estructura orgánica de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, corresponde a la Dirección General de Prevención y Calidad Ambiental, la planificación, coordinación y seguimiento de la prevención, producción y gestión de residuos, así como las autorizaciones de gestión de residuos de ámbito autonómico o supraprovincial.

En esta Orden, que será de **obligado cumplimiento a partir del 13 de agosto de 2021,** se indica que los gestores de lodos solo podrán destinar a uso agrícola los lodos recogidos en el Anexo I (entre los que figuran los lodos resultantes del tratamiento de aguas residuales urbanas con código LER 19 08 05), los cuales deberán ser sometidos a alguno de los siguientes tratamientos:

- Compostaje
- Digestión anaerobia termófila
- Digestión anaerobia mesófila con pretratamiento de al menos 70 grados durante 30 minutos.
- Estabilización aeróbica a una temperatura mínima de 20º y tiempo mínimo de retención, de toda la masa, de 50 días. El contenido final de humedad no podrá ser mayor del 40%.
- Estabilización con cal hasta alcanzar un pH de 12 o más
- Secado térmico, mínimo 80 grados o 70 si el tiempo de permanencia supera los 30 minutos.

La repercusión de estas medidas para los explotadores es eminentemente económica, ya que cualquier explotador que no cuente en su EDAR con alguno de estos tratamientos tendrá que pagar un precio mayor por la gestión del fango a partir del 13 de agosto de 2021. Esto es debido a que el costo de gestión varía en función del destino final del lodo, siendo más barato si el gestor lo destina para su aplicación en suelo agrícola, a si lo dispone en vertedero o lo incinera. Teniendo en cuenta que a partir de agosto de 2021 solo podrán destinarse a uso agrícola los lodos que cumplan con los tratamientos arriba mencionados, si la EDAR no dispone de ellos, el gestor deberá dárselo.

Cabe destacar que los explotadores no pagan siempre por destino agrícola, ya que este uso está limitado según la estacionalidad (época de cultivos y periodos secos), siendo habitual de mayo a octubre. Así pues, para el explotador la única diferencia es económica durante 5 o 6 meses al año, pues lo normal en Andalucía es que la otra mitad del año se pague el precio asociado al compostaje.

Últimamente, algunos explotadores están desarrollando instalaciones de compostaje propias, cumpliendo con los requisitos ambientales (desodorización, entre otros) y con un tratamiento avanzado, que les permitiría en un futuro generar un subproducto comercial conforme a lo dispuesto en el RD 506/2013 sobre productos fertilizantes. De esta forma, los lodos dejan de llamarse residuo y pasan a ser fertilizante comercial, con el consiguiente beneficio económico.

Por último, es preciso resaltar que, en el ámbito estatal, se está a la espera de la trasposición de la Directiva 2018/851 del Parlamento Europeo de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos. Todos los países de la UE tienen de plazo dos años para convertir esta Directiva en ley nacional.

7.4. CARGAS CONTAMINANTES DE ENTRADA A PLANTA

Tras las irregularidades detectadas en la campaña de agosto (intrusiones de agua limpia), se va a realizar una campaña de contraste con objeto de establecer unos datos de partida para el diseño de la EDAR que se ajusten a la realidad del saneamiento de cada núcleo.

Hasta entonces, y con objeto de llevar a cabo el predimensionamiento de cada uno de los procesos analizados para el estudio de alternativas, se ha calculado la carga unitaria de la campaña y si esta resulta menor a 60 g/hab/d (como ha sido el caso), se ha establecido la contaminación empleado este mínimo.

Para el cálculo de la DQO y SS se han establecido las mismas proporciones observadas en la campaña.

		EL COLMENAR			
		Año Actual (2020)		Año horizonte (2045)	
		Invierno	Verano	Invierno	Verano
Población					
Población	(hab)	513	898	664	1,197
Población equivalente	(h-e)	513	898	664	1,197
Caudales					
Dotación saneamiento	(l/hab/d)	204.00	204.00	204.00	204.00
Caudal diario	(m³/d)	104.65	183.19	135.46	244.19
Caudal medio	(m³/h)	4.36	7.63	5.64	10.17
Factor punta adoptado		2.00	2.00	2.00	2.00
Caudal punta biológico	(m³/h)	8.72	15.27	11.29	20.35
Coeficiente caudal mínimo		0.40	0.40	0.40	0.40
Caudal mínimo	(m³/h)	1.74	3.05	2.26	4.07
Coeficiente caudal máximo		5.00	5.00	5.00	5.00
Caudal máximo lluvias (pretratamiento)	(m³/h)	21.80	38.17	28.22	50.87
DBO5					
Carga unitaria (*)	(g/hab/d)	60.00	60.00	60.00	60.00
Carga	(kg/d)	30.78	53.88	39.84	71.82
Concentración	(mg/l)	294.12	294.12	294.12	294.12
Población equivalente	(hab-eq)	513	898	664	1,197
DQO					
Carga unitaria	(g/hab/d)	**120.00**	**120.00**	**120.00**	**120.00**
Carga	(kg/d)	**61.56**	**107.76**	**79.68**	**143.64**
Concentración	(mg/l)	588.24	588.24	588.24	588.24
SS					
Carga unitaria	(g/hab/d)	**48.00**	**48.00**	**48.00**	**48.00**
Carga	(kg/d)	**24.62**	**43.10**	**31.87**	**57.46**
Concentración	(mg/l)	235.29	235.29	235.29	235.29

8. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

8.1. DOCUMENTACIÓN ANALIZADA

A continuación, se relaciona la documentación más significativa que ha sido consultada para redacción de este apartado:

- Mapa geológico de España (IGME) a escala 1:50.000, hoja nº 1051, RONDA.
- Mapa geológico de España (IGME) a escala 1:50.000, hoja nº 1050, UBRIQUE.
- Mapa geológico de España (IGME) a escala 1:50.000, hoja nº 1064, CORTES DE LA FRONTERA.
- Mapa geológico de España (IGME) a escala 1:50.000, hoja nº 1065, MARBELLA.
- IGME-Junta de Andalucía. Atlas hidrogeológico de Andalucía (1998).
- Mapa geotécnico de España a escala 1:200.000. hoja nº 86, Cádiz.
- Mapa geotécnico de España a escala 1:200.000. hoja nº 82, Morón de la Frontera.

8.2. CARACTERIZACIÓN GEOLOGICO-GEOTÉCNICA

Desde el punto de vista geotécnico de las posibles obras a acometer, es importante conocer de forma general, la geología de las zonas, de manera que se puedan prever problemas asociados a los terrenos existentes. Para el estudio de alternativas será necesario analizar primeramente la geología de base y los problemas geotécnicos asociados a cada uno de los materiales para después poder hacer un análisis comparativo de las diferencias geológico-geotécnicas entre las distintas alternativas.

En la siguiente imagen se ha representado el trazado del colector y la situación de la parcela de la EDAR en las dos alternativas propuestas, sobre la cartografía geológica digital del IGME.

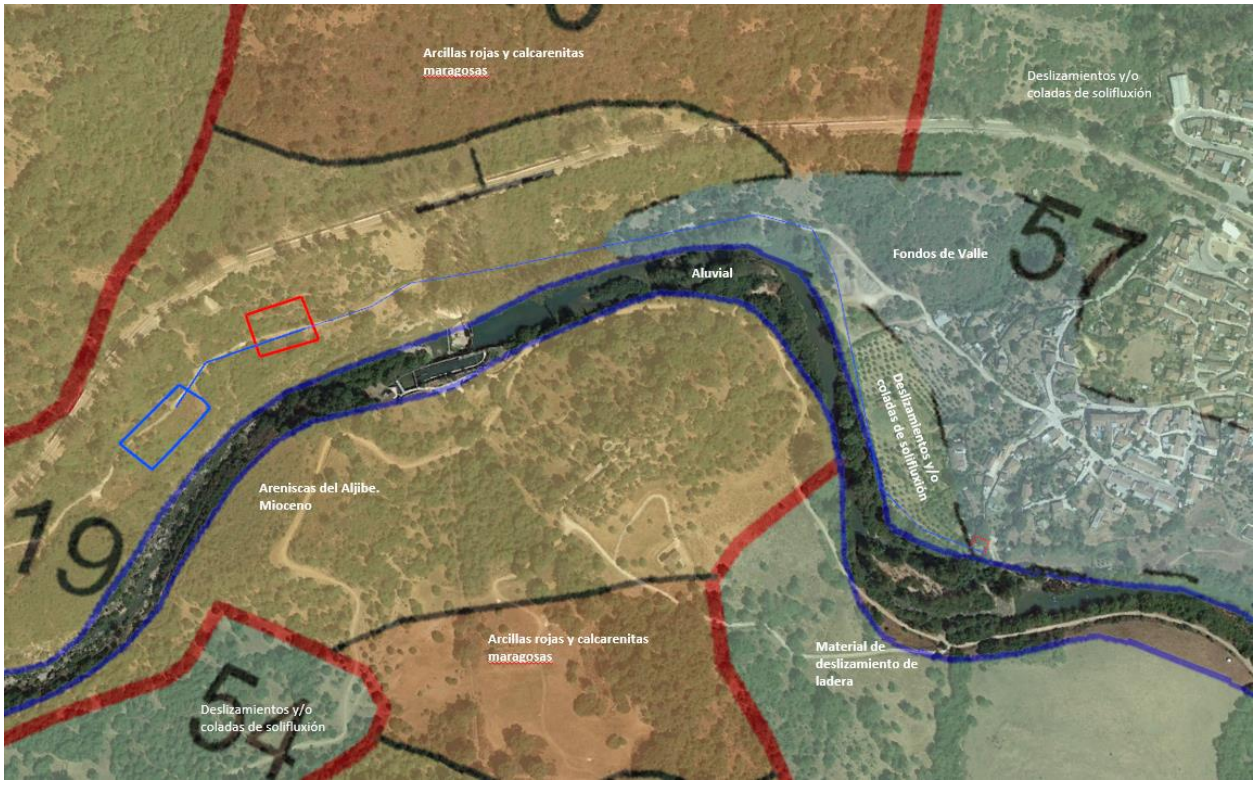


Figura 1 Planta de Alternativas sobre cartografía geológica IGME. Elaboración propia.

Como puede observarse en la imagen, el tramo inicial del colector en ambas alternativas se sitúa sobre materiales cuaternarios constituidos por fondos de valle, deslizamientos y/o coladas de solifluxión, y aluviales propios del Río Guadiaro. Desde el punto de vista litológico, se prevé que estos materiales estén compuestos por arcillas arenosas con cantos y bloques de tamaño variable, que serán excavables por medios mecánicos normales.

La segunda mitad del colector discurre por materiales pertenecientes a la Unidad de Aljibe y caracterizados por areniscas.

Sobre esta misma formación se sitúan las parcelas de la EDAR en ambas alternativas. Estas areniscas son de color blanquecino o amarillento, que aparecen en bancos densos. Se trata de rocas sedimentarias que se habrían depositado en ambientes submarinos profundos, probablemente de tipo talud-llanura abisal y presentan facies flysch.

8.3. CONDICIONANTES PARA LA VALORACIÓN PREVIA DE ALTERNATIVAS

Las alternativas 1 y 2 no presentan distinción desde el punto de vista geológico-geotécnico, siendo la única diferencia, la longitud de colector. En esta diferencia si habrá que tener en cuenta que, desde el punto de vista geotécnico, la problemática asociada a los aluviales será teniendo en cuenta la cercanía al cauce, la capacidad portante baja y la posición superficial del nivel freático. En los materiales areniscosos la problemática geotécnica será la excavabilidad. Sobre estos últimos materiales discurre el tramo de colector que supera en el caso de la Alternativa 2 a la Alternativa 1.

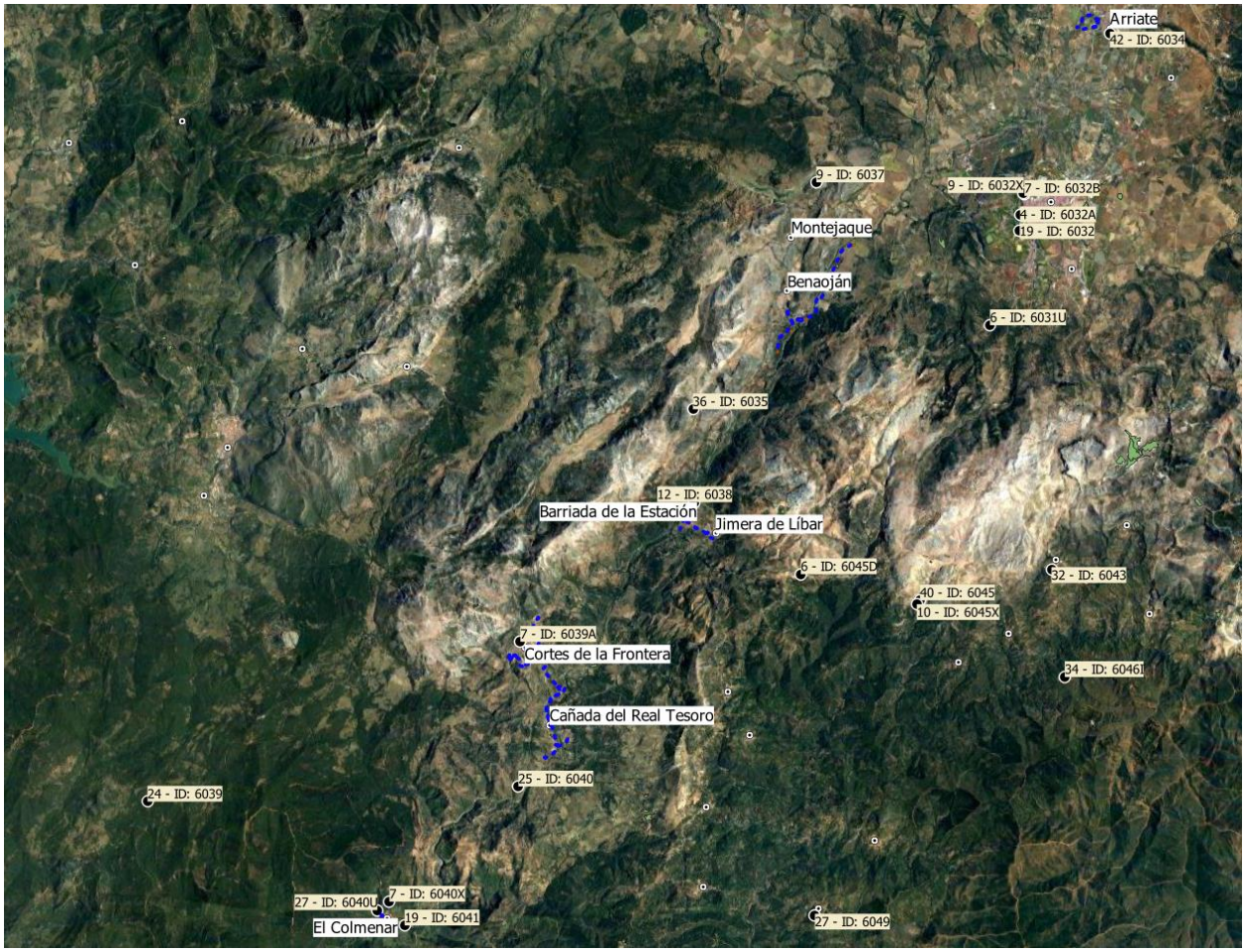
En el caso de las parcelas de las EDAR, habrá que tener en cuenta para el diseño de la campaña, la necesidad de determinar la excavabilidad de la roca, ya que será un condicionante tanto para la creación de la plataforma de base como para la propia excavación de los recintos.

9. CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA E INUNDABILIDAD

9.1. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

A fecha de elaboración del presente documento aún no se dispone de información relativa a las estaciones pluviométricas próximas al ámbito de actuación. Estos datos servirán para determinar el caudal de pluviales aferente a las redes unitarias de saneamiento y, con ello, dimensionar las estructuras de alivio o instalaciones necesarias que permitan un correcto funcionamiento de las depuradoras.

Adicionalmente, y de cara a la redacción del proyecto constructivos, se analizarán los meteoros, determinando el clima que impera en la zona de estudio y, con ello, estimando los días de trabajo hábiles al año.



Estaciones AEMET de la zona

En concreto, se han solicitado datos de las siguientes estaciones, ubicadas a menos de 10 km de las zonas de estudio (se abarca la totalidad del contrato, no solo El Colmenar):

6040X	CORTES DE LA FRONTERA	6045	ALPANDEIRE
6045X	ALPANDEIRE	6050	GAUCIN
6050X	GAUCÍN	6034	ARRIATE
6040U	CORTES DE LA FRONTERA (EL COLMENAR)	6039	CORTES DE LA FRONTERA (BAÑUE- LOS)(CMA)
6040	PRESA DE BUITRERAS (CMA)	6035	BENAOJAN (CUEVA DE LA PILETA) (CMA)

9.2. INUNDABILIDAD

En el ámbito de estudio se distingue únicamente un cauce, el río Guadiaro.

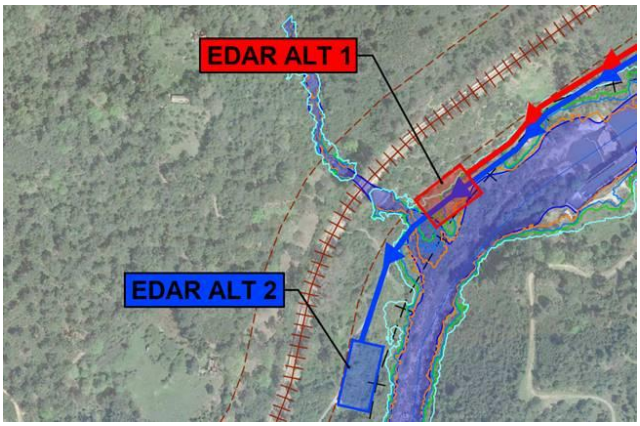
Este se encuentran en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), instrumento que puso en marcha el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino para cumplir con la Directiva Europea 2007/60/CE sobre evaluación y gestión de riesgos de inundación. En ella se plantea la necesidad de detectar aquellas zonas especialmente expuestas a riesgo de inundación sobre las que realizar estudios de peligrosidad y riesgo, así como los planes de gestión correspondientes. El SNCZI se encuentra enmarcado en el Real Decreto 903/2010 de evaluación y gestión de los riesgos de inundación y en el Real Decreto 849/1986 por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que da, por un lado, respuesta a los requisitos impuestos por la Comisión Europea y, por otro, a las necesidades técnicas de información de organismos públicos, empresas y particulares para realizar una gestión óptima del espacio fluvial.

El SNCZI se ha desarrollado a partir de información cartográfica actual, generando unos MDT con un grado de detalle adaptado tanto al tamaño de la cuenca como al tipo de estudio a desarrollar. Para cuencas grandes se emplearon modelos con resolución de 500 o 100 metros y para la realización de los estudios geomorfológicos e hidráulicos fue necesario disponer de una cartografía de mayor precisión generada mediante tecnología LIDAR.

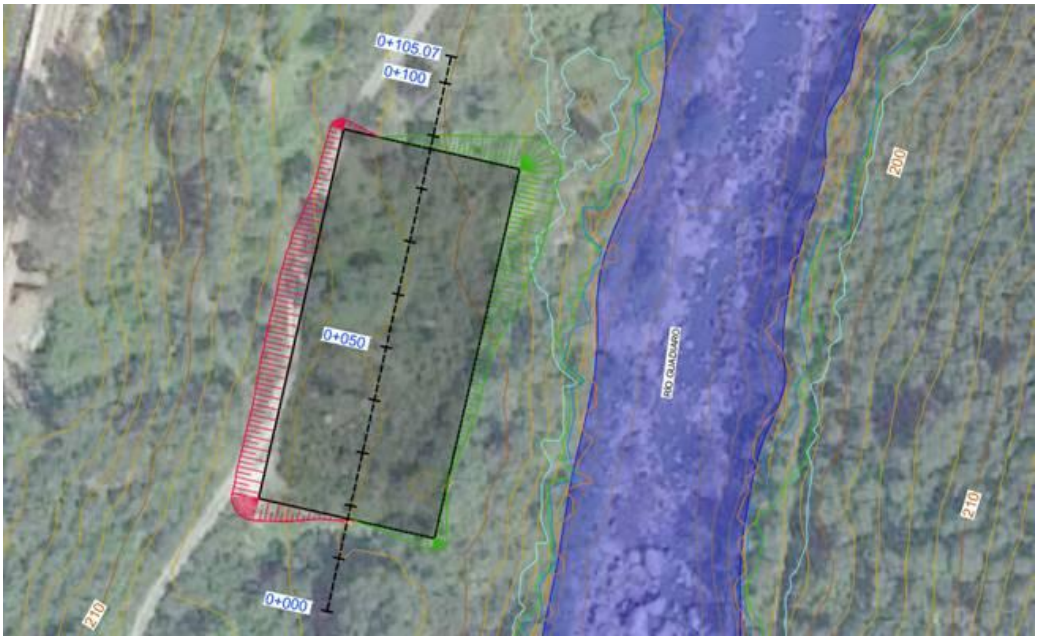
Los caudales de cálculo que emplearon en la delimitación de las zonas inundables para el desarrollo del SNCZI se basaron en los datos proporcionados por el mapa de caudales máximos (CEDEX, 2009) desarrollado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) para la Dirección General del Agua (DGA) del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM). No obstante, en aquellos casos en los que la información ofrecida por estos mapas tuviera limitaciones, se desarrollaron estudios hidrológicos complementarios.

Las láminas de inundación se obtuvieron a partir de modelos hidráulicos unidimensionales o bidimensionales según el caso. En los planos adjuntos al presente documento se muestran con detalle las alternativas planteadas superpuestas a la lámina de inundación para periodos de retorno de 500, 100, 50 y 10 años del río Guadiaro.

En cuanto a la ubicación de la EDAR de El Colmenar, se han planteado dos alternativas, muy próximas la una de la otra. La principal diferencia entre ambas es que en la alternativa 1 el movimiento de tierras a ejecutar sería menor, pero no deja espacio suficiente entre el límite de no edificación de ADIF y la zona inundable. La alternativa 2 se ubica aproximadamente 40 metros al sur de la solución planteada en el anteproyecto de 2005 y fuera de ambos límites. Cabe destacar que la opción definida en 2005 se descartado por invadir en mayor medida la zona inundable.



En la siguiente imagen se representa la parcela para la alternativa 2 y la llanura de inundación para diferentes periodos de retorno (T500 línea cian), así como el DPH sombreado en azul. Tal y como puede verse, tanto la parcela como el movimiento de tierras se encuentra fuera de estas zonas.



10. ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL Y CULTURAL

Se ha realizado un análisis del ámbito de la actuación con la finalidad de conocer los condicionantes medioambientales y culturales que deben ser tenidos en cuenta para el planteamiento de las posibles alternativas. Se ha analizado la información disponible en el Catálogo de la Información Ambiental de Andalucía de la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) de la Consejería competente en materia de Medio Ambiente: Capas de información ambiental georreferenciada, en formato shape utilizables en Sistemas de Información Geográfica (SIG), y sus documentos complementarios.

La Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) tiene como objeto la integración, normalización y difusión de toda la información sobre el medio ambiente andaluz, generada por todo tipo de centros productores de información ambiental en la Comunidad Autónoma. Fue creada por la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada da la Calidad Ambiental (GICA) y ordenada por el Decreto 347/2011, de 22 de noviembre, por el que se regula la estructura y funcionamiento de la Red de Información Ambiental de Andalucía y el acceso a la información ambiental.

Se incluye también una relación de los estudios complementarios que habrá que llevar a cabo en fases posteriores al presente estudio de alternativas, y que son necesarios para la correcta tramitación ambiental, sanitaria y arqueológica de las obras a proyectar, así como una breve descripción de la figura de tramitación ambiental que sería de aplicación, en cumplimiento de la legislación vigente.

10.1. CONDICIONANTES MEDIOAMBIENTALES

A continuación, se detalla el estudio para cada uno de los municipios que forman parte del contrato común, no solo El Colmenar, pues el Estudio Ambiental se ha desarrollado en un principio de forma conjunta y no individual para cada proyecto.

10.1.1 Espacios Naturales Protegidos. RED NATURA

RENPA

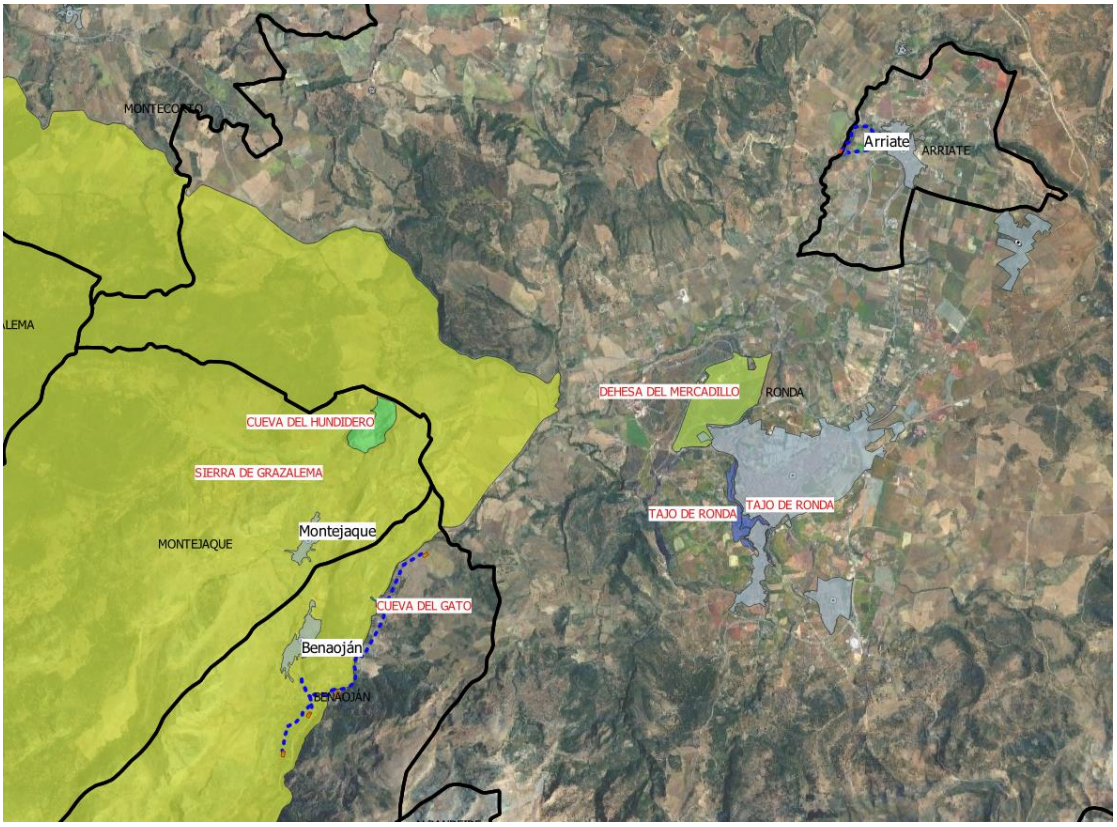
La Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía (RENPA), según el artículo 1 del Decreto 95/2003, de 8 de abril, *"se configura como un sistema integrado y unitario de todos los espacios naturales ubicados en el territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía que gocen de un*

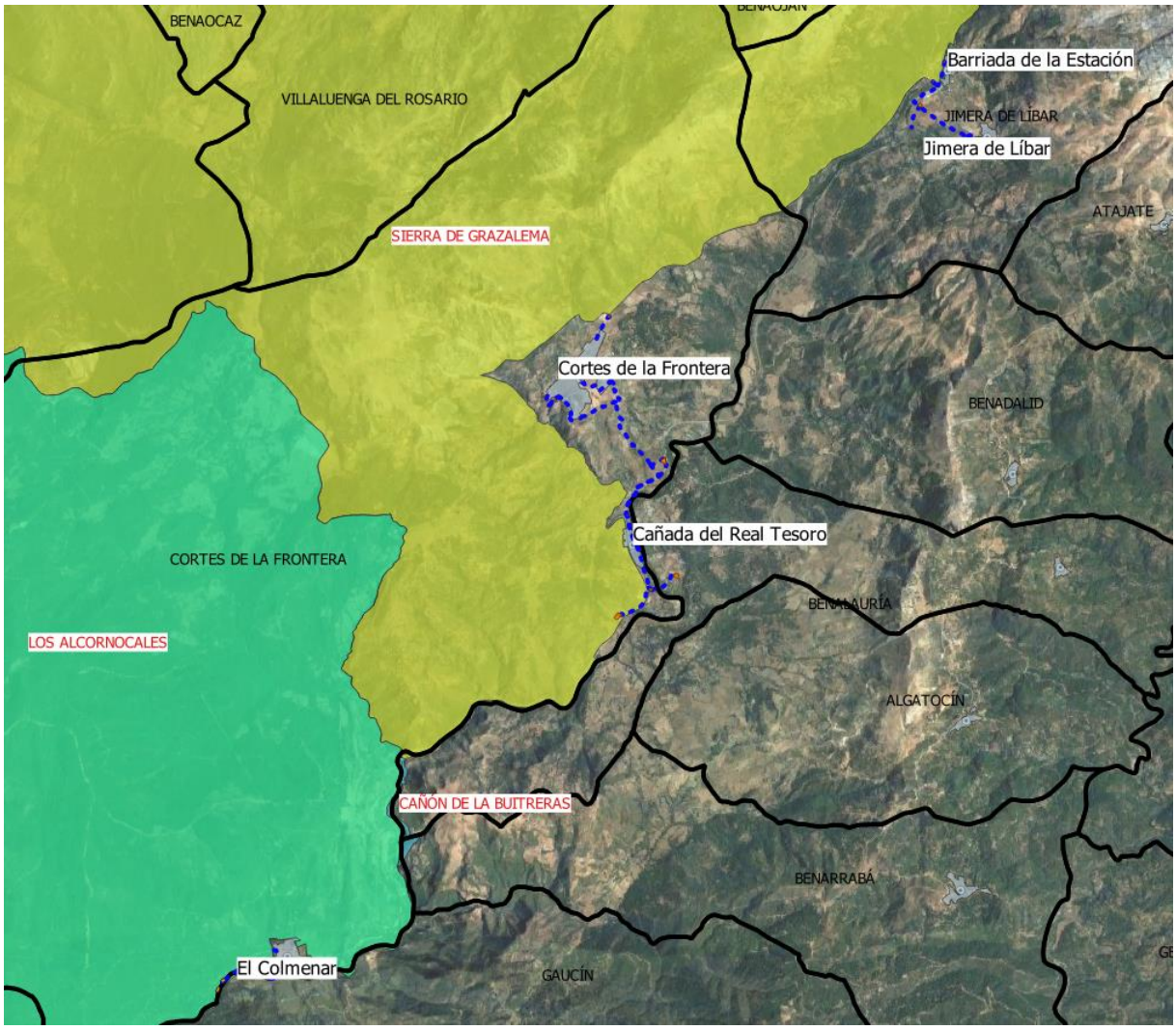
régimen especial de protección en virtud de la normativa autonómica, estatal y comunitaria o convenios y normativas internacionales".

La clasificación de los espacios naturales según su figura de protección es la siguiente:

- Espacios Naturales Protegidos: parques nacionales, parques naturales, parques periurbanos, parajes naturales, paisajes protegidos, monumentos naturales, reservas naturales y reservas naturales concertadas.
- Espacios Protegidos Red Natura 2000: Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), Zonas Especiales de Conservación (ZEC) y Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA).
- Otras figuras de protección de espacios: reservas de la biosfera (Man and the Biosphere, Unesco), sitios Ramsar o humedales de importancia internacional (Convenio de Ramsar), zonas especialmente protegidas de importancia para el Mediterráneo - ZEPIM (Convenio de Barcelona), Geoparques (Unesco) y Patrimonio de la Humanidad (Unesco).

Como puede verse en los planos adjuntos y en las siguientes imágenes, en el ámbito de estudio encontramos los siguientes ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS:



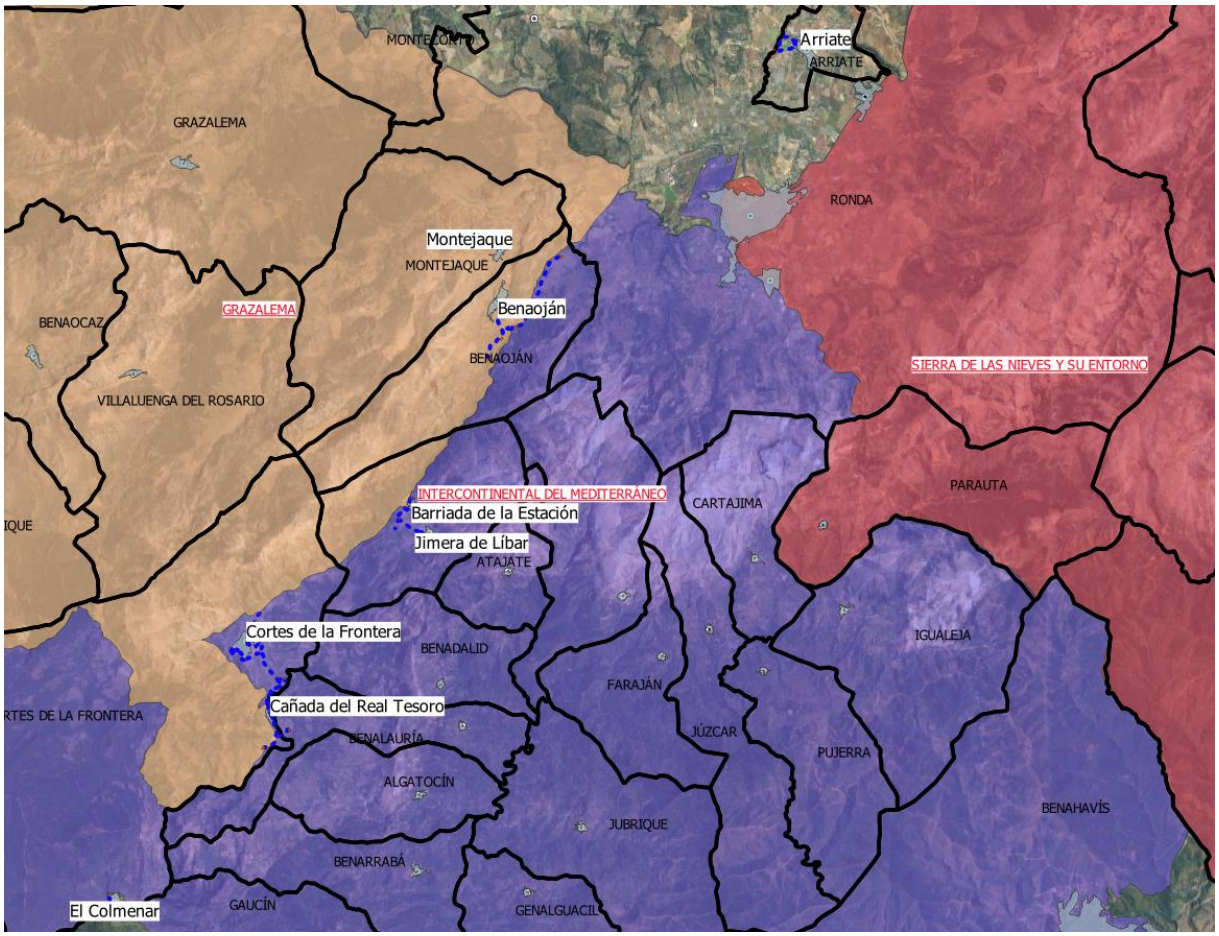


Como se verá en el apartado de Red Natura 2000, coinciden con los espacios de la Red Natura. De los representados en las imágenes, aquellos que pudieran verse afectado por las diferentes actuaciones son:

PROYECTO	RENPA (ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS)
1. ARRIATE	NO
2. BENAOJAN -MONTEJAQUE	PARQUE NATURAL SIERRA DE GRAZALEMA
3. JIMERA DE LÍBAR	
4. CORTES + CAÑADA REAL TESORO	
5. EL COLMENAR	PARQUE NATURAL DE LOS ALCORNOCALES

Como puede verse en los planos adjuntos y en las siguientes imágenes, en el ámbito de estudio encontramos las siguientes RESERVAS DE LA BIOSFERA:

PROYECTO	RESERVAS DE LA BIOSFERA
1. ARRIATE	NO
2. BENAOJAN -MONTEJAQUE	GRAZALEMA INTERCONTINENTAL DEL MEDITERRÁNEO
3. JIMERA DE LÍBAR	
4. CORTES + CAÑADA REAL TESORO	
5. EL COLMENAR	INTERCONTINENTAL DEL MEDITERRÁNEO



RED NATURA

La **Red Natura 2000** es una red ecológica europea de áreas de conservación de la biodiversidad. En España, conforme a la Ley 42/2007, "Natura 2000" es una red ecológica coherente compuesta por los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), hasta su transformación en Zonas Especiales de Conservación, dichas Zonas Especiales de Conservación (ZEC) y las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) establecidas en virtud de la Directiva Aves. Las Comunidades Autónomas son las encargadas de designar la lista de LIC, como paso previo a ZEC, así como las ZEPA que se integran en su territorio.

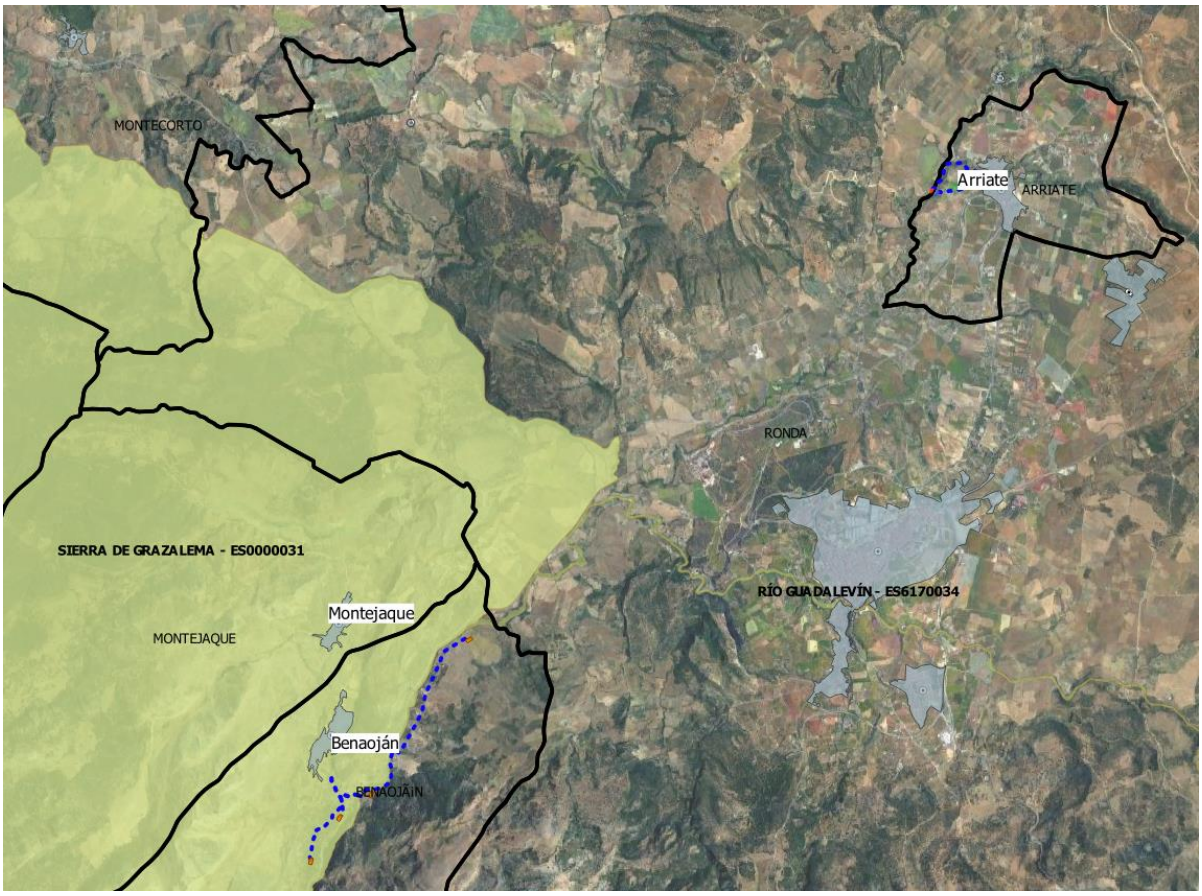
Las ZEC son espacios delimitados para garantizar el mantenimiento o, en su caso, el restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de los tipos de hábitats naturales de interés comunitario y de los hábitats de las especies de interés comunitario, declarados como tales de acuerdo con lo dispuesto en la normativa comunitaria (Directiva Hábitats), estatal y autonómica.

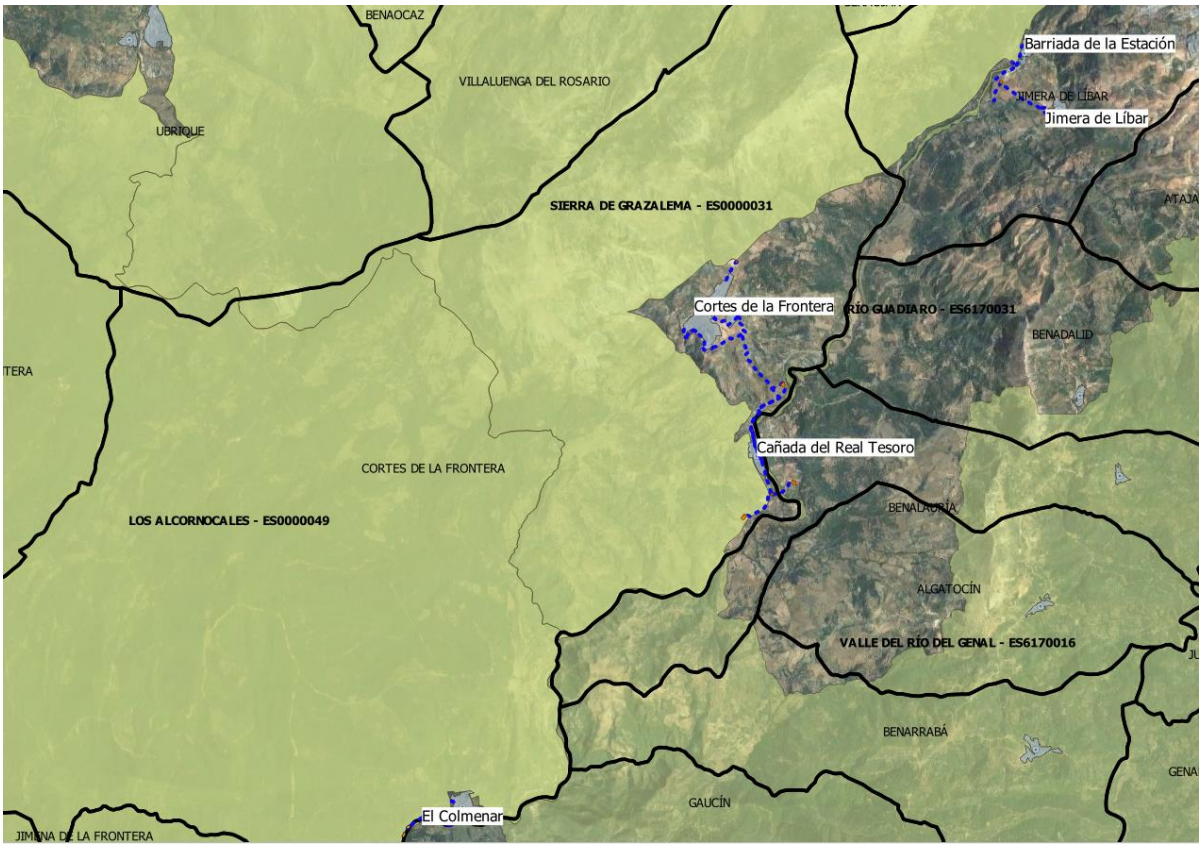
Las ZEPA son espacios delimitados para el establecimiento de medidas de conservación especiales con el fin de asegurar la supervivencia y la reproducción de las especies de aves, declarados como tales de acuerdo con lo dispuesto en la normativa comunitaria (Directiva Aves), estatal y autonómica.

La Red Natura 2000 en Andalucía abarca, en el ámbito competencial de la Junta de Andalucía, un total de 2,67 millones de hectáreas, de las que 2,59 millones son terrestres y 0,07 millones marinas, y está integrada por 63 ZEPA y 190 LIC, de los que 163 están declarados ZEC. Además, en el espacio marino limítrofe a Andalucía, en el ámbito competencial de la Administración General del Estado, existen otras 7 ZEPA (0,51 millones de hectáreas) y otros 9 LIC (0,6 millones de hectáreas), de los que 6 ya se han declarado ZEC (0,04 millones de hectáreas). En Andalucía, la declaración de un espacio como ZEC y/o ZEPA se hace por Decreto del Consejo de Gobierno de la Junta de Andalucía.

Como puede verse en los planos adjuntos y en las siguientes imágenes, en el ámbito de estudio encontramos los siguientes espacios protegidos de la Red Natura 2000. De los representados en las imágenes, aquellos que pudieran verse afectado por las diferentes actuaciones son:

PROYECTO	ESTÁ EN RED NATURA	PODRÍA AFECTAR A RED NATURA
1. ARRIATE	NO	NO
2. BENAOJAN -MONTEJAQUE	SI (ES0000031) ZEC-ZEPA SIERRA DE GRAZALEMA	SI (ES0000031) ZEC-ZEPA SIERRA DE GRAZALEMA
3. JIMERA DE LÍBAR	SI (ES0000031) ZEC-ZEPA SIERRA DE GRAZALEMA	SI (ES0000031) ZEC-ZEPA SIERRA DE GRAZALEMA SI (ES6170031) ZEC RÍO GUADIARO
4. CORTES + CAÑADA REAL TESORO	NO	SI (ES6170031) ZEC RÍO GUADIARO
5. EL COLMENAR	SI (ES0000049) ZEC-ZEPA LOS ALCORNOCALES	SI (ES0000049) ZEC-ZEPA LOS ALCORNOCALES


MONTECORTO
Arriate
ARRIATE
RONDA
SIERRA DE GRAZALEMA - ES0000031
RÍO GUADALEVÍN - ES6170034
Montejaque
MONTEJAQUE
Benaoján
BENAOJÁN

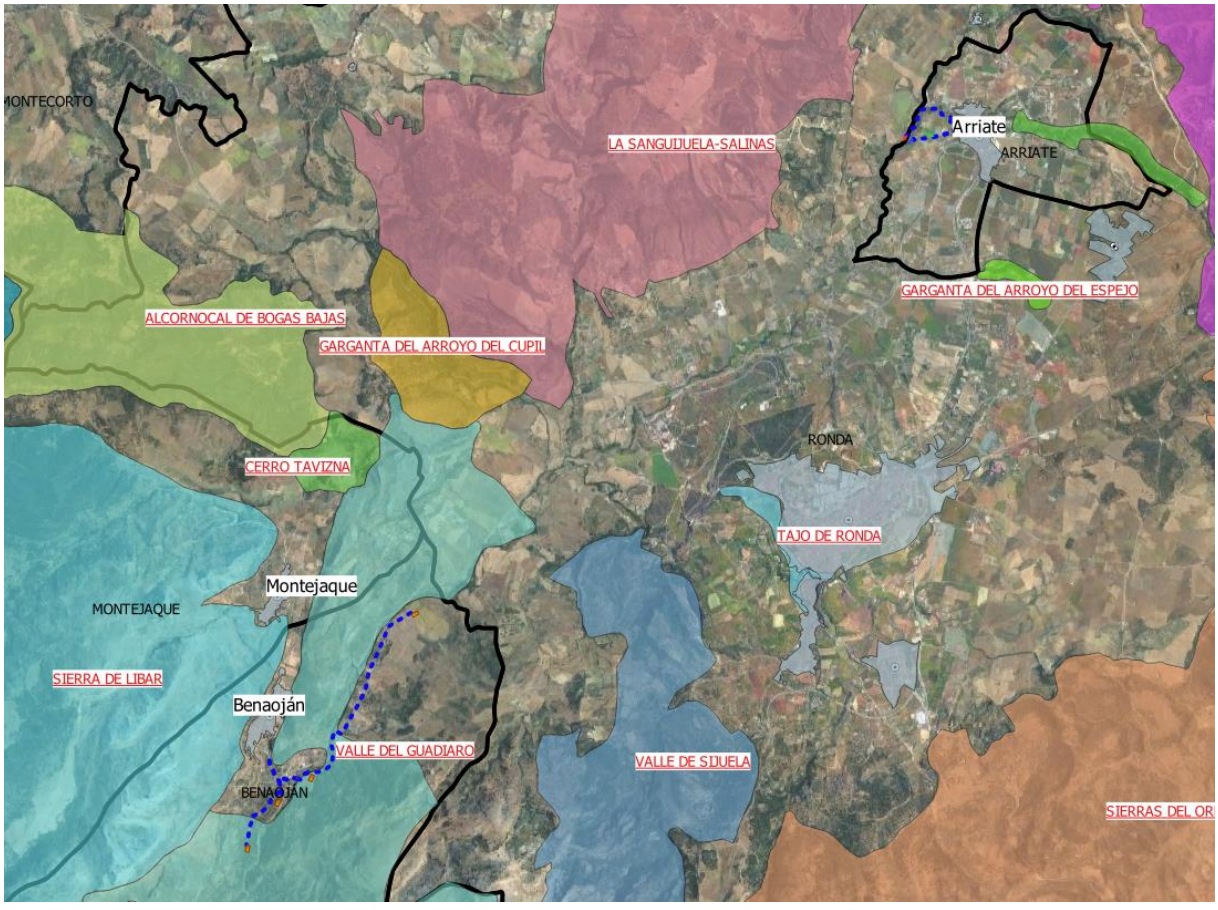

BENAOCAZ
VILLALUENGA DEL ROSARIO
Barriada de la Estación
JIMERA DE LÍBAR
Jimera de Líbar
UBRIQUE
SIERRA DE GRAZALEMA - ES0000031
Cortes de la Frontera
RÍO GUADIARO - ES6170031
BENADALID
CORTES DE LA FRONTERA
Cañada del Real Tesoro
LOS ALCORNOCALES - ES0000049
BENALAURÍA
ALGATOCÍN
VALLE DEL RÍO DEL GENAL - ES6170016
BENARRABÁ
GAUCÍN
El Colmenar
JIMENA DE LA FRONTERA

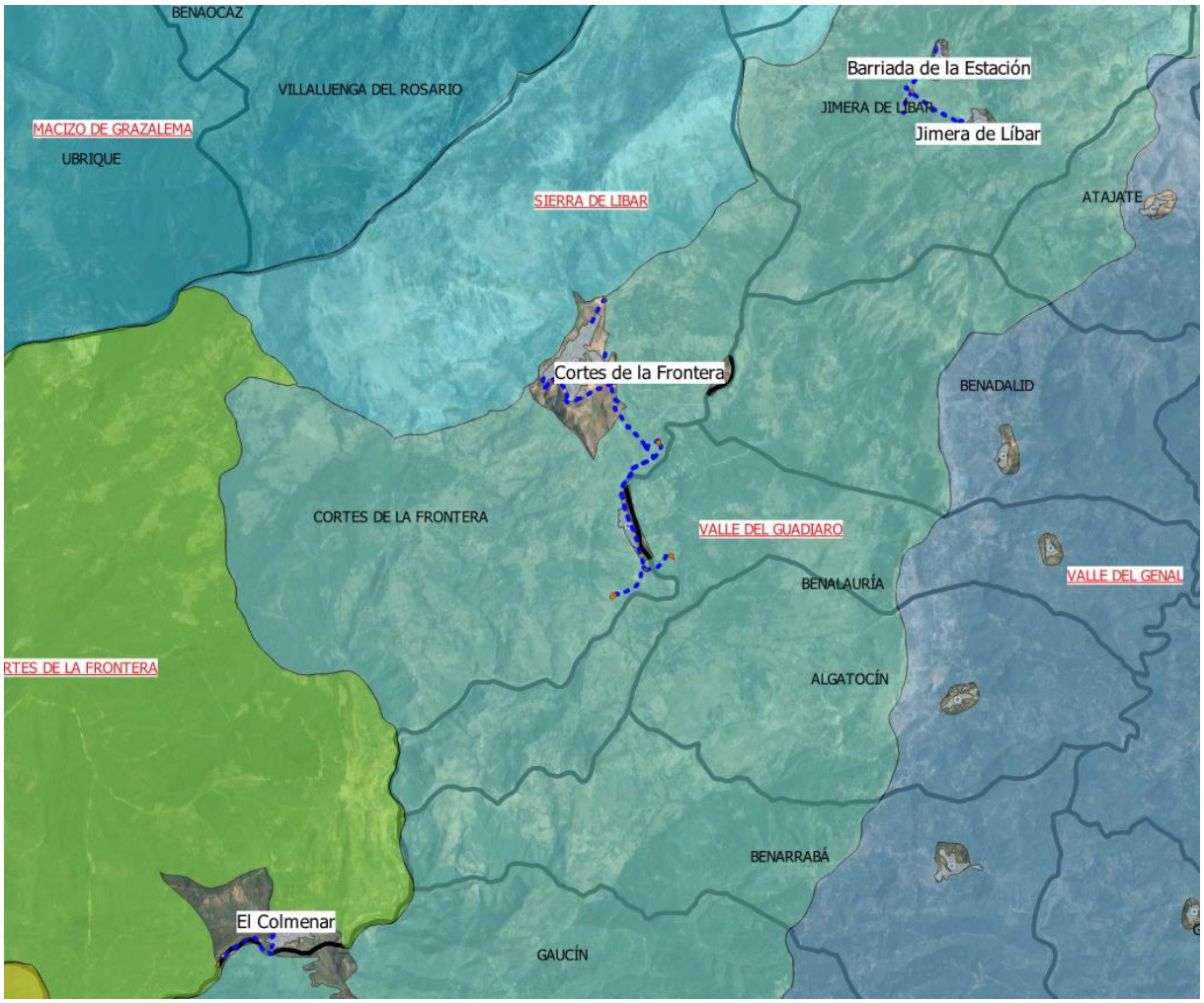
PLAN ESPECIAL DE PROTECCIÓN DEL MEDIO FÍSICO DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA (PEPMF)

El Plan Especial de Protección del Medio Físico y Catálogo de la Provincia de Málaga, aprobado definitivamente el 6 de marzo de 1987, y publicado en el BOJA nº 69 de 9 de abril de 2007, incluye espacios con categorías distintas dentro del ámbito objeto del mismo. En su formulación definitiva el plan desarrolla dos tipos de normativa. Una con carácter general y otra específica, de regulación de usos y actividades.

Las repercusiones territoriales de este plan hay que valorarlas en dos sentidos. Por un lado, los planes introducen en determinadas áreas limitaciones detalladas de usos y actividades basándose en el ejercicio de las competencias de control urbanístico. Por otro lado, están las derivadas de sus implicaciones sobre el planeamiento futuro, tanto por la ejecución de los programas de actuación como por la orientación que suponen ante las determinaciones del planeamiento municipal futuro.

Como puede verse en los planos adjuntos y en las siguientes imágenes, en el ámbito de estudio encontramos los siguientes ESPACIOS del PEPMF de MÁLAGA:





PROYECTO	PEPMF DE MÁLAGA
1. ARRIATE	NO
2. BENAOJAN -MONTEJAQUE	Complejo Serrano de Interés Ambiental VALLE DEL GUADIARO
3. JIMERA DE LÍBAR	Complejo Serrano de Interés Ambiental VALLE DEL GUADIARO
4. CORTES + CAÑADA REAL TESORO	Complejo Serrano de Interés Ambiental VALLE DEL GUADIARO Complejo Serrano de Interés Ambiental SIERRA DE LÍBAR
5. EL COLMENAR	Complejo Serrano de Interés Ambiental VALLE DEL GUADIARO Complejo Serrano de Interés Ambiental ALCORNOCALES DE CORTES DE LA FRONTERA

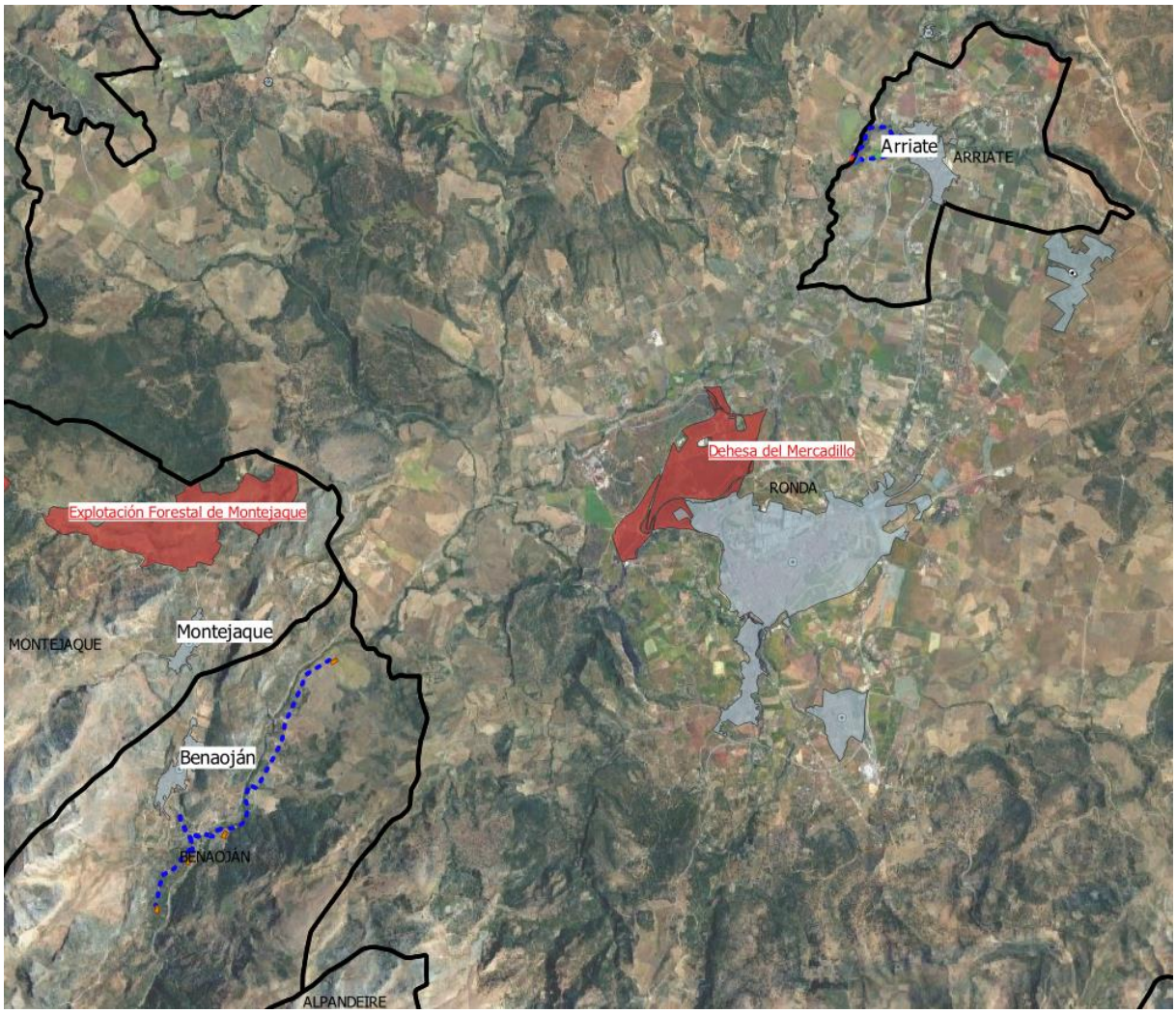
MONTES PÚBLICOS

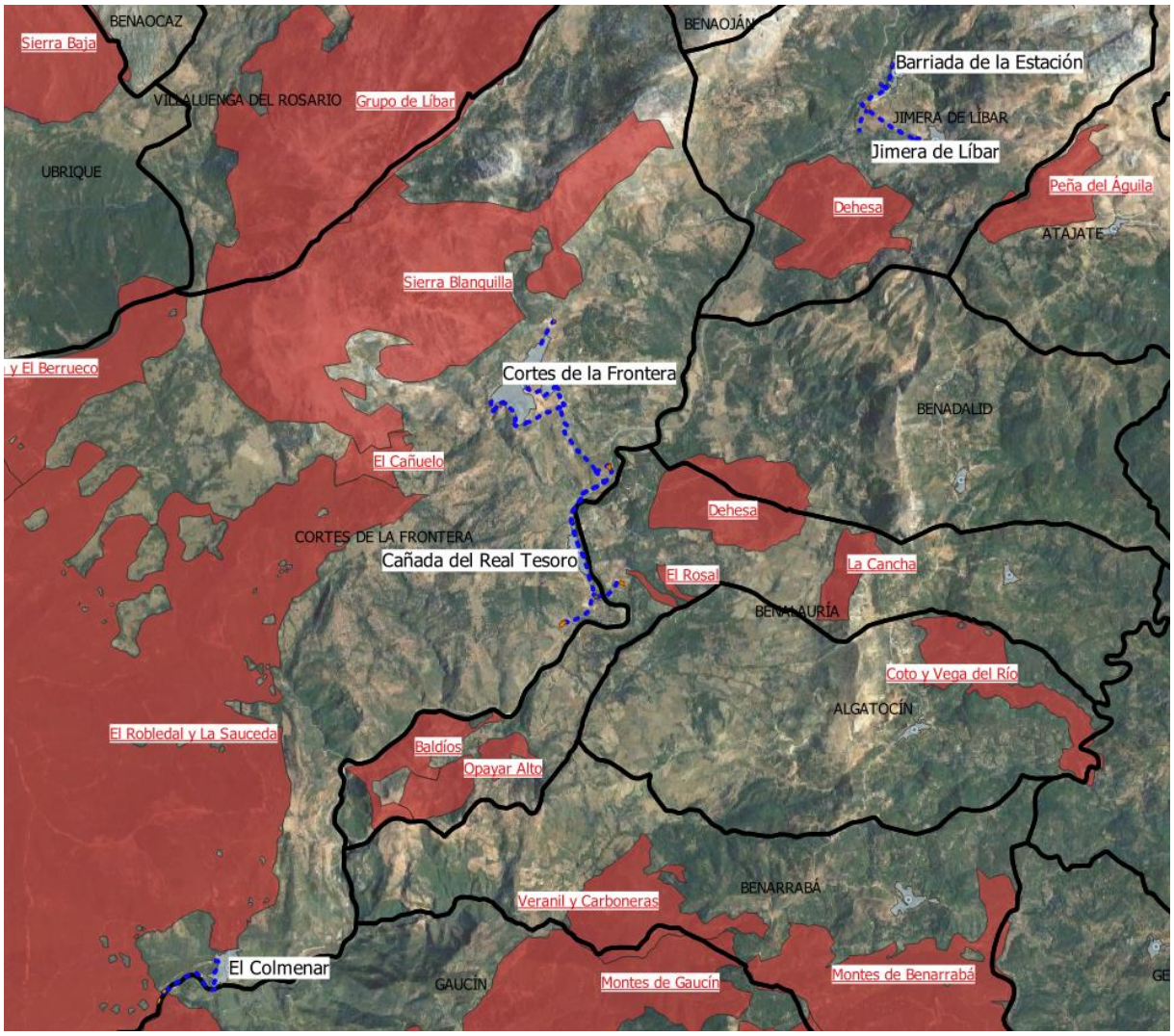
Se consideran terrenos forestales: *"Toda superficie rústica cubierta de especies arbóreas, arbustivas, de matorral, o herbáceas, de origen natural o procedente de siembra o plantación,*

que cumplen funciones ecológicas protectoras, de producción, paisajísticas o recreativas". También los enclaves en terrenos agrícolas o aquellos destinados a tal finalidad en los Planes de Ordenación de Recursos Naturales (PORN)". (art. 1 Ley 2/1992, de 15 de junio, Forestal de Andalucía y reglamento Decreto 208/97, de 9 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento Forestal de Andalucía).

Como puede verse en los planos adjuntos y en las siguientes imágenes, en el ámbito de estudio encontramos los siguientes MONTES PÚBLICOS. De los representados en las imágenes, aquellos que pudieran verse afectado por las diferentes actuaciones son:

PROYECTO	MONTES PÚBLICOS
1. ARRIATE	NO
2. BENAOJAN -MONTEJAQUE	
3. JIMERA DE LÍBAR	
4. CORTES + CAÑADA REAL TESORO	
5. EL COLMENAR	INTERCONTINENTAL DEL MEDITERRÁNEO





Por lo tanto, algunas de las actuaciones se ubican en Espacio Natural Protegido, Red Natura 2000 o Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

Sin embargo, las plantas de tratamiento de aguas residuales proyectadas verterán el efluente depurado a los cauces del entorno. Se considera que la afección de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (en adelante EDAR) en fase de explotación sobre dichos espacios protegidos, será positiva, dado que se depurará el agua residual vertida actualmente a los cauces del entorno a través de los puntos de vertido existentes, mejorando la calidad de sus aguas de forma considerable, ya que la depuración de las aguas residuales que se vertían, hasta el momento, sin depurar, va a contribuir a mejorar los ecosistemas presentes en la zona.

No obstante, en los casos que sea preceptivo, cuando el proyecto puede afectar directa o indirectamente a los espacios de la RED NATURA 2000, durante la redacción de los correspondientes Estudios Ambientales se llevará a cabo la redacción de un apartado específico para la evaluación de las repercusiones del proyecto en la Red Natura 2000, teniendo en cuenta los objetivos de conservación de los espacios de esta red: ANEXO DE EVALUACIÓN DE LAS REPERCUSIONES DEL PROYECTO EN LA RED NATURA 2000.

Según la Disposición adicional novena (Certificaciones sobre evaluaciones ambientales) de la Ley 21/2013, redactada según la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, *"A los efectos de lo previsto en la normativa europea sobre fondos comunitarios, el órgano ambiental de la Administración General del Estado será la autoridad competente para la emisión de la certificación de no afección a la Red Natura 2000 de los proyectos cuya autorización corresponda a la Administración General del Estado y en cuya evaluación de impacto ambiental, cuando ésta sea preceptiva, se haya determinado que no existen afecciones a espacios Red Natura 2000. A los mismos efectos, el órgano ambiental de la Administración General del Estado solamente emitirá certificaciones sobre la inclusión de un proyecto en el ámbito de aplicación de la ley cuando se trate de proyectos que se hayan sometido a evaluación de impacto ambiental y cuenten con un pronunciamiento ambiental."*

10.1.2 Presencia de Hábitats de Interés Comunitario (HICs)

La Directiva Hábitats, Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre, define como tipos de hábitat naturales de interés comunitario a aquellas áreas naturales y seminaturales, terrestres o acuáticas, que, en el territorio europeo de los Estados miembros de la UE:

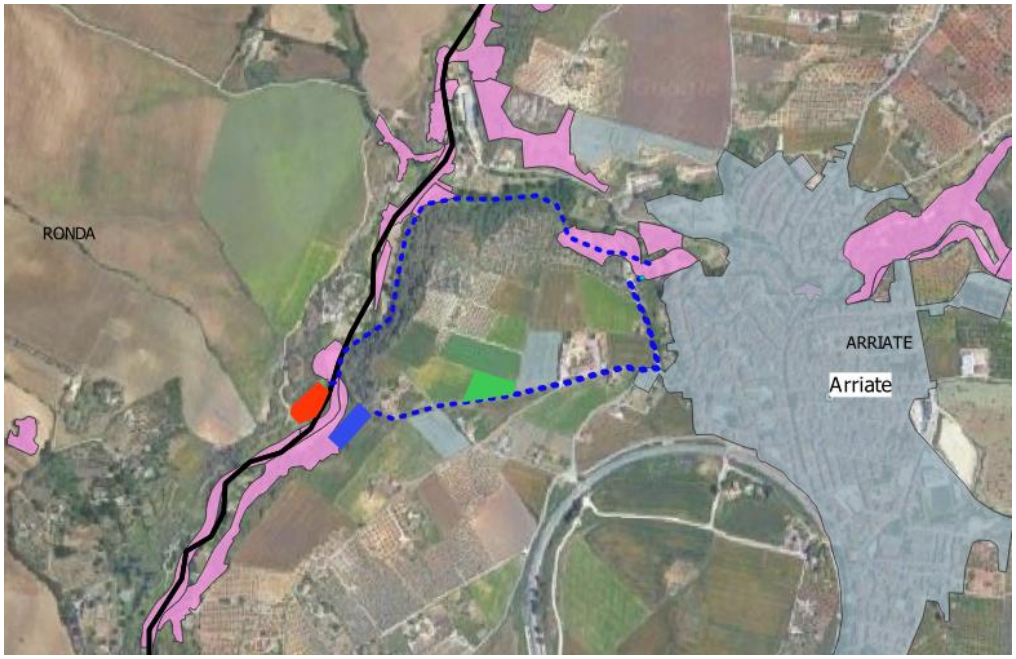
- Se encuentran amenazados de desaparición en su área de distribución natural, o bien,
- presentan un área de distribución natural reducida a causa de su regresión o debido a que es intrínsecamente restringida, o bien,
- constituyen ejemplos representativos de una o de varias de las regiones biogeográficas de la Unión Europea.

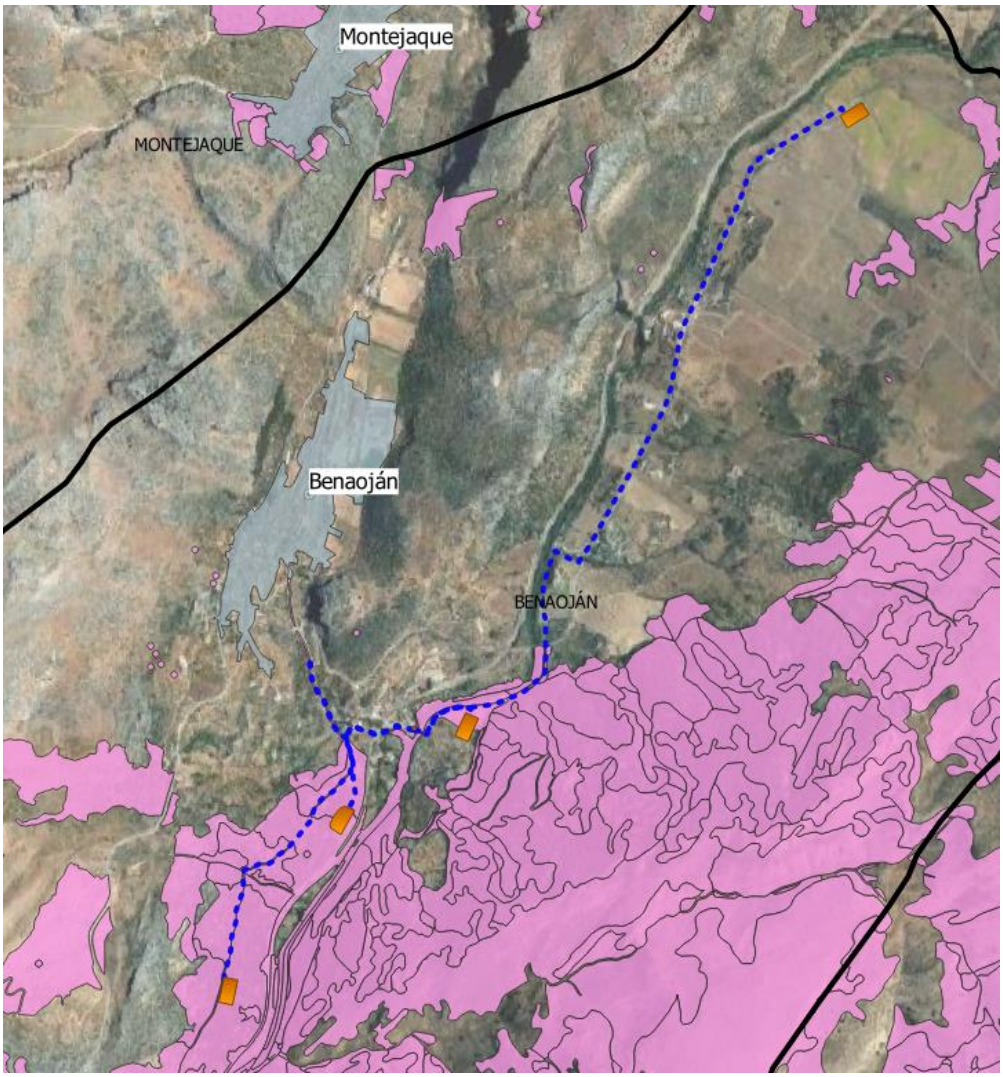
De entre ellos, la Directiva considera tipos de hábitat naturales prioritarios a aquéllos que están amenazados de desaparición en el territorio de la Unión Europea y cuya conservación supone una responsabilidad especial para la UE.

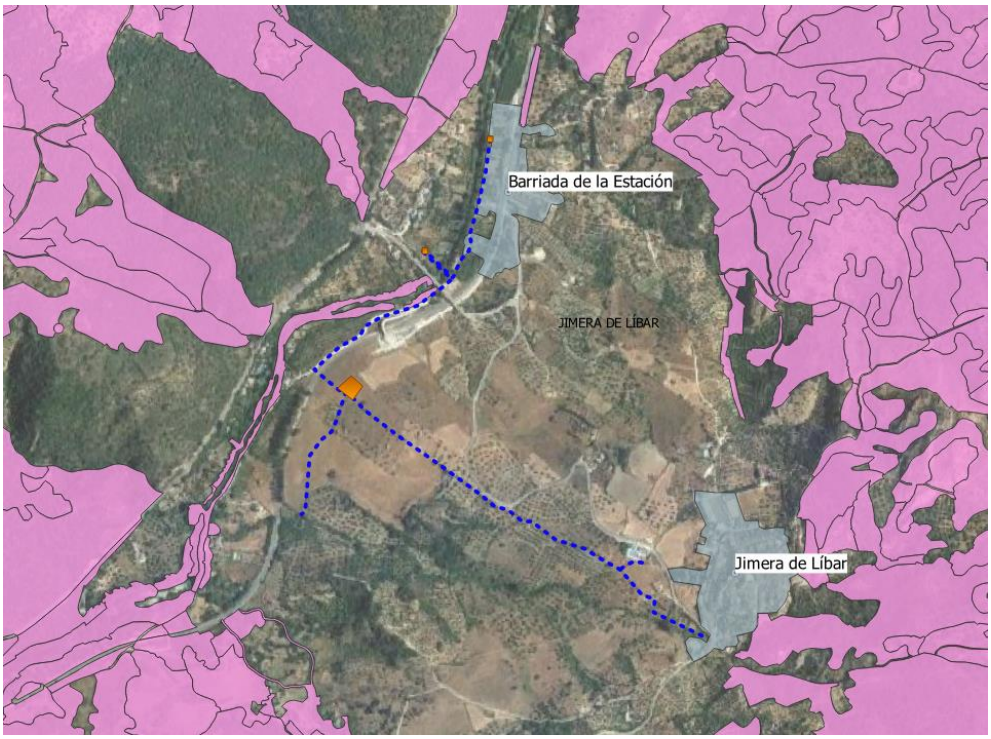
En total, el Anexo I ("Tipos de hábitats naturales de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar Zonas Especiales de Conservación") de la Directiva Hábitats identifica 231 tipos de hábitat de interés comunitario. Su descripción y su caracterización ecológica están recogidas en el Manual de Interpretación de los Hábitats de la Unión Europea. Del conjunto de tipos de hábitat incluidos en el anexo I de la Directiva, 118 (un 51%) están reconocidos oficialmente como presentes en España, según las listas de referencia correspondientes a las regiones biogeográficas Alpina, Atlántica, Macaronésica y Mediterránea y a las regiones marinas Atlántica, Macaronesia y Mediterránea.

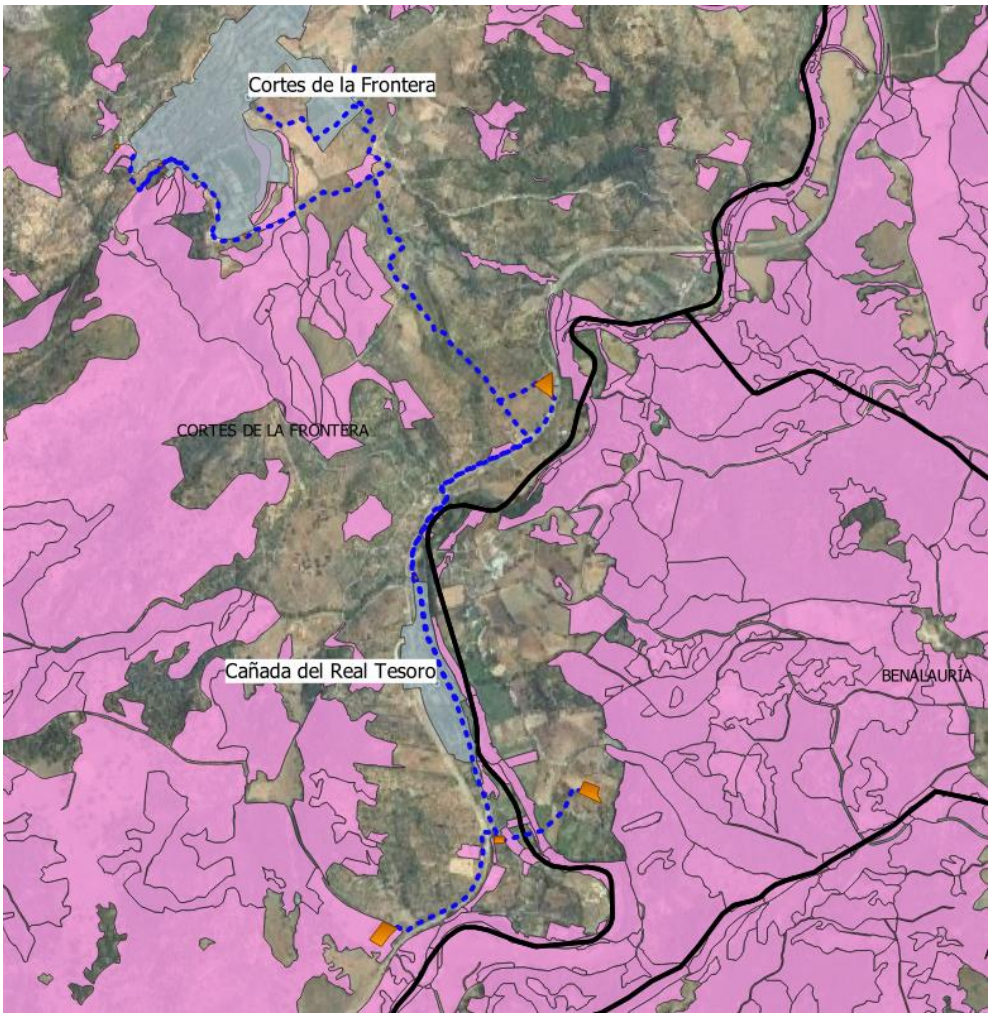
En Andalucía existe una amplia representación de los más de 200 tipos de hábitat de los 9 grupos definidos en el Anexo I. En cumplimiento de la Directiva Hábitats, desde la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) se lleva a cabo un continuo trabajo de interpretación, localización, delimitación y valoración del estado de conservación de los HICs terrestres recogidos en el Anexo I de la Directiva. La propuesta actualizada de HICs en Andalucía establece 72 Hábitats de Interés que, habiéndose definido subclases en aras de una mejor comprensión y gestión de los mismos, generan un total de 105 capas de información espacial publicadas, a las que hay que sumar la capa única regional que las reúne a todas.

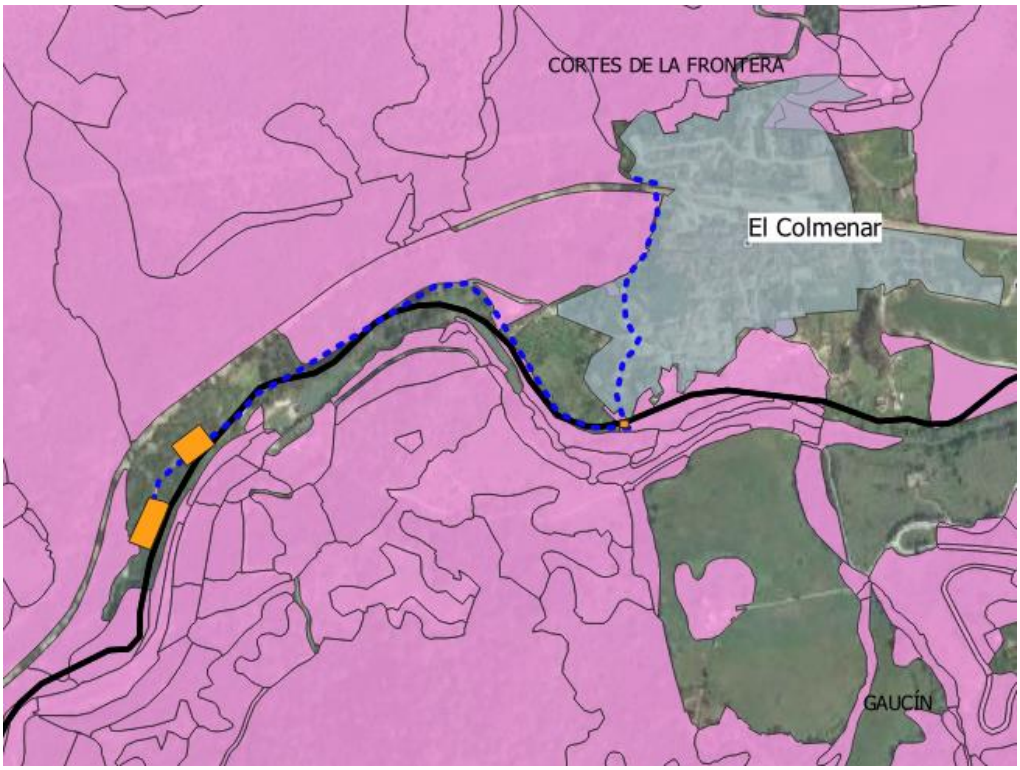
Consultando la información disponible actualizada en la REDIAM, se identifican los siguientes HICs en el ámbito de estudio. Se han representado en rosa en las siguientes imágenes, y serán tenidos en cuenta en la redacción de los correspondientes proyectos y en sus Estudios Ambientales:




Montejaque
MONTEJAQUE
Benaoján
BENAOJÁN


Barriada de la Estación
JIMERA DE LÍBAR
Jimera de Líbar


Cortes de la Frontera
CORTES DE LA FRONTERA
Cañada del Real Tesoro
BENALAURÍA

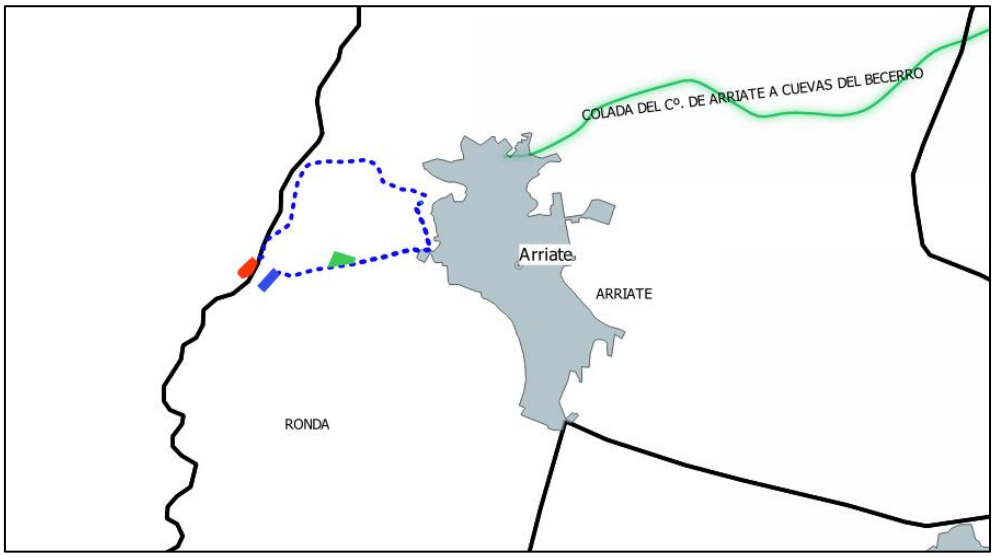


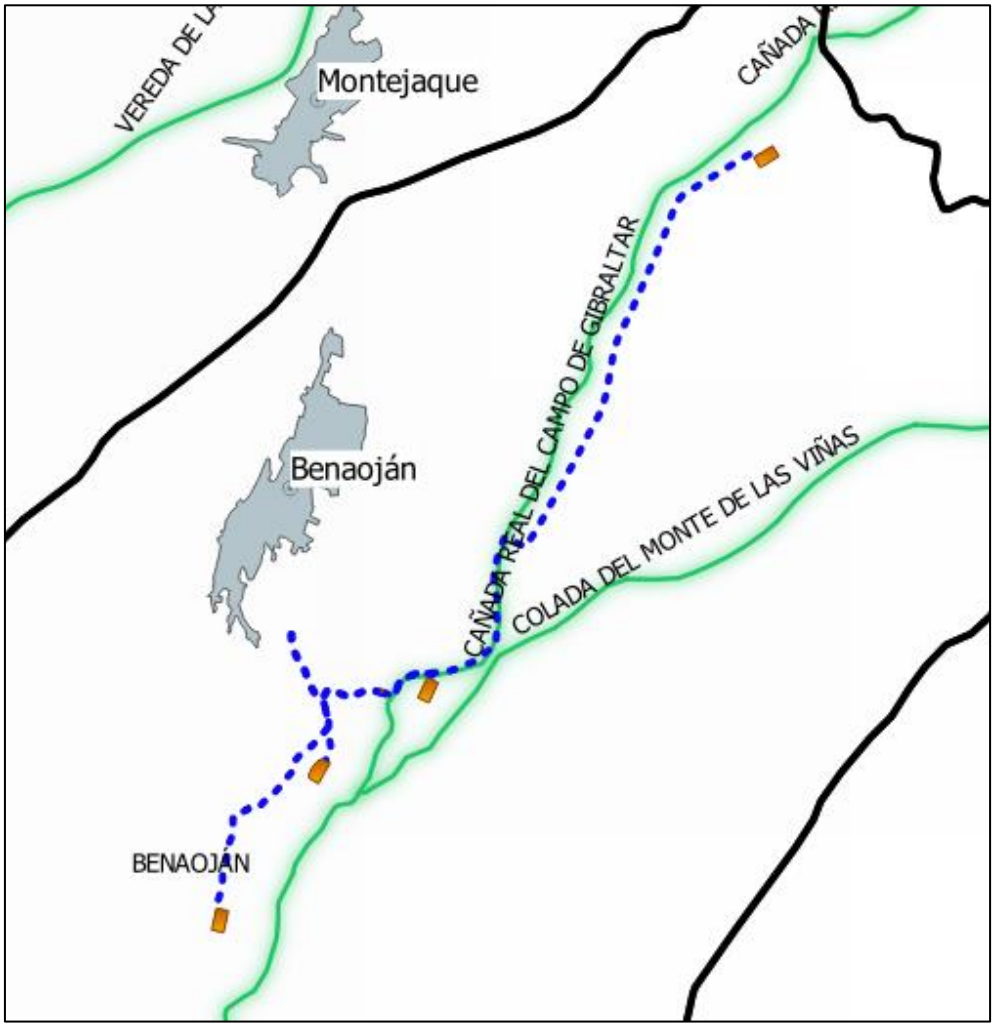
10.1.3 Vías Pecuarias

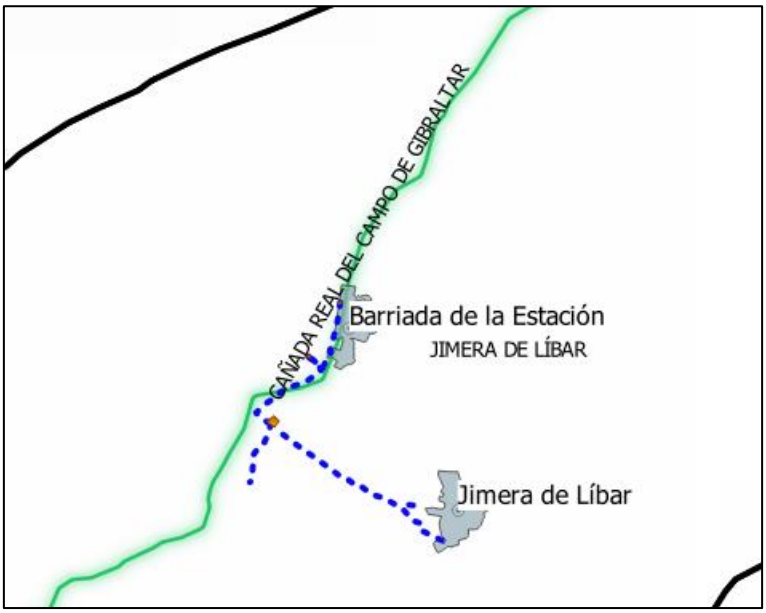
La Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias y el Decreto 155/1998 de 21 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma Andaluza establecen el régimen jurídico de estas vías, con el objeto de coadyuvar a su conservación y al mantenimiento de sus usos primarios de tránsito ganadero y otros usos rurales, sin perjuicio de los usos compatibles y complementarios.

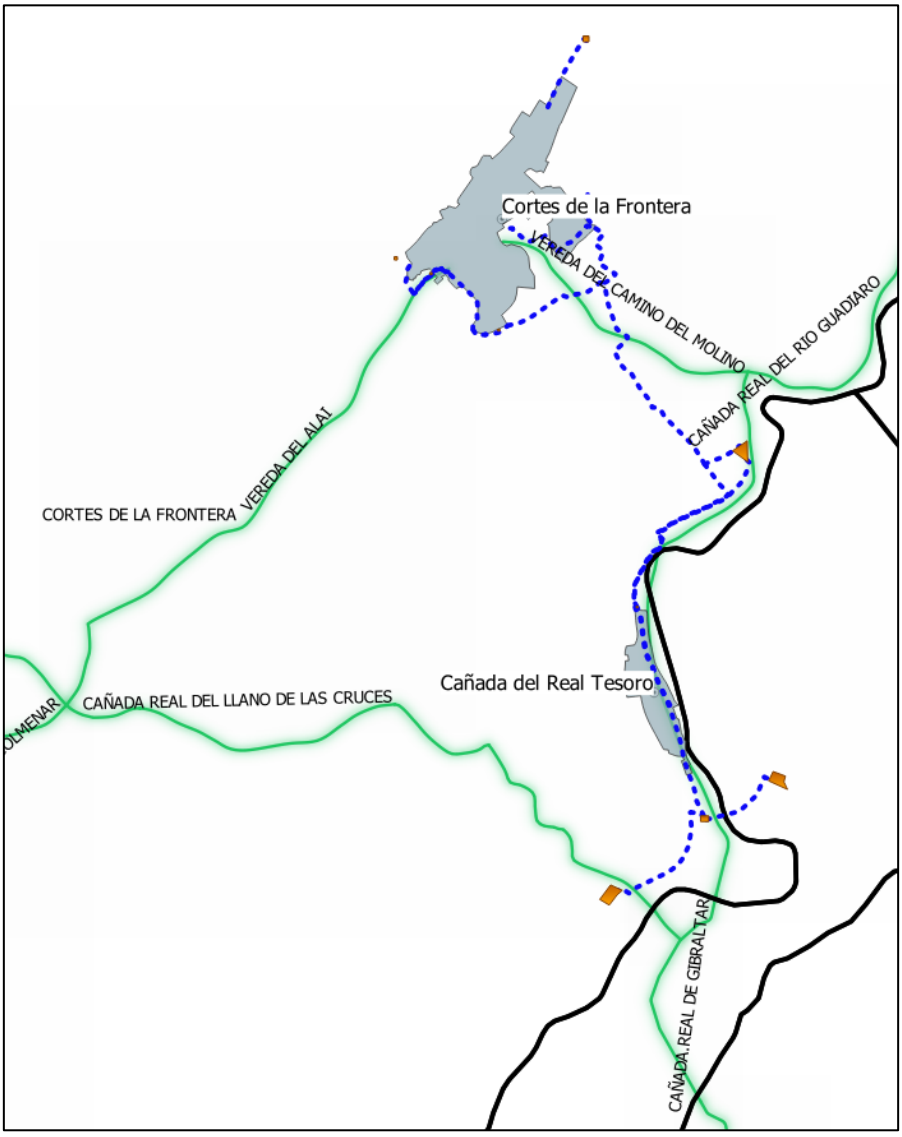
En la REDIAM (Red de Información Ambiental de Andalucía) se identifican las vías pecuarias presentes en Andalucía, distinguiendo aquellas que estás deslindadas.

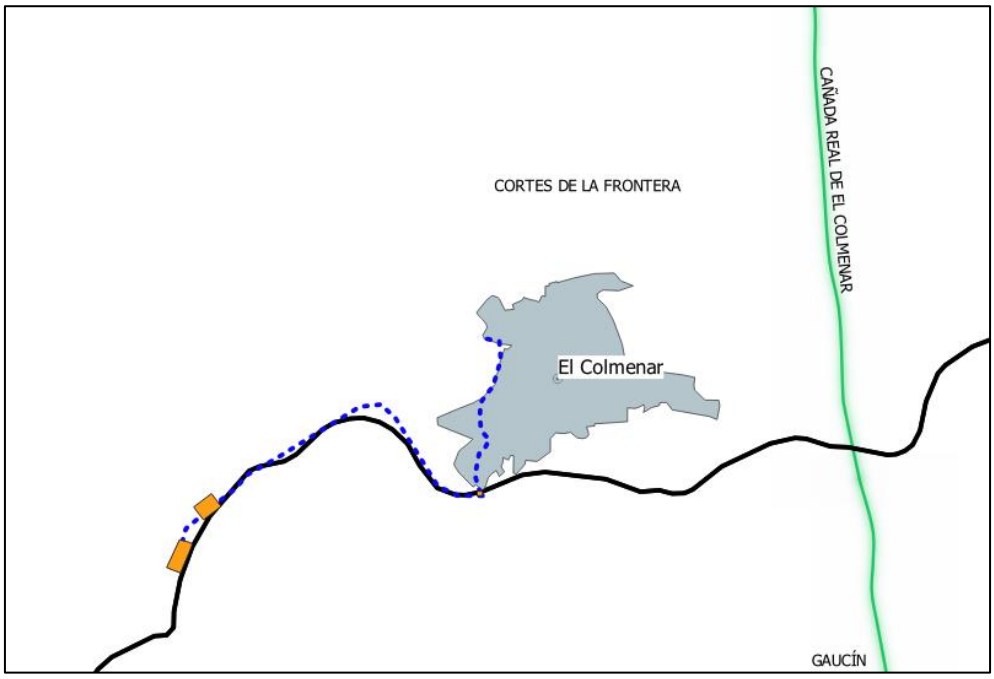
A continuación, se identifican las vías pecuarias presentes en el ámbito de estudio, ninguna de las cuales está deslindada, indicando cuales pueden ser afectadas por la actuación y el tipo de afección previsto.


COLADA DEL Cº. DE ARRIATE A CUEVAS DEL BECERRO
Arriate
ARRIATE
RONDA


Montejaque
CAÑADA
CAÑADA REAL DEL CAMPO DE GIBRALTAR
Benaoján
COLADA DEL MONTE DE LAS VIÑAS
BENAOJÁN


CAÑADA REAL DEL CAMPO DE GIBRALTAR
Barriada de la Estación
JIMERA DE LÍBAR
Jimera de Líbar


Cortes de la Frontera
VEREDA DEL CAMINO DEL MOLINO
CAÑADA REAL DEL RIO GUADIARO
CORTES DE LA FRONTERA
VEREDA DEL ALAI
Cañada del Real Tesoro
CAÑADA REAL DEL LLANO DE LAS CRUCES
CAÑADA REAL DE GIBRALTAR



PROYECTO	TT.MM.	CODIGOVIA	NOMBRE
1. ARRIATE	NO		
2. BENAOJAN - MONTEJAQUE	**BENAOJÁN**	29028001	CAÑADA REAL DEL CAMPO DE GIBRALTAR
		29028004	COLADA DEL MONTE DE LAS VIÑAS
3. JIMERA DE LÍBAR	**JIMERA DE LÍBAR**	29063001	CAÑADA REAL DEL CAMPO DE GIBRALTAR
4. CORTES + CAÑADA REAL TESORO	**CORTES DE LA FRONTERA**	29046002	CAÑADA REAL DEL LLANO DE LAS CRUCES
		29046007	VEREDA DEL ALAI
		29046008	VEREDA DEL CAMINO DEL MOLINO
		29046009	CAÑADA REAL DEL RIO GUADIARO
5. EL COLMENAR	NO		

En el proyecto se tendrán en cuenta dichas vías pecuarias y se seguirá el procedimiento establecido en la normativa andaluza en el caso de que alguna de ellas pueda resultar afectada por la actuación (ocupación temporal, servidumbres, cruces, paralelismos, etc.)

Durante la redacción de los correspondientes Estudios Ambientales se llevará a cabo la consulta ante la Delegación Territorial en Málaga de la Consejería competente en materia de Medio Ambiente, solicitando información sobre las vías pecuarias y los bienes de su competencia que pudieran verse afectados por la ejecución del proyecto, así como las condiciones de ocupación y cruce sobre las mismas, en caso de que hubiera afección.

Además, se elaborará la documentación para solicitar la Autorización de ocupación de vías pecuarias y para solicitar la Autorización de uso compatible de vías pecuarias.

Antes del inicio de las obras, el titular de las mismas deberá tramitar el expediente de autorización de ocupación de las vías pecuarias afectadas, ya sea por cruce o por paralelismo, según el artículo 46 del Decreto 155/1988, de 21 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

10.1.4 Patrimonio Cultural. Yacimientos Arqueológicos

La normativa de aplicación, a nivel estatal, es la Ley 16/1985, de 25 de junio, de Patrimonio Histórico Español y, a nivel autonómico, la Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía y el Decreto 168/2003, de 17 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Arqueológicas.

Al objeto de evitar cualquier afección a elementos patrimoniales, se ha solicitado al Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico (IAPH) información acerca de la existencia de elementos patrimoniales catalogados recogidos en el SIPHA (Sistema de Información del Patrimonio Histórico de Andalucía). Para ello, se ha enviado la delimitación de la zona de estudio en formato shape. El IAPH nos ha contestado enviándonos los archivos en formato shape con la información espacial disponible en dicho Centro.

Por otro lado, como se ha recogido en apartados anteriores, se han consultado los PGOUs de los 5 términos municipales en los que se desarrolla la actuación, identificando los elementos protegidos y catalogados con diferentes valores patrimoniales (arqueológicos, etnológicos o arquitectónicos).

Con dicha información, tanto la facilitada por el IAPH y la recogida en los diferentes PGOUs, se han elaborado los planos adjuntos. Como puede verse en los mismos, hay algunos elementos patrimoniales afectados por la actuación proyectada, como es el caso de la zona de patrimonio arqueológico de LAS HUERTAS en Jimera de Líbar.

Durante la redacción de los correspondientes Estudios Ambientales se llevará a cabo la consulta ante la Delegación Territorial en Málaga de la Consejería competente en materia de Cultura, solicitando cualquier información adicional existente al respecto, así como los condicionantes a tener en cuenta en la redacción del proyecto y futura ejecución de las obras, y, si procede, el correspondiente certificado de innecesaridad de la realización de una actividad arqueológica preventiva.

En los casos en los que la Delegación Territorial en Málaga de la Consejería competente en materia de Cultura requiera una ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA SUPERFICIAL PREVIA para informar favorablemente el proyecto, IDOM contará con un arqueólogo competente para llevar a cabo dicha actividad, en cumplimiento del artículo 32 de la Ley 14/2007, de 26 de noviembre, de Patrimonio Histórico de Andalucía. En todo caso, se propondrá y presupuestará en el capítulo ambiental del presupuesto que se lleve a cabo el seguimiento arqueológico en obra durante el movimiento de tierras.

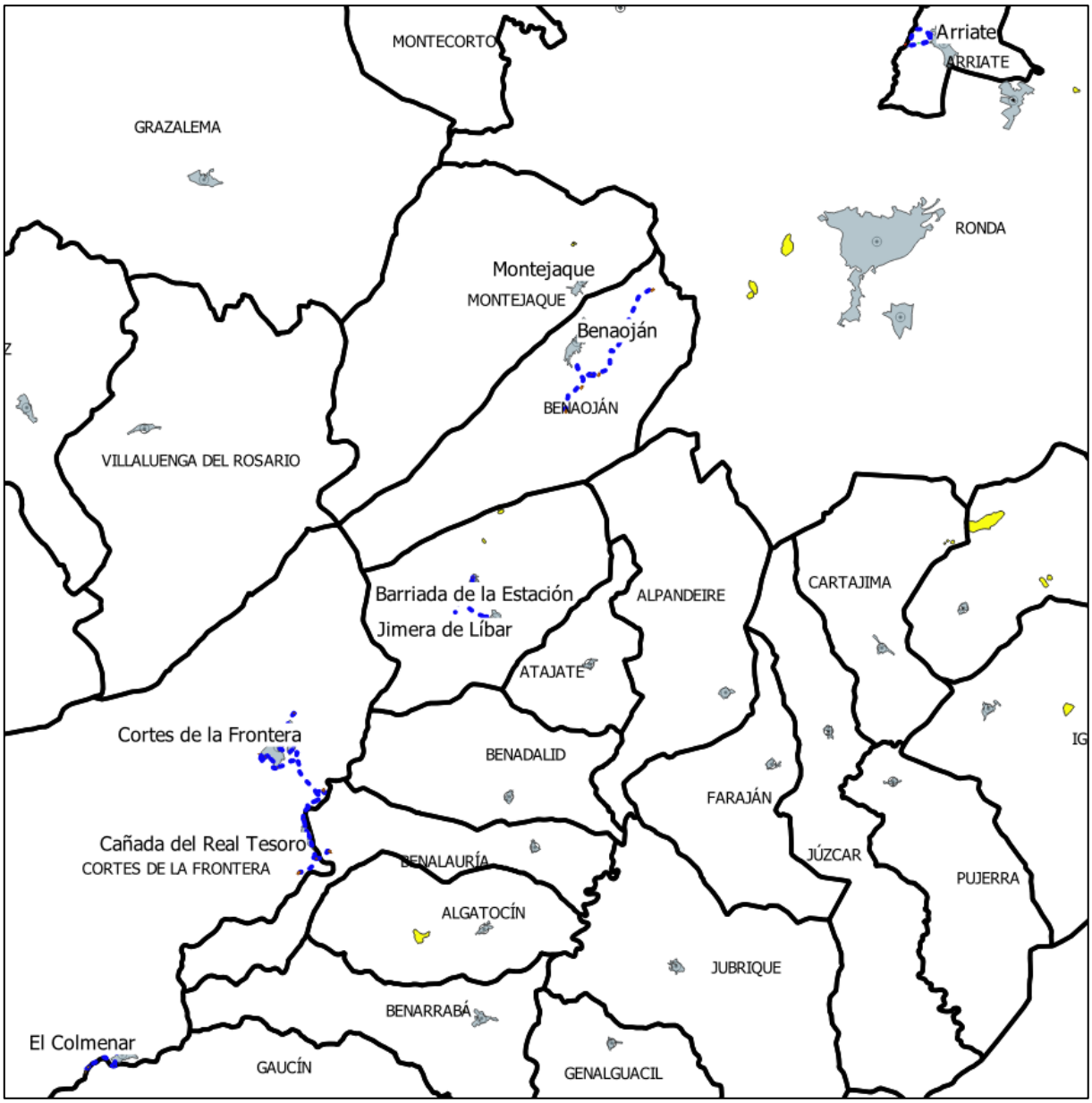
10.1.5 Explotaciones Mineras

Estas se regulan mediante el DECRETO 369/2010, de 7 de septiembre, por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los Recursos Minerales de Andalucía (PORMIAN 2010-2013).

Andalucía cuenta con un gran potencial de recursos naturales. Su gran diversidad biológica, geológica y paisajística hace que se considere a esta Comunidad como una de las regiones más ricas y mejor conservadas de Europa, por ello, el aprovechamiento de este potencial de los recursos minerales andaluces debe hacerse de manera racional, eficiente, diversificada y dentro de las pautas señaladas por el desarrollo sostenible. La incorporación de todas las variables que deben ser tenidas en cuenta en el conjunto de las actividades de extracción y transformación de materias primas minerales es hoy día una exigencia, una necesidad y un objetivo específico del Gobierno Andaluz.

Para lograr la consecución de estos objetivos, fue aprobado mediante el Decreto 369/2010, de 7 de septiembre, el Plan de Ordenación de los Recursos Minerales de Andalucía 2010-2013 (en adelante PORMIAN), que se erigió como instrumento planificador que ha orientado estratégicamente las actividades de investigación y explotación de los recursos minerales en el territorio de Andalucía en este horizonte temporal.

Las explotaciones mineras identificadas en el área de estudio se identifican en la siguiente imagen en color amarillo. Ninguna de ellas se ve afectada por la actuación.



10.1.6 Valoración del Impacto en la Salud (VIS)

Desde el ámbito estatal, a través de la promulgación de la Ley 33/2011 General de la Salud Pública, de 4 de octubre, se estableció por primera vez que las Administraciones Públicas deberían someter a evaluación del impacto en la salud los planes, programas y proyectos que fuesen seleccionados por tener un impacto significativo en la salud. En base a esto, y a través de la promulgación de la Ley 6/2011, de 23 de diciembre, de Salud Pública de Andalucía que regula en su Título II la Evaluación de impacto en la salud y del Decreto 169/2014, de 9 de diciembre, por el que se establece el procedimiento de la Evaluación del Impacto en la Salud de la Comunidad Autónoma de Andalucía, se ha establecido la herramienta EIS (Evaluación del

Impacto en Salud) para predecir los posibles impactos positivos y negativos de las actuaciones reflejadas en el anexo I del Decreto 169/2014, sobre la salud de la población.

En este caso, las actuaciones en cuestión se tratan de CINCO plantas de tratamiento de aguas residuales cuya capacidad es inferior a 10.000 habitantes equivalentes, que están recogidas en el Anexo I del Decreto 169/2014. Estas CINCO actuaciones se sitúan a menos de 1.000 metros de una zona residencial, por lo que en todos los proyectos se requiere dar cumplimento al procedimiento establecido del artículo 15 al 23, de Valoración del Impacto en la Salud (en adelante VIS).

Durante la redacción de los correspondientes Estudios Ambientales se llevará a cabo la redacción de un apartado específico para la Valoración del Impacto en la Salud (VIS) de los proyectos: ANEXO DE VALORACIÓN DEL IMPACTO EN LA SALUD (VIS).

Según el artículo 18 (Presentación de la valoración de impacto en salud) de este Decreto 169/2014, elaborada la valoración de impacto en salud con el contenido previsto en el artículo 6 y de conformidad con lo dispuesto en los artículos 24 y 31 de la Ley 7/2007, de 9 de julio, el promotor de la actuación la presentará conjuntamente con la documentación a aportar para la solicitud de autorización ambiental integrada, unificada o calificación ambiental, respectivamente.

10.1.7 Plan de autoprotección contra incendios

En cumplimiento de lo establecido en la *Ley 5/1999, de 29 de junio, de prevención y lucha contra los incendios forestales*, en donde se indica que los titulares, propietarios, asociaciones o entidades urbanísticas colaboradoras o representantes de núcleos de población aislada, urbanizaciones, campings, empresas e instalaciones o actividades ubicadas en Zonas de Peligro deberán elaborar un Plan de Autoprotección contra incendios.

De acuerdo con lo dispuesto en el *Decreto 470/1994, de 20 de diciembre, de prevención de incendios forestales,* y en concreto en su Anexo I, todos los términos municipales de los proyectos previstos se encuentran catalogados como zonas de peligro al completo:

- Comarca SERRANIA DE RONDA: Arriate, Benaoján, Jimena de Líbar, Montejaque
- Comarca OCCIDENTAL: Cortes de la Frontera
- Comarca MONTES DE MALAGA: Colmenar

Así pues, las presentes actuaciones deben contar con un Plan de Autoprotección contra Incendios.

Durante la redacción de los correspondientes Estudios Ambientales se llevará a cabo la redacción de un apartado específico: ANEXO DE PLAN DE AUTOPROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

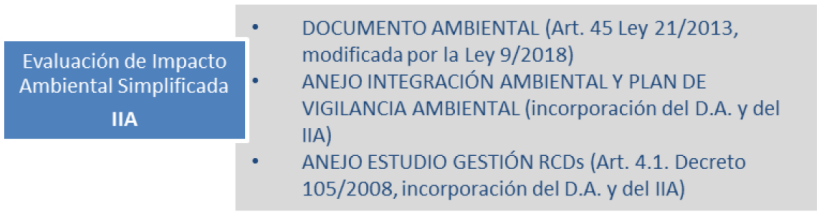
10.2. TRAMITACIÓN AMBIENTAL

En este apartado se pretende hacer hincapié en que, una vez sea seleccionada la alternativa a desarrollar, se elaborará el estudio ambiental procedente y se realizará la correspondiente tramitación, según la legislación aplicable.

NORMATIVA ESTATAL: LEY 21/2013, DE DICIEMBRE, DE EVALUACIÓN AMBIENTAL (MODIFICADA POR LA LEY 9/2018, DE 5 DE DICIEMBRE)

Teniendo en cuenta la población de los núcleos a los que es preciso dar servicio, se observa que la capacidad máxima de las depuradoras a proyectar no superará los 10.000 habitantes equivalentes, por lo que, considerando las magnitudes y ubicación de los proyectos, en base a la *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental* (NORMATIVA ESTATAL), pueden ubicarse en dos escenarios distintos:

- **ESCENARIO 1**: Las actuaciones a proyectar precisan someterse al procedimiento de **EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL SIMPLIFICADA**, para la obtención del correspondiente **INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL (IIA)**, para lo que se deberá elaborar el **DOCUMENTO AMBIENTAL** recogido en el artículo 45 de la Ley 21/2013, además del resto de la documentación ambiental señalada en el siguiente cuadro:



  Este primer escenario es el que se considera más probable, debido a la coincidencia territorial de los proyectos con espacios naturales protegidos pertenecientes a la Red Natura 2000, por lo que se considera que los proyectos pueden quedar encuadrados dentro del Art. 7.2 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, en alguno de los siguientes apartados:

  Grupo 4. Industria energética.

b) Construcción de líneas para la transmisión de energía eléctrica (proyectos no incluidos en el anexo I) con un voltaje igual o superior a 15 kV, que tengan una longitud superior a 3 km, salvo que discurran íntegramente en subterráneo por suelo urbanizado, así como sus subestaciones asociadas.

Grupo 10. Los siguientes proyectos que se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

a) Plantas de tratamiento de aguas residuales cuando puedan suponer transformaciones ecológicas negativas para el espacio.

- **ESCENARIO 2**: La actuación a proyectar precisa someterse al procedimiento de **EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ORDINARIA,** para la obtención de la correspondiente **DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (DIA)**, para lo que se deberá elaborar el **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA)** recogido en el artículo 35 de la Ley 21/2013.

  Este escenario se produciría en el supuesto de que el órgano ambiental determine que el proyecto ha de ser objeto de una evaluación de impacto ambiental ordinaria, o por encontrarse en alguno de los siguientes apartados:

  Grupo 4. Industria energética.

  b) Construcción de líneas para la transmisión de energía eléctrica (proyectos no incluidos en el anexo I) con un voltaje igual o superior a 15 kV, que tengan una longitud superior a 3 km, salvo que discurran íntegramente en subterráneo por suelo urbanizado, así como sus subestaciones asociadas.

NORMATIVA AUTONÓMICA: LEY 7/2007, DE 9 DE JULIO, DE GESTIÓN INTEGRADA DE LA CALIDAD AMBIENTAL

Por otro lado, considerando la normativa autonómica, en concreto la *Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental,* la actuación objeto de este proyecto puede estar incluida en varios epígrafes de su Anexo I, donde se recogen las categorías de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental: Autorización Ambiental Integrada (AAI), Autorización Ambiental Unificada (AAU), Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) y Calificación Ambiental (CA). Esta Ley autonómica se ha ido modificado/actualizando, siendo el texto consolidado de 15 de octubre de 2018 recogido en el BOE, la última actualización.

A continuación, se indican los nº de categorías en los que podrían encuadrarse las actuaciones previstas:

CATEGORÍA	ACTUACIÓN	INSTRUMENTO
2.15	Construcción de líneas aéreas de transmisión de energía eléctrica de longitud superior a 3.000 metros. Se exceptúan sustituciones que no se desvíen de la traza más de 100 m.	AAU
2.17	Construcción de líneas aéreas de transmisión de energía eléctrica de longitud superior a 1.000 metros no incluidas en el epígrafe 2.15. Se exceptúan las sustituciones que no se desvíen de la traza más de 100 metros.	CA
8.4 BIS	Plantas de tratamiento de aguas residuales cuando puedan suponer transformaciones ecológicas negativas para el espacio y se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos (incluidos los recogidos en la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección), Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.	AAU
8.5	Plantas de tratamiento de aguas residuales cuya capacidad sea inferior a 10.000 habitantes equivalentes.	CA
13.7	Los siguientes proyectos cuando se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos (incluidos los recogidos en la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección), Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad: a) Transformaciones de uso del suelo que impliquen eliminación de la cubierta vegetal superiores a 1 hectárea. c) Líneas eléctricas para el suministro de energía eléctrica cuya longitud sea superior a 1.000 metros o que supongan un pasillo de seguridad sobre zonas forestales superior a 5 metros de anchura. f) Plantas de tratamiento de aguas residuales menores de 10.000 hab./equiv.	AAU

Según la tabla anterior, la mayoría de las actuaciones objeto de estudio estaría sometida al instrumento de prevención y control ambiental de **CALIFICACIÓN AMBIENTAL (CA)**, dado que las EDARs tendrían que dimensionarse para menos de 10.000 habitantes equivalentes.

Sin embargo, según el Artículo 27 (Ámbito de aplicación) de la Ley 7/2007, de 9 de julio, se encuentran sometidas a AUTORIZACIÓN AMBIENTAL UNIFICADA las actividades sometidas a

CALIFICACIÓN AMBIENTAL que se extiendan a más de un municipio, por lo tanto, las actuaciones que se ubican en dos municipios estarían sometidas al instrumento de prevención y control ambiental de **AUTORIZACIÓN AMBIENTAL UNIFICADA (AAU)**, como es el caso de:

1. ARRIATE:	Términos municipales de Arriate y Ronda.
2. BENAOJAN -MONTEJAQUE	Términos municipales de Benaoján y Montejaque.
4. CORTES + CAÑADA REAL TESORO	Términos municipales de Cortes de la Frontera y Benalauría.
5. EL COLMENAR	Términos municipales de Cortes de la Frontera y Gaucín.

En el caso de la EDAR de JIMERA DE LÍBAR, estaría sometida al instrumento de prevención y control ambiental de **AUTORIZACIÓN AMBIENTAL UNIFICADA (AAU)**, por encontrarse en el epígrafe 13.7:

"Los siguientes proyectos cuando se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos (incluidos los recogidos en la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección), Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad:

a) Transformaciones de uso del suelo que impliquen eliminación de la cubierta vegetal superiores a 1 hectárea.

c) Líneas eléctricas para el suministro de energía eléctrica cuya longitud sea superior a 1.000 metros o que supongan un pasillo de seguridad sobre zonas forestales superior a 5 metros de anchura.

f) Plantas de tratamiento de aguas residuales menores de 10.000 hab./equiv".

Según el análisis anterior, las actuaciones objeto de estudio estarían sometidas al instrumento de prevención y control ambiental de **AUTORIZACIÓN AMBIENTAL UNIFICADA** (en adelante AAU). Según el artículo 28 del *Decreto 356/2010, de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada*, relativo a la iniciación del procedimiento de AAU en actuaciones

cuya evaluación de impacto ambiental corresponda al órgano ambiental de la Administración General del Estado:

> *"1. En el supuesto de que el órgano con competencia para emitir la declaración de impacto ambiental sea la Administración General del Estado con arreglo al artículo 4.1 del Texto Refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos, la solicitud y la documentación prevista en el artículo 6.1 de dicho Texto Refundido se presentarán ante el órgano sustantivo.*
>
> *2. Simultáneamente la persona o entidad promotora podrá solicitar al órgano ambiental competente de la Administración de la Junta de Andalucía la autorización ambiental unificada, para lo que deberá aportar copia de la solicitud de autorización presentada ante el órgano sustantivo y la documentación contemplada en el artículo 16, con la excepción del estudio de impacto ambiental. En caso de que la solicitud de autorización ambiental unificada adolezca de errores o insuficiencias, se otorgará el trámite de subsanación previsto en el artículo 71 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre."*

Por lo tanto, para la presente actuación, el Ministerio competente en materia de Medio Ambiente es el promotor, órgano sustantivo y órgano ambiental y ante él se presentará el DOCUMENTO AMBIENTAL, para que sea sometido a la correspondiente tramitación ESTATAL descrita: **EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL SIMPLIFICADA.** En paralelo, si lo estimara oportuno, también podría solicitar la correspondiente AUTORIZACIÓN AMBIENTAL UNIFICADA (AAU) ante el órgano ambiental competente de la Administración de la Junta de Andalucía.

Los **antecedentes** existentes en relación a las actuaciones previstas son: El anteproyecto de la AA.VV: y EDAR de Arriate fue sometida a AAU y obtuvo informe vinculante, que actualmente ya ha prescrito; la AA.VV, y EDAR de Jimera de Líbar fue sometida a EIA Simplificada y obtuvo IIA Favorable el 17/06/2015; para la AA.VV. y EDAR de Cortes de la Frontera se redactó la documentación para la EIA Simplificada, pero en octubre de 2015 se desistió su tramitación debido a que la parcela se encontraba en zona inundable; la AA.VV, y EDAR de El Colmenar fue sometida a EIA Simplificada y obtuvo IIA Favorable el 26/10/2016.

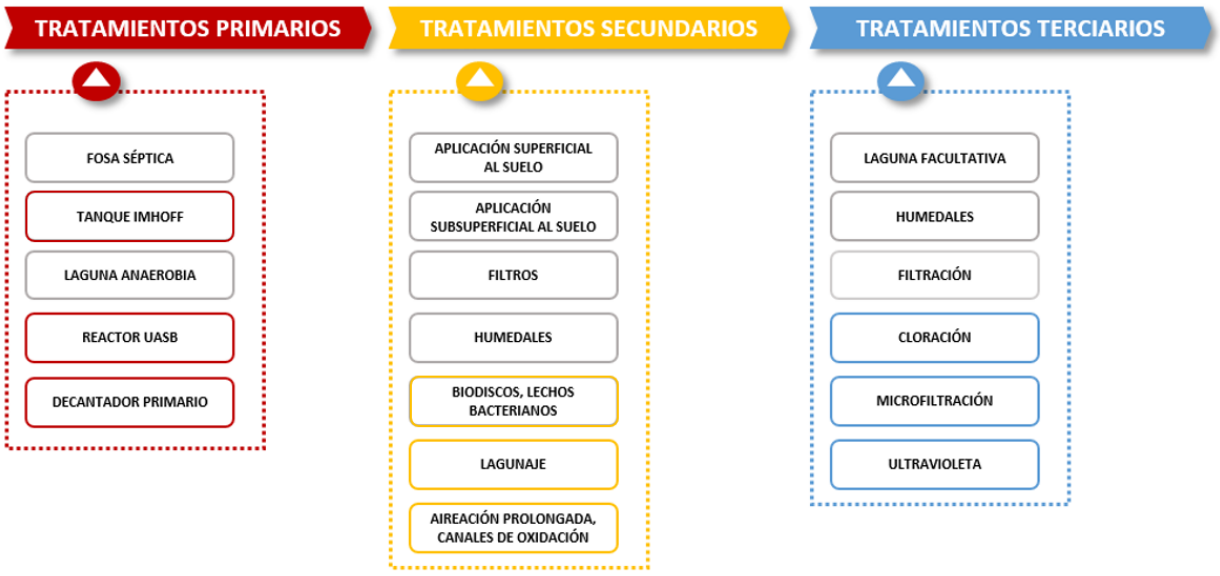
11. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

11.1. ALTERNATIVAS PROCESOS DE DEPURACIÓN Y TRATAMIENTO DE FANGOS

Siguiendo lo expuesto en la Directiva 91/271/CEE, las aglomeraciones de menos de 10.000 habitantes equivalentes son consideradas pequeñas poblaciones, lo que significa que la solución de tratamiento podría verse beneficiada por las ventajas de los sistemas naturales o extensivos de depuración. En general, la solución de tratamiento se basará en buscar:

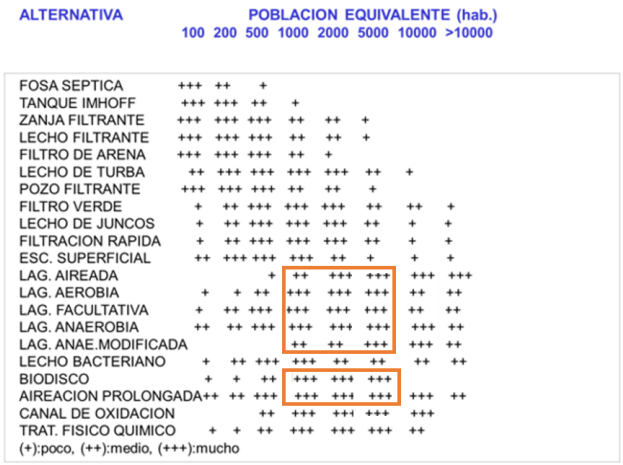
- Tiempo mínimo de operador
- Mínimo mantenimiento
- Eficaz ante variaciones de caudal y carga
- Gasto mínimo de energía
- Instalaciones donde los posibles fallos de equipos y proceso causen el mínimo deterioro
- Máxima integración en el medio ambiente

Las principales opciones de tratamiento para pequeñas y medianas aglomeraciones se resumen en la siguiente figura:



Según el porcentaje de reducción de contaminantes que se desee obtener, la disponibilidad de espacio, la formación o especialización de los explotadores o el ahorro en consumo eléctrico entre otras razones, algunos de los métodos anteriormente mencionados serán más o menos indicados.

Se representa en la siguiente imagen la idoneidad de la aplicación de los sistemas presentados en función del número de habitantes equivalentes.



ALTERNATIVA	POBLACION EQUIVALENTE (hab.) 100	200	500	1000	2000	5000	10000	>10000
FOSA SEPTICA	+++	++	+					
TANQUE IMHOFF	+++	+++	++	+				
ZANJA FILTRANTE	+++	+++	+++	++	++	+		
LECHO FILTRANTE	+++	+++	+++	++	++	+		
FILTRO DE ARENA	+++	+++	+++	++	+			
LECHO DE TURBA	++	+++	+++	+++	+++	++	+	
POZO FILTRANTE	+++	+++	+++	++	++	+		
FILTRO VERDE	+	++	+++	+++	+++	++	++	+
LECHO DE JUNCOS	+	++	+++	+++	+++	++	+	+
FILTRACION RAPIDA	+	++	+++	+++	+++	++	+	+
ESC. SUPERFICIAL	++	+++	+++	+++	++	+	+	+
LAG. AIREADA			+	++	+++	+++	+++	+++
LAG. AEROBIA	+	+	++	+++	+++	+++	++	++
LAG. FACULTATIVA	+	++	+++	+++	+++	+++	++	++
LAG. ANAEROBIA	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	++
LAG. ANAE.MODIFICADA				++	++	+++	+++	++
LECHO BACTERIANO	+	++	+++	+++	++	++	++	++
BIODISCO	+	+	++	+++	+++	+++		
AIREACION PROLONGADA	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	++
CANAL DE OXIDACION			++	+++	+++	+++	+++	
TRAT. FISICO QUIMICO	+	+	++	+++	+++	+++	++	

(+):poco, (++):medio, (+++):mucho

Campo poblacional de aplicación de las diferentes alternativas de depuración (Fuente: La depuración de las aguas residuales en pequeñas comunidades. Criterios de selección. Ramón Collado Lara, 1991)

Los sistemas de depuración como lagunajes, filtros de turba, filtros verdes o humedales artificiales presentan ciertas ventajas frente a los sistemas de depuración convencionales. Estas ventajas consisten fundamentalmente en que presentan unos costes asociados a la operación muy reducidos en comparación con aquéllos, y en su mayor simplicidad constructiva y de explotación. La mayoría de las operaciones de mantenimiento y explotación de este tipo de instalaciones se pueden asimilar a labores agrícolas clásicas (rastrillado, eliminación de malas hierbas, etc.) por lo que el personal de mantenimiento no requiere de una elevada especialización, pudiendo ser desempeñadas incluso por habitantes de la zona en la que se ubica la instalación.

Sin embargo, desde el punto de vista de la superficie necesaria para su implantación, son sistemas cuya implantación es muy extensiva. Mientras que una EDAR basada en un sistema de aireación prolongada necesitaría en torno a 0,8 m²/heq, un humedal aumentaría el ratio a 2-4 m²/heq, dependiendo de la carga de entrada, y un lagunaje incluso hasta 6 m²/heq. Por ejemplo, la EDAR de Albondón, de humedales, depura el ARU de 800 heq, ocupando una superficie de 3.000 m².

Además de sus mayores exigencias en cuanto a superficie, conviene tener en cuenta que los humedales requieren de una larga puesta en marcha, que puede llegar a ser de varios años, en el caso de los sistemas de flujo superficial. Los humedales pueden presentar también riesgo de colmatación del sustrato y son poco flexibles ante modificaciones de las condiciones operativas,

es decir, que lleguen cargas superiores a lo esperado o vertidos anómalos. Para corregir la colmatación del sustrato sería necesario aislar el humedal afectado durante varias semanas o incluso meses y derivar el agua, pudiendo llegar a ser necesario la restitución de parte del ARU a cauce sin tratamiento, situación que no sería deseable.



Humedal colmatado EDAR Žminj -Croacia- (Fuente: Constructed Wetlands)

Por último, es preciso mencionar que, en algunos casos, es posible que se dé la aparición de mosquitos, y que, en casos de pérdidas de agua por evapotranspiración, se produce un incremento de la salinidad de los efluentes depurados.

Respecto a los sistemas de aplicación al terreno (como filtros verdes o zanjas, lechos y pozos filtrantes), se debe tener en cuenta que no resultan indicados en zonas de acuíferos con uso consuntivo, pues se podría llegar a contaminar el freático. Debido a que en esta zona hay una gran masa de agua subterránea, de la que además se abastecen, se descarta el empleo de estos sistemas.

Con todo lo mencionado, para el caso que nos ocupa, no se consideran viables ni los sistemas de aplicación al terreno ni los humedales.

Respecto a los tratamientos de biopelícula, uno de los grandes problemas es su colmatación ante cargas variables, pudiendo esto llevar a problemas de rotura del eje. Para evitar esto, se deben plantear varias líneas (por ejemplo, cuatro en lugar de dos) repartiendo así la carga entre diferentes equipos, y permitiendo combinarlos según las necesidades. Frente a una aireación prolongada, este sistema sería beneficioso para una EDAR, pues no consumiría tanta energía y

la operación no sería tan especializada. Los principales inconvenientes son la necesidad de anteponer un tratamiento primario, así como el costo de mantenimiento de los equipos.

Con relación a los lechos bacterianos, se destaca su flexibilidad y eficacia en cuanto a la eliminación de la materia orgánica. El rango de población no es limitante, puesto que hay depuradoras de mayor población, como la de Albacete, que operan sin ningún problema con este sistema.

No obstante, una condición para que este proceso funcione adecuadamente es que requiere una mano de obra especializada, pues una explotación deficiente de este proceso conlleva la aparición de vectores (moscas, mosquitos y otros insectos) así como una reducción drástica en los rendimientos de depuración.

Por último, se puede recurrir también a los sistemas de lodos activados o a modificaciones de este como son los MBR, MMBR o SBR.

Dentro de los lodos activados, y por el tamaño de población, las soluciones que se plantean son diferentes configuraciones de aireación prolongada, para los que más adelante, se analizan todas las variables que intervienen en la selección de un sistema de depuración.

Respecto a los otros sistemas, se va a descartar el MMBR pues conlleva mayores costes de gestión, no justificables para el tamaño de población que nos ocupa. Además, los MMBR resultan idóneos para optimizar el proceso en plantas ya existentes de lodos activados que se han quedado pequeñas. Respecto a los SBR, requieren de operadores especializados y con experiencia previa en el sistema, por lo que debido al tamaño de población no se considerarán tampoco. Por último, en cuanto a los MBR, aunque no requiere de una mano de obra muy especializada, el costo de inversión inicial es elevado, por lo que se descarta su estudio.

La exposición realizada sobre las características principales de los sistemas de depuración permite ya identificar aquéllos que puedan resultar más idóneos para los casos de estudio. No obstante, se considera oportuno llevar a cabo un análisis multicriterio que permita comparar analíticamente la mayor o menor aptitud de cada uno de ellos. Los sistemas que se considerarán para este análisis serán **los lechos bacterianos**, los **biodiscos** y la **aireación prolongada**. Para el caso de la aireación prolongada, se estudiará además la opción de recurrir a otros sistemas de aireación que permitan optimizar el consumo energético (el mayor detractor de este tipo de procesos).

11.1.1 Descripción procesos seleccionados para el estudio

11.1.1.1 Aireación prolongada

La línea de procesos, en términos generales, consta de:



Ventajas: bajos requisitos de superficie; buenos rendimientos en la eliminación de sólidos en suspensión y materia orgánica; flexibilidad ante variaciones en la carga contaminante; adaptación buena para eliminación de nutrientes, y los lodos salen de la cuba biológica ya estabilizados.

Inconvenientes: elevado consumo energético; bajos rendimientos en la eliminación de patógenos, y si se emplean aireadores de superficie se forman aerosoles que pueden transportar agentes patógenos. Esto se puede eliminar si se cubren los reactores.

Cabe resaltar que uno de los inconvenientes de la aireación prolongada es el elevado consumo energético asociado al suministro de aire. Con objeto de solventar esto, algunos fabricantes han desarrollado patentes de sistemas que modifican la forma de suministro de aire, optimizando el rendimiento del sistema y el consumo. Tal es el caso de la tecnología MABR (reactor con biopelícula de membrana), en donde se elimina la necesidad de aire comprimido para la aireación del agua residual. Para ello, se disponen unas membranas enrolladas en el fondo del reactor, en las que se inyecta una corriente constante de aire a baja presión. A través de estas espirales se distribuye el oxígeno al agua. Esta estructura produce una eficiencia óptima de transferencia del oxígeno utilizando la difusión de aire desde un lado de la membrana hasta el agua residual al otro lado. El oxígeno se consume por las bacterias nitrificantes en la membrana, creando una zona anóxica en la zona adherente a la membrana, donde ocurre la desnitrificación y la eliminación de la DBO.





En la siguiente tabla se presenta una comparativa de este sistema frente a los fangos activos convencionales, MBBR o MBR.

Parametros	Fluence MABR	Fangos Activ. Convenc.	MBBR	MBR
Consumo Energía	<0.4kWh	Moderado	Moderado	Muy alta
Eliminación TN	Alta	Medio	Alta	Alta
O&M Complejidad	Baja	Medio	Medio	Alta
Calidad Efluente	Alta	Bueno	Bueno	Excepcional
Costos de operación	Bajo	Moderado	Moderado	Alto
Problemas de Olores	Sin olores	Con problemas	Con problemas	Con problemas
Necesidades de Superficie	Pequeña	Grande	Grande	Pequeña
Vida útil equipamiento	Más de 20 Años	Más de 20 Años	Más de 20 Años	3-7 años

Comparativa de parámetros entre MABR, fangos activos convencionales, MBBR y MBR. Fuente. Fluence

No obstante, cabe destacar que el principal inconveniente de estos sistemas patentados es la dependencia de un único fabricante. Esto se traduce en problemas durante la explotación pues ante fallas en los equipos no es posible la reparación por parte de un oficial electromecánico en plantilla o la adquisición de repuestos a cualquier taller local, con la consiguiente pérdida de tiempo y repercusiones ambientales que ello pueda conllevar.

Así pues, se ha optado por valorar una aireación prolongada convencional y, dejar a criterio del futuro explotador, si en el proyecto constructivo se opta por desarrollar alguna tecnología patentada como la descrita.

11.1.1.2 Biodiscos

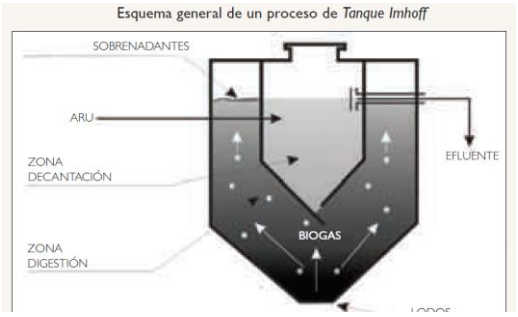
La línea de procesos, en términos generales, consta de:



En este caso, se propone para la decantación primaria un tanque Imhoff, debido a que en el mismo tiene lugar la digestión de los fangos, no requiriéndose un recinto específico para este fin.

Este dispositivo permite un Tratamiento Primario de las ARU, mediante la eliminación de la materia orgánica sedimentable y de los flotantes. La fracción orgánica de los sólidos sedimentados se mineraliza vía anaerobia.

Constan de un único depósito en el que se separan la zona de sedimentación, que se sitúa en la parte superior, de la de digestión de los sólidos decantados, que se ubica en la zona inferior del depósito. La configuración de la apertura que comunica ambas zonas impide el paso de gases y partículas de fango desde la zona de digestión a la de decantación, evitándose que estos gases afecten a la sedimentación de los sólidos en suspensión. El gas y los sólidos que suban se acumularán en los respiraderos de gas, a lo largo de los costados del tanque.



Esquema general de un proceso de Tanque Imhoff (Fuente:, CENTA-ITC, 2006)

El tratamiento biológico se llevará a cabo mediante biodiscos. Son sistemas de tratamiento en los que los microorganismos responsables de la degradación de la materia orgánica se hallan adheridos a un material soporte, que gira semisumergido en el agua a depurar.

Al girar lentamente (1-2 rpm), el soporte expone su superficie alternativamente al agua y al aire. Sobre el soporte se desarrolla, de forma natural y gradualmente, una película de biomasa bacteriana, que emplea como sustrato la materia orgánica soluble presente en el agua residual

y, que toma el oxígeno necesario para su respiración del aire atmosférico, durante la fase en que el soporte se encuentra fuera del agua

En los biodiscos, el soporte para la fijación bacteriana está constituido por un conjunto de discos de material plástico de 2 a 4 m de diámetro. Los discos se mantienen paralelos y a corta distancia entre ellos gracias a un eje central que pasa a través de sus centros. La distancia entre los discos depende de la carga orgánica con la que se opere, estando más separados entre sí los discos de la primera etapa, que son lo que reciben un mayor nivel de carga. La superficie de los discos se corresponde, aproximadamente, con la superficie biológicamente activa para el tratamiento de las aguas.

Ventajas: bajo consumo energético; explotación y mantenimiento simple y sencillo; menos volumen del depósito del reactor; no es necesario recircular fangos del Decantador Secundario a la zona biológica; mejor comportamiento ante la presencia de tóxicos; menor decantación secundaria debido a la mejor sedimentabilidad del fango; mayor resistencia a sobrecargas hidráulicas; se eliminan moscas y malos olores; facilidad de construcción gradual (por módulos, ampliación gradual en función de las necesidades de depuración); no se forman aerosoles, con lo que se evita la inhalación de microgotas de agua por los operarios; bajo nivel de ruidos por la escasa potencia instalada; al estar generalmente ubicadas las unidades de CBR en recintos cubiertos, se mantiene una temperatura más elevada del agua a depurar, con lo que se mejora el rendimiento en periodos fríos.

Inconvenientes: necesidad de material soporte especial; necesidad de diseño mecánico riguroso; montaje complicado; el costo es casi lineal con respecto al caudal; los costes de instalación son elevados; generación de lodos en el proceso que deben ser estabilizados; equipos específicos sujetos a patentes.

11.1.1.3 Lechos bacterianos

La línea de procesos, en términos generales, consta de:



El lecho bacteriano es un proceso de biopelícula, similar al biodisco porque la biomasa queda adherida a un relleno fijo en el reactor. Este material de relleno puede ser o bien plástico o bien natural (piedras como escoria, rocas volcánicas, grava silícea…).

La principal diferencia radica en que el reactor no tiene forma de cuba rectangular de poco calado, sino que se trata de tanques cilíndricos, normalmente de cierta altura, en donde el agua fluye a través de la parte superior de este y el aire se distribuye por el interior también de forma natural o forzada.

En función de la carga orgánica de diseño, se distinguen lechos de baja, media y alta carga o de desbaste. Para pequeñas poblaciones lo habitual es diseñar este proceso de baja carga y aunque con una unidad sería suficiente, es recomendable disponer dos líneas ante posibles situaciones de emergencia.

En este tipo de procesos cobra especial relevante el pretratamiento previo, pues cualquier elemento en exceso (sólidos, áreas o grasas) podría obstruir el lecho y generar flujos preferenciales.

Ventajas: bajos requisitos de superficie, buena tolerancia a sobrecargas hidráulicas, bueno comportamiento frente a choques tóxicos, bajo consumo energético, explotación sencilla, bajo nivel de ruidos, robustez de las instalaciones.

Inconvenientes: altos costes de implantación debido al material de relleno, generación de fango sin estabilizar, menos flexible que los fangos activos respecto a las condiciones de diseño, mala integración paisajística.

11.1.2 Análisis variables de las distintas alternativas

Los parámetros para tener en cuenta en la selección de alternativas son los siguientes:

11.1.2.1 Superficie

Uno de los aspectos más relevantes es el que se refiere a la superficie requerida para cada sistema. A continuación, se muestra una tabla resumen con las superficies necesarias en función del sistema.

ALTERNATIVA	SISTEMA DE DEPURACIÓN	RATIO SUPERFICIE (m^2/hab.)
Alternativa A	Lecho bacteriano	0.3-0.5
Alternativa B	Biodiscos	0.5-0.7
Alternativa C	Aireación prolongada	0.5-0.8

Como puede verse, más o menos todos los sistemas presentan el mismo requerimiento de espacio.

11.1.2.2 Simplicidad de construcción

Atendiendo a la simplicidad de construcción desde el punto de vista de movimiento de tierras, obra civil e instalación de equipos, y siguiendo las recomendaciones del CEDEX, se tiene que el proceso más complejo es la aireación prolongada. Esto se asocia a que requiere de recintos más profundos, con la consiguiente complejidad de las excavaciones y le ejecución de la obra civil. No obstante, en el caso de los biodiscos y el lecho, no hay que perder de vista la ejecución del tanque Imhoff, recomendado para el tratamiento posterior del fango, pero que adquiere profundidades de en torno a 7 metros.

SISTEMAS DE DEPURACIÓN	PROCESO CONSTRUCTIVO		
	Mov. Tierras	Obra Civil	Equipos
Filtro verde	A	A	A
Infiltración rápida	A	A	A
Escorrentía superficial	A	A	A
Lecho de turba	A	B	A
Laguna aireada	C	A	A
Lagunaje completo	C	A	A
Biodiscos	A	C	C
Lechos biológicos	A	C	C
Aireación prolongada	B	D	D
Fangos activos	B	D	D

A: Proceso constructivo muy simple. B: Proceso constructivo simple.
C: Proceso constructivo complicado. D: Proceso constructivo muy complicado

Tabla 9 : Simplicidad de Construcción

11.1.2.3 Rendimientos

Se recogen a continuación los porcentajes de reducción más característicos de las aguas residuales según las recomendaciones del CEDEX. Como puede verse, el proceso que presenta mejores rendimientos es la aireación prolongada.

SISTEMAS DE DEPURACIÓN	RENDIMIENTOS (%)					
	DBO_5	DQO	S.S.	P	N	C.F.
Fosa séptica	10-50	-	40-50	-	-	10-90
Decantador-Digestor	30-60	-	65-75	-	-	-
Decantador Primario	10-40	-	60-70	-	-	-
Filtros de Arena	80-99	68-90	30-99	20-80	23-90	98-99.9
Filtros Verdes	90-95	90-95	95-99	85-90	90-95	99.99
Lechos de juncos	60-92	55-80	56-95	90	85-90	99.99
Infiltración rápida	90-95	70-80	90-95	25-40	90-95	99-99.9
Escorrentía superficial	90-95	60-70	70-80	20-30	45-50	99.5
Lechos bacterianos	70-90	65-80	90-99	10-20	20-25	80-90
C.B.R.	80-90	70-80	70-80	20-25	40-50	85
Lechos de turba	80-85	80-85	90-95	30-40	50-60	99.5
Aireación prolongada	80-90	80-90	90-95	15-20	30-40	90
T.Físico-químico	50-75	60-75	65-90	85-95	10-20	99
Lagunaje completo	80-95	60-80	70-90	40-60	55-85	99-99.9
Lagunas facultativas	70-85	60-80	60-80	15-40	55-80	99-99.9
Lagunas anaerobias	50-80	-	70-80	-	-	99-99.9

Tabla 10 : Rendimientos en Depuración

11.1.2.4 Estabilidad térmica

Los sistemas no responden del mismo modo frente a variaciones bruscas de temperatura o de la carga y el caudal, alterando, en muchos casos, el funcionamiento de estos y disminuyendo el rendimiento. En este caso el que peor se adapta en períodos fríos es el lecho bacteriano.

11.1.2.5 Oscilaciones de la carga y el caudal

En lo referente a la oscilación de la carga y el caudal, tanto el lecho como la aireación prolongada son los que mejor se comportan. Por el contrario, el biodisco es menos flexible al no disponer de tantas variables de control. Tan solo el sobredimensionamiento y la implantación de corrientes de recirculación del efluente a cabecera permiten amortiguar los picos de carga orgánica y caudal.

11.1.2.6 Costes de construcción, explotación y mantenimiento

Los costes de instalación son mayores conforme más equipos se precisen y más centralizado esté su mercado. Por ejemplo, en el caso de los biodiscos hay diversos fabricantes, no sucediendo esto con el sistema de aireación especial propuesto, pues la patente recae sobre un único suministrador.

Respecto a los lechos, lo que eleva el coste es la adquisición del material filtrante.

En términos generales, el sistema más económico de implantación es la aireación prolongada, sobre todo, en cuanto a la adquisición de equipos se refiere.

Respecto al mantenimiento, lo que encarece la explotación es el consumo energético y el personal necesario. Así pues, el sistema más rentable será el de biodiscos, seguido de los lechos y la aireación prolongada.

Fuente de tablas: Manual para la implantación stmas depuración en pequeñas poblaciones. MMAMRM 2010

	COSTES EXPLOTACIÓN Y MTTO (€/h.e. año)	COSTES IMPLANTACIÓN (€/h.e.)
LAGUNAJE	8 – 34	250 – 800
HUMEDALES ARTIFICIALES	18 – 48	250 – 450
CONTACTORES ROTATIVOS (CBR)	16 – 24	340 – 490
LECHOS BACTERIANOS	17 – 25	200 – 700
AIREACIÓN PROLONGADA	22 – 34	100 – 300

COSTES EXPLOTACIÓN Y MTTO	TECNOLOGÍAS
≤ 10 €/h.e. año	LAGUNAJE
10 – 20 €/h.e. año	HUMEDALES ARTIFICIALES, CBR, LECHOS BACTERIANOS
> 20 €/h.e. año	AIREACIÓN PROLONGADA

COSTES IMPLANTACIÓN	TECNOLOGÍAS
100 – 200 €/h.e.	AIREACIÓN PROLONGADA
200 – 300 €/h.e.	LAGUNAJE , HUMEDALES ARTIFICIALES, CBR, LECHOS BACTERIANOS
> 300 €/h.e.	CBR

Costes de explotación, mantenimiento e implantación (Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino)

De esta tabla, se pueden deducir, a efectos de este análisis multicriterio, los ratios de costes a aplicar para obtener una estimación que permita comparar las alternativas en el análisis multicriterio.

11.1.2.7 Impacto medioambiental

La instalación de un sistema de depuración puede ocasionar problemas a la población cercana debido a la producción de ruidos, olores, presencia de insectos y a la posibilidad de riesgos sanitarios. A continuación, se presentan las recomendaciones del CEDEX:

SISTEMAS DE DEPURACION	IMPACTO MEDIOAMBIENTAL					
	Olores	Ruidos	Insectos	Integración Entorno	Riesgo Salud	Efectos Suelo
Filtro verde	PN	PI	PF	B	A	PF
E.superficial	PN	PI	PN	N	A	PF
L. de turba	PN	PI	PN	N	Me	PI
L. aireada	PA	PF	PN	N	Me	PN
L.facultativa	PN	PI	PN	N	Me	PN
L. completo	PN	PI	PN	N	Me	PN
Biodiscos	PA	PI	PI	M	Ba	PI
L. biológicos	PA	PA	PA	M	Ba	PI
Air.prolongada	PA	PF	PI	M	Ba	PI
Fang. Activos	PA	PF	PI	M	Ba	PI

B: Buena. N: Normal. M: Mala.
PI: Problema Inexistente. PA: Problema Atípico. PN: Problema Normal. PF: Problema Frecuente.
A: Alto. Me: Medio. Ba: Bajo.

Tabla 11 : Impacto Ambiental

En general, todos los sistemas presentan el mismo impacto. La aireación prolongada puede ocasionar mayores molestias por ruidos por el uso de soplantes, aunque cabe destacar que los modelos actuales vienen contenidos en cámaras insonorizadas. Respecto a la integración en el entorno, y aunque todas presentan aproximadamente el mismo impacto, cabe destacar que los lechos bacterianos, conforme mayor sea la población, mayor altura alcanzan, con el consiguiente impacto visual.

11.1.2.8 Producción de fangos

La producción y tratamiento de los lodos en un proceso de depuración de aguas residuales, absorbe una gran parte de los costes de explotación, por lo que se pueden considerar más adecuados aquellos sistemas donde la producción de fangos sea menor.

En el caso de los lechos y biodiscos, al disponer de una decantación primaria, la cantidad de fangos producida es ligeramente mayor a la generada en una aireación prolongada.

11.1.2.9 Poblaciones de similares características

Trata de valorar la similitud del proceso con el resto de plantas que gestiona el futuro explotador, en este caso, el Consorcio Provincial de Aguas de la Diputación de Málaga.

11.1.3 Matriz de valoración de alternativas

La valoración de los distintos sistemas de depuración se realiza mediante una matriz, cuyas columnas corresponden a los distintos sistemas (j) y las filas a los criterios (i). Los valores por rellenar en la matriz corresponderán a la valoración de la aptitud de los sistemas para cada uno de los criterios considerados.

Atendiendo a las tablas y a los criterios antes presentados se asignarán valores del 1 (más favorable) al 3 (más desfavorable) de tal modo que la menor puntuación corresponderá a la mejor solución. La valoración total de cada sistema es la suma de las puntuaciones obtenidas en cada uno de los criterios.

Para la mejor comprensión de lo aplicado, sirvan las siguientes consideraciones:

- Los pesos específicos de los criterios se puntúan del 1 al 5, de forma que los valores más altos corresponden a los más importantes y mejor conocidos y los más bajos indican menor importancia relativa o menor objetividad en su valoración. La asignación de estos pesos es uno de los elementos más subjetivos del proceso de valoración.
- La valoración de aptitud de los sistemas de tratamiento ante los diferentes criterios contemplados se realiza con un estudio comparativo de los mismos, es decir, los criterios se valorarán de manera relativa otorgando un valor de 1 a la mejor alternativa ante ese criterio, un valor de 2 a la opción intermedia y un 3 a la alternativa de peor aptitud ante dicho criterio.

Se presenta a continuación matriz multicriterio para la valoración final de alternativas.

Cabe destacar que se ha tenido presente en la valoración las indicaciones del Consorcio en cuanto a tecnologías, los cuales muestran preferencia por los lechos al ser este un proceso que tienen en la mayoría de sus plantas.

PARÁMETRO		COEFICIENTE PONDERACIÓN	SISTEMAS DE TRATAMIENTO		
			ALTERNATIVA A. LECHO BACTERIANO	ALTERNATIVA B. BIODISCO	ALTERNATIVA C. AIREACIÓN PROLONGADA
SUPERFICIE		5	2	1	3
SIMPLICIDAD DE CONSTRUCCIÓN	MOV. TIERRAS	4	1	2	3
	OBRA CIVIL	2	3	1	2
	EQUIPOS	2	1	2	3
RENDIMIENTOS		10	2	3	1
ESTABILIDAD TÉRMICA		2	1	2	3
OSCILACIONES DE CARGA Y CAUDAL		2	2	3	1
COSTES DE CONSTRUCCIÓN		10	3	2	1
COSTES DE EXPROPIACIÓN		5	1	1	1
COSTES DE EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO		10	2	1	3
IMPACTO MEDIOAMBIENTAL	OLORES	4	3	2	1
	RUIDOS	2	2	1	3
	INSECTOS	2	3	1	2
	INTEGRACIÓN ENTORNO	3	3	1	2
	RIESGO SALUD	5	3	1	2
	EFECTOS SUELO	4	2	1	3
PRODUCCIÓN DE FANGOS		8	1	2	3
UBICACIÓN Y COMUNICACIONES		5	1	3	2
POBLACIONES DE SIMILARES CARACTERÍSTICAS		5	1	3	2
VERSATILIDAD		10	1	3	2
	NOTA FINAL		185.00	194.00	206.00

Así pues, la solución seleccionada es lechos bacterianos, cumpliendo así con los requisitos del futuro explotador.

En el conjunto de planos se presenta una planta general de cada EDAR, con un diseño de los recintos y espacios. Se ha procurado que:

- La sala CCM se ubique próxima al centro de transformación y a los grandes consumidores
- El edificio de control se ubique lo más alejado posible de los focos de olor y ruido (soplantes, deshidratación o pretratamiento).
- Se han dispuesto tornillos transportadores que conduzcan los residuos hasta el interior de un edificio.
- Atendiendo a las indicaciones del Consorcio, no se han considerado plantas compactas de pretratamiento.
- Se prevé desodorización en las salas de deshidratación, residuos, pretratamiento y atmósferas libres del espesador y tolva.

11.2. ALTERNATIVAS ACTUACIÓN EN REDES SANEAMIENTO

No se ha encontrado ninguna deficiencia sobre la que actuar. Se aprecia agua de dilución, pero desde el Ayuntamiento no indican la razón, afirmando que no hay ninguna fuente o arroyo conectado.

11.3. ALTERNATIVAS DE MATERIALES PARA LAS CONDUCCIONES

11.3.1 Evaluación preliminar de los diámetros de proyecto

La elección del material de las conducciones está condicionada primeramente por el diámetro de estas, que constituye el elemento de mayor importancia en el diseño de los colectores y emisarios. El diámetro incide, no sólo en el precio de la obra, sino también en su funcionalidad, dado que está directamente relacionado con la capacidad de la conducción.

Dependiendo del material adoptado existen una serie de diámetros normalizados o nominales, que harán referencia a la circunferencia exterior en el caso de los materiales plásticos o a la interior en el resto. La designación del diámetro nominal en los tubos de fundición dúctil depende, a su vez, de la serie a la que pertenezcan, debiéndose tener en cuenta posteriormente el revestimiento de mortero interior.

Como hemos indicado anteriormente, el diámetro de la tubería incide fundamentalmente en dos aspectos, el comportamiento hidráulico reflejado en el régimen de velocidades del flujo, por un lado, y el precio de la obra, por otro.

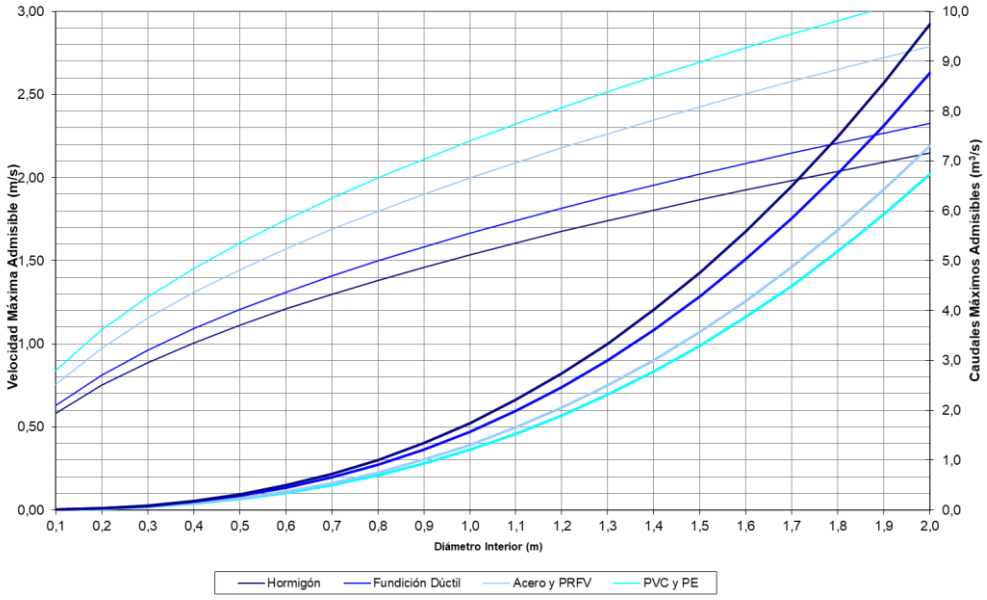
11.3.1.1 Criterio de velocidades admisibles

La relación entre la sección de una conducción y la velocidad del flujo en su interior, para un caudal determinado, es inmediata bajo la hipótesis de régimen permanente en tuberías a presión. En el caso de conducciones en lámina libre, la relación es diferente, pues se debe tener en cuenta también el calado. En el caso de conducciones en presión, para un mismo valor de caudal, cuanto mayor sea esta sección, que vendrá determinada por el diámetro, menor será la velocidad en su interior y viceversa. En el caso de conductos en lámina libre, cuanto mayor sea el diámetro, para un mismo valor de caudal, menor será el calado en su interior.

Además, la velocidad del flujo incide, por un lado, en las pérdidas de carga lineales que pudieran generarse y, por otro, en la durabilidad de la conducción, en función del material de la misma. La

durabilidad exigible a la tubería, sin embargo, es una cualidad intrínseca al propio material, por lo que estas velocidades máximas admisibles vendrán determinadas por él.

En la "*Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión*" y la "*Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano*", publicadas por el CEDEX, así como en las diversas publicaciones técnicas elaboradas por distintos fabricantes, se proporcionan valores orientativos de velocidades máximas admisibles. Así, por ejemplo, la IET-80, a falta de estudios concretos, recomienda de manera general no exceder velocidades de 3 m/s en tubos de hormigón. En la Guía Técnica del CEDEX, por su parte, se hace referencia a la expresión de Mougnie, que relaciona la velocidad con el diámetro interno en metros. Si, además, se acepta que la expresión anterior haya sido desarrollada para el caso de tuberías de hormigón, las velocidades máximas admisibles para otros materiales, a igualdad de pérdida de carga, calculadas simplificadamente con la fórmula de Manning, quedarían reflejadas en la siguiente gráfica y tabla correspondiente. Aunque la fórmula de Mougnie proporciona valores algo conservadores, se emplea de forma habitual en el diseño de conducciones en presión.



VELOCIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES SEGÚN DIÁMETROS Y MATERIALES

Diámetros (m.)	Materiales: Hormigón	Fundición Dúctil	Acero y PRFV	PVC y PE
0,1	0,58	0,63	0,76	0,84
0,2	0,75	0,81	0,98	1,08
0,3	0,89	0,96	1,15	1,28
0,4	1,01	1,09	1,31	1,45
0,5	1,11	1,21	1,45	1,61
0,6	1,21	1,31	1,57	1,75
0,7	1,30	1,41	1,69	1,88
0,8	1,38	1,50	1,80	2,00
0,9	1,46	1,58	1,90	2,11
1,0	1,54	1,67	2,00	2,22
1,1	1,61	1,74	2,09	2,32
1,2	1,68	1,82	2,18	2,42
1,3	1,74	1,89	2,27	2,52
1,4	1,81	1,96	2,35	2,61
1,5	1,87	2,02	2,43	2,70
1,6	1,93	2,09	2,50	2,78
1,7	1,98	2,15	2,58	2,87
1,8	2,04	2,21	2,65	2,95
1,9	2,09	2,27	2,72	3,03
2,0	2,15	2,33	2,79	3,10

CAUDALES MÁXIMOS ADMISIBLES SEGÚN DIÁMETROS Y MATERIALES

Diámetros (m.)	Materiales: Hormigón	Fundición Dúctil	Acero y PRFV	PVC y PE
0,1	0,005	0,005	0,006	0,007
0,2	0,024	0,026	0,031	0,034
0,3	0,063	0,068	0,082	0,091
0,4	0,126	0,137	0,164	0,183
0,5	0,218	0,237	0,284	0,316
0,6	0,342	0,370	0,445	0,494
0,7	0,500	0,542	0,650	0,722
0,8	0,695	0,753	0,904	1,004
0,9	0,930	1,008	1,209	1,343
1,0	1,207	1,308	1,569	1,744
1,1	1,529	1,656	1,987	2,208
1,2	1,897	2,055	2,466	2,740
1,3	2,313	2,506	3,007	3,341
1,4	2,780	3,012	3,615	4,016
1,5	3,300	3,575	4,290	4,767
1,6	3,874	4,197	5,036	5,596
1,7	4,504	4,879	5,855	6,506
1,8	5,192	5,624	6,749	7,499
1,9	5,939	6,434	7,721	8,578
2,0	6,747	7,309	8,771	9,746

Por otro lado, velocidades excesivamente bajas pueden dar lugar a problemas de sedimentaciones e incrustaciones, por lo que, dado que se trata de conducciones para el transporte de agua residual, que es susceptible de transportar sólidos en suspensión y arenas, no se admitirán velocidades inferiores a 0,6 m/s.

De forma general podemos indicar que los valores habituales de velocidades máximas en servicio para tuberías a presión pueden oscilar entre 1,5 y 2,5 m/s, mientras que en el caso de conducciones en lámina libre, dependiendo del material, los valores habituales podrían oscilar entre 1,0 y 3,0 m/s.

11.3.1.2 Diámetros seleccionados para las conducciones

A partir del rango de caudales de diseño considerados en el proyecto y las velocidades máximas y mínimas admisibles, tanto para las conducciones en lámina libre, como en presión, se han determinado los diámetros a contemplar para las redes de saneamiento e impulsiones de los diferentes sistemas de saneamiento, según la tabla siguiente:

Q (l/s)	$D_{interior}$	DN impul [1]	DN graved [2]
1,5	71	**90/80**	**315/300**
3,0	86	**110/100**	**315/300**
5,0	111	**125**	**315/300**
10,0	144	**160/150**	**315/300**
20,0	188	**200**	**315/300**
40,0	251	**250**	**315/300**
60,0	295	**315/300**	**315/300**
80,0	332	**355/350**	**400**
100,0	364	**400**	**500**

11.3.2 Caracterización y propiedades de los materiales

La selección del material a utilizar en colectores, emisarios y redes de saneamiento depende de muchos factores, entre los que destacan:

1. Costo
2. Facilidad de transporte y montaje
3. Resistencia a cargas internas y externas
4. Protección requerida en función del tipo de terreno en el que va a ser enterrada
5. Mantenimiento necesario
6. Vida útil prevista

Existen otros factores a tener en cuenta de más difícil valoración, como son la tradición de un determinado material en la zona y el conocimiento que montadores y personal de mantenimiento tengan del mismo.

Por otro lado, a las conducciones para el transporte de agua residual se les exige una serie de propiedades hidráulicas, estructurales, etc. que pueden clasificarse de la siguiente forma.

a) Desde el punto de vista funcional o hidráulico será necesaria:
   - Impermeabilidad para que no se produzcan fugas del fluido que transporta o intrusiones de agua del terreno, la cual no es sólo función del material de la tubería, sino también del tipo, calidad y número de uniones necesarias entre los elementos.

[1] *Cuando se indican dos diámetros, el primero corresponde a los materiales plásticos, mientras que el segundo correspondería a la FD y el PRFV.*

[2] *En redes de saneamiento unitarias el diámetro mínimo a disponer es 300 mm. Cuando se indican dos, el primero corresponde a los materiales plásticos, mientras que el segundo correspondería a la FD y el PRFV.*

- Mínima rugosidad interna que suponga pocas pérdidas de energía en el transporte y no permita la incrustación y sedimentación de partículas que lleve el fluido en suspensión y/o disolución.

b) Desde el punto de vista estructural la tubería deberá tener:
   - Suficiente resistencia frente a las acciones externas e internas, tanto en la fase de construcción como en la de explotación.
   - Resistencia a la corrosión, tanto interna como externa; y resistencia al envejecimiento, es decir, al mantenimiento de las propiedades del material con el tiempo.

c) El material idóneo para las tuberías debe presentar otras características como:
   - Flexibilidad para adaptarse a la forma del trazado de la zanja, tanto en planta como en alzado, en el caso de conducciones en presión. Esto facilita el curvado y disminuye el número de piezas en formas de codos.
   - Facilidad de transporte y montaje. Esto depende de la densidad del material y el espesor a disponer por razones de resistencia mecánica.

Existe una amplia gama de materiales para tubería. Los que presentan una utilización más generalizada en el ámbito de las conducciones de saneamiento son:

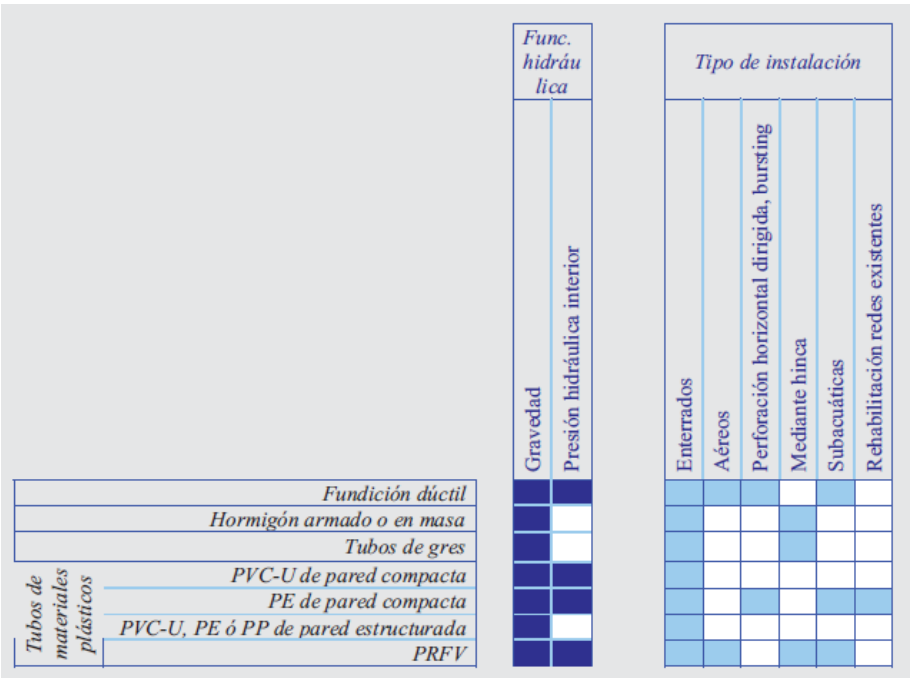
- Metales: Función dúctil, fundamentalmente en impulsiones.
- Plásticos: Polietileno de Alta Densidad (PEAD), tanto liso (impulsiones), como corrugado, policloruro de vinilo (PVC-U), tanto liso como corrugado, y poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV).
- Con cemento: Hormigón armado.
- Gres vitrificado.

A continuación, se incluye una tabla resumen con las principales características de los diferentes materiales considerados.

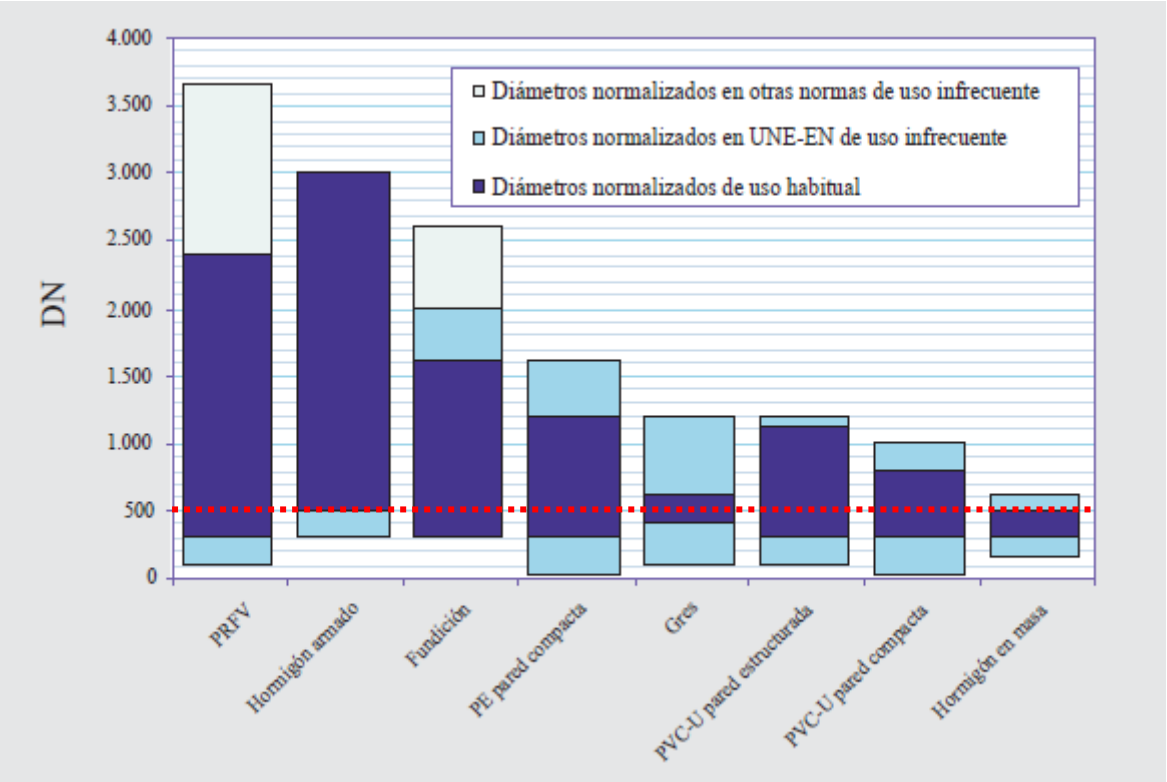
	Fundición Dúctil (FD)	Polietileno (PE)	Policloruro de vinilo (PVC)	Poliéster (PRFV)	Hormigón Armado	Gres
Densidad (Kg/m^3)	7050	960	1420	1900	2400	2200
Fragilidad	No	No	No	Sí a los choques	Sí al transporte	Sí al transporte
Presiones nominales (bar) (gamas comerciales)	40	25	25	32	4	20
Protección catódica	Buena, salvo terrenos agresivos	No necesita	No necesita	No necesita	Buena, salvo corrientes del terreno	No necesita
Alargamiento mínimo en rotura (%)	350	350	80	-	-	-
Facilidad de reparación	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Difícil	Difícil
Normalización de piezas especiales	Sí	Sí, limitada a pequeñas presiones	Sí	Sí, en otros materiales	Bajo pedido	Sí
Tipos de juntas	Enchufe o acerrojada con elastómero	Rácor roscado o soldado	Enchufe o encolada	Varias	Enchufe y junta elastomérica	Resina de poliuretano o anillo elastomérico
Peso (facilidad de transporte)	Medio	Escaso a medio	Escaso a medio	Discreto	Elevado	Elevado a medio
Longitudes comerciales (m)	6 y 7	6 y 12	6	6	1 a 6 metros	1 a 3 metros
Rugosidad (Manning)	Buena (revestida)	Muy Buena	Muy buena	Muy buena	Media	Muy buena
	0,012	0,01	0,01	0,01	0,013-0,016	0,01
Localización electromagnética	Sí	No	No	No	Sí	No

11.3.3 Ámbito de aplicación general de cada material

La existencia o no de diámetros comerciales repercute, por una parte, en el precio y por otra en la existencia de repuestos, tema a tener en consideración en el caso de averías. Respecto al ámbito de aplicación de cada tipo de tubo, en la *Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano* del CEDEX se presentan, en primer lugar, unas utilizaciones habituales de cada tipología clasificadas en función del funcionamiento hidráulico de la red y del tipo de instalación.



Por su parte, la siguiente tabla nos muestra la preferencia de uso de materiales en función del diámetro, según la misma publicación elaborada por el CEDEX, en la que se ha delimitado el rango de diámetros correspondiente a nuestro proyecto.



Dicha tabla procede de estudios estadísticos y ha de ser tomada simplemente a modo indicativo, pues cualquier material que para un diámetro determinado cumpla, tanto los condicionantes hidráulicos, como estructurales y de precio competitivo, se puede considerar como adecuado.

El rango de diámetros posibles en el que nos encontramos es inicialmente de 90 mm a 500 mm, según se ha descrito en los apartados anteriores. Estos diámetros descartan el empleo de hormigón armado, dado que los diámetros habituales de los mismos resultan superiores a los necesarios para la conducción a proyectar. El hormigón en masa, debido a su fragilidad y limitaciones resistentes, además de la susceptibilidad natural al ataque químico, también se descarta en este caso.

11.3.4 Factores específicos a tener en cuenta en la selección

Se detallan a continuación algunos factores específicos del proyecto que se deben tener en cuenta en la selección definitiva del material en cada caso.

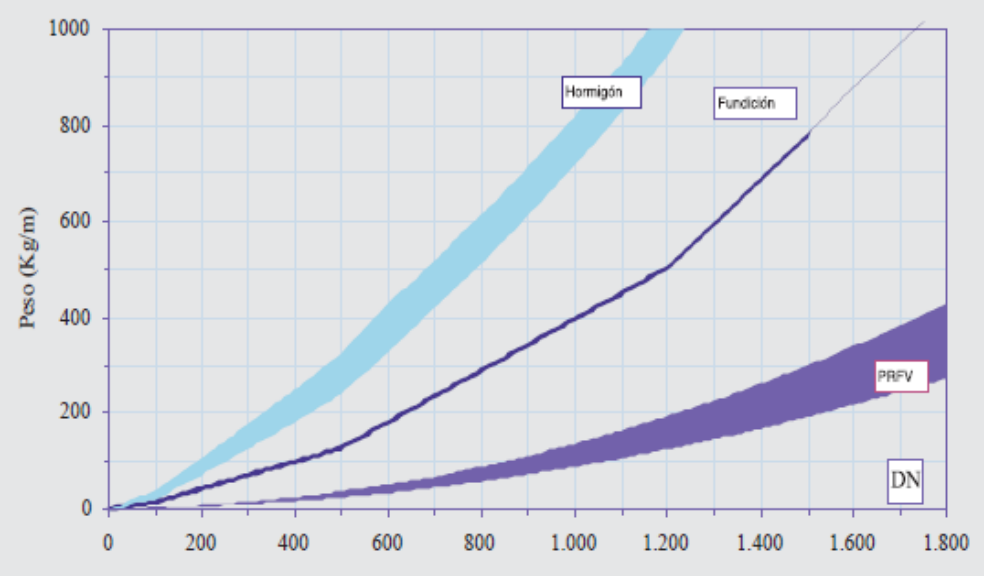
11.3.4.1 Tipo de terreno y agua a transportar

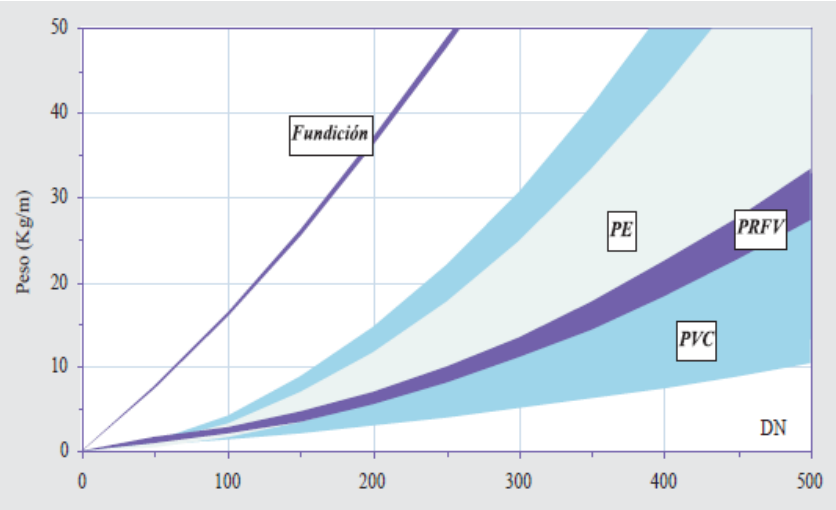
A la vista de las características geológico-geotécnicas por donde discurren los colectores y emisarios, no se detectan características especiales que condicionen el tipo de material a utilizar, dado que en su mayor parte es roca. Aunque en algún caso la pendiente puede resultar pronunciada, la presencia de terrenos susceptibles a posibles deslizamientos es muy localizada. Por lo tanto, los terrenos por los que discurre la traza permiten utilizar cualquier tipo de material, incluso aquellos que poseen una menor flexibilidad. En aquellos casos en los que el estudio geotécnico pormenorizado detecte un riesgo elevado de deslizamiento, se recomienda adoptar materiales plásticos en general, que acomodan mejor los posibles movimientos, en particular, el PE de pared compacta con unión mediante manguito electrosoldado o soldadura a tope por termofusión.

En ningún caso se espera el contacto de las conducciones con aguas de características fisicoquímicas agresivas que requiera el uso de un material de especiales características o la disposición de manguitos de protección. En el caso de la fundición dúctil, la gama comercial fabricada hasta un diámetro nominal de 300 mm permite solucionar técnicamente estos problemas.

11.3.4.2 Peso

En las tablas siguientes se muestra comparativamente el peso de las conducciones, según la *Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano* del CEDEX.





Como puede apreciarse en las gráficas anteriores, los materiales más favorables sería los plásticos (PVC, polietileno y poliéster), los más desfavorables el hormigón y el gres, en un punto intermedio, se encontrará la fundición.

El peso de las conducciones afecta al coste de transporte, tipo de maquinaria a utilizar y rendimientos en la ejecución de la obra. Los dos primeros factores afectan directamente al coste que será un punto analizado posteriormente, el último factor afecta a la velocidad de la ejecución.

11.3.4.3 Resistencia mecánica ante las solicitaciones

En el caso de impulsiones, se debe garantizar que la presión máxima de servicio sea inferior a la presión máxima que es capaz de soportar la tubería. En este sentido, los materiales plásticos son idóneos para presiones medias y bajas, mientras que el hormigón armado y los metales son apropiados para presiones medias y altas respectivamente. La siguiente tabla muestra las presiones máximas de trabajo según el material.

Acero	Fundición	PE	PRFV	Hormigón
50-100 bar	10-40 bar	4-25bar	2,5-63 bar	-

Las presiones de servicio en el presente proyecto pueden clasificarse como bajas o muy bajas, ya que las impulsiones de agua residual normalmente no contemplan elevadas alturas manométricas, por el coste que supone. De este modo, no se espera superar en ningún caso los 10 bares de presión, permitiendo así el diseño con materiales plásticos homogéneos como el PVC o el PEAD. Otros materiales heterogéneos como el PRFV y el PVC orientado son capaces de proporcionar presiones nominales de hasta 25 bar, que no serían necesarias en este caso.

11.3.5 Análisis económico para la selección del material

Desde el punto de vista económico existe una gran diferencia entre unos materiales y otros en función del diámetro adoptado. Para los diámetros menores los plásticos son mucho más baratos que los metales, mientras que para los mayores diámetros los metales son los que presentan precios más competitivos, debido a un mayor aprovechamiento del material. En diámetros intermedios puede resultar competitivo también el hormigón armado o en masa.

Teniendo en cuenta las características específicas del proyecto y los requerimientos de los materiales propuestos para las redes de colectores por gravedad e impulsiones, se consideran inicialmente materiales adecuados los siguientes: **Fundición dúctil, PEAD PE100 pared compacta, PVC corrugado, PRFV y hormigón armado**. El resto de los materiales no se considera para el posterior estudio económico detallado por las siguientes razones:

- PEAD Corrugado: Presenta una capacidad resistente relativamente baja, con una elevada ovalización ante cargas externas elevadas, como las que pueden presentarse en el proyecto, debido a rellenos sobre la clave de cierta profundidad. Además, Se trata de un material con unas condiciones de relleno y compactación muy exigentes, por lo que la presencia de un fondo de zanja con presencia de roca resulta desfaforable en este caso.
- PVC pared lisa: Las capacidades resistentes de esta tubería son más limitadas que las de su homóloga de pared corrugada, con precios muy similares. Es previsible que en el proyecto se requieran rigideces anulares iguales o superiores a 8 kN/m^2, siendo la clase máxima de este tipo de tubería SN4.
- Acero: Se trata de un material altamente susceptible de ser atacado por las sustancias agresivas del agua residual, lo que daría lugar a su corrosión. No es un material normalmente empleado en tuberías de saneamiento enterradas por esta misma razón, ya que los espesores de sacrificio deberían ser extremadamente elevados, requiriéndose otros sistemas de protección catódica. Podría ser utilizado puntualmente en colectores de instalación aérea.

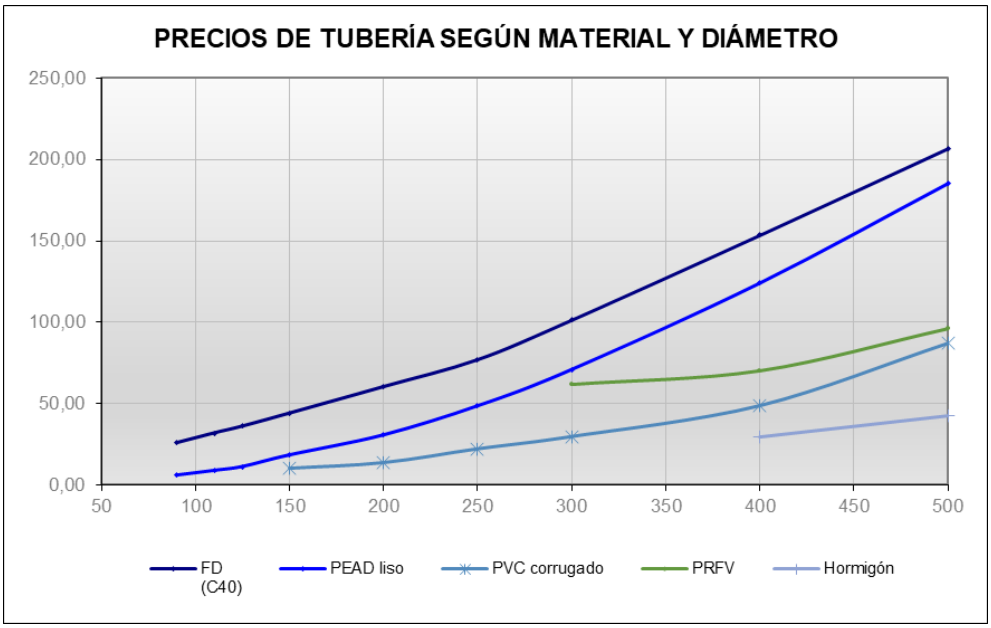
Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación, se detallan los costes asociados a cada uno de los materiales para los diámetros considerados en el proyecto, teniendo en cuenta el coste de la propia tubería, su transporte, puesta en obra e instalación, así como la ejecución de la unidad completa correspondiente, incluyendo la excavación, relleno y compactación.

11.3.5.1 Coste de la tubería

En el cuadro siguiente se resumen los precios por metro lineal de tubo para cada uno de los diámetros y materiales estudiados, obtenidos a partir de precios actuales de mercado de diferentes fabricantes, según los diámetros de fabricación de cada material.

COSTES DE LA TUBERÍA SEGÚN MATERIAL Y DIÁMETRO

DN	PRECIOS MATERIALES (€/m)				
	FD (C40)	PEAD liso	PVC corrugado	PRFV	Hormigón
90/80	25,81	5,91	-	-	-
110/100	31,86	8,79	-	-	-
125	36,09	11,20	-	-	-
160/150	44,08	18,35	10,12	-	-
200	60,42	30,66	13,66	-	-
250	76,96	48,55	22,16	-	-
315/300	101,28	70,88	29,73	61,81	-
400	153,59	124,01	48,79	70,18	29,37
500	206,98	185,19	87,21	95,81	42,67



Como puede apreciarse en el gráfico, el hormigón armado resulta el material más económico para los diámetros más altos de la serie, mientras que para los diámetros iguales o inferiores a 350 mm el material más económico sería el PVC corrugado. En el caso de los diámetros pequeños para tuberías a presión (impulsiones), el material más económico sería el PEAD.

11.3.5.2 Coste de instalación y puesta en obra

En el coste final de la tubería no sólo influye el coste del tubo, sino que también se deben tener en cuenta otros factores como el peso, que influye en el coste de transporte, los medios y mano de obra necesaria para su colocación, que influye en el coste de ejecución, el rendimiento de los equipos, etc. Estos costes, aunque varían también en función del diámetro, pueden considerarse más o menos proporcionales en el rango de valores del proyecto (100 a 500 mm), asumiendo que los costes de instalación de una conducción de 100 mm son proporcionales a los de otra de 500 mm De este modo se han calculado los costes de instalación para diámetros medios de referencia en cada caso, los cuales se presentan a continuación.

COSTES DE PUESTA EN OBRA E INSTALACIÓN

Materiales	DN ref.	Precio tubo (€/m)	Coste puesta obra e inst. (€/m)	% s/ precio tubo
FD (C40)	125	36,09	40,77	13,0%
PEAD liso	125	11,20	14,71	31,3%
PVC corrugado	315	29,73	32,40	9,0%
PRFV	300	61,81	68,71	11,2%
Hormigón	400	29,37	37,65	28,2%

Como puede observarse, la instalación y puesta en obra supone un incremento sobre el coste del tubo que oscila entre el 9% y el 28%, según materiales. El mayor coste de instalación en el caso del hormigón (aproximadamente un 28%) se debe al peso de la tubería y su transporte, mientras que en el caso del PEAD liso se debe a la ejecución de las uniones (soldadura a tope por termofusión o manguitos por electrofusión) una vez colocado el tubo en la zanja. Este coste en términos relativos es, además, tanto mayor cuanto menor sea el diámetro.

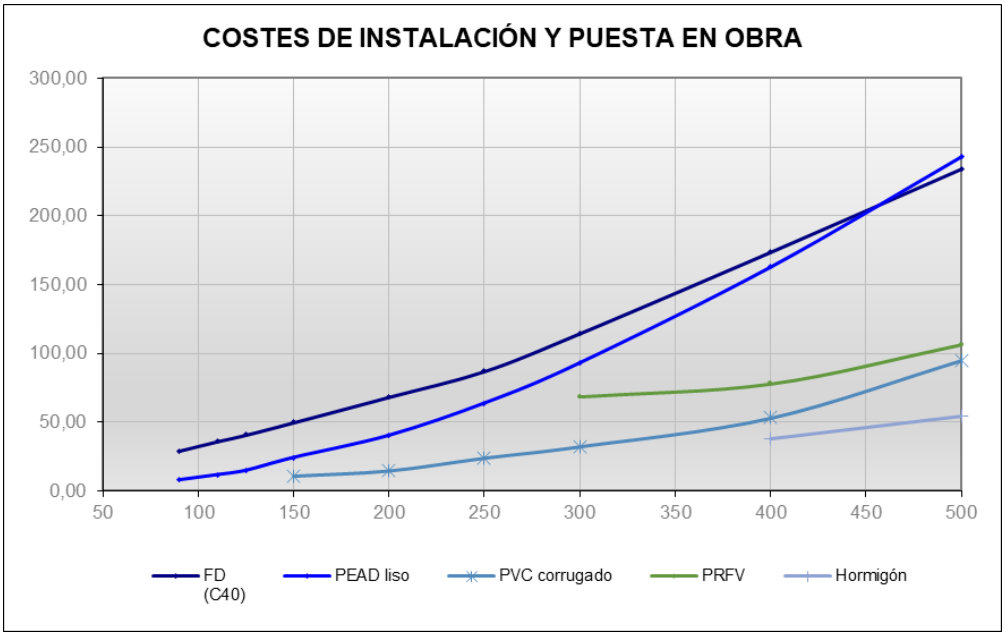
Si añadimos a los costes del ml de tubo los costes derivados de la puesta en obra y montaje, se obtienen los siguientes valores de tubería instalada en zanja.

COSTES DE INSTALACIÓN Y PUESTA EN OBRA DE LA TUBERÍA

DN	PRECIOS MATERIALES (€/m)				
	FD (C40)	PEAD liso	PVC corrugado	PRFV	Hormigón
90/80	29,16	7,76	-	-	-
110/100	35,99	11,54	-	-	-
125	40,77	14,71	-	-	-
160/150	49,80	24,10	11,03	-	-
200	68,26	40,27	14,89	-	-

COSTES DE INSTALACIÓN Y PUESTA EN OBRA DE LA TUBERÍA

DN	PRECIOS MATERIALES (€/m)				
	FD (C40)	PEAD liso	PVC corrugado	PRFV	Hormigón
250	86,94	63,77	24,15	-	-
315/300	114,41	93,09	32,40	68,71	-
400	173,51	162,87	53,17	78,01	37,65
500	233,82	243,23	95,04	106,51	54,70



Si se tienen en cuenta los costes de instalación, el precio final del PEAD liso y el hormigón se incrementan, aunque permanecen más baratos que la fundición dúctil y el PVC corrugado respectivamente.

11.3.5.3 Otros costes de ejecución

En el coste final del metro lineal de conducción terminada influyen también los costes de ejecución de la zanja, los de relleno de la misma y una serie de costes adicionales asociados a medidas especiales de protección de la tubería durante la vida útil de la obra. A continuación, se recogen los factores más importantes que dan lugar a incrementos de costes en los precios finales de ejecución de la tubería.

- Excavación y apertura de zanja.

El coste de excavación de la zanja supone una parte importante del precio total de ejecución de la obra, con una importancia relativa que varía en función del diámetro nominal de la conducción.

Además, dicho coste es, en general, independiente del tipo de tubería a instalar, estando determinado por la naturaleza y características del terreno y materiales que se encuentran en la traza.

Según se desprende del análisis geotécnico preliminar de los terrenos por los que discurrirán las conducciones, en general todas las alternativas presentan una excavabilidad similar, con alternancia de roca sana y materiales arcillosos con cantos y bolos, pudiendo ésta última realizarse por medios mecánicos mediante retroexcavadora. En el caso de la roca se deberán emplear otro tipo de medios de excavación y apertura de zanja específicos, como el martillo neumático y los morteros expansivos.

Esta circunstancia hace que la sección tipo de zanja definida presente una profundidad mínima, con el fin de minimizar la demolición de la roca. La sección tipo de excavación adoptada inicialmente presenta un ancho en la base de aproximadamente 1,00 m y una profundidad media de excavación de 1,50 m.

Dado que no existen diferencias apreciables en la excavabilidad de los materiales para las diferentes trazas, se ha adoptado un precio medio de 8,65 €/m^3, lo que da lugar a un coste adicional, según la sección tipo de zanja adoptada, de 12,98 €/ml.

- Relleno y compactación de zanja.

En el caso del relleno de la zanja, el tipo de material adoptado y la forma de ejecución del mismo van a estar condicionados por el tipo de tubería a instalar En el caso de las tuberías de fundición dúctil el relleno de protección alrededor del tubo, aunque debe ser seleccionado, no precisa de exigencias tan estrictas de calidad ni grado de compactación como en el caso de otras conducciones, como es el caso del PEAD o el PRFV. Esto se debe a la forma de desarrollar la resistencia frente a cargas externas de unos y otros materiales. Mientras que los primeros son elásticos, con una elevada resistencia y baja deformabilidad del material, los segundos son de naturaleza plástica, alcanzando deformaciones que hacen que trabaje el relleno circundante, precisando de una buena calidad y compactación del mismo para su contribución a la resistencia del conjunto enterrado.

Según se desprende del estudio geológico preliminar, los materiales necesarios para el relleno de protección de la tubería han de extraerse de préstamos más o menos alejados a la traza, por lo que, en principio, el coste de transporte podría resultar elevado. En esta situación, se ha adoptado un coste medio de 22,00 €/m^3 para la cama de arena y relleno granular de protección

hasta 30 cm sobre la clave del tubo en materiales plásticos y 8,2 €/m^3 para el relleno de cubrición, ya que en muchos casos éste deberá ser igualmente de aportación. Esto da lugar a los precios por metro lineal que se resumen en la tabla siguiente.

COSTES DE RELLENO Y COMPACTACIÓN ZANJA

Materiales	DN ref.	Coste excavación (€/m)	Coste relleno y compact. (€/m)	% s/ precio tubo instal.
FD (C40)	125	12,98	14,37	67,1%
PEAD liso	125	12,98	19,20	218,7%
PVC corrugado	315	12,98	19,20	99,3%
PRFV	300	12,98	21,20	49,7%
Hormigón	400	12,98	16,40	78,0%

- Elementos especiales de protección.

Como elementos especiales de las tuberías cabe citar la necesidad de protección frente a la corrosión que podrían presentar las tuberías de carácter metálico. Esta necesidad de protección vendrá determinada por la resistividad del suelo, que en general resulta muy baja en la zona.

La gama comercial actual de tuberías de fundición dúctil afronta el problema de la protección frente a la corrosión mediante un recubrimiento exterior de Zinc y Aluminio, si la agresividad no es muy elevada, o con la disposición de una manga de polietileno si la resistividad del terreno es especialmente baja.

En el caso de las tuberías de acero, se requeriría disponer una protección catódica mediante ánodos de sacrificio, entre otras medidas, motivo por el que no es generalizado su uso en redes de saneamiento.

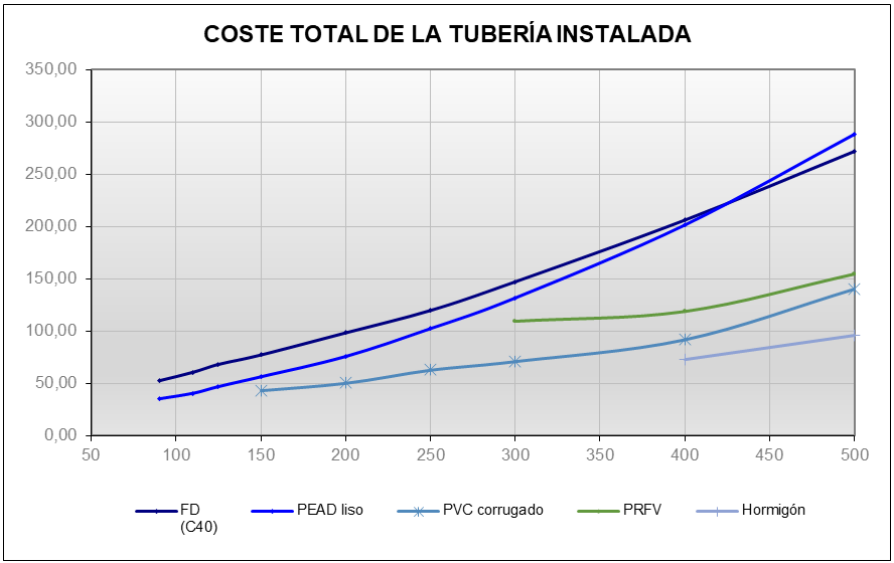
11.3.5.4 Costes totales

El coste total de ejecución de los colectores y emisarios de saneamiento considerados en el proyecto, en función del material adoptado, teniendo en cuenta todos los factores económicos que se han comentado en apartados precedentes, resulta de la siguiente forma.

COSTE TOTAL DE LA TUBERÍA INSTALADA

DN	PRECIOS MATERIALES (€/m)				
	FD (C40)	PEAD liso	PVC corrugado	PRFV	Hormigón
90/80	52,40	35,11	-	-	-

110/100	60,60	40,50	-	-	-
125	68,12	46,89	-	-	-
160/150	77,14	56,28	43,20	-	-
200	98,33	75,66	50,28	-	-
250	119,75	102,38	62,76	-	-
315/300	147,23	131,70	71,01	109,72	-
400	206,32	201,48	91,78	119,02	72,89
500	272,10	288,27	140,09	154,35	95,82



Del análisis de los datos y gráfico anterior se pueden extraer las siguientes conclusiones.

- En el caso de tuberías a presión (impulsiones), el PEAD resulta un material mucho más barato que la fundición dúctil, sobre todo, en los diámetros más bajos (DN hasta 125 mm), en los que la diferencia en coste puede ascender hasta el 50%. Conforme se incrementa el diámetro la diferencia se va reduciendo, siendo más caro el PEAD para diámetros de 500 mm y superiores, por la menor optimización resistente del material.
- En colectores sin presión, el PVC corrugado resulta el material más adecuado en la gama de diámetros contemplados en el proyecto (hasta DN 500 mm), ya que ofrece la mejor combinación entre propiedades resistentes y economía. La tubería de PVC lisa, por ejemplo, únicamente se comercializa hasta SN4.
- El hormigón también resultaría competitivo frente al PVC en diámetros de 400 ó 500 mm, desde el punto de vista económico, aunque se mantiene la preferencia por el PVC corrugado, con el fin de homogeneizar el material de los proyectos, lo que permitirá una mayor economía de escala en el suministro y transporte.

Por todo lo anterior, se adopta el **PEAD liso para las conducciones en impulsión**, así como el **PVC corrugado para los colectores y emisarios sin presión**.

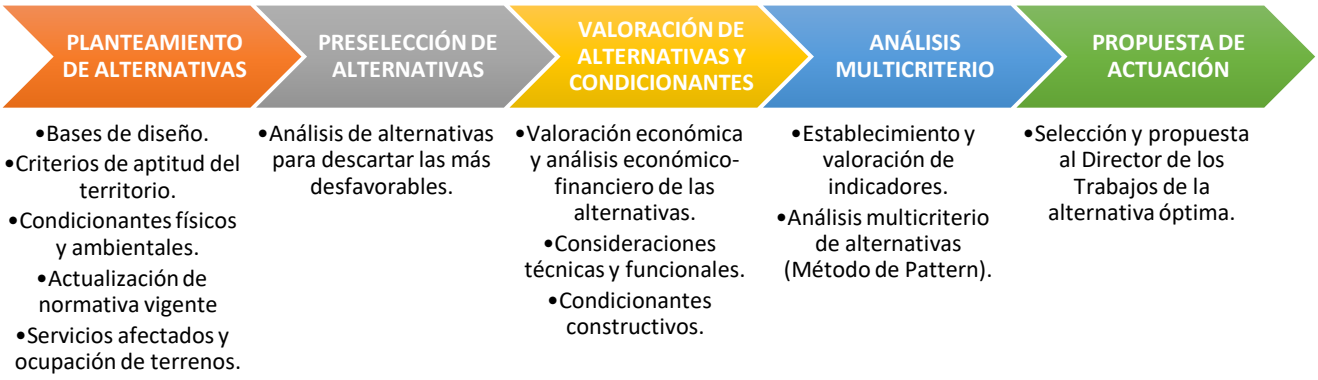
11.4. ALTERNATIVAS AGRUPACIÓN DE VERTIDOS

La selección del lugar idóneo para la ubicación de una EDAR, así como del sistema de depuración a emplear, conlleva un proceso de análisis de las posibles alternativas existentes, en función de una serie de parámetros de carácter técnico-sanitario tales como la proximidad al núcleo urbano, los costes de transporte de las aguas residuales, la orografía, las afectaciones ambientales, la superficie mínima requerida, etcétera.

Además, estos parámetros han de ser compatibilizados con la política de ordenación del territorio del municipio en cuestión, de tal forma que, en la manera de lo posible, se consiga llegar a un acuerdo que beneficie a todas las partes, tratando de no perjudicar a particulares innecesariamente.

Para la elección de la parcela más adecuada se ha recurrido a un método sistemático, es decir, aproximando desde una mayor escala hasta planos de mayor detalle, empleando para la identificación de las parcelas la información catastral de las localidades.

El procedimiento seguido se resume en la siguiente imagen:

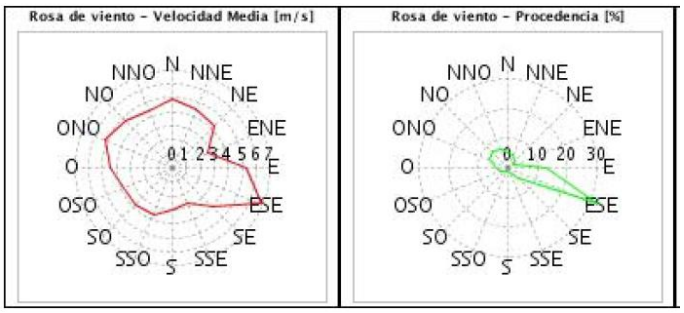


Uno de los factores decisivos en el análisis multicriterio a realizar será el económico, siendo por tanto necesario llevar a cabo un prediseño de los elementos para estimar los presupuestos de ejecución por contrata correspondiente tanto a la EDAR como a las obras complementarias: prolongación de emisarios, conducciones para vertido final o aliviaderos, líneas eléctricas, caminos de acceso o dotación de servicios de aguas entre otros.

Se efectuará también una primera aproximación de los costes anuales de la explotación, conservación y mantenimiento de cada una de las alternativas consideradas.

Con carácter general, en primer lugar, se ha procedido a la elección de la parcela donde se ubicará la EDAR. Para ello se han establecido unas zonas de restricción (DPH, zona inundable, Dominio Público de carreteras y ferrocarriles o yacimientos entre otros), siendo las libres aquellas óptimas para la ubicación de la instalación.

Adicionalmente, se ha analizado la dirección de los vientos dominantes con objeto de evitar molestias a la población por motivos de olores o dispersión de aerosoles a la atmósfera. Los vientos predominantes son del cuadrante levante-sur.

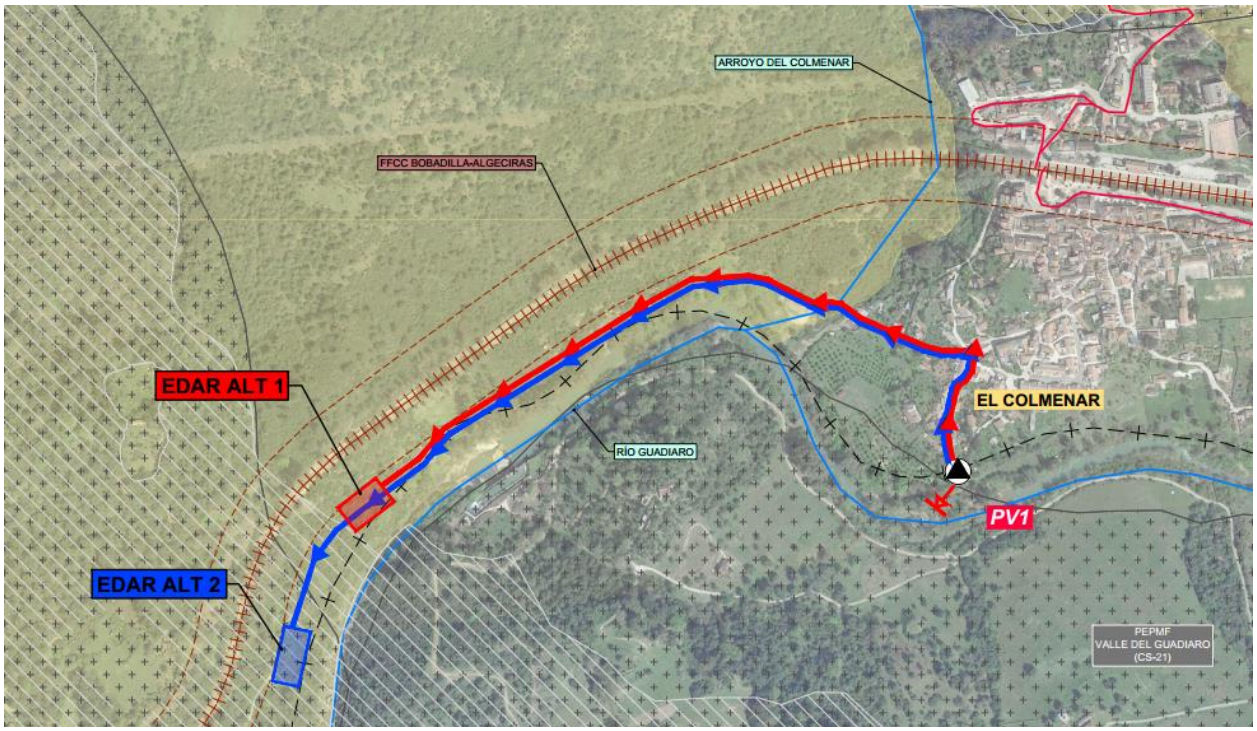


Rosa de los vientos Cortes de la Frontera (Fuente: Agencia Andaluza de la Energía)

Se ha realizado un primer tanteo de alternativas, estudiando los posibles trazados de los colectores sobre planos escala 1/5.000 y 1/2.500. Se han tenido en cuenta para ello las siguientes consideraciones:

- Planeamiento urbanístico vigente.
- Condicionante físicos y ambientales.
- Uso prioritario de infraestructuras viarias públicas, para evitar costes elevados de expropiación.
- Longitudes de emisarios reducidas, para evitar problemas de explotación.
- Pendientes adecuadas para evitar depósitos de residuos y atascamiento de las tuberías.
- Evitar sifones, para cruces de arroyos o acequias de riego.
- Conducción preferentemente en gravedad. Cuando sea necesaria la instalación de una EBAR fuera de las depuradoras se dimensionará de forma que la estancia de las aguas residuales en dicha instalación sea inferior a dos horas.
- Se analizará la necesidad de disponer dispositivos de retención, antes de la conexión de los colectores municipales con los emisarios generales

Se han planteado dos alternativas de ubicación, ambas muy próximas la una de la otra. La principal diferencia entre ambas es que en la 1 el movimiento de tierras a ejecutar sería menor, pero el espacio disponible entre el límite de no edificación de ADIF y la zona inundable es menor que para la alternativa 2. La alternativa 2 se ubica aproximadamente 40 metros al sur de la solución planteada en el anteproyecto de 2005.



11.4.1.1 Alternativa 1

Se emplaza en las parcelas 36 y 66 del polígono 13 La Breña (Cortes de la Frontera), con referencias catastrales 29046A013000360000GW y 29046A013000660000GU.

La solución presenta una estación de bombeo ubicada junto al vertido actual y un total de **982 m de colector** en impulsión (PEAD PN16 DN160 mm).

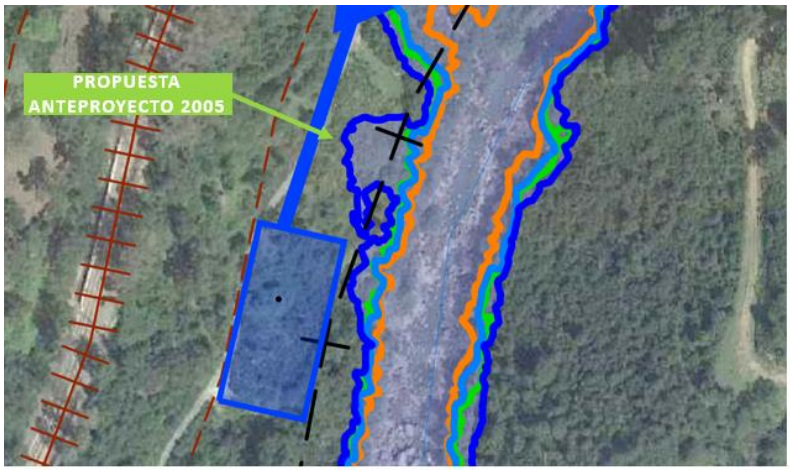
La principal ventaja frente a la alternativa 2 es que presenta una menor longitud de colectores y el movimiento de tierras de la parcela sería menor. Sin embargo, c**omo inconveniente**, hay que destacar que el espacio disponible entre el límite de no edificación de ADIF y la zona inundable es menor al mínimo necesario para la implantación, por lo que sería necesario invadir algunas de las anteriores zonas.

Respecto a la inundabilidad, la EDAR se encuentra contigua a la zona inundable del río Guadiaro, de forma que el movimiento de tierras la invadiría en caso de no poder sobrepasar el límite de no edificación de ADIF.

11.4.1.2 Alternativa 2

Se emplaza en la parcela 34 del polígono 13 Monte Robledal (Monte Público, Cortes de la Frontera), con referencia catastral 29046A013000340000GU.

La solución presenta una estación de bombeo ubicada junto al vertido actual y un total de **1185 m de colector** en impulsión (PEAD PN16 DN160 mm). Se ha optado por ubicar esta alternativa 40 metros al sur de la propuesta en el anteproyecto de 2005 (ver flecha verde en la siguiente imagen) debido a que invadía la zona inundable para 500 años de periodo de retorno.



La principal ventaja frente a la alternativa 1 es que se encuentra totalmente fuera de la zona inundable y de la zona de no edificación de ADIF. Sin embargo, c**omo inconveniente**, hay que destacar que la longitud de colector es mayor.

Respecto a la inundabilidad, la EDAR se encuentra fuera de la zona inundable del río Guadiaro.

11.4.2 Valoración de las alternativas

El análisis multicriterio se aborda fijando los factores económicos, funcionales y ambientales que las alternativas satisfarán en mayor o menor grado. Para evaluar el grado de cumplimiento de cada objetivo por parte de las distintas alternativas se establecen, dentro de cada factor, una serie de indicadores a los cuales se les asignan valores. El valor global de cada factor se obtiene componiendo el del total de los indicadores considerados afectados por unos pesos.

11.4.2.1 Económico

Los **indicadores que se plantean para realizar la evaluación desde el punto de vista económico** son tres, siendo el coste de inversión total la suma de ellos:

- Presupuesto de la actuación (coste de ejecución).
- Coste de expropiaciones
- Coste de conservación (coste de mantenimiento a 25 años).

Para este tipo de actuaciones, y por la experiencia acumulada, ***los costes de ejecución material*** de las obras son variables, dependiendo fundamentalmente del diámetro de la conducción, del emplazamiento, entorno y características del medio en el que se localice dicha obra. Considerando el rango de presupuestos de las alternativas planteadas, se supondrá que una alternativa será la más favorable (menor valoración) si su coste corresponde al mínimo relativo, al igual que será considerada pésima si su coste es el mayor de todos.

El valor asignado a cada una de las alternativas será:

$$Ic = \frac{PEM_i - PEM_{min}}{PEM_{max} - PBL_{min}}$$

siendo:

Ic el valor del indicador comprendido entre 0 y 1
PEM el Presupuesto de Ejecución Material, en euros.

El presupuesto para cada una de las alternativas se ha obtenido a partir de las mediciones estimadas en capítulos básicos tales como movimientos de tierras, conducciones, obras complementarias (donde se incluye el cruce bajo los arroyos, aliviaderos y bombeos), reposiciones, medidas correctoras ambientales y seguridad y salud.

Para la EDAR se ha considerado un ratio de €/habitante obtenido con base en proyectos desarrollados por IDOM para poblaciones similares (cabe destacar que este ratio es menor mientras mayor es la población).

En cuanto a las expropiaciones, los criterios empleados para la determinación y valoración económica se basan en el establecimiento de:

- Una banda de 4 m de ancho centrada en el eje de la conducción que determina la servidumbre de acueducto oportuna.
- Una banda adicional de 12 m, con 6 m a cada lado de la banda de servidumbre, que ocupan la finca temporalmente con el fin de poder ejecutar las obras.
- Una superficie de 2 x 2 m^2 que determinan la superficie de expropiación en el caso de arquetas y pozos de registro.

Adicionalmente, se han valorado las expropiaciones, servidumbres y ocupaciones temporales asociadas a las instalaciones (las EBAR y EDAR).

Adicionalmente a los costes de ejecución y expropiaciones, se ha efectuado una primera aproximación de los ***costes anuales de la explotación*** de cada una de las alternativas. Se han considerado para ello los costes fijos y los variables. Los costes fijos se dividen en:

- Gastos del personal
- Gastos de mantenimiento y limpieza
- Control de proceso (analíticas)
- Energía eléctrica (término fijo de potencia)
- Gastos generales y varios (incluyen seguros, tributos obligatorios, prevención de riesgos laborales y otros)

Por su parte, los costes variables se dividen en:

- Gastos de energía eléctrica (término variable)
- Gastos de reactivos
- Gastos de transporte y gestión de residuos.

En el coste de personal se ha tenido en cuenta lo recogido en el VI Convenio colectivo estatal de las industrias de captación, elevación, conducción, tratamiento, distribución, saneamiento y depuración de aguas potables y residuales, establecen los salarios del personal según su categoría, así como el total de horas laborales al año (1.752). Los salarios han sido aumentados en un 40% para considerar los gastos de empresa. La cobertura por vacaciones, accidentes e imprevistos se considera incluida en estos costes. Por su parte, los gastos de mantenimiento se han valorado como un porcentaje sobre el PEM de la obra. Respecto a la energía eléctrica, reactivos y residuos se han estimado unos consumos basados en los de otras EDAR para la misma población. Los resultados se presentan en los siguientes apartados.

11.4.2.2 Funcional

La idoneidad técnica de una infraestructura de saneamiento y depuración viene dada por aspectos tales como la longitud de conducciones, las condiciones de explotación del sistema, la fiabilidad en el suministro, el nivel de accesibilidad de las obras ante actuaciones eventuales o el trazado y número de elementos singulares entre otros. Los resultados se presentan en los siguientes apartados.

11.4.2.3 Ambiental

Desde un punto de vista ambiental, las alternativas planteadas tendrán un mayor o menor impacto sobre el medioambiente según sea su afectación sobre la red hidrográfica, los espacios naturales, las vías pecuarias, el patrimonio, la población, o las infraestructuras existentes.

En este caso, para la valoración se han ponderado, en primer lugar, cada uno de los factores analizados, otorgándoles una puntuación en función de la importancia de este. El total de puntuación repartida entre todos los factores ha sido de 100 puntos. El signo del impacto cambia según este sea negativo o positivo para el medio ambiente. Por otro lado, en función de la afectación que genera cada una de las alternativas (valoración absoluta), se ha puntuado cada uno de los trazados con 0, 1, 2 o 3 puntos, siendo la alternativa con 0 puntos la mejor desde el punto de vista ambiental y la de 3 puntos, la peor (valoración relativa).

Multiplicando la ponderación de cada factor por el signo del impacto y por la valoración de cada alternativa se obtiene la valoración ponderada del efecto sobre cada factor. De este modo, la mejor alternativa desde el punto de vista ambiental será aquella que mayor puntuación reciba (considerando el signo).

11.4.2.4 Resultados

INDICADOR	ASPECTO		UNIDAD	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	Factor ponderación		
ECONÓMICO	COSTES DE CONSTRUCCIÓN	Movimiento de tierras y demoliciones	€	51,947.98	45,932.15			
		Conducciones y valvulería	€	29,460.00	35,550.00			
		Obras complementarias (EBAR, aliviaderos y cruces)	€	258,000.00	258,000.00			
		EDAR	€	989,000.00	989,000.00			
		Reposiciones y SSAA	€	15,750.00	15,750.00			
		Medidas correctoras ambientales	€	42,000.00	42,000.00			
		Seguridad y Salud laboral	€	40,000.00	40,000.00			
	COSTE EXPROP.	Expropiación	€	3,663.71	4,150.45			
		Servidumbre	€	1,178.40	1,422.00			
		Ocupación temporal	€	2,121.12	1,279.80			
		Árboles afectados	€	10,080.00	7,200.00			
	COSTE MANTEN.	Colectores	€/año	1,058.20	1,058.20			
		Bombeos	€/año	27,000.00	27,000.00			
		EDAR	€/año	70,000.00	70,000.00			
FUNCIONAL	AAVV	Longitud	km	0.982	1.185	0.800	0.450	
		Elementos auxiliares (pozos, válvulas, etc…)	ud	20	24	0.200		
	INSTA	Camino acceso	km	0.600	0.898	0.200	0.550	
		Instalaciones	ud	2	2	0.800		
MEDIO FÍSICO	AMBIENTAL	Zona inundable	m²	245.00	100.00	0.100	0.650	
		Interferencia Red Natura	m²	2300	2300	0.200		
		Interferencia vías pecuarias (cruce/paralelismo)	m	0	0	0.100		
		Interferencia FFCC (cruce)	m	20	20	0.050		
		Interferencia carreteras (cruce)	m	0	0	0.050		
		Impacto socioeconomico	ángulo visual	0	0	0.100		
		Nº árboles afectados	ud	120	80	0.150		
		Distancia zona habitada (olores)	km	335	500	0.250		
	GEOLÓG.	Excavabilidad	%	98	98	0.300	0.350	
		Capacidad portante	%	100	100	0.150		
		Estabilidad zanjas	%	100	100	0.250		
		Problemas geotécnicos	ud	1	1	0.300		

MEDIO FÍSICO (VALORACIÓN RELATIVA)	*AMBIENTAL*	*Zona inundable*	-	*2.00*	*1.00*
		Interferencia espacios naturales protegidos	-	*1*	*1*
		Interferencia vías pecuarias (cruce/paralelismo)	-	*0*	*0*
		Interferencia FFCC (cruce/paralelismo)	-	*1*	*1*
		Interferencia carreteras (cruce/paralelismo)	-	*0*	*0*
		Impacto visual o estético	-	*0*	*0*
		Nº árboles afectados	-	*2*	*1*
		Distancia zona habitada (olores)	-	*2*	*1*
	GEOLÓG.	*Excavabilidad*	-	*1*	*1*
		Capacidad portante	-	*0*	*0*
		Estabilidad zanjas	-	*0*	*0*
		Problemas geotécnicos	-	*1*	*1*

ALTERNATIVA MÁS ÓPTIMA CUANTO MÁS PRÓXIMO A CERO SEA EL INDICADOR

	GLOBAL ECONÓMICO					
	CONSTRUCCIÓN (a)	EXPROPIACIÓN (b)	MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO 25 AÑOS (c)	TOTAL INVERSIÓN (a+b+c)	INDICADOR
ALTERNATIVA 1	1,426,157.98	17,043.23	98,058.20	2,451,455.00	2,668,928.71	1.00
ALTERNATIVA 2	1,426,232.15	14,052.25	98,058.20	2,451,455.00	2,666,011.90	0.00

	GLOBAL FUNCIONAL		
	AAVV	INSTALACIONES	INDICADOR
ALTERNATIVA 1	0.00	0.00	0.00
ALTERNATIVA 2	1.00	0.20	0.56

	GLOBAL MEDIO FÍSICO		
	AMBIENTAL	GEOLÓGICO	INDICADOR GLOBAL
ALTERNATIVA 1	1.25	0.6	1.00
ALTERNATIVA 2	0.75	0.6	0.74

11.4.3 Análisis multicriterio alternativas

Una vez obtenido el valor para cada indicador, se confecciona una matriz en la que se expresa, para cada alternativa, la evaluación de cada factor. Con base en la información de esta matriz y utilizando técnicas de evaluación multicriterio se selecciona la alternativa que mejor cumple todos los objetivos. Dentro de las técnicas de análisis multicriterio habituales, se propone emplear el **método de Pattern** por ser una técnica ampliamente contrastada en estudios de infraestructura y obra civil. Los pesos de cada objetivo variarán entre 0% a 100%, para analizar la sensibilidad a la ponderación.

Según el método de Pattern, se deberá multiplicar cada indicador por su correspondiente peso. Se establece la condición de que la suma de los pesos y de los indicadores sea unitaria. La clasificación de las alternativas se establece en función de la cuantía de esa sumatoria, siendo en nuestro caso, la mejor, la que menor puntuación tenga.

Como los pesos son subjetivos y se deben asignar en función del grado de importancia que se le atribuya a cada objetivo, se ha decidido realizar un análisis de sensibilidad haciendo variar los pesos entre 0 y 1 en escalones de 0,1. Como son tres objetivos se obtiene un total de 66 combinaciones distintas de pesos. Para cada una de estas combinaciones resultará una alternativa como más idónea. Obteniendo un resumen de las veces en que cada alternativa resulta la mejor, se verá qué alternativa es la más favorable.

A continuación, se recogen los resultados.

La alternativa óptima es la 2, habiendo resultado 37 veces seleccionada como la mejor opción y 28 como la última. En este caso, las dos opciones son igual de buenas, con la diferencia que la 1 está más limitada por la inundabilidad y el límite de no edificación de ADIF.

	Distribución alternativas óptimas			
	Frecuencia		Frecuencia	
	Óptima	Segunda	Óptima	Segunda
Alternativa 1	29	38	44%	58%
Alternativa 2	**37**	28	56%	42%
	66	*66*	*1*	*1*

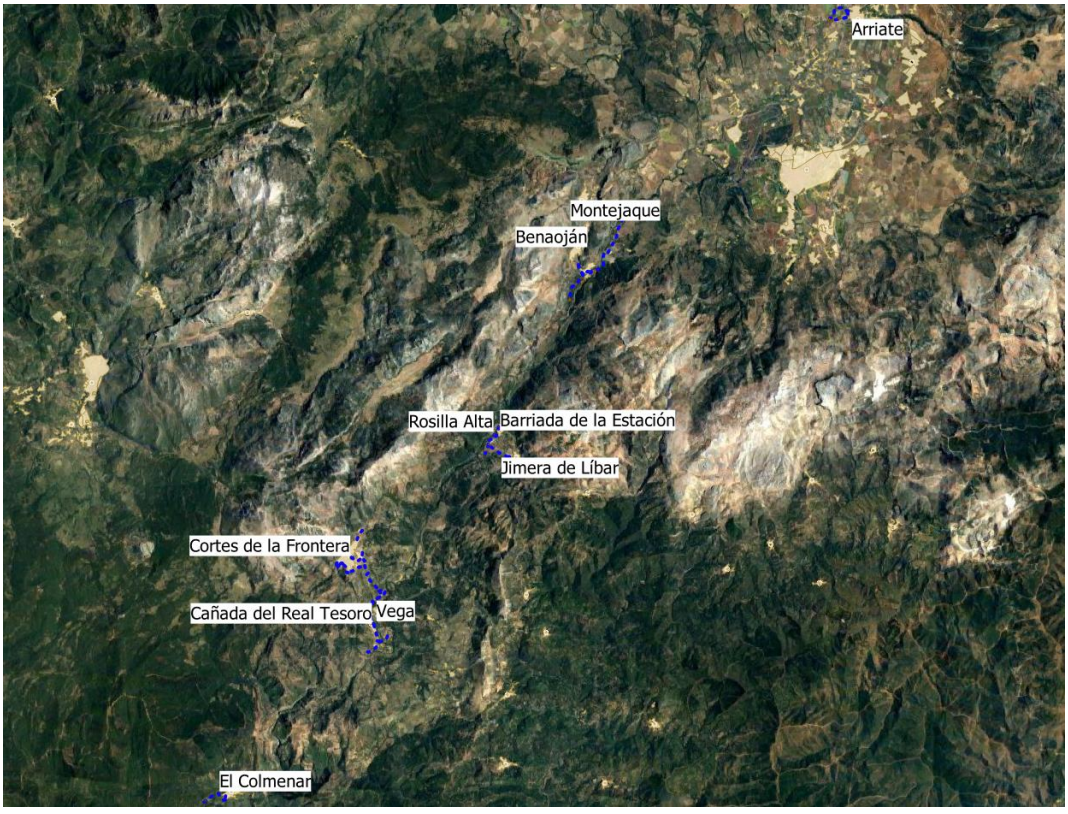
Datos de la matriz de valoración de alternativas							
	Valores de los objetivos				Normalización de los valores		
	Económica	Funcional	Ambiental		Económica	Funcional	Ambiental
	p1	p2	p3		p1	p2	p3
Alternativa 1	1.00	0.00	1.00		1.00	0.00	0.57
Alternativa 2	0.00	0.56	0.74		0.00	1.00	0.43
	1.00	*0.56*	*1.74*		*1*	*1*	*1*

Valores de los pesos			Alternativa		Resultados Pattern	
p1	p2	p3	Óptima	Segunda	Alternativa 1	Alternativa 2
0	0	100	2	1	57.47126437	42.52873563
0	10	90	2	1	51.72413793	48.27586207
0	20	80	1	2	45.97701149	54.02298851
0	30	70	1	2	40.22988506	59.77011494
0	40	60	1	2	34.48275862	65.51724138
0	50	50	1	2	28.73563218	71.26436782
0	60	40	1	2	22.98850575	77.01149425
0	70	30	1	2	17.24137931	82.75862069
0	80	20	1	2	11.49425287	88.50574713
0	90	10	1	2	5.747126437	94.25287356
0	100	0	1	2	0	100
10	0	90	2	1	61.72413793	38.27586207
10	10	80	2	1	55.97701149	44.02298851
10	20	70	2	1	50.22988506	49.77011494
10	30	60	1	2	44.48275862	55.51724138
10	40	50	1	2	38.73563218	61.26436782
10	50	40	1	2	32.98850575	67.01149425
10	60	30	1	2	27.24137931	72.75862069
10	70	20	1	2	21.49425287	78.50574713
10	80	10	1	2	15.74712644	84.25287356
10	90	0	1	2	10	90
20	0	80	2	1	65.97701149	34.02298851
20	10	70	2	1	60.22988506	39.77011494
20	20	60	2	1	54.48275862	45.51724138
20	30	50	1	2	48.73563218	51.26436782
20	40	40	1	2	42.98850575	57.01149425
20	50	30	1	2	37.24137931	62.75862069
20	60	20	1	2	31.49425287	68.50574713
20	70	10	1	2	25.74712644	74.25287356
20	80	0	1	2	20	80
30	0	70	2	1	70.22988506	29.77011494
30	10	60	2	1	64.48275862	35.51724138
30	20	50	2	1	58.73563218	41.26436782
30	30	40	2	1	52.98850575	47.01149425
30	40	30	1	2	47.24137931	52.75862069
30	50	20	1	2	41.49425287	58.50574713
30	60	10	1	2	35.74712644	64.25287356
30	70	0	1	2	30	70
40	0	60	2	1	74.48275862	25.51724138
40	10	50	2	1	68.73563218	31.26436782
40	20	40	2	1	62.98850575	37.01149425
40	30	30	2	1	57.24137931	42.75862069
40	40	20	2	1	51.49425287	48.50574713
40	50	10	1	2	45.74712644	54.25287356
40	60	0	1	2	40	60
50	0	50	2	1	78.73563218	21.26436782
50	10	40	2	1	72.98850575	27.01149425
50	20	30	2	1	67.24137931	32.75862069
50	30	20	2	1	61.49425287	38.50574713
50	40	10	2	1	55.74712644	44.25287356
50	50	0	1	1	50	50
60	0	40	2	1	82.98850575	17.01149425
60	10	30	2	1	77.24137931	22.75862069
60	20	20	2	1	71.49425287	28.50574713
60	30	10	2	1	65.74712644	34.25287356
60	40	0	2	1	60	40
70	0	30	2	1	87.24137931	12.75862069
70	10	20	2	1	81.49425287	18.50574713
70	20	10	2	1	75.74712644	24.25287356
70	30	0	2	1	70	30
80	0	20	2	1	91.49425287	8.505747126
80	10	10	2	1	85.74712644	14.25287356
80	20	0	2	1	80	20
90	0	10	2	1	95.74712644	4.252873563
90	10	0	2	1	90	10
100	0	0	2	1	100	0

12. CONCLUSIONES

El núcleo de El Colmenar, perteneciente al municipio de Cortes de la Frontera, incumple la Directiva Europea 91/271/CEE, vertiendo directamente sus aguas residuales al río Guadiaro al no contar con ningún tipo de instalación para su tratamiento previo. El presente proyecto contempla por tanto la ejecución de una EDAR para la depuración del agua residual, así como las conducciones e instalaciones necesarias para vehicular los vertidos hasta esta.

Este proyecto forma parte de un contrato común para el saneamiento y depuración en la cuenca alta del río Guadiaro, abarcando además de Arriate los núcleos de Benaoján-Montejaque, Jimera de Líbar, Cortes de la Frontera y El Colmenar. Cada uno de estos proyectos se redacta de forma independiente.



Ámbito general del proyecto. Fuente: elaboración propia

12.1. DATOS DE PARTIDA PARA DISEÑO

Para el estudio de alternativas se ha llevado a cabo un análisis del planeamiento urbanístico, la población, los consumos de abastecimiento, así como un estudio en campo de los vertidos. Con

ello se han establecido los datos de partida para el prediseño de las actuaciones, los cuales se resumen en las siguientes tablas.

		EL COLMENAR			
		Año Actual (2020)		Año horizonte (2045)	
		Invierno	Verano	Invierno	Verano
Población					
Población	(hab)	513	898	664	1,197
Población equivalente	(h-e)	513	898	664	1,197
Caudales					
Dotación saneamiento	(l/hab/d)	204.00	204.00	204.00	204.00
Caudal diario	(m³/d)	104.65	183.19	135.46	244.19
Caudal medio	(m³/h)	4.36	7.63	5.64	10.17
Factor punta adoptado		2.00	2.00	2.00	2.00
Caudal punta biológico	(m³/h)	8.72	15.27	11.29	20.35
Coeficiente caudal mínimo		0.40	0.40	0.40	0.40
Caudal mínimo	(m³/h)	1.74	3.05	2.26	4.07
Coeficiente caudal máximo		5.00	5.00	5.00	5.00
Caudal máximo lluvias (pretratamiento)	(m³/h)	21.80	38.17	28.22	50.87
DBO5					
Carga unitaria (*)	(g/hab/d)	**60.00**	**60.00**	**60.00**	**60.00**
Carga	(kg/d)	30.78	53.88	39.84	71.82
Concentración	(mg/l)	294.12	294.12	294.12	294.12
Población equivalente	(hab-eq)	513	898	664	1,197
DQO					
Carga unitaria	(g/hab/d)	**120.00**	**120.00**	**120.00**	**120.00**
Carga	(kg/d)	**61.56**	**107.76**	**79.68**	**143.64**
Concentración	(mg/l)	588.24	588.24	588.24	588.24
SS					
Carga unitaria	(g/hab/d)	**48.00**	**48.00**	**48.00**	**48.00**
Carga	(kg/d)	**24.62**	**43.10**	**31.87**	**57.46**
Concentración	(mg/l)	235.29	235.29	235.29	235.29

12.2. MATERIALES SELECCIONADOS PARA LAS CONDUCCIONES

La elección del material de las conducciones está condicionada primeramente por el diámetro de estas, que constituye el elemento de mayor importancia en el diseño de los colectores y emisarios. El diámetro incide, no sólo en el precio de la obra, sino también en su funcionalidad, dado que está directamente relacionado con la capacidad de la conducción.

Según los diámetros planteados en las distintas soluciones (los cuales se desglosan en el siguiente apartado) se ha realizado un estudio de alternativas de los distintos materiales, obteniéndose que:

- En el caso de tuberías a presión (impulsiones), el PEAD resulta un material mucho más barato que la fundición dúctil, sobre todo, en los diámetros más bajos (DN hasta 125 mm), en los que la diferencia en coste puede ascender hasta el 50%. Conforme se incrementa el diámetro la diferencia se va reduciendo, siendo más caro el PEAD para diámetros de 500 mm y superiores, por la menor optimización resistente del material.
- En colectores sin presión, el PVC corrugado resulta el material más adecuado en la gama de diámetros contemplados en el proyecto (hasta DN 500 mm), ya que ofrece la mejor combinación entre propiedades resistentes y economía. La tubería de PVC lisa, por ejemplo, únicamente se comercializa hasta SN4.
- El hormigón también resultaría competitivo frente al PVC en diámetros de 400 ó 500 mm, desde el punto de vista económico, aunque se mantiene la preferencia por el PVC corrugado, con el fin de homogeneizar el material de los proyectos, lo que permitirá una mayor economía de escala en el suministro y transporte.

Por todo lo anterior, se adopta el **PEAD liso para las conducciones en impulsión**, así como el **PVC corrugado para los colectores y emisarios sin presión**.

12.3. SOLUCIÓN SELECCIONADA AGRUPACIÓN DE VERTIDOS

En cuanto a la ubicación de las instalaciones y trazado de los colectores, se han planteado varias alternativas para cada caso y se ha realizado un análisis multicriterio, valorando los aspectos económicos, funcionales y ambientales.

Finalmente, se ha concluido que la alternativa óptima es la **Alternativa 2.** EDAR en la parcela 34 del polígono 13 Monte Robledal (Monte Público, Cortes de la Frontera), con referencia catastral 29046A013000340000GU. La solución presenta una estación de bombeo ubicada junto al vertido actual y un total de **1185 m de colector** en impulsión (PEAD PN16 DN160). Se ha optado por ubicar esta alternativa 40 metros al sur de la propuesta en el anteproyecto de 2005 debido a que invadía la zona inundable para 500 años de periodo de retorno. Para restituir el efluente depurado a cauce se precisa una conducción de 58 metros.

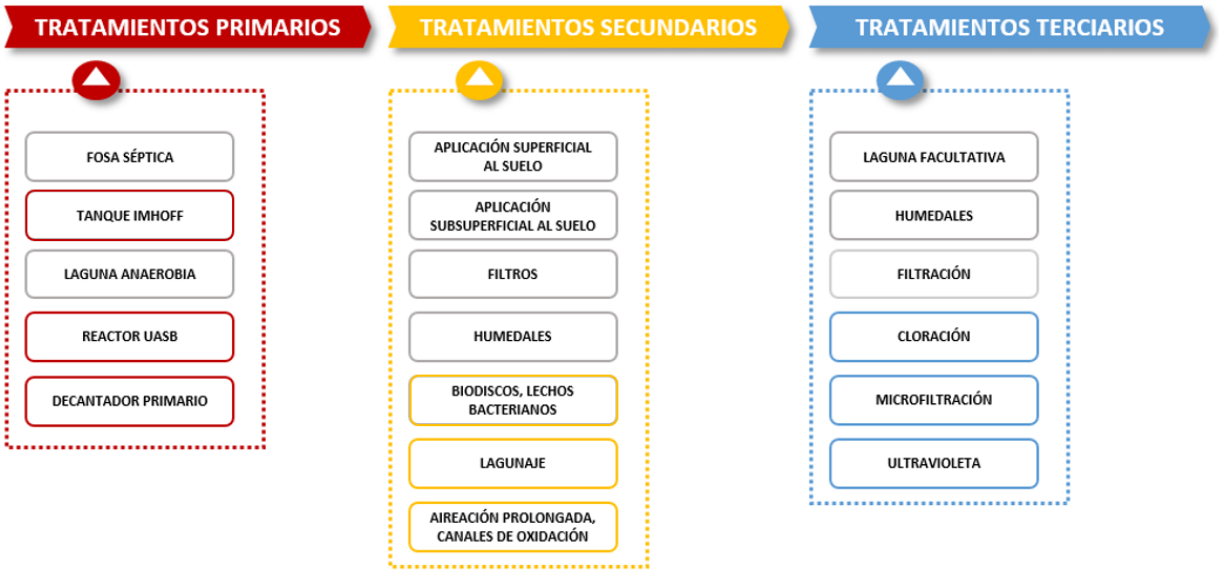
12.4. SOLUCIÓN SELECCIONADA LÍNEA PROCESOS EDAR

Siguiendo lo expuesto en la Directiva 91/271/CEE, las aglomeraciones de menos de 10.000 habitantes equivalentes son consideradas pequeñas poblaciones, lo que significa que la solución

de tratamiento podría verse beneficiada por las ventajas de los sistemas naturales o extensivos de depuración. En general, la solución de tratamiento se basará en buscar:

- Tiempo mínimo de operador
- Mínimo mantenimiento
- Eficaz ante variaciones de caudal y carga
- Gasto mínimo de energía
- Instalaciones donde los posibles fallos de equipos y proceso causen el mínimo deterioro
- Máxima integración en el medio ambiente

Las principales opciones de tratamiento para pequeñas y medianas aglomeraciones se resumen en la siguiente figura:



Tras un análisis preliminar, el cual se detalla en el correspondiente apartado de este documento, los sistemas que se considerarán serán **los lechos bacterianos**, los **biodiscos** y la **aireación prolongada**. Para el caso de la aireación prolongada, se estudiará además la opción de recurrir a otros sistemas (modificaciones) que permitan optimizar el consumo energético (el mayor detractor de este tipo de procesos).

La valoración de los distintos sistemas de depuración se realiza mediante una matriz, cuyas columnas corresponden a los sistemas (j) y las filas a los criterios (i). Los valores por rellenar en la matriz corresponderán a la valoración de la aptitud de los sistemas para cada uno de los criterios considerados: superficie, simplicidad de construcción, rendimientos, estabilidad térmica,

oscilaciones de carga y caudal, impacto medioambiental, producción de fangos o requisitos del explotador. En cuanto a este último aspecto, se ha ponderado en la fila *poblaciones de similares características,* dando peso a los lechos bacterianos frente al resto de sistemas.

Finalmente, se concluye que el proceso más adecuado es el de lechos bacterianos, cumpliendo así con las recomendaciones establecidas por el futuro explotador.

En el conjunto de planos se presenta una planta general de cada EDAR, con un diseño preliminar de los recintos y espacios. Se ha procurado que:

- La sala CCM se ubique próxima al centro de transformación y a los grandes consumidores
- El edificio de control se ubique lo más alejado posible de los focos de olor y ruido (soplantes, deshidratación o pretratamiento).
- Se han dispuesto tornillos transportadores que conduzcan los residuos hasta el interior de un edificio.
- Atendiendo a las indicaciones del Consorcio, no se han considerado plantas compactas de pretratamiento.
- Se prevé desodorización en las salas de deshidratación, residuos, pretratamiento y atmósferas libres del espesador y tolva.

12.5. TRAMITACIÓN AMBIENTAL DE LOS PROYECTOS

Respecto a la tramitación ambiental, a continuación, se recoge una tabla resumen.

NOMBRE	Saneamiento y depuración en Arriate, Benaoján-Montejaque, Jimera de Líbar y Cortes de la Frontera. Cuenca del Río Guadiaro (Málaga)						
CLAVE ACUAES	**ACE/421**						
DOCUMENTACIÓN PREVIA DE LAS ACTUACIONES							
PROYECTO	**DOCUMENTO PREVIO**						**OBSERVACIONES**
	DENOMINACIÓN	**AUTOR**	**FECHA**	**REFERENCIA**	**PPTO DE OBRAS (S/IVA)**	**PLAZO**	
1. ARRIATE	Anteproyecto	Junta de Andalucía	01/08/2005		3.167.255 €	9 MESES	
	Solicitud de Autorización Ambiental Unificada	Ayto. Arriate	27/05/2010	**AAU/MA/17/10**	NP	NP	Caducada por incumplimiento de interesado
	Solicitud de informe vinculante	Dir. Prov. Málaga Agencia Andaluza del Agua	25/04/2011		NP	NP	Documentación no facilitada a ACUAES
	Informe vinculante (Autorización Ambiental Unificada)	Consejería de Agricultura, Pesca y M. A. (J.A.)	16/10/2012 (BOJA 12/02/13)	**AAU/MA/13/11 SPA/DPA/102/2011**	NP	NP	**AAU Supedita a evaluación ambiental algunos aspectos. AAU (IV) CADUCADO por no haber empezado las obras el 16/10/2017**
2. BENAOJAN - MONTEJAQUE	Anteproyecto	Junta de Andalucía	01/08/2005		2.733.744 €	8 MESES	
	Informe alternativas ubicación EDAR Benaoján - Montejaque	Diputación de Málaga	01/04/2014				
3. JIMERA DE LÍBAR	Documento Ambiental (no sometido a EIA, ni Simplificada, ni Ordinaria). Fue sometido a EIA Simplificada	Diputación de Málaga	01/05/2014		1.459.234 €	Estimado 8 MESES	
	Informe de Impacto Ambiental (IIA) favorable	Mº de Medio Ambiente	17/06/15 (BOE 158-03/07/15)		NP		**IIA CADUCADO, por no haber sido aprobado el proyecto antes del 03/07/2019**
4. (A) CORTES + CAÑADA REAL TESORO	Anteproyecto (* COMÚN CON B)	Junta de Andalucía	01/08/2005		4.616.327 €	9 MESES	
	Documento Ambiental (no sometido a EIA, ni Simplificada, ni Ordinaria)	Diputación de Málaga	01/02/2014				
5. (B) EL COLMENAR	Anteproyecto (* COMÚN CON A)	Junta de Andalucía	01/08/2005		1.844.391 €	7 MESES	
	Documento Ambiental para EIA Simplificada (grupo 10.a de Anexo II: RED NATURA)	Diputación de Málaga	01/03/2014		NP		
	Informe de Impacto Ambiental (IIA) favorable	Mº de Medio Ambiente	14/10/16 (BOE 259-26/10/16)		NP		**IIA VÁLIDO si aprobación del proyecto antes del 26/10/2020**

NOMBRE	Saneamiento y depuración en Arriate, Benaoján-Montejaque, Jimera de Líbar y Cortes de la Frontera. Cuenca del Río Guadiaro (Málaga)
CLAVE ACUAES	ACE/421

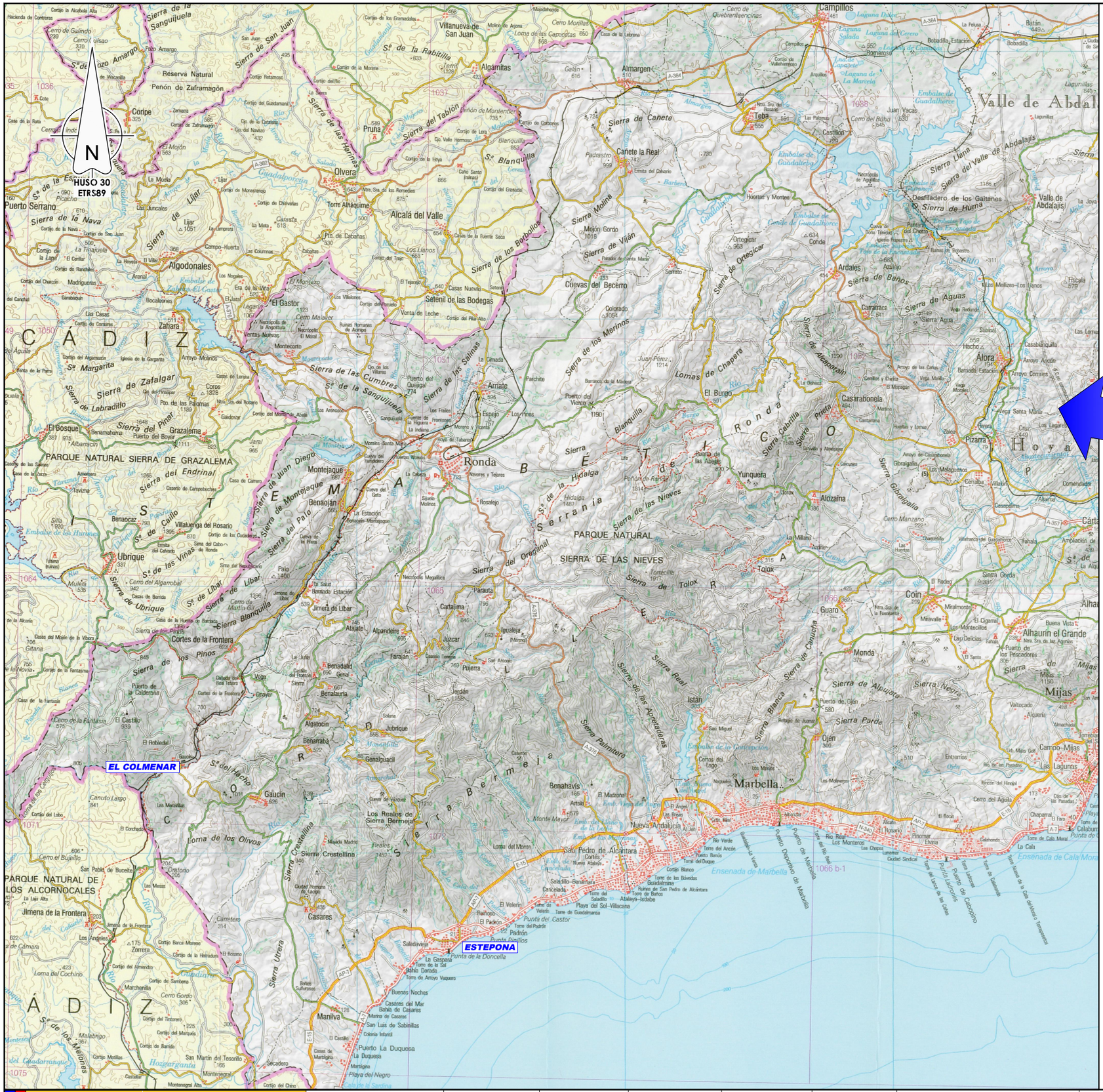
CARACTERÍSTICAS DE LAS ACTUACIONES

PROYECTO	Habitantes equiv.	ALTERNA-TIVAS ELEGIDAS	ESTÁ EN RED NATURA	PODRÍA AFECTAR A RED NATURA	A MENOS DE 1.000 METROS DE ZONA HABITADA (VIS)	TT.MM.	INSTALA-CIONES	Suministro Eléctrico	Nº Solicitud Endesa	Documento a Preparar para Trámite Ambiental Estatal	Trámite Ambiental Autonó-mico	SITUACIÓN CULTURA	
1. ARRIATE	6.104	ALTERNATIVA 1	NO	NO	SI	Ronda Arriate (2)	**EDAR**	No ha respondido aún Endesa	135298	DOCUMENTO AMBIENTAL (no sometido a EIA, ni Simplificada, ni Ordinaria)	**AAU**	Según la AAU la Delegación Territorial de Málaga de la Consejería de Cultura y Deporte ha definido las siguientes medidas de carácter preventivo para que sean adoptadas por el titular: **Realización previa de una Prospección Arqueológica en toda la zona afectada por el Proyecto.** **SI NOS VAN A RESPONDER LO MISMO (PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA PREVIA), LO SUYO ES PREGUNTAR YA, AUNQUE NO HAYA SOLUCIÓN DE ENDESA.**	GRADO DE PROTECCIÓN EN PGOU (B Y C)
2. BENAOJAN - MONTEJAQUE	5.648	ALTERNATIVA 4	SI (ES0000031) ZEC-ZEPA SIERRA DE GRAZALEMA	SI (ES0000031) ZEC-ZEPA SIERRA DE GRAZALEMA	SI	Benaoján Montejaque (SÓLO SI HAY REPARACIÓN DE EMISARIO Y ACT. EN ALIVIADEROS) (2)	**EDAR**	No ha respondido aún Endesa	139725	DOCUMENTO AMBIENTAL para solicitar EA Simplificada	**AAU**	Hay mucho patrimonio en el entorno según IAPH y PGOU.	GRADO DE PROTECCIÓN EN PGOU (B Y C)
							EBAR	No ha respondido aún Endesa	139668				
3. JIMERA DE LÍBAR	1.097	ALTERNATIVA 1	SI (ES0000031) ZEC-ZEPA SIERRA DE GRAZALEMA	SI (ES0000031) ZEC-ZEPA SIERRA DE GRAZALEMA SI (ES6170031) ZEC RÍO GUADIARO	SI	Jimera de Líbar (1)	**EDAR**	MT / 350 m (ENTERRADA?)	135396	DOCUMENTO AMBIENTAL para solicitar EA Simplificada	**AAU**	El IIA indica que en las cercanías de la EDAR se sitúa el **bien del patrimonio arqueológico Las Huertas, que es atravesado por el colector principal**. El promotor confirma que el área afectada por el proyecto ha de quedar supeditada a un **control de los movimientos de tierras en paralelo a la realización de las obras**, cuyos resultados marcarán las medidas correctoras a aplicar así como las nuevas actuaciones arqueológicas que pudiera ser necesario ejecutar, según solicita la Delegación Territorial de Málaga de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. **El colector también atraviesa el camino histórico Cañada del Olivar, en una zona de protección etnológica parcial del mismo**. **YA SE PUEDE HACER LA CONSULTA.**	GRADO DE PROTECCIÓN EN PGOU (C)
							EBAR JIMENA I	En Baja	135413				
							EBAR JIMENA II	En Baja	135401				

NOMBRE	Saneamiento y depuración en Arriate, Benaoján-Montejaque, Jimera de Líbar y Cortes de la Frontera. Cuenca del Río Guadiaro (Málaga)												
CLAVE ACUAES	ACE/421												
CARACTERÍSTICAS DE LAS ACTUACIONES													
PROYECTO	Habitantes equiv.	ALTERNA-TIVAS ELEGIDAS	ESTÁ EN RED NATURA	PODRÍA AFECTAR A RED NATURA	A MENOS DE 1.000 METROS DE ZONA HABITADA (VIS)	TT.MM.	INSTALA-CIONES	Suministro Eléctrico	Nº Solicitud Endesa	Documento a Preparar para Trámite Ambiental Estatal	Trámite Ambiental Autonó-mico	SITUACIÓN CULTURA	
4. (A) CORTES + CAÑADA REAL TESORO	4.749	ALTERNATIVA 2	NO	SI (ES6170031) ZEC RÍO GUADIARO	SI	Cortés de la Frontera ¿Benalauría (EL PROYECTO RECOGE ACTUACIÓN DENTRO DEL TT.MM. DE BENALAURÍA O DEJA LOS POZOS EN CORTES) ? (1/2)	**EDAR**	No ha respondido aún Endesa	135586	DOCUMENTO AMBIENTAL (no sometido a EIA, ni Simplificada, ni Ordinaria)	**¿CA/AAU?**	Hay mucho patrimonio en el entorno según IAPH y PGOU.	GRADO DE PROTECCIÓN EN PGOU (C)
							EBAR CAÑADA	En Baja	136173				
							EBAR CORTES I	En Baja	135576				
							EBAR CORTES II	En Baja	135570				
							EBAR CORTES III	En Baja	135561				
							EBAR CORTES IV	En Baja	135548				
5. (B) EL COLMENAR	1.169	ALTERNATIVA 2	SI (ES0000049) ZEC-ZEPA LOS ALCORNOCALES	SI (ES0000049) ZEC-ZEPA LOS ALCORNOCALES	SI	Cortés de la Frontera Gaucín (2)	**EDAR**	No ha respondido aún Endesa	136759	DOCUMENTO AMBIENTAL para solicitar EA Simplificada	**AAU**	En el IIA la Delegación Territorial de Málaga de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte **informa que la zona afectada no presenta en la actualidad localización alguna de interés arqueológico conocida**	SIN PROTECCIÓN EN EL ENTORNO
							EBAR	No ha respondido aún Endesa	135812/135823				

NORMATIVA			
ESTATAL	**Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental**	**DOCUMENTO A PREPARAR**	
ANEXO I. EA Ordinaria	Grupo 9. Otros proyectos. a) Los siguientes proyectos cuando se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad: 6.º Líneas para la transmisión de energía eléctrica cuyo trazado afecte a los espacios naturales considerados en este artículo con una longitud superior a 3 km, excluidas las que atraviesen zonas urbanizadas.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL para solicitar EA Ordinaria	
ANEXO II. EA Simplificada	Grupo 4. Industria energética. b) Construcción de líneas para la transmisión de energía eléctrica (proyectos no incluidos en el anexo I) con un voltaje igual o superior a 15 kV, que tengan una longitud superior a 3 km, salvo que discurran íntegramente en subterráneo por suelo urbanizado, así como sus subestaciones asociadas.	DOCUMENTO AMBIENTAL para solicitar EA Simplificada	
	Grupo 10. Los siguientes proyectos que se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. a) Plantas de tratamiento de aguas residuales cuando puedan suponer transformaciones ecológicas negativas para el espacio.		
AUTONÓMICA	**Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental**	**DOCUMENTO A PREPARAR**	
CATEGORÍA	**ACTUACIÓN**	**INSTRUMENTO**	**COMPETENCIA**
2.15	Construcción de líneas aéreas de transmisión de energía eléctrica de longitud superior a 3.000 metros. Se exceptúan las sustituciones que no se desvíen de la traza más de 100 m.	**AAU**	Junta (Consejería de Medio Ambiente)
2.17	Construcción de líneas aéreas de transmisión de energía eléctrica de longitud superior a 1.000 metros no incluidas en el epígrafe 2.15. Se exceptúan las sustituciones que no se desvíen de la traza más de 100 metros.	**CA** (si el proyecto se desarrolla en dos TT.MM. pasa a **AAU**)	Ayuntamiento
8.4 BIS	Plantas de tratamiento de aguas residuales cuando puedan suponer transformaciones ecológicas negativas para el espacio y se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos (incluidos los recogidos en la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección), Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.	**AAU**	Junta (Consejería de Medio Ambiente)
8.5	Plantas de tratamiento de aguas residuales cuya capacidad sea inferior a 10.000 habitantes equivalentes.	**CA** (si el proyecto se desarrolla en dos TT.MM. pasa a **AAU**)	Ayuntamiento
13.7	Los siguientes proyectos cuando se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos (incluidos los recogidos en la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección), Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad: a) Transformaciones de uso del suelo que impliquen eliminación de la cubierta vegetal superiores a 1 hectárea. c) Líneas eléctricas para el suministro de energía eléctrica cuya longitud sea superior a 1.000 metros o que supongan un pasillo de seguridad sobre zonas forestales superior a 5 metros de anchura. e) Instalaciones de conducción de agua a larga distancia con un diámetro de más de 800 mm y una longitud superior a 10 km. f) Plantas de tratamiento de aguas residuales menores de 10.000 hab./equiv.	**AAU**	Junta (Consejería de Medio Ambiente)

APÉNDICE Nº 1. PLANOS


N
HUSO 30
ETRS89
EL COLMENAR
ESTEPONA
CÁDIZ
MÁLAGA
Ronda
Marbella
Campillos
Valle de Abdalajís
Alcalá del Valle
Olvera
Algodonales
El Gastor
Setenil de las Bodegas
Arriate
Teba
Cañete la Real
Almargen
Algámitas
Villanueva de San Juan
Pruna
Coripe
Puerto Serrano
Torre Alhaquime
Zahara
Benaocaz
Ubrique
Cortes de la Frontera
Benadalid
Benalauría
Algatocín
Benarrabá
Gaucín
Genalguacil
Jubrique
Los Reales de Sierra Bermeja
Benahavís
Istán
Monda
Coín
Guaro
Alhaurín el Grande
Mijas
Fuengirola
Alozaina
Yunquera
Tolox
Parauta
Carratraca
Ardales
Cuevas del Becerro
Casarabonela
Alora
Pizarra
Álora
Casares
Manilva
Estepona
Sierra de Cañete
Sierra de Líjar
Sierra de Grazalema
Sierra de las Nieves
Sierra Bermeja
Sierra Crestellina
Sierra de Ojén
Sierra Blanca
Sierra Alpujata
Sierra Nevada
Sierra de Ortegicar
Sierra de Baños
Sierra de Aguas
Sierra de Alcaparaín
Sierra de los Merinos
Sierra de las Salinas
Sierra de los Barbalotes
Sierra Molina
Sierra de Viján
Sierra de Zafalgar
Sierra del Pinar
Sierra del Endrinal
Sierra de Juan Diego
Sierra de Montejaque
Sierra del Palo
Sierra de Ubrique
Sierra de Líbar
Sierra Blanquilla
Sierra de los Pinos
Sierra de las Cumbres
Sierra de la Sanguijuela
Sierra de San Juan
Sierra de las Herrizas
Sierra del Tabión
Sierra de la Rabilla
Sierra de la Nava
Sierra de Labradillo
Sierra de Utrera
Sierra de los Apretaderas
Sierra Palmitera
Sierra Real
Sierra de Canucia
Sierra Gibalgalia
Sierra Cabrilla
Sierra Prieta
Sierra de Tolox
Sierra Gorda
Sierra de Mijas
Lomas de Chapera
Lomas del Monte
Lomas de Cabrera
Lomas de Cabrito
Lomas de Cabrilla
Lomas de Cabrillas
Lomas de Cabrillos
Lomas de Cabrillo



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ACUAES AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA SA

IDOM

EL AUTOR DEL PROYECTO: ING. CAMINOS C.P. COL: 17.007
Fdo: D. Fernando Trujillo Díez

EXAMINADO Y CONFORME EL DIRECTOR DE PROYECTO
Fdo: D. Nicolás Gutiérrez Carmona

CONFORME EL JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS
Fdo: D. Daniel Gálvez Cruz

VºBº EL DIRECTOR TÉCNICO
Fdo: D. Jerónimo Moreno Gayá

TÍTULO DEL PROYECTO
SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)

FECHA
ABRIL 2020

CLAVE
ACE/314.05/19/PROY/01

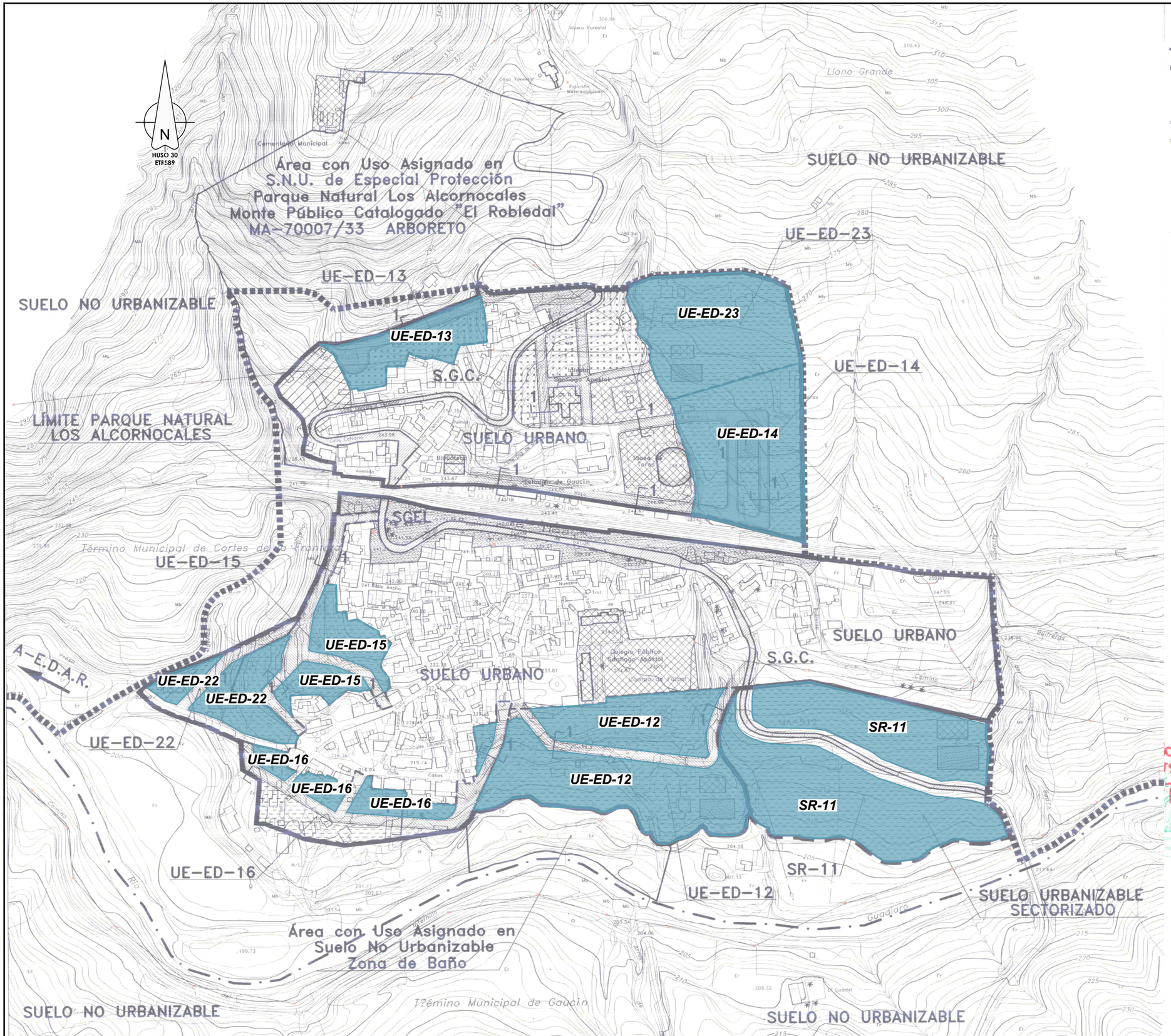
ESCALA
0 25 50 100 m.
1:4.000
FORMATO ORIGINAL A3

PLANO
SANEAMIENTO EXISTENTE
EL COLMENAR

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: COL-100616GUEA0200 SANEA EXIST.dwg

NÚMERO DE PLANO
2

HOJA 1 de 1



Línea límite de Término Municipal

Límite Parque Natural Los Alcornocales

PROPUESTA DE ORDENACIÓN

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

Línea de Delimitación de Suelo Urbano

Línea de Delimitación de Suelo Urbanizable

Suelo Urbano

Suelo Urbanizable

Suelo No Urbanizable

USOS GLOBALES DEL SUELO

Línea de Delimitación de Usos Globales

SUELO URBANO Y URBANIZABLE

- Residencial consolidado o en ejecución
- Industrial
- Equipamiento Comunitario
- Espacios Libres
- Residencial Adosado Propuesto
- Residencial Aislado Propuesto
- Nuevos viarios propuestos

SISTEMA GENERAL DE COMUNICACIONES

Sistema General Viario:

- RED VIARIA URBANA PRINCIPAL

SISTEMA GENERAL
DE EQUIPAMIENTO COMUNITARIO

- Sistema General de Equipamiento Comunitario: Todos los existentes, consolidados en edificación y uso

SISTEMA GENERAL DE ESPACIOS LIBRES

- SGEL Sistema General de Espacios Libres

SISTEMA GENERAL DE INSTALACIONES E
INFRAESTRUCTURAS EN S.N.U.

Sistema General de Infraestructuras:

- EDAR Estación Depuradora de Aguas Residuales (E.D.A.R.)

PLANEAMIENTO DE DESARROLLO

Línea de Delimitación de Figuras de Planeamiento de Desarr

SUELO URBANO:

UNIDADES DE EJECUCIÓN-ESTUDIOS DE DETALLE

UE-ED-12 UE-ED-13 UE-ED-14 UE-ED-15
UE-ED-16 UE-ED-22 UE-ED-23

SUELO URBANIZABLE SECTORIZADO:

SEGUNDA FASE:

SECTOR RESIDENCIAL

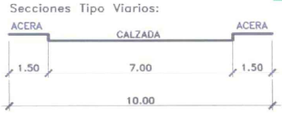
SR-11

DETERMINACIONES

RED VIARIA:

- Red viario existente
- Nuevos viarios propuestos
- Sistema General Viario

Secciones Tipo Viarios:



Sesión Plenaria de 7 de Julio de 08
La Secretaria General

APROBADO DEFINITIVAMENTE
CONSEJERÍA DE VIVIENDA Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO
COMISIÓN PROV. DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO
28 JUL. 2008
JUNTA DE ANDALUCÍA

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ACUAES AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA SA

IDOM

EL AUTOR DEL PROYECTO: ING. CAMINOS C.P. COL: 17.007	EXAMINADO Y CONFORME EL DIRECTOR DE PROYECTO	CONFORME EL JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS	VºBº EL DIRECTOR TÉCNICO
Fdo: D. Fernando Trujillo Díez	Fdo: D. Nicolás Gutiérrez Carmona	Fdo: D. Daniel Gálvez Cruz	Fdo: D. Jerónimo Moreno Gayá

TÍTULO DEL PROYECTO
SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)

FECHA: ABRIL 2020

CLAVE: ACE/314.05/19/PROY/01

ESCALA: SIN ESCALA

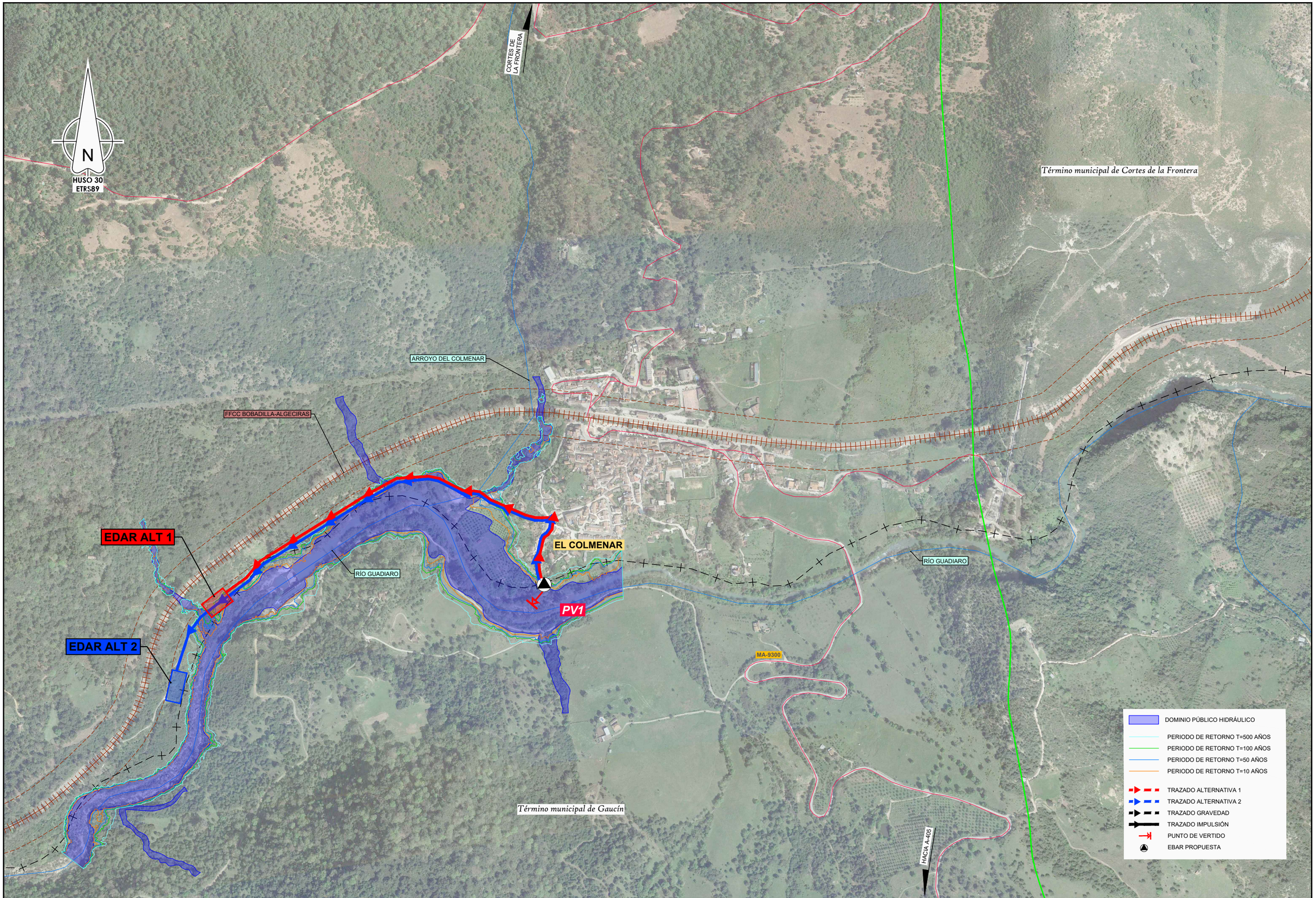
FORMATO ORIGINAL A3

PLANO: PLANEAMIENTO URBANISTICO
EL COMENAR

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: COL-100616GUEA0300 PLA URB.DWG

NÚMERO DE PLANO: 3

HOJA 1 de 1



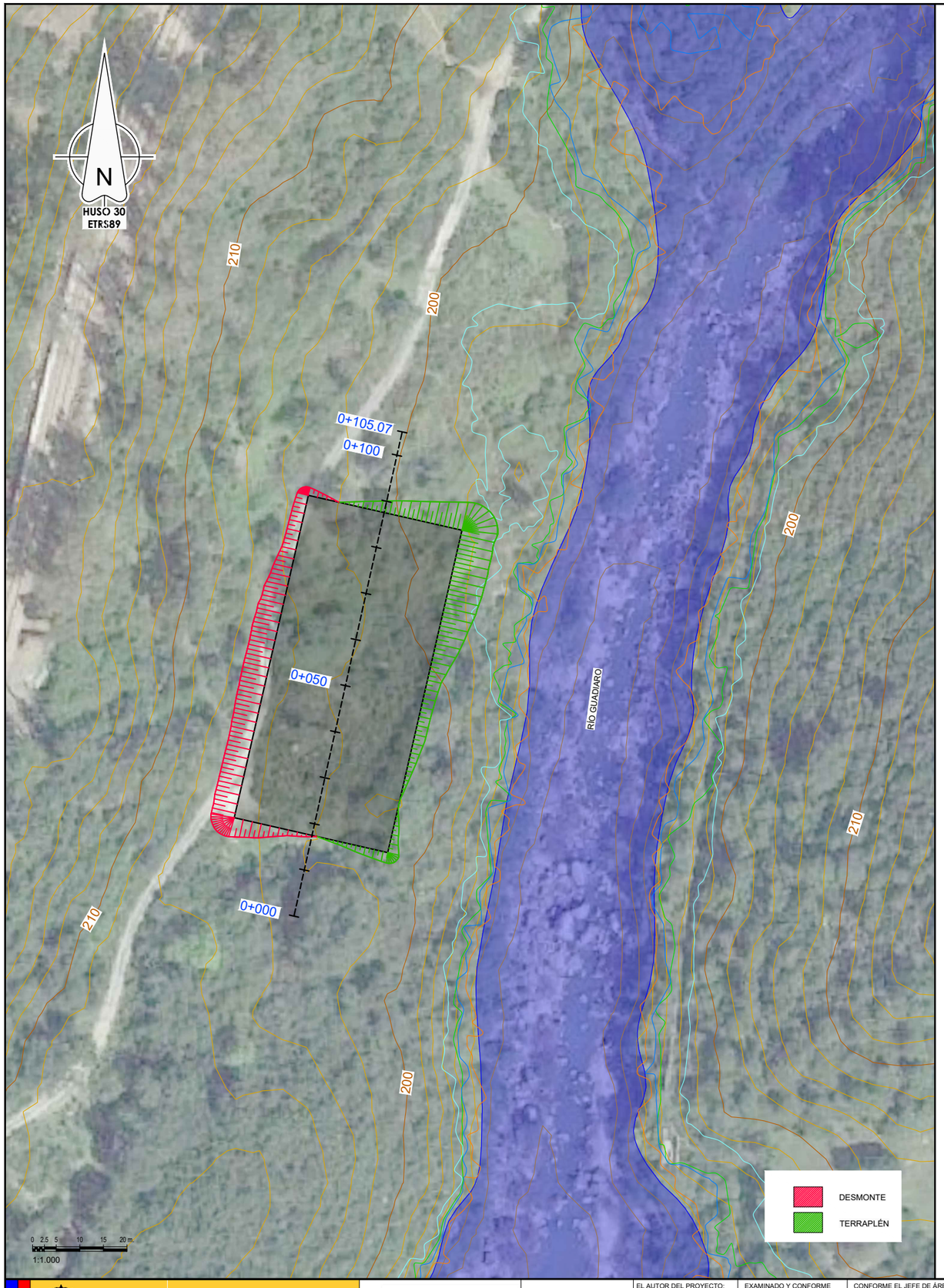
GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

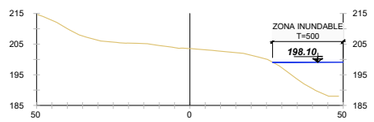
ACUAES AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA SA

IDOM

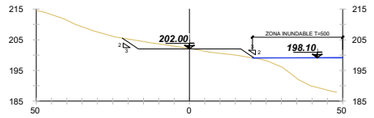
EL AUTOR DEL PROYECTO: ING. CAMINOS C.P. COL: 17.007	EXAMINADO Y CONFORME EL DIRECTOR DE PROYECTO	CONFORME EL JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS	VºBº EL DIRECTOR TÉCNICO	TÍTULO DEL PROYECTO	FECHA	ESCALA	PLANO	NÚMERO DE PLANO
Fdo: D. Fernando Trujillo Díez	Fdo: D. Nicolás Gutiérrez Carmona	Fdo: D. Daniel Gálvez Cruz	Fdo: D. Jerónimo Moreno Gayá	SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)	ABRIL 2020 CLAVE ACE/314.05/19/PROY/01	0 25 50 100 150 m. 1:7.500 FORMATO ORIGINAL A3	INUNDABILIDAD EL COLMENAR NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: COL-100616GUEA0400 INUND.dwg	4 HOJA 1 de 2



PERFILES TRANSVERSALES

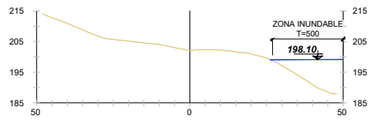


Pk=0+000

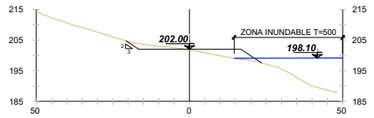


Pk=0+060

S. TERRAPLÉN = 24.41 m2.
S. DESMONTE = 30.36 m2.

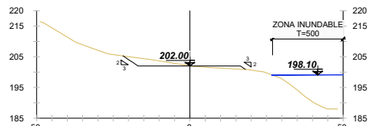


Pk=0+010



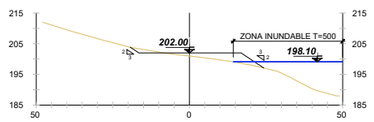
Pk=0+070

S. TERRAPLÉN = 40.36 m2.
S. DESMONTE = 17.46 m2.



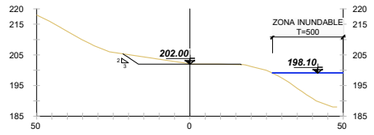
Pk=0+020

S. TERRAPLÉN = 10.30 m2.
S. DESMONTE = 30.05 m2.



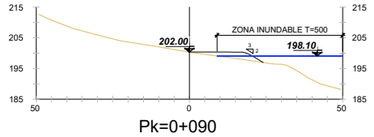
Pk=0+080

S. TERRAPLÉN = 51.95 m2.
S. DESMONTE = 7.51 m2.



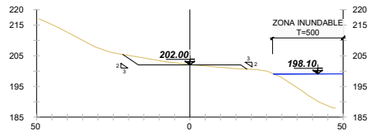
Pk=0+030

S. TERRAPLÉN = 0.83 m2.
S. DESMONTE = 29.41 m2.



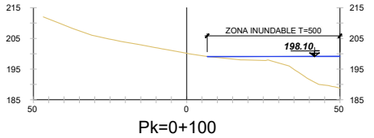
Pk=0+090

S. TERRAPLÉN = 30.44 m2.

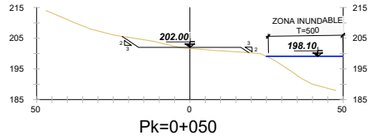


Pk=0+040

S. TERRAPLÉN = 11.26 m2.
S. DESMONTE = 27.72 m2.

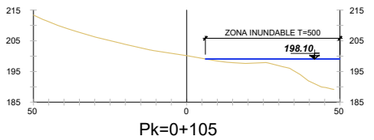


Pk=0+100



Pk=0+050

S. TERRAPLÉN = 18.40 m2.
S. DESMONTE = 27.14 m2.



Pk=0+105

0 25 50 m.
1:2.000

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ACUAES AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA SA

IDOM

EL AUTOR DEL PROYECTO: ING. CAMINOS C.P. COL: 17.007
Fdo: D. Fernando Trujillo Díez

EXAMINADO Y CONFORME EL DIRECTOR DE PROYECTO
Fdo: D. Nicolás Gutiérrez Carmona

CONFORME EL JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS
Fdo: D. Daniel Gálvez Cruz

VºBº EL DIRECTOR TÉCNICO
Fdo: D. Jerónimo Moreno Gayá

TÍTULO DEL PROYECTO
SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)

FECHA
ABRIL 2020

CLAVE
ACE/314.05/19/PROY/01

ESCALA
0 25 50 100 150 m.
1:7.500
FORMATO ORIGINAL A3

PLANO
INUNDABILIDAD
EL COLMENAR. PARCELA EDAR ALT-2

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: COL-100616GUEA0400 INUND.dwg

NÚMERO DE PLANO
4

HOJA 2 de 2

N

HUSO 30
ETRS89

CORTES DE LA FRONTERA

MA-71007-AY
EL ROBLEDAL
Y LA SAUCEDA

PEPMF
ALCORNOCALES DE CORTES
DE LA FRONTERA
(CS-22)

Término municipal de Cortes de la Frontera

ES000049
ZEC-ZEPA
LOS ALACORNOCALES

29046003
CAÑADA REAL DE
EL COLMENAR

ARROYO DEL COLMENAR

FFCC BOBADILLA-ALGECIRAS

EDAR ALT 1

EDAR ALT 2

EL COLMENAR

PV1

RÍO GUADIARO

RÍO GUADIARO

29056001
CAÑADA REAL DE
GAUCÍN O DE EL COLMENAR

MA-9300

PEPMF
VALLE DEL GUADIARO
(CS-21)

(MA-50006-A)
MONTES DE GAUCÍN

Término municipal de Gaucín

HACIA A-405

Rosa del Viento - Procedencia (%)

NNO N NNE
NO NE
ONO ENE
O E
OSO ESE
SO SE
SSO S SSE
10 20 30

- TRAZADO ALTERNATIVA 1
- TRAZADO ALTERNATIVA 2
- TRAZADO GRAVEDAD
- TRAZADO IMPULSIÓN
- PUNTO DE VERTIDO
- EBAR PROPUESTA
- PLAN ESPECIAL DE PROTECCIÓN DEL MEDIO FÍSICO
- RED NATURA 2000
- MONTE PÚBLICO
- PATRIMONIO HISTÓRICO
- VÍAS PECUARIAS
- CARRETERAS
- RÍOS-ARROYOS
- LÍMITE MUNICIPAL
- FFCC
- FFCC LÍMITE EDIFICACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ACUAES AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA SA

IDOM

EL AUTOR DEL PROYECTO: ING. CAMINOS C.P. COL: 17.007	EXAMINADO Y CONFORME EL DIRECTOR DE PROYECTO	CONFORME EL JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS	VºBº EL DIRECTOR TÉCNICO
Fdo: D. Fernando Trujillo Díez	Fdo: D. Nicolás Gutiérrez Carmona	Fdo: D. Daniel Gálvez Cruz	Fdo: D. Jerónimo Moreno Gayá

TÍTULO DEL PROYECTO
SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)

FECHA: ABRIL 2020

CLAVE: ACE/314.05/19/PROY/01

ESCALA: 1:7.500 (0 25 50 100 150 m.)

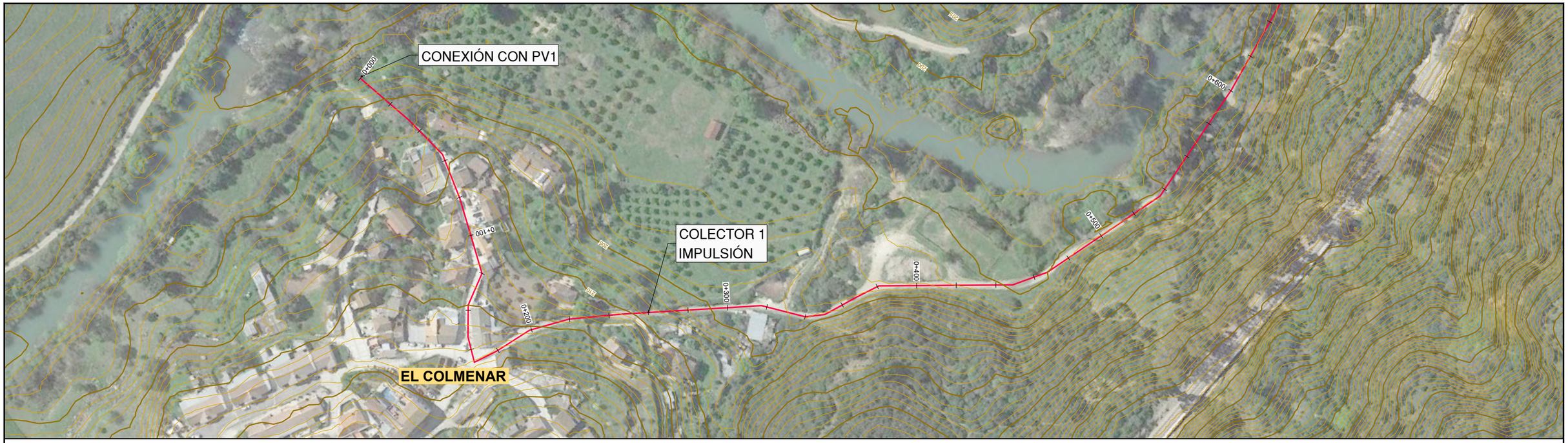
FORMATO ORIGINAL A3

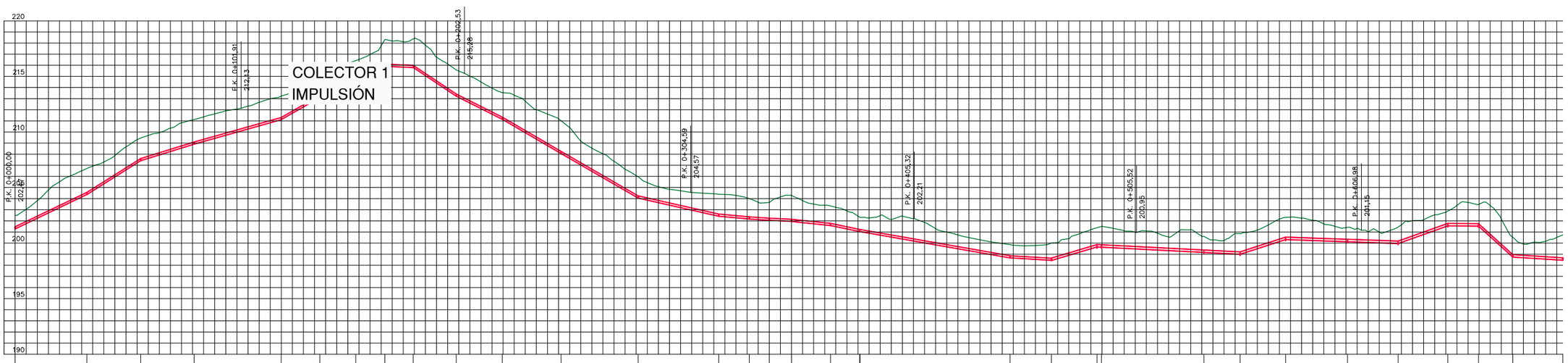
PLANO
ALTERNATIVAS Y APTITUD DEL TERRITORIO:
INFRAESTRUCTURAS Y ZONAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
EL COLMENAR

NÚMERO DE PLANO: 5

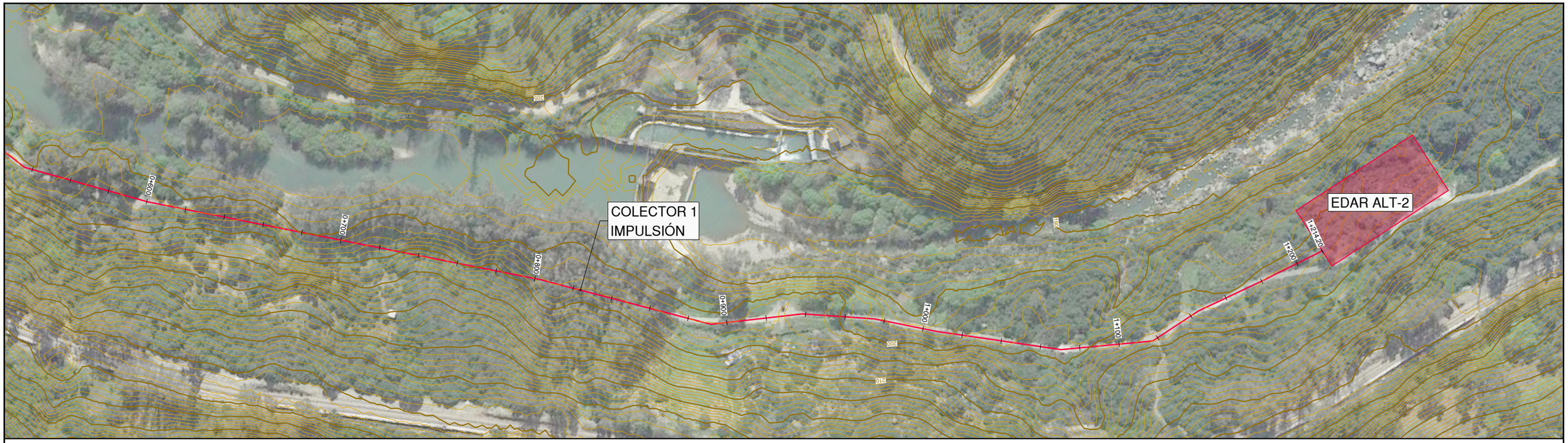
NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: COL-100616GUEA0500 ALT Y APT TERRIT.dwg

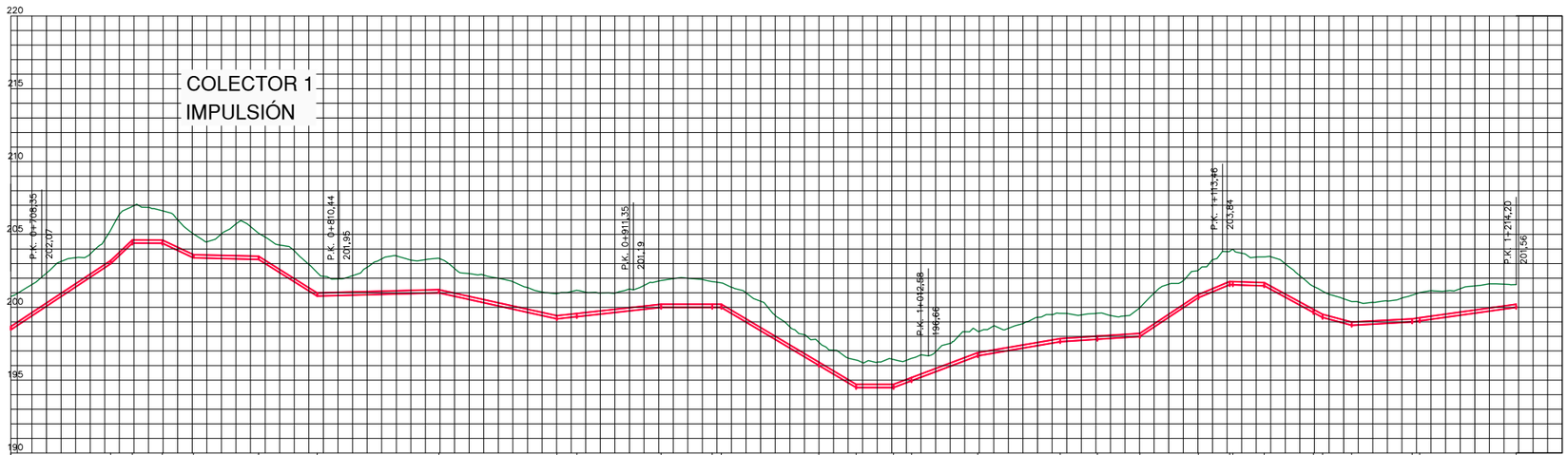
HOJA 1 de 1


CONEXIÓN CON PV1
0+000
0+100
0+200
0+300
0+400
0+500
0+600
COLECTOR 1
IMPULSIÓN
EL COLMENAR
924
926


COLECTOR 1
IMPULSIÓN
P.K. 0+000,00
202,00
P.K. 0+101,91
212,13
P.K. 0+204,53
215,48
P.K. 0+304,59
204,57
P.K. 0+405,32
202,21
P.K. 0+505,52
200,95
P.K. 0+606,98
201,15
220
215
210
205
200
195
190

| | | |

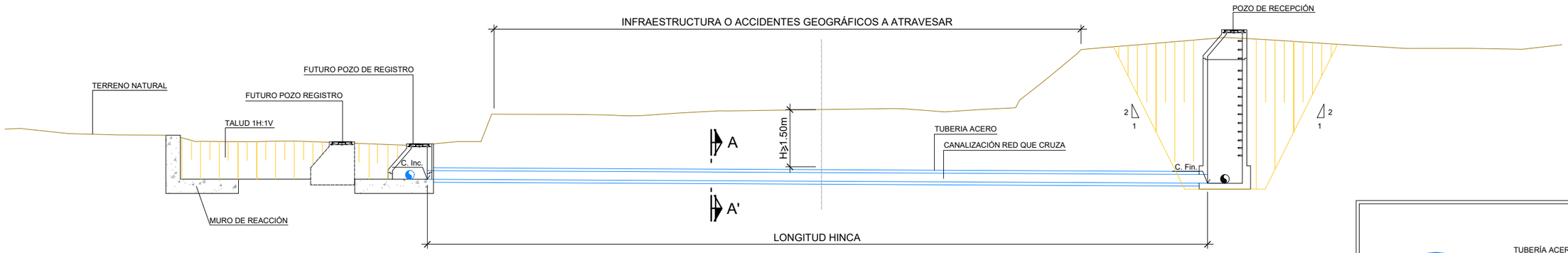

COLECTOR 1
IMPULSIÓN
EDAR ALT-2
0+200
0+400
0+600
0+800
1+000
1+100
1+200
1+214,20

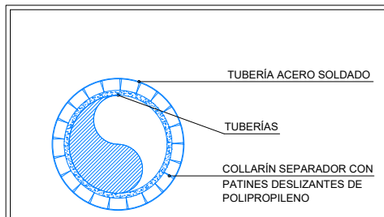

COLECTOR 1
IMPULSIÓN
P.K. 0+108,35
202,07
P.K. 0+810,44
201,95
P.K. 0+911,35
201,19
P.K. 1+012,68
196,66
P.K. 1+113,46
203,84
P.K. 1+214,20
201,56

| | | |

SECCIÓN LONGITUDINAL. CRUCE BAJO INFRAESTRUCTURA

ESCALA 1:150

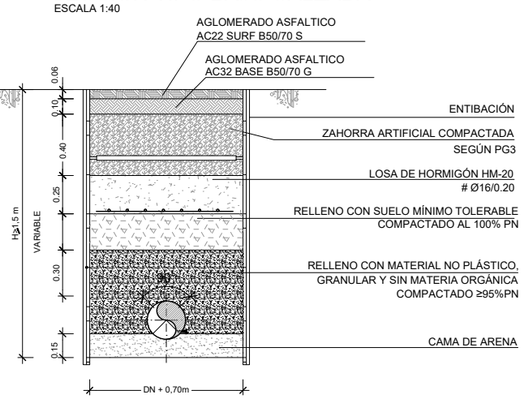




SECCION A-A'

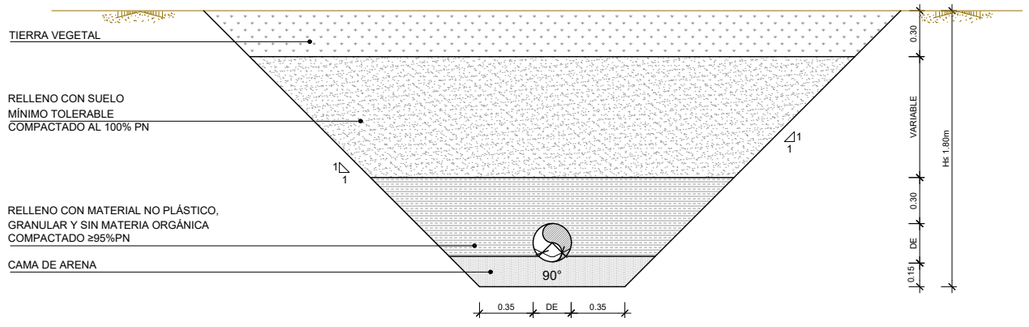
SECCION TIPO BAJO CALZADA

ESCALA 1:40



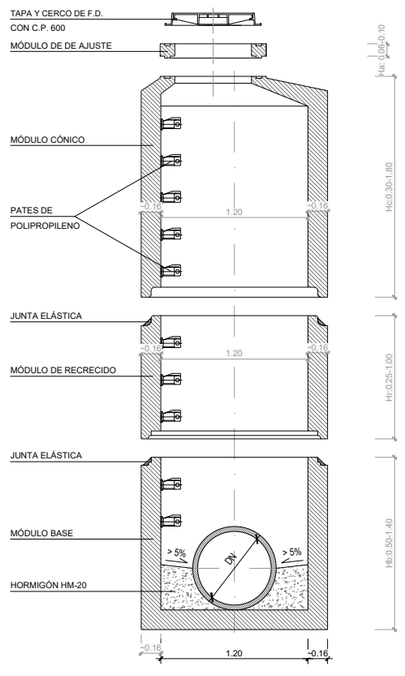
SECCION TIPO EXCAVACIÓN EN TERRENO NATURAL

ESCALA 1:40



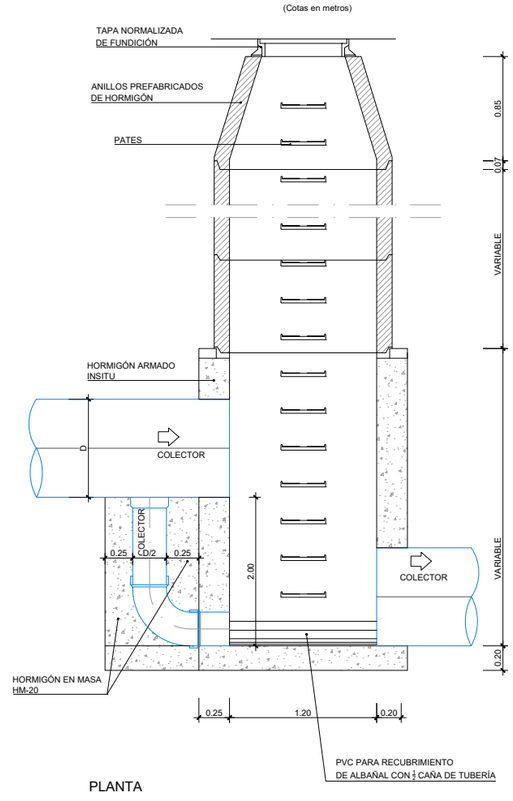
POZO DE REGISTRO CON MÓDULO BASE

ESCALA 1:50
(Cotas en metros)



POZO DE RESALTO CON MÓDULO BASE (H > 2.00m)

ESCALA 1:50
(Cotas en metros)



PLANTA

NOTA: LOS POZOS SITUADOS FUERA DE LOS VIALES EN ZONA DE CAMPO, IRAN ELEVADOS SOBRE LA COTA DE TERRENO NATURAL 0.50m, EL RESTO ESTARÁN ENRASADOS CON LA COTA DE TERRENO O CALZADA EXISTENTE.

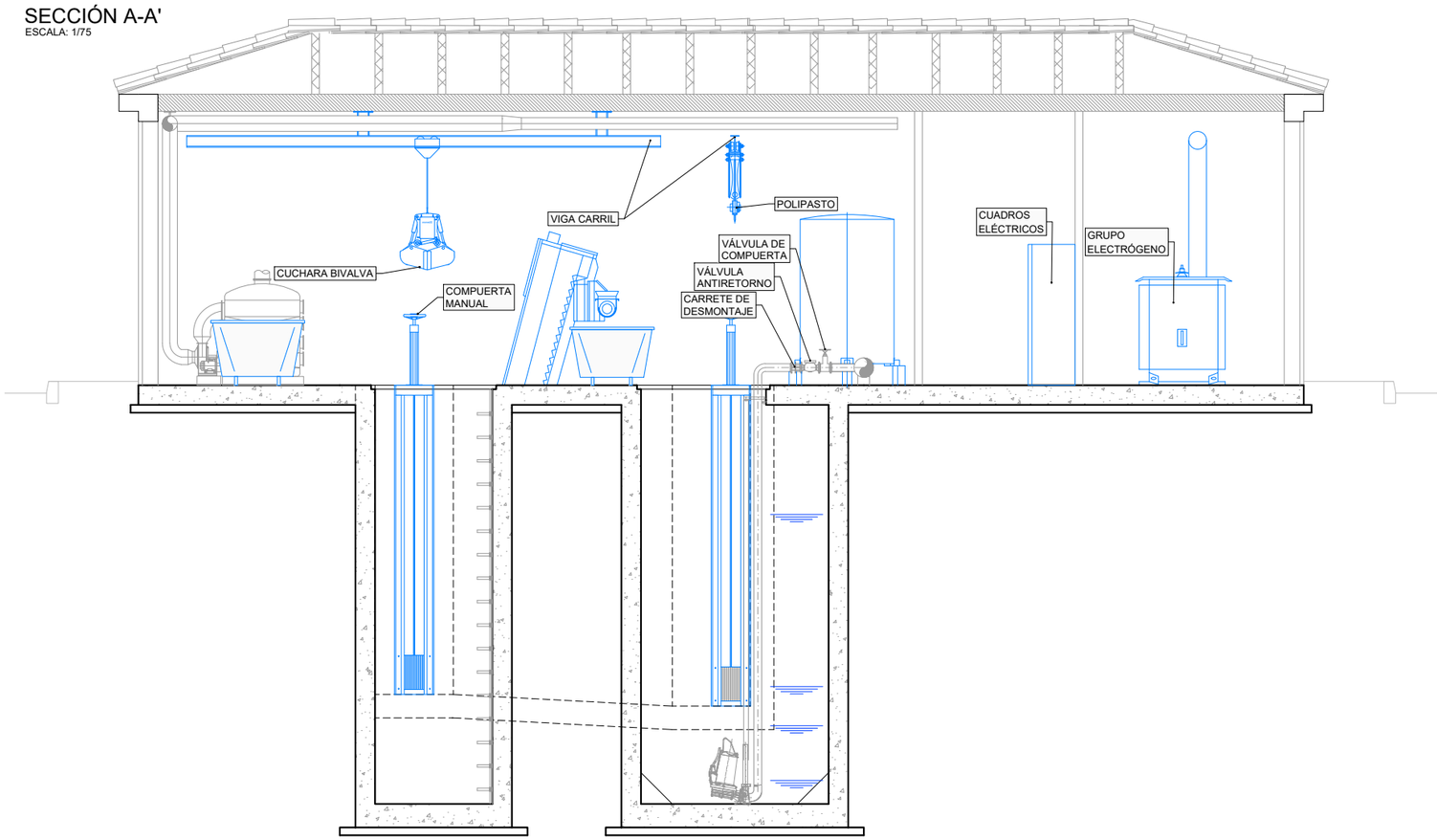
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ACUAES AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA SA

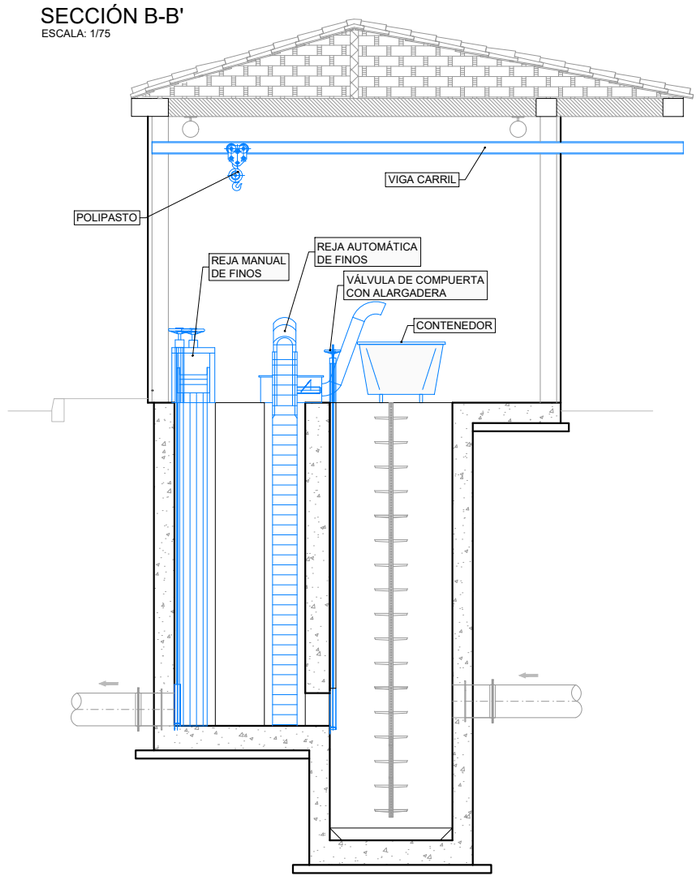
IDOM

EL AUTOR DEL PROYECTO: ING. CAMINOS C.P. COL: 17.007	EXAMINADO Y CONFORME EL DIRECTOR DE PROYECTO	CONFORME EL JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS	Vº Bº EL DIRECTOR TÉCNICO	TÍTULO DEL PROYECTO	FECHA	ESCALA	PLANO	NÚMERO DE PLANO
Fdo: D. Fernando Trujillo Díez	Fdo: D. Nicolás Gutiérrez Carmona	Fdo: D. Daniel Gálvez Cruz	Fdo: D. Jerónimo Moreno Gayá	SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)	ABRIL 2020	INDICADAS	DETALLES	7
					CLAVE: ACE/314.05/19/PROY/01	FORMATO ORIGINAL A3	NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: COL-100616GUEA0700 DETALLES.dwg	HOJA 1 de 1

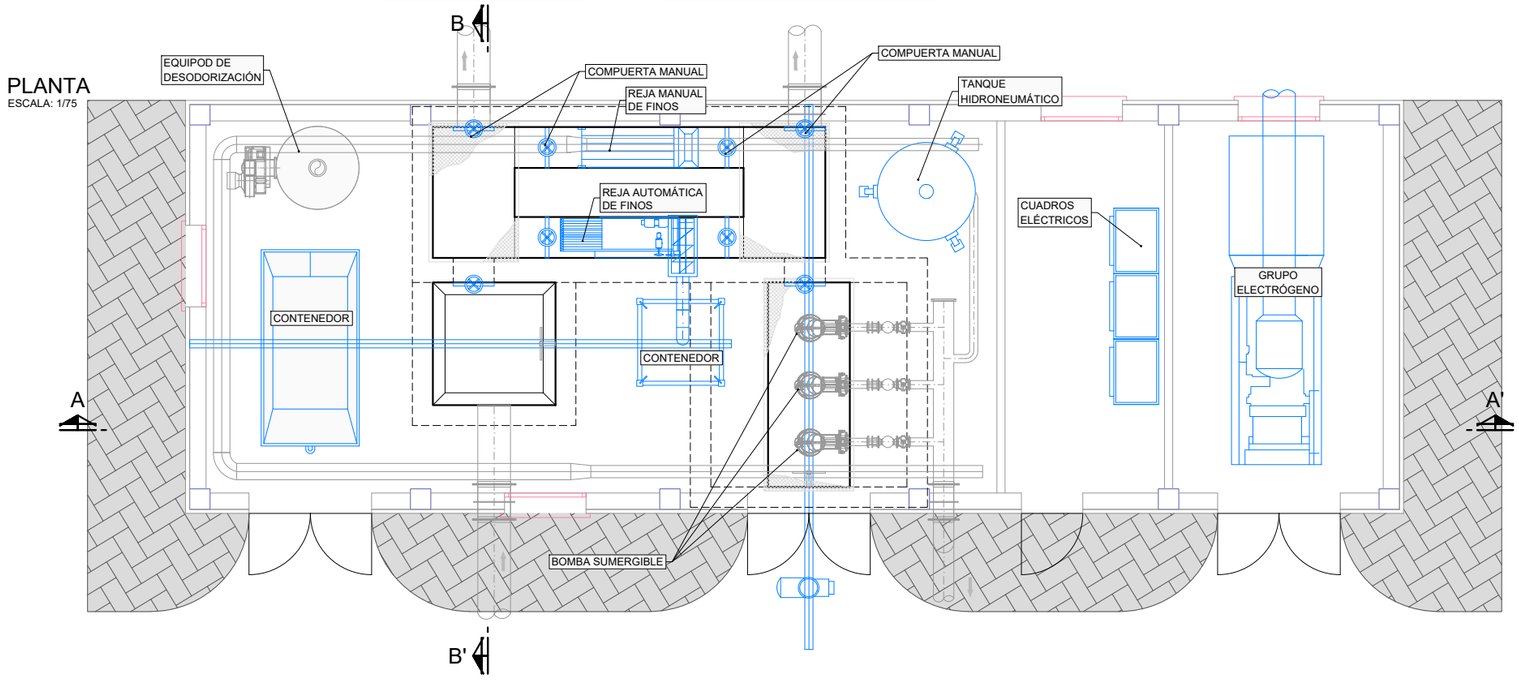
SECCIÓN A-A'
ESCALA: 1/75



SECCIÓN B-B'
ESCALA: 1/75



PLANTA
ESCALA: 1/75



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ACUAES AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA SA

IDOM

EL AUTOR DEL PROYECTO: ING. CAMINOS C.P. COL: 17.007
Fdo: D. Fernando Trujillo Díez

EXAMINADO Y CONFORME EL DIRECTOR DE PROYECTO
Fdo: D. Nicolás Gutiérrez Carmona

CONFORME EL JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS
Fdo: D. Daniel Gálvez Cruz

VºBº EL DIRECTOR TÉCNICO
Fdo: D. Jerónimo Moreno Gayá

TÍTULO DEL PROYECTO
SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)

FECHA: ABRIL 2020

CLAVE: ACE/314.05/19/PROY/01

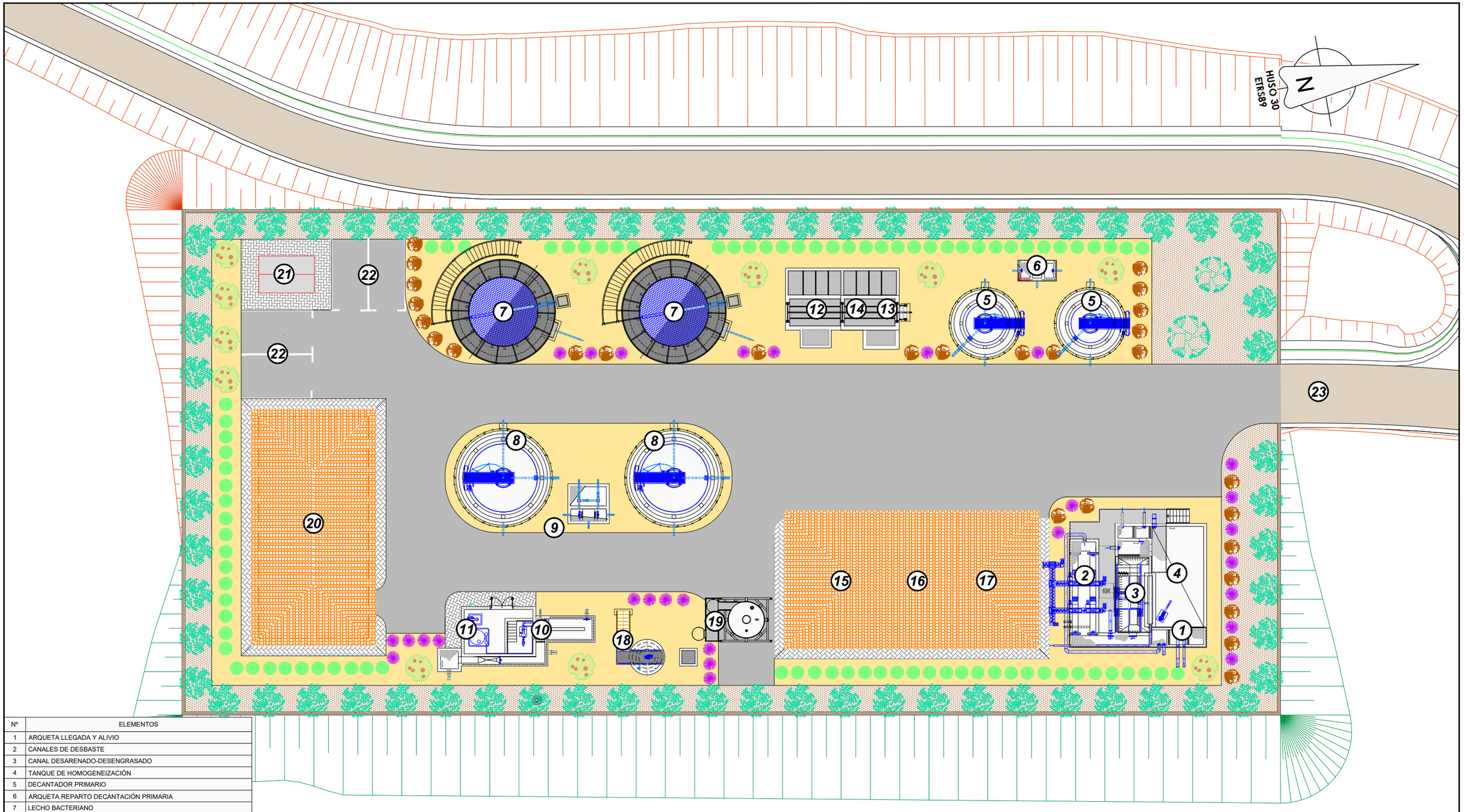
ESCALA: 0 0,25 0,5 1 1,5 m. — 1:75
FORMATO ORIGINAL A3

PLANO: EBAR TIPO

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: COL-100616GUEA0800 EBAR TIPO.dwg

NÚMERO DE PLANO: 8

HOJA 1 de 1



Nº	ELEMENTOS
1	ARQUETA LLEGADA Y ALIVIO
2	CANALES DE DESBASTE
3	CANAL DESARENADO-DESENGRASADO
4	TANQUE DE HOMOGENEIZACIÓN
5	DECANTADOR PRIMARIO
6	ARQUETA REPARTO DECANTACIÓN PRIMARIA
7	LECHO BACTERIANO
8	DECANTADOR SECUNDARIO
9	ARQUETA DE REPARTO AGUA TRATADA Y RECIRCULACIÓN
10	LABERINTO DE CLORACIÓN
11	CASETA GRUPO DE PRESIÓN
12	ARQUETA DE BOMBEO: CARGA LECHOS
13	ARQUETA DE BOMBEO: PURGA FANGOS
14	ARQUETA DE BOMBEO: VACIADOS
15	EDIFICIO INSTALACIONES: SALA DESHIDRATACIÓN
16	EDIFICIO INSTALACIONES: SALA SALA GRUPO ELECTRÓGENO
17	EDIFICIO INSTALACIONES: SALA RESIDUOS PRETRATAMIENTO
18	ESPESADOR DE FANGOS
19	TOLVA DE FANGOS
20	EDIFICIO DE CONTROL
21	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
22	APARCAMIENTOS
23	CAMINO DE ACCESO A EDAR

LEYENDA

- GRAVILLA
- BALDOSA HIDRÁULICA
- VALLADO PERIMETRAL
- HORMIGÓN IMPRESO
- CORTEZA DE PINO
- ZAHORRA
- PANTALLA VEGETAL FORMADA POR SETO PERIMETRAL DE ADELFA (*Nerium oleander*)
- LENTISCO (*Pistacia Lentiscus*)
- CARRASCA (*Querqus Coccifera*)
- LAVANDA (*Lavandula Officinalis*)
- ROMERO (*Rosmarinus Officinalis*)
- ALCORNOQUE (*Quercus Suber*)

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ACUAES AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA SA

IDOM

EL AUTOR DEL PROYECTO: ING. CAMINOS C.P. COL: 17.007
Fdo: D. Fernando Trujillo Díez

EXAMINADO Y CONFORME EL DIRECTOR DE PROYECTO
Fdo: D. Nicolás Gutiérrez Carmona

CONFORME EL JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS
Fdo: D. Daniel Gálvez Cruz

VºBº EL DIRECTOR TÉCNICO
Fdo: D. Jerónimo Moreno Gayá

TÍTULO DEL PROYECTO
SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUADIARO. EDAR Y COLECTORES EN EL COLMENAR (MÁLAGA)

FECHA: ABRIL 2020

CLAVE: ACE/314.05/19/PROY/01

ESCALA: 1:250 (0 2.5 5 m.) FORMATO ORIGINAL A3

PLANO: EDAR EL COLMENAR

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: COL-100616GUEA0900 EDARS.dwg

NÚMERO DE PLANO: 9

HOJA 1 de 1

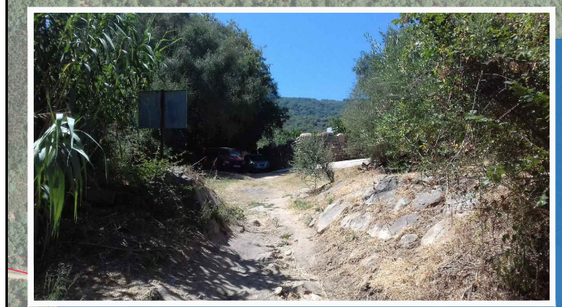


FOTO Nº1: CAMINO HACIA PV1



FOTO Nº2: PV1

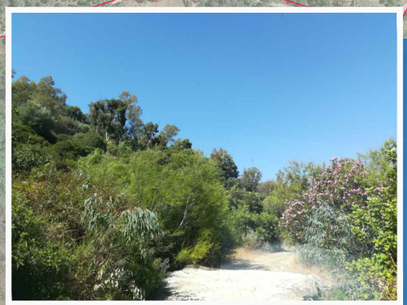


FOTO Nº3: CAMINO Y PARCELA ALT-1

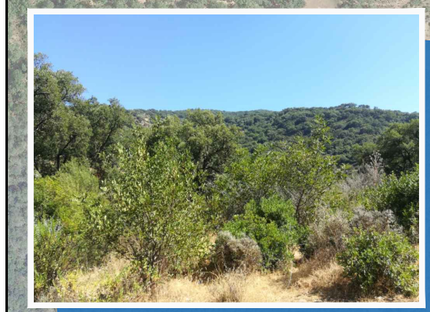


FOTO Nº4: PARCELA AGUAS ABAJO ALT-2

N

HUSO 30
ETRS89

Término municipal de Cortes de la Frontera

ARROYO DEL COLMENAR

FFCC BOBADILLA-ALGECIRAS

EDAR ALT 1

EDAR ALT 2

RÍO GUADIARO

EL COLMENAR

1

2

PV1

3

4

5

RÍO GUADIARO

MA-9300

Término municipal de Gaucín

- TRAZADO ALTERNATIVA 1
- TRAZADO ALTERNATIVA 2
- TRAZADO GRAVEDAD
- TRAZADO IMPULSIÓN
- PUNTO DE VERTIDO
- EBAR PROPUESTA
- CARRETERAS
- RÍOS-ARROYOS
- LÍMITE MUNICIPAL
- FFCC
- FFCC LÍMITE EDIFICACIÓN

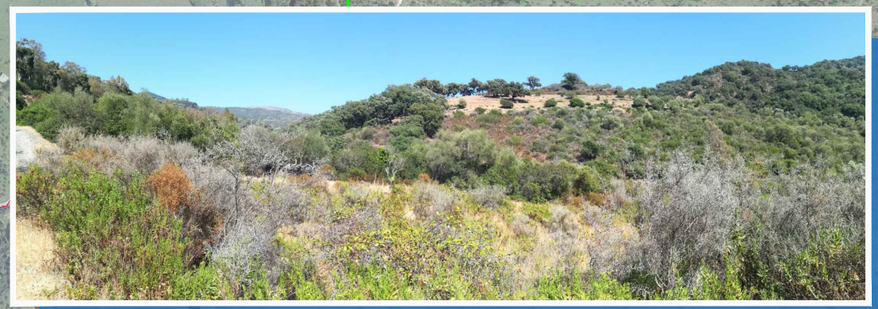


FOTO Nº5: PARCELA EDAR ALT-2

GOBIERNO DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ACUAES AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA SA

IDOM

EL AUTOR DEL PROYECTO: ING. CAMINOS C.P. COL: 17.007	EXAMINADO Y CONFORME EL DIRECTOR DE PROYECTO	CONFORME AL JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS	Vº Bº EL DIRECTOR TÉCNICO
Fdo: D. Fernando Trujillo Díez	Fdo: D. Nicolás Gutiérrez Carmona	Fdo: D. Daniel Gálvez Cruz	Fdo: D. Jerónimo Moreno Gayá

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN EN ARRIATE, BENAOJÁN-MONTEJAQUE, JIMERA DE LIBAR Y CORTES DE LA FRONTERA. CUENCA DEL RÍO GUADIARO (MÁLAGA).

FECHA: ABRIL 2020

CLAVE: ACE/314.01/19/PROY/01

ESCALA: 0 25 50 100 150 m. — 1:7.500 — FORMATO ORIGINAL A3

PLANO: REPORTAJE FOTOGRÁFICO
EL COLMENAR

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: COL-100616GUEA1000 REPORT FOTO.dwg

NÚMERO DE PLANO: 10

HOJA 1 de 1

APÉNDICE Nº 2 CAMPAÑA DE AFOROS

IDOM

CAUDALES Y CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES VERTIDAS POR LA POBLACIÓN DE EL COLMENAR (MÁLAGA)

DBO5
DETERMINACION DE LA CARGA CONTAMINANTE

30 AGOSTO A 2 SEPTIEMBRE 2019

OFICINAS: C/. Manufactura, 8 - Edif. Boudere 1, Plta. 1ª - Mód. 6
Parque Industrial y de Servicios del Aljarafe "PISA"
41927 Mairena del Aljarafe (Sevilla)
Teléfono 954 183 750 - Fax: 954 184 035
http:/www.dbo5.com - e-mail: dbo5@dbo5.com

LABORATORIO: C./ Artesanía, 23, Nave 2, Módulo F
Parque Industrial y de Servicios del Aljarafe "PISA"
41927 Mairena del Aljarafe (Sevilla)

IDOM

CAUDALES Y CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES VERTIDAS POR LA POBLACIÓN DE EL COLMENAR (MÁLAGA).

Elaborado por DBO5 S.L.

entidad colaboradora de la administración hidráulica

30 AGOSTO A 2 SEPTIEMBRE 2019

DOCUMENTO FIRMADO DE FORMA ELECTRÓNICA Y VERIFICABLE CONFORME CERTIFICADO RAÍZ DE LA FÁBRICA NACIONAL DE MONEDA Y TIMBRE.

ÍNDICE

PÁGINA

1. Introducción y objetivos 3

2. Campaña de muestreo y aforos 5
   2.1. Muestreos - Metodología 9
      2.1.1. Muestreos en continuo – 24 horas 10
   2.2. Medidas de caudales 13
   2.3. Incidencias surgidas durante la toma de muestras 15
      2.3.1. Agua de dilución 15
      2.3.2. Lluvias 15
      2.3.3. Mermas de agua 15
      2.3.4. Vertidos 15

3. Caudales 17
   3.1. Caudales vertidos 18

4. Características 25

5. Conclusiones 32

6. Metodología 34

7. Datos técnicos 36

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Se redacta el presente informe a petición de IDOM y en él se reflejan los resultados de la campaña de muestreo, análisis y aforos, realizada en las aguas residuales vertidas por el núcleo urbano de la población malagueña de El Colmenar (513 habitantes)[1]. El desarrollo de los trabajos se ha enfocado para cumplir los siguientes objetivos:

- Conocer en profundidad las características físico-químicas de las aguas residuales evacuadas por el núcleo urbano, de forma que junto con las características del municipio permitan mejorar y optimizar los criterios de diseño y construcción de la futura instalación de depuración de aguas residuales.

- Medir con detalle los volúmenes generados por la población y cuantificar los caudales medios, máximo, mínimo, tanto horario como diario.

- Evaluar la carga orgánica contaminante diaria y puntual, producida por la población objeto de saneamiento y detectar aquellos factores que directa o indirectamente puedan incidir en el funcionamiento de la futura E.D.A.R., tales como vertidos industriales, intrusión de agua limpia "incontrolada", etc.

- Dar cumplimiento a la directiva 91/271/CEE sobre el tratamiento de aguas residuales (artículo 4º apdo 4), la cual obliga a que los parámetros de diseño de las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas, se calculen a partir de la carga máxima semanal media que entra en una instalación durante un año.

[1] Habitantes del núcleo urbano según el cliente.

2. CAMPAÑA DE MUESTREO Y AFOROS

2. CAMPAÑA DE MUESTREO Y AFOROS

Para medir los caudales y determinar las características de las aguas residuales generadas por el núcleo urbano de El Colmenar, se ha realizado una campaña de muestreos, aforos y análisis en el único punto existente:

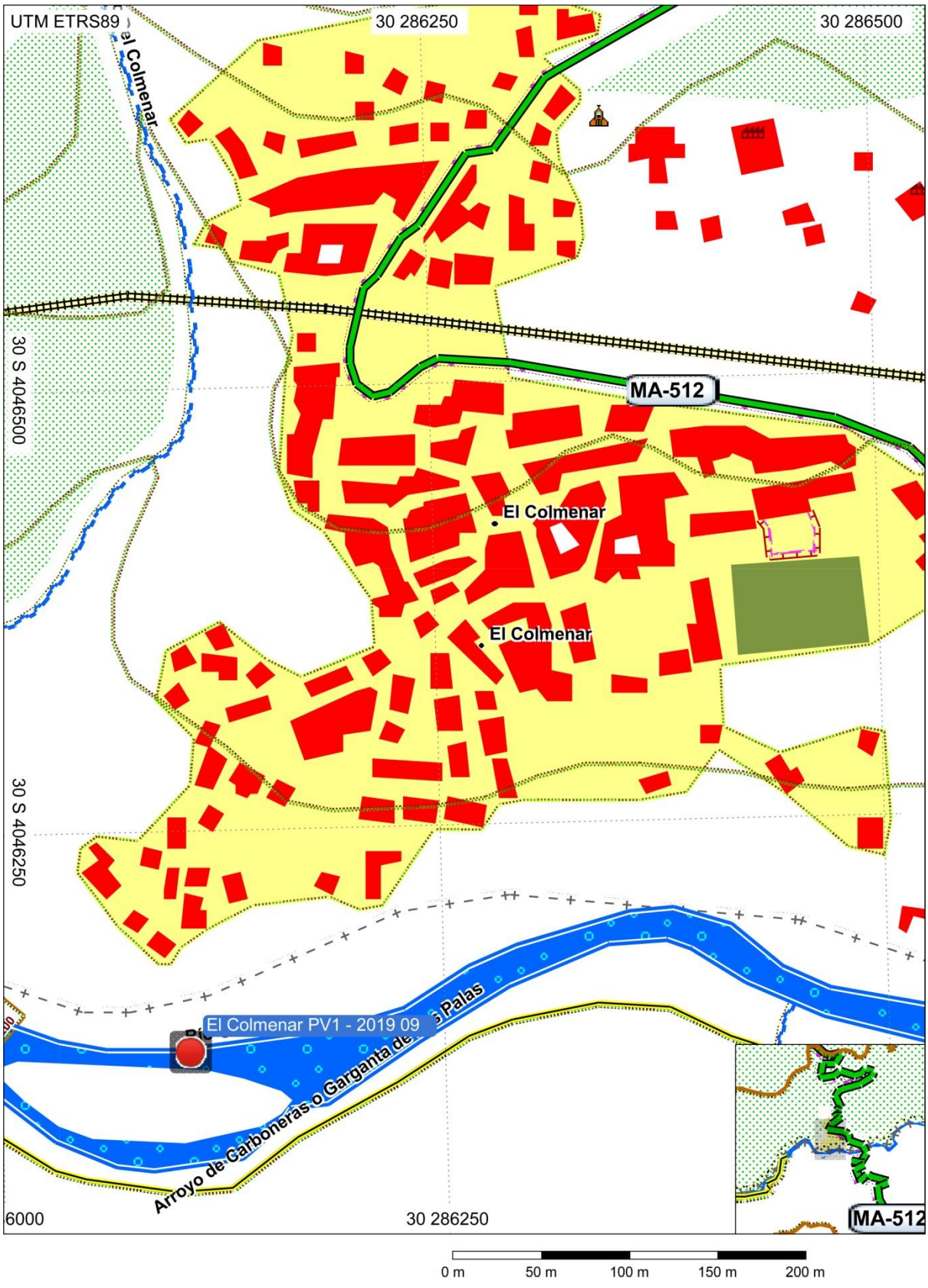
1. **Colector único - PV1 en adelante.** Colector de pvc circular Ø 30 cm situado al sur del núcleo.

De esta manera, se han conseguido cuantificar la totalidad de las cargas evacuadas por la población.

El cronograma seguido, durante la campaña desarrollada entre el 30 de agosto y 2 de septiembre de 2019, quedaría de la siguiente forma:

COLECTOR	PV1
Metodología de aforo	Verted rect.
Precisión l/seg.	± 11.5 %
Tipo de registro de caudal	Continuo
Días de registro de caudal[2]	3
Frecuencia del registro	10 min.
Nº registros caudal para muestreo	144
Días de muestreo	3
Tipo de muestreo	Continuo
Frecuencia del muestreo	15 min.
Muestras 24 h analizadas	3
Observaciones	---

[2] Se entiende por día de registro, al computo de caudales obtenidos durante 24 horas de registro, no teniendo por qué coincidir con un día concreto, ya que los aforos no se inician a las 0:00 horas.



Localización del punto de estudio

IDOM

DATOS TÉCNICOS

1.- Datos identificativos

Población:	**El Colmenar (Málaga)**					
Denominación:	**Punto PV1**					
Coordenadas WGS84	**286107**	X	**4046125**	Y	Zona: **30S**	UTM

2.- Caudales

m^3/día:	92,1				
l/seg max.	1,91	l/seg med.	1,07	l/seg min.	0,68
Relaciones:		1. Q.max/Q.med:	1,79	2. Q.min/Q.med:	0,64

3.- Características

Materia orgánica:	**Medio**		**Nutrientes:**	**Medio**	
D.B.O. :	116	mg/l O2	Nitrógeno total:	43,0	mg/l N
D.Q.O.:	340	mg/l O2	Fósforo total:	4,46	mg/l P
S.S.:	116	mg/l			

4.- Carga equivalente

179 habit. equiv. medios 230 habit. equiv. máximos

FOTOGRAFÍAS DEL PUNTO





IDOM

Diariamente el muestreo comenzaba en torno a las 8:40 horas, considerándose un día de trabajo a veinticuatro horas de recogidas de muestras ininterrumpidamente desde esta hora tal y como se indica en la siguiente tabla:

Planning de recogida de muestras					
Día	**Día inicio**	**Día fin**	**H. inicio**	**H. fin**	**Días de semana**
1	30/08/2019	31/08/2019	12:50 h.	17:30 h.	Viernes-Sábado
2	31/08/2019	01/09/2019	12:50 h.	17:30 h.	Sábado-Domingo
3	01/09/2019	02/09/2019	12:50 h.	17:30 h.	Domingo-Lunes

2.1 MUESTREOS - METODOLOGÍA

Según la Norma ISO-5667-1 sobre el diseño de los programas de muestreo, estos deben de realizarse durante periodos en los cuales la calidad del agua puede variar.

En las A.R.U. este ciclo ocurre cada 24 horas, salvo que por la presencia de vertidos de otros factores estacionales (lluvia, migración de la población, etc) tenga una duración mayor. En estos casos, sería necesario la realización de campañas analíticas complementarias que estimasen las características de los vertidos contaminantes de origen desconocido.

El presente estudio está referido a la calidad del agua para el periodo estudiado, en el cual se ha considerado que los parámetros analizados son estables y las anomalías detectadas en la línea urbana se repiten al menos una vez a la semana y cada tres días en la línea industrial.

La recogida de muestras se ha realizado en continuo de forma automática, considerándose en cualquier caso una jornada de muestreo como la toma de muestras durante 24 horas.

La aplicación de técnicas de muestreo correctas es fundamental para la realización de cualquier trabajo analítico. El principio de que *"un análisis nunca puede ser mejor que la muestra que representa"* tiene para estos trabajos una "dramática" vigencia.

Para calcular el número de muestras mínimo que sería necesario tomar, aplicaremos la siguiente fórmula:

$$L = \frac{2K^{\sigma}}{\sqrt{n}}$$

donde:

L = Nivel de confianza elegido (10%) sobre la medida real.

K = Es un valor que depende del nivel de confianza exigido según la tabla, en nuestro caso el 95%.

Nivel de confianza %	99	98	95	90	80	68	50
K	2.58	2.33	1.96	1.64	1.28	1.00	0.67

б = Desviación típica de la medida del parámetro, pondremos que la DBO_5 es el parámetro más desfavorable con un 15% de variación.

n = nº de muestras a tomar.

El número mínimo de muestras a tomar sería de 5.

Esta cifra está ampliamente superado por las 96 sub-muestras que se han tomado diariamente en los puntos significativos.

Con este tipo de muestreo, no han quedado cuantificadas las variaciones anormales que se produzcan en otras épocas del año, y para cuya caracterización sería necesario realizar campañas de muestreo adicionales.

2.1.1. MUESTREOS EN CONTINUO - 24 HORAS

Para ello se instaló un muestreador automático que tenía una programación tal, que cada vez que transcurrían 15 minutos procedía, mediante una bomba peristáltica, a la toma de una submuestra. Las cuatro submuestras de la misma hora se almacenaron en un mismo frasco. Al finalizar la jornada, las 24 muestras independientes obtenidas se mezclaron entre sí ponderadamente al caudal, obteniéndose una única muestra representativa y homogénea correspondiente al agua vertida durante veinticuatro horas que se enviaba al laboratorio para su análisis.

El tomamuestras tenía un dispositivo que almacenaba el agua refrigerada, preservándola de su degradación (4 ºC aprox). Los parámetros analizados no se han visto afectados por este sistema de muestreo, ya que las técnicas analíticas permiten el almacenamiento en frío para todos los parámetros durante al menos 24-48 horas.

En las 24 muestras parciales se analizó in situ la conductividad y pH, y se observó si visualmente presentaban alguna anomalía.



Muestreo y lectura de caudales registrados.

Al terminar la jornada, las muestras eran transportadas en frío y oscuridad al laboratorio $D.B.O_5$ S.L. de Sevilla, donde inmediatamente después de la recepción, se procedía al análisis de $D.B.O_5$ y sólidos en suspensión. El tiempo máximo transcurrido desde la última toma hasta el inicio del análisis fue siempre inferior a lo establecido en la Norma UNE-EN-ISO-5667-3.

ESQUEMA DE MUESTREO Y ANÁLISIS DE MUESTRAS DIARIAS



Punto de vertido

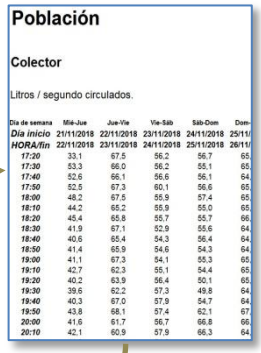


Muestreador automático de
24 botellas (24 litros)

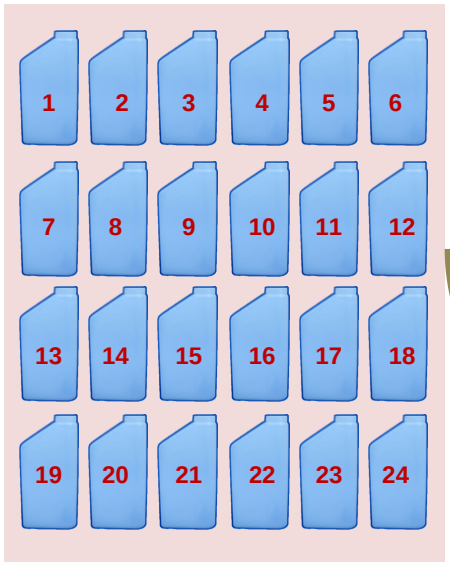


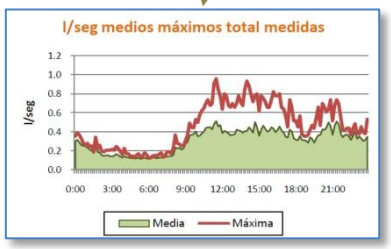
Caudalímetro - Registrador





Sub-muestras horarias





1 muestra integrada
de 24 horas



Análisis biológico



Análisis físico-químico

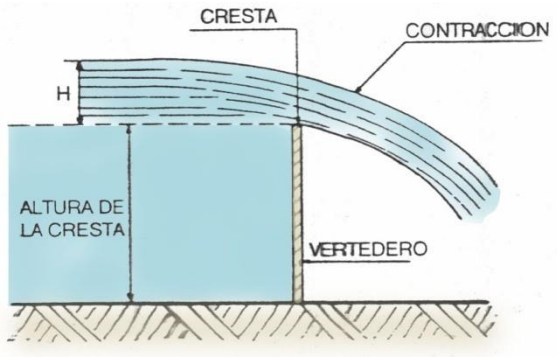
IDOM

2.2. MEDIDAS DE CAUDALES

Dependiendo de la importancia del punto y de la dificultad de la instalación del medidor primario, los caudales pueden ser medidos empleando diferentes metodologías. Los principales métodos que existen para la medida de caudales son:

1. Descarga directa mediante vertedero.
2. Área - Velocidad.
3. Volumétrico - Gravimétrico
4. Concentraciones

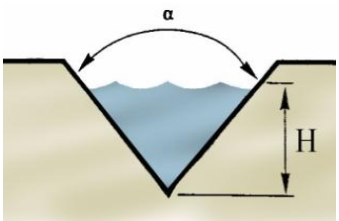
El vertedero es, junto con el volumétrico, uno de los métodos más exactos para la medida de caudal siempre y cuando las condiciones para las que se determinaron, los coeficientes de descarga, se reproduzcan aproximadamente en los aforos.



Elementos a considerar de un vertedero

El área-velocidad está sujeto a una mayor incertidumbre, por ser necesario que la sección mojada sobrepase varios cm la sonda de velocidad (no ocurre así durante la noche).

Por otra parte las sondas o molinetes empleados para la determinación de la velocidad, si bien son previamente calibrados en laboratorio, no puede asegurarse que en las condiciones específicas del colector en el que se encuentren instalados midan correctamente, ya que hay factores externos como; turbulencias, ruido de fondo, concentraciones de sólidos en suspensión, salinidad, etc ... que distorsionan en medida y no pueden ser evaluados para su corrección. Otro inconveniente es que para determinar el caudal requiere además realizar la medida del nivel del agua de forma simultánea.



Esquema de medida de caudal por el sistema de vertedero, la altura H es proporcional al caudal circulante, no siendo necesario medir otra variable.

El vertedero por contra requiere únicamente que esté correctamente construido e instalado, y que la medida del nivel de la lámina de agua sea correcta; esto es más fácil de determinar que la velocidad, pues mediante una simple regla puede ser validada la lectura.

Los caudales fueron medidos empleando el método de descarga directa mediante un sistema de Vertedero, acoplándose un registrador de nivel por presión. Los aforos se realizaban en continuo, almacenándose la media del caudal circulante cada 10 minutos. Periódicamente, los

niveles de lámina de agua eran medidos por el técnico de D.B.O5 S.L. y contrastados con las medidas elaboradas por el caudalímetro. De esta forma, se constató que los registros eran correctos, pues el procedimiento únicamente tiene en cuenta la altura de la lámina de agua.



Verificación del caudal instantáneo realizada mediante medida de la altura de la lámina de agua.

2.3 INCIDENCIAS SURGIDAS DURANTE LA TOMA DE MUESTRAS

2.3.1. AGUA DE DILUCIÓN

Se observó agua de dilución.

2.3.2. LLUVIAS

No se registraron precipitaciones durante el estudio, por lo que el mismo fue realizado en tiempo seco.

2.3.3. MERMAS DE AGUA

Se observa que, teniendo en cuenta la gran dilución, el caudal medido es inferior al caudal esperado, por lo que suponemos hay perdidas de aguas negras por captaciones, roturas o colectores no medidos.

2.3.4. VERTIDOS

No se registraron vertidos durante la realización del presente estudio, probablemente debido a que los trabajos se han realizado en fin de semana.

En la página siguiente se incluyen las observaciones visuales registradas sobre las muestras de integración.

El Colmenar (Málaga)

Vertidos y obervaciones visuales

nº muestra	Punto PV1			
	Hora	1er día	2º día	3er día
1	8:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
2	9:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
3	10:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
4	11:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
5	12:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
6	13:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
7	14:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
8	15:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
9	16:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
10	17:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
11	18:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
12	19:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
13	20:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
14	21:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
15	22:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
16	23:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
17	0:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
18	1:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
19	2:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
20	3:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
21	4:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
22	5:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
23	6:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*
24	7:30	*No hay*	*No hay*	*No hay*

3. CAUDALES

3. CAUDALES

3.1. CAUDALES VERTIDOS

Los aforos realizados en la presente campaña, arrojaron los siguientes valores más representativos:

CAUDALES MEDIOS MÁS REPRESENTATIVOS	
COLECTOR Nº	PV1
l/seg. máximos	1.91
l/seg. medios	1.07
l/seg. mínimos	0.68
Total m^3/día	92.1
m^3/h. medios	3.8
m^3/h. mínimos	2.7
m^3/h. máximos	6.1

En las páginas siguientes, se incluyen las tablas y gráficos correspondientes a los valores registrados.

El Colmenar (Málaga)

Punto PV1

Litros / segundo circulados.

Día de semana	Vie-Sáb	Sáb-Dom	Dom-Lun		
Día inicio	30/08/2019	31/08/2019	01/09/2019	Valores medios totales	
HORA/fin	31/08/2019	01/09/2019	02/09/2019	Media	Máximo
8:40	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
8:50	0,95	0,87	0,84	0,89	0,95
9:00	1,07	0,92	0,92	0,97	1,07
9:10	0,92	0,98	0,95	0,95	0,98
9:20	0,81	1,04	1,04	0,96	1,04
9:30	0,89	1,04	1,26	1,06	1,26
9:40	0,98	1,26	1,20	1,15	1,26
9:50	1,13	1,13	1,10	1,12	1,13
10:00	1,10	1,20	1,26	1,19	1,26
10:10	1,04	1,01	1,56	1,20	1,56
10:20	0,87	0,98	1,46	1,10	1,46
10:30	0,73	1,07	1,23	1,01	1,23
10:40	0,73	1,07	1,23	1,01	1,23
10:50	0,81	1,01	1,29	1,04	1,29
11:00	0,81	1,01	1,42	1,08	1,42
11:10	0,81	1,07	1,26	1,05	1,26
11:20	0,70	1,10	1,42	1,08	1,42
11:30	0,73	1,13	1,29	1,05	1,29
11:40	0,78	1,29	1,46	1,18	1,46
11:50	0,78	1,16	1,26	1,07	1,26
12:00	0,68	1,23	1,42	1,11	1,42
12:10	0,84	1,07	1,73	1,21	1,73
12:20	0,73	1,07	1,39	1,06	1,39
12:30	0,95	0,98	1,29	1,08	1,29
12:40	1,10	1,16	1,29	1,19	1,29
12:50	1,01	1,20	1,32	1,18	1,32
13:00	0,81	1,20	1,23	1,08	1,23
13:10	0,87	1,20	1,20	1,09	1,20
13:20	0,70	1,07	1,13	0,97	1,13
13:30	0,70	1,10	1,26	1,02	1,26
13:40	0,60	1,01	1,39	1,00	1,39
13:50	0,68	1,07	1,13	0,96	1,13
14:00	0,76	0,92	1,29	0,99	1,29
14:10	0,65	1,20	1,20	1,01	1,20
14:20	0,68	1,16	1,16	1,00	1,16
14:30	0,70	1,04	1,10	0,95	1,10
14:40	0,87	0,98	1,16	1,00	1,16
14:50	0,87	1,01	1,29	1,06	1,29
15:00	0,73	1,04	1,26	1,01	1,26
15:10	0,76	1,10	1,23	1,03	1,23
15:20	0,89	1,13	1,20	1,07	1,20
15:30	0,73	1,07	1,39	1,06	1,39
15:40	0,87	1,13	1,29	1,10	1,29
15:50	0,89	1,10	1,39	1,13	1,39
16:00	0,87	1,07	1,13	1,02	1,13
16:10	0,81	1,04	1,23	1,03	1,23
16:20	0,87	1,13	1,16	1,05	1,16
16:30	1,16	1,39	1,13	1,23	1,39
16:40	1,26	1,29	1,16	1,24	1,29
16:50	1,36	1,20	1,10	1,22	1,36
17:00	1,20	1,16	1,13	1,16	1,20
17:10	1,39	1,10	0,95	1,15	1,39
17:20	1,26	1,16	0,95	1,12	1,26
17:30	1,32	1,16	1,16	1,22	1,32
17:40	1,23	1,20	1,20	1,21	1,23

El Colmenar (Málaga)

Punto PV1

Litros / segundo circulados.

Día de semana	Vie-Sáb	Sáb-Dom	Dom-Lun		
Día inicio	30/08/2019	31/08/2019	01/09/2019	Valores medios totales	
HORA/fin	31/08/2019	01/09/2019	02/09/2019	Media	Máximo
17:50	1,20	1,13	1,20	1,17	1,20
18:00	1,10	1,23	1,52	1,28	1,52
18:10	1,20	1,04	1,26	1,17	1,26
18:20	1,13	1,10	1,16	1,13	1,16
18:30	1,16	1,23	1,07	1,15	1,23
18:40	1,29	1,04	1,07	1,13	1,29
18:50	1,52	0,95	1,01	1,16	1,52
19:00	1,49	1,04	1,16	1,23	1,49
19:10	1,66	1,04	1,16	1,29	1,66
19:20	1,39	1,07	1,04	1,17	1,39
19:30	1,59	1,29	1,04	1,31	1,59
19:40	1,42	1,10	0,98	1,17	1,42
19:50	1,32	1,07	0,95	1,12	1,32
20:00	1,36	0,89	1,04	1,10	1,36
20:10	1,29	1,07	1,10	1,15	1,29
20:20	1,26	0,98	1,04	1,09	1,26
20:30	1,16	1,16	1,10	1,14	1,16
20:40	1,23	1,01	1,04	1,09	1,23
20:50	1,32	1,13	0,98	1,15	1,32
21:00	1,39	1,13	1,16	1,23	1,39
21:10	1,42	1,23	1,13	1,26	1,42
21:20	1,42	1,56	1,01	1,33	1,56
21:30	1,70	1,36	1,04	1,36	1,70
21:40	1,73	1,16	0,98	1,29	1,73
21:50	1,70	1,16	1,10	1,32	1,70
22:00	1,66	1,39	1,16	1,40	1,66
22:10	1,59	1,29	0,98	1,29	1,59
22:20	1,73	1,46	1,13	1,44	1,73
22:30	1,73	1,32	1,13	1,40	1,73
22:40	1,84	1,23	1,04	1,37	1,84
22:50	1,59	1,13	1,01	1,25	1,59
23:00	1,36	1,13	1,07	1,19	1,36
23:10	1,32	1,10	0,95	1,13	1,32
23:20	1,46	0,98	1,04	1,16	1,46
23:30	1,29	0,89	1,04	1,08	1,29
23:40	1,36	0,98	1,07	1,14	1,36
23:50	1,39	1,13	1,04	1,19	1,39
0:00	1,36	1,07	0,92	1,12	1,36
0:10	1,63	1,16	0,98	1,26	1,63
0:20	1,77	1,16	0,95	1,29	1,77
0:30	1,91	1,10	1,01	1,34	1,91
0:40	1,66	1,13	0,98	1,26	1,66
0:50	1,56	1,23	0,87	1,22	1,56
1:00	1,70	1,10	0,89	1,23	1,70
1:10	1,70	1,10	0,89	1,23	1,70
1:20	1,70	1,07	0,87	1,21	1,70
1:30	1,59	1,01	0,87	1,16	1,59
1:40	1,49	1,01	0,84	1,11	1,49
1:50	1,49	1,01	0,81	1,10	1,49
2:00	1,32	0,95	0,73	1,00	1,32
2:10	1,39	0,87	0,81	1,02	1,39
2:20	1,36	0,87	0,81	1,01	1,36
2:30	1,32	0,87	0,78	0,99	1,32
2:40	1,26	0,95	0,73	0,98	1,26
2:50	1,42	0,84	0,76	1,01	1,42

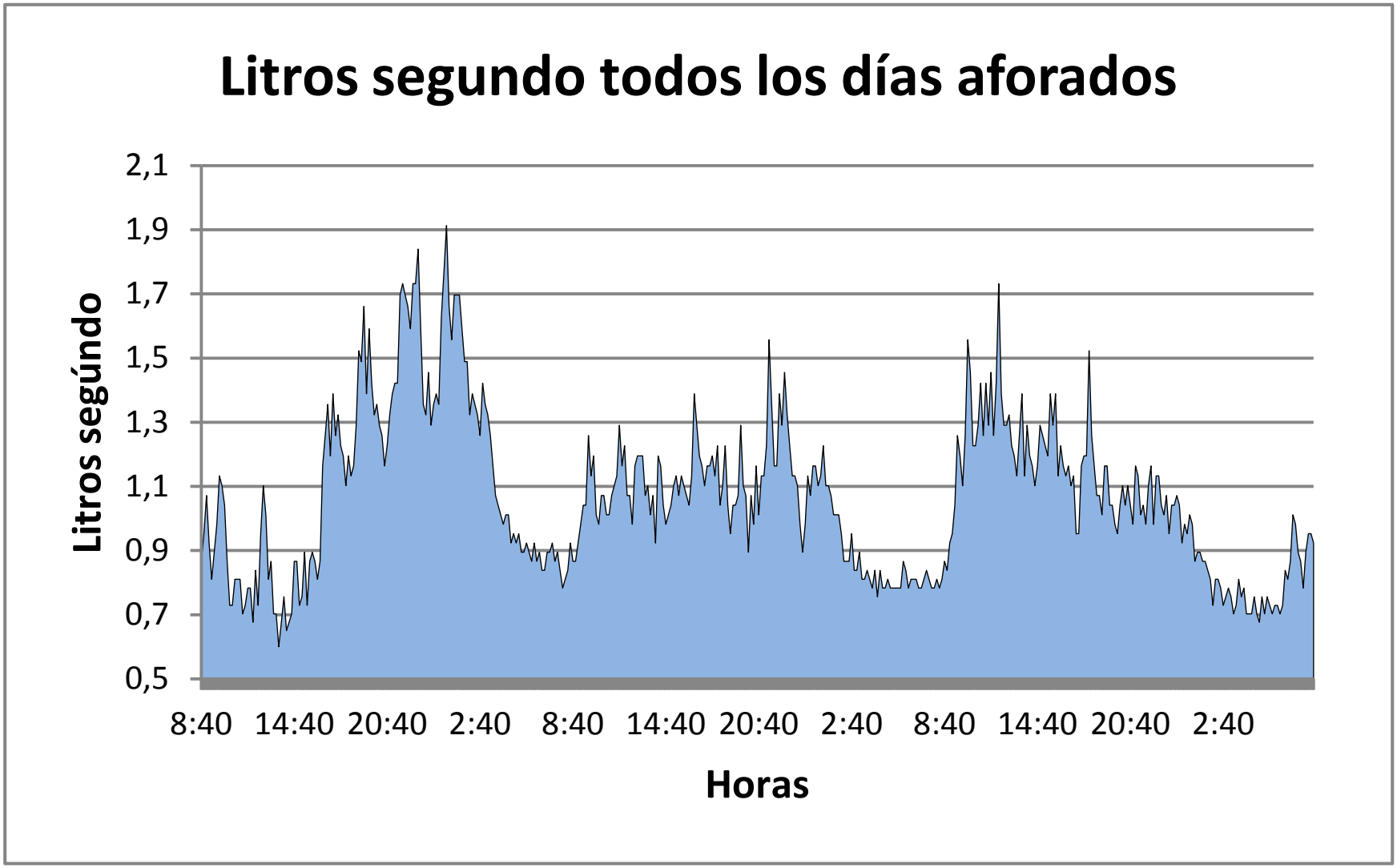
El Colmenar (Málaga)

Punto PV1

Litros / segundo circulados.

Día de semana	Vie-Sáb	Sáb-Dom	Dom-Lun		
Día inicio	30/08/2019	31/08/2019	01/09/2019	Valores medios totales	
HORA/fin	31/08/2019	01/09/2019	02/09/2019	Media	Máximo
3:00	1,36	0,84	0,78	0,99	1,36
3:10	1,32	0,89	0,76	0,99	1,32
3:20	1,26	0,81	0,70	0,92	1,26
3:30	1,16	0,81	0,73	0,90	1,16
3:40	1,07	0,84	0,81	0,91	1,07
3:50	1,04	0,81	0,76	0,87	1,04
4:00	1,01	0,78	0,78	0,86	1,01
4:10	0,98	0,84	0,70	0,84	0,98
4:20	1,01	0,76	0,70	0,82	1,01
4:30	1,01	0,84	0,70	0,85	1,01
4:40	0,92	0,78	0,76	0,82	0,92
4:50	0,95	0,78	0,70	0,81	0,95
5:00	0,92	0,81	0,68	0,80	0,92
5:10	0,95	0,78	0,76	0,83	0,95
5:20	0,89	0,78	0,70	0,79	0,89
5:30	0,89	0,78	0,76	0,81	0,89
5:40	0,92	0,78	0,73	0,81	0,92
5:50	0,89	0,78	0,70	0,79	0,89
6:00	0,87	0,87	0,73	0,82	0,87
6:10	0,92	0,84	0,73	0,83	0,92
6:20	0,87	0,78	0,70	0,78	0,87
6:30	0,89	0,81	0,73	0,81	0,89
6:40	0,84	0,81	0,84	0,83	0,84
6:50	0,84	0,81	0,81	0,82	0,84
7:00	0,89	0,78	0,87	0,85	0,89
7:10	0,89	0,78	1,01	0,90	1,01
7:20	0,92	0,81	0,98	0,91	0,98
7:30	0,87	0,84	0,89	0,87	0,89
7:40	0,89	0,81	0,87	0,86	0,89
7:50	0,84	0,78	0,78	0,80	0,84
8:00	0,78	0,78	0,89	0,82	0,89
8:10	0,81	0,81	0,95	0,86	0,95
8:20	0,84	0,78	0,95	0,86	0,95
8:30	0,92	0,81	0,92	0,89	0,92
Máximo	1,91	1,56	1,73	1,73	1,91
Media	1,13	1,03	1,04	1,07	1,13
Mínimo	0,60	0,76	0,68	0,68	0,76
m^3/día	97,3	89,1	89,9	92,1	97,3

IDOM

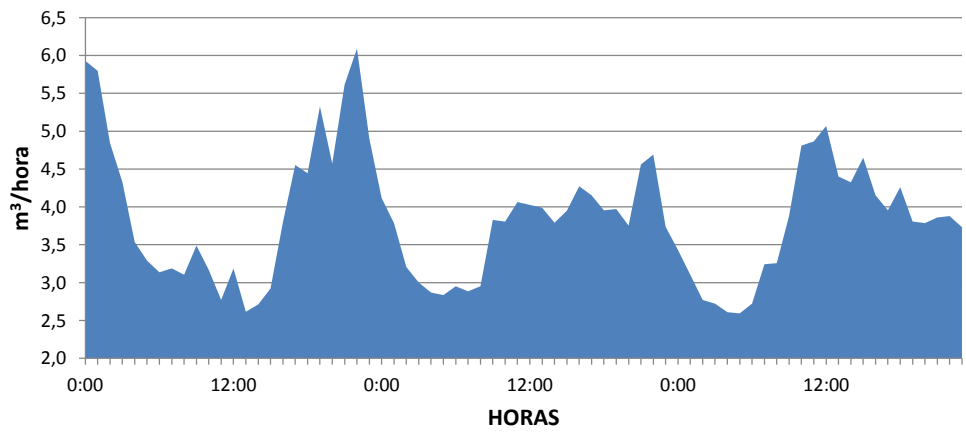

Litros segundo todos los días aforados
Litros segúndo
2,1
1,9
1,7
1,5
1,3
1,1
0,9
0,7
0,5
8:40
14:40
20:40
2:40
8:40
14:40
20:40
2:40
8:40
14:40
20:40
2:40
Horas

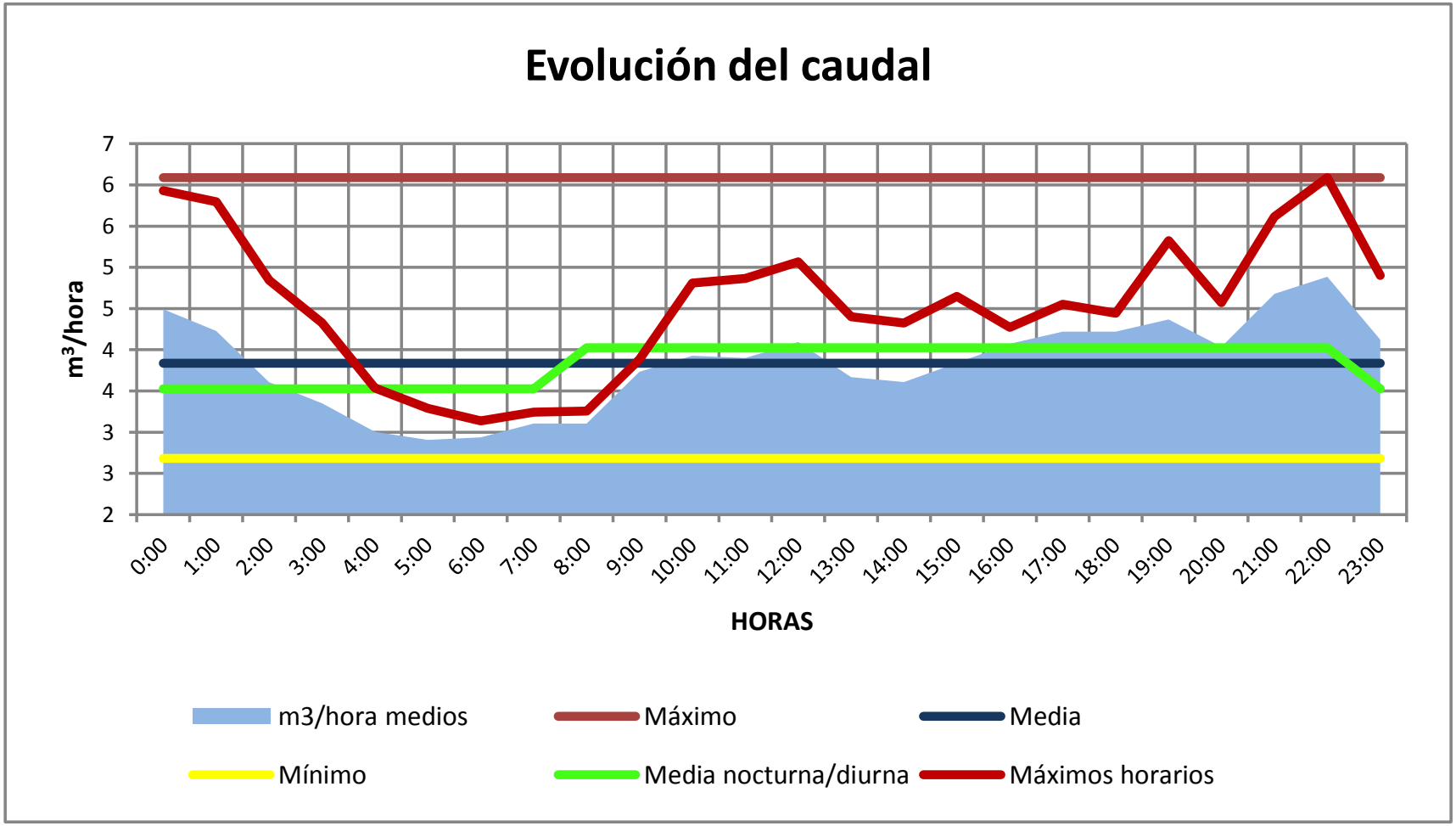
El Colmenar (Málaga)

Punto PV1

m^3/hora circulados en los diferentes días de muestreo

HORA	Días de muestreo			Media	Máximo
	30/08/2019	31/08/2019	01/09/2019		
	31/08/2019	01/09/2019	02/09/2019		
0:00	5,9	4,1	3,4	4,5	5,9
1:00	5,8	3,8	3,1	4,2	5,8
2:00	4,8	3,2	2,8	3,6	4,8
3:00	4,3	3,0	2,7	3,4	4,3
4:00	3,5	2,9	2,6	3,0	3,5
5:00	3,3	2,8	2,6	2,9	3,3
6:00	3,1	3,0	2,7	2,9	3,1
7:00	3,2	2,9	3,2	3,1	3,2
8:00	3,1	3,0	3,3	3,1	3,3
9:00	3,5	3,8	3,9	3,7	3,9
10:00	3,2	3,8	4,8	3,9	4,8
11:00	2,8	4,1	4,9	3,9	4,9
12:00	3,2	4,0	5,1	4,1	5,1
13:00	2,6	4,0	4,4	3,7	4,4
14:00	2,7	3,8	4,3	3,6	4,3
15:00	2,9	3,9	4,6	3,8	4,6
16:00	3,8	4,3	4,2	4,1	4,3
17:00	4,6	4,2	4,0	4,2	4,6
18:00	4,4	4,0	4,3	4,2	4,4
19:00	5,3	4,0	3,8	4,4	5,3
20:00	4,6	3,8	3,8	4,0	4,6
21:00	5,6	4,6	3,9	4,7	5,6
22:00	6,1	4,7	3,9	4,9	6,1
23:00	4,9	3,7	3,7	4,1	4,9
TOTAL m^3	**97,3**	**89,1**	**89,9**	**92,1**	**97,3**
MEDIA	4,1	3,7	3,7	3,8	4,1
MÍNIMO	2,6	2,8	2,6	2,7	2,8
MÁXIMA	6,1	4,7	5,1	5,3	6,1




Evolución del caudal
m³/hora
7
6
6
5
5
4
4
3
3
2
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
HORAS
m3/hora medios
Máximo
Media
Mínimo
Media nocturna/diurna
Máximos horarios

4. CARACTERÍSTICAS

4. CARACTERÍSTICAS

Las características de las aguas residuales se adjunta a continuación. Un resumen de las mismas quedaría de la siguiente forma:

PARÁMETROS / COLECTOR	PV1
D.B.O. mg/L O_2	116
D.Q.O. mg/L O_2	340
Sólidos en suspensión mg/L	116
Conductividad eléct. µS.cm-1 a 20ºC	880
m^3/día	92.1
Habitantes equivalentes	179

El Colmenar (Málaga)

Punto PV1

Resultados analíticos muestra integrada 24 horas.

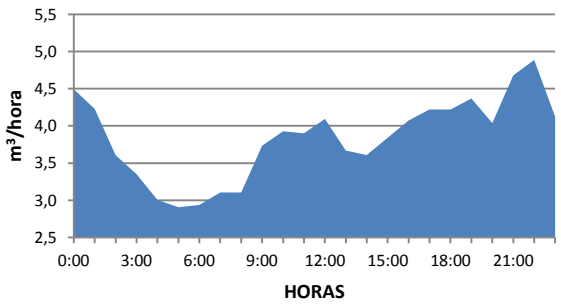
Día de la semana de inicio	Vie-Sáb	Sáb-Dom	Dom-Lun	Media	Máxima	% Variación
Día de inicio	30/08/2019	31/08/2019	01/09/2019			
Día Finalización	31/08/2019	01/09/2019	02/09/2019			
Demanda Biológica de Oxígeno a 5 días mg/L O2	142	106	99	116	142	19,9%
Demanda Biológica de Oxígeno Soluble mg/L O2	79	60	57	65	79	18,3%
Demanda Biológica de Oxígeno Decantable mg/L O2	46	29	31	35	46	26,3%
Demanda Biológica de Oxígeno Coloidal mg/L O2	17	17	11	15	17	23,1%
Demanda Química de Oxígeno al dicromato mg/L O2	383	309	329	340	383	11,2%
Demanda Química de Oxígeno Soluble mg/L O2	256	173	156	195	256	27,4%
Demanda Química de Oxígeno Decantable mg/L O2	80	60	153	98	153	50,1%
Demanda Química de Oxígeno Coloidal mg/L O2	47	76	20	48	76	58,8%
Sólidos en suspensión totales mg/L	174	78	96	116	174	44,0%
Sólidos en suspensión totales volátiles mg/L	118	78	82	93	118	23,8%
Aceites y grasas disueltas o emulsionadas mg/L	83,4	52,3	42,7	59,5	83,4	35,8%
Alcalinidad mg CaCO3/L	316,3	316,3	336,0	322,9	336,0	3,5%
Bacterias coliformes UFC/ml	1,8E+05	1,4E+07	2,4E+07	1,3E+07	2,4E+07	94,0%
Estreptococos fecales UFC/ml	5,8E+03	4,2E+03	2,0E+04	1,0E+04	2,0E+04	87,0%
Amonio mg/L N	19,53	19,96	20,21	19,90	20,21	1,7%
Nitratos mg/L N	0,19	0,17	0,19	0,18	0,19	0,0%
Nitritos mg/L N	0,010	0,005	0,007	0,007	0,010	29,2%
Nitrógeno Orgánico mg/L N	22,4	24,1	22,2	22,90	24,10	4,6%
Nitrógeno Total mg/L N	42,1	44,2	42,6	43,0	44,2	2,6%
Nitrógeno Total Kjeldahl mg/L N	41,9	44,1	42,4	42,8	44,1	2,6%
Fósforo Total mg/L P	4,47	4,76	4,16	4,46	4,76	6,7%
pH (unidades de pH)	7,30	7,42	7,33	7,35	7,42	0,9%
Conductividad eléctrica a 20 ºC µS.cm-1	875	890	876	880	890	1,0%
Relaciones						
D.B.O. / D.Q.O.	37,1%	34,3%	30,1%	33,8%	37,1%	10,4%
D.B.O. Soluble / D.B.O. Total	55,6%	56,6%	57,6%	56,6%	57,6%	1,7%
D.B.O. Decantable / D.B.O. Total	32,4%	27,4%	31,3%	30,4%	32,4%	8,7%
D.B.O. Coloidal / D.B.O. Total	12,0%	16,0%	11,1%	13,0%	16,0%	20,2%
D.Q.O. Soluble / D.Q.O. Total	66,8%	56,0%	47,4%	56,7%	66,8%	17,2%
D.Q.O. Decantable / D.Q.O. Total	20,9%	19,4%	46,5%	28,9%	46,5%	52,6%
D.Q.O. Coloidal / D.Q.O. Total	12,3%	24,6%	6,1%	14,3%	24,6%	65,8%
Nitrógeno Total / D.B.O.	29,7%	41,7%	43,0%	38,1%	43,0%	19,3%
Fósfroto Total / Nitrógeno Total	10,6%	10,8%	9,8%	10,4%	10,8%	5,1%
Amonio / Nitrógeno Total	46,3%	45,1%	47,5%	46,3%	47,5%	2,5%
Caudales						
m3/día	97,3	89,1	89,9	92,1	97,3	4,9%
m3/hora media	4,1	3,7	3,7	3,8	4,1	4,9%
m3/hora máxima	6,1	4,7	5,1	5,3	6,1	13,7%
m3/hora mínima	2,6	2,8	2,6	2,7	2,8	5,0%
Litros/segundo medios	1,13	1,03	1,04	1,07	1,13	4,9%
Litros/segundo máximos	1,91	1,56	1,73	1,73	1,91	10,3%
Litros/segundo mínimos	0,60	0,76	0,68	0,68	0,76	11,5%
Q. max / Q. med (L seg)	1,70	1,51	1,67	1,62	1,70	6,2%
Q. min / Q. med (m3/h)	0,53	0,73	0,65	0,64	0,73	15,7%
Kg/día Sólidos en suspensión	17	7	9	11	17	49,3%
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	14	9	9	11	14	25,1%
Kg/día Fósforo total	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	7,9%
Kg/día Nitrógeno Total	4	4	4	4	4	3,5%
Habitantes equivalentes D.B.O. (60 g/hab x dia)	230	157	148	179	230	25,1%

(1) Tomadas en continuo 24 horas, mezcladas proporcionalmente al caudal circulante (Cada muestra está formada por 96 submuestras)

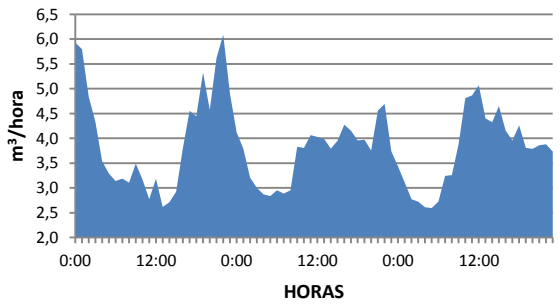
Gráficos resumen colector

Punto PV1

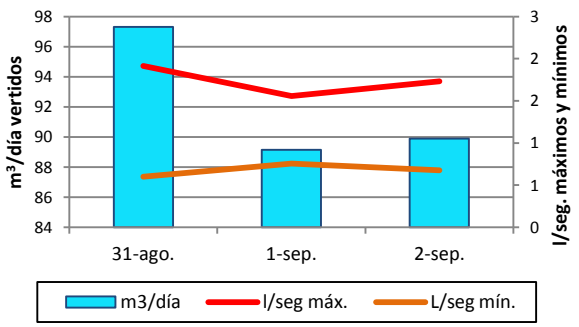
m³/hora medios



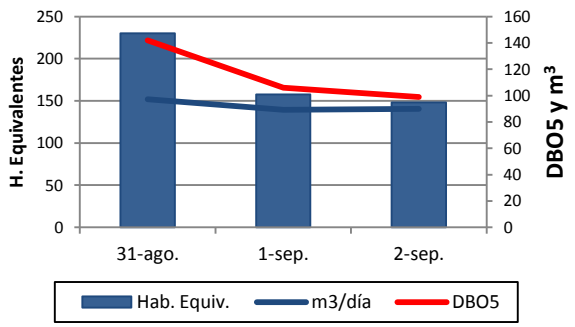
m³/hora circulados



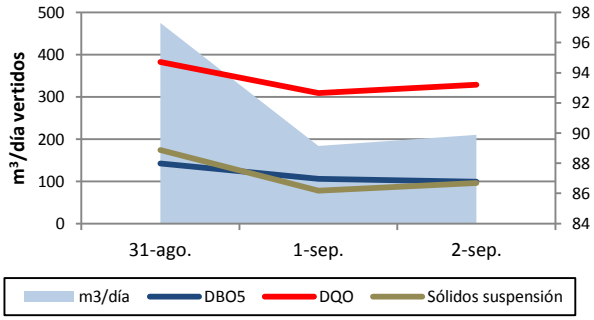
m³/día vertidos diferentes días



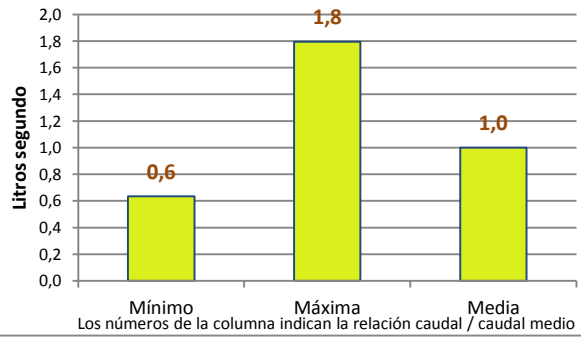
DBO5, m³ y habitantes equivalentes



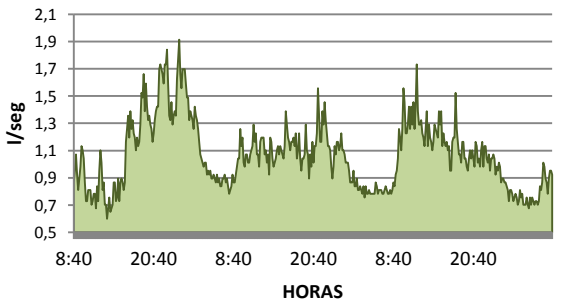
EV Parámetros de diseño



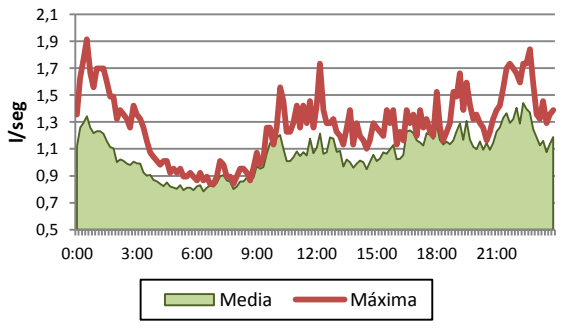
Caudales medios máx. y mín.



l/seg todos los días aforados



l/seg medios máximos total medidas

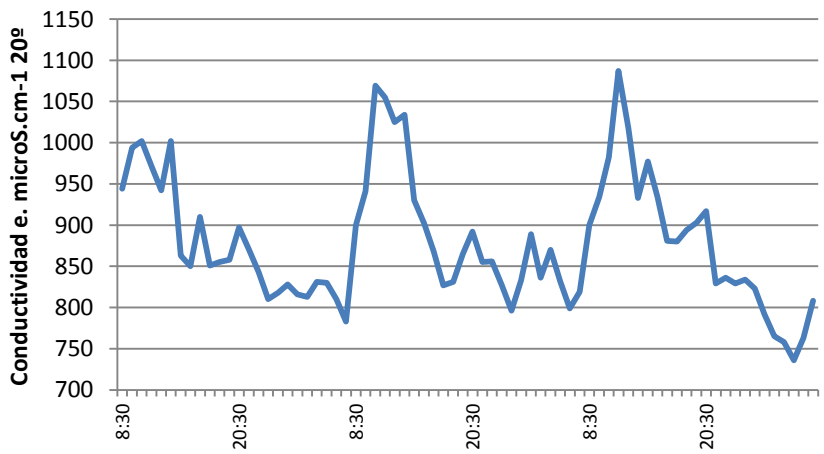


IDOM

El Colmenar (Málaga)

Variación horaria de la Conductividad eléctrica del agua microS. cm-1 20º C

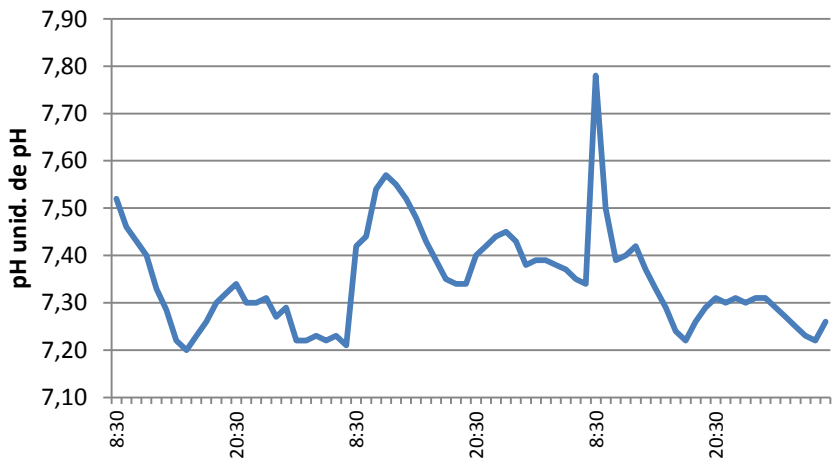
nº muestra	Punto PV1			
	Hora	1er día	2º día	3er día
1	8:30	944	900	900
2	9:30	994	941	934
3	10:30	1002	1069	982
4	11:30	972	1055	1087
5	12:30	942	1025	1018
6	13:30	1002	1034	933
7	14:30	863	930	977
8	15:30	850	902	934
9	16:30	910	868	881
10	17:30	851	827	880
11	18:30	855	831	894
12	19:30	858	865	903
13	20:30	897	892	917
14	21:30	871	855	829
15	22:30	843	856	836
16	23:30	810	827	829
17	0:30	818	796	834
18	1:30	828	833	823
19	2:30	816	889	792
20	3:30	813	836	765
21	4:30	831	870	758
22	5:30	830	832	736
23	6:30	810	799	763
24	7:30	783	819	808
Media diaria		**875**	**890**	**876**
Máxima		**1002**	**1069**	**1087**
Mínima		**783**	**796**	**736**
Media Colector			**880**	



El Colmenar (Málaga)

Variación horaria del pH del agua en unid. de pH

nº muestra	Punto PV1			
	Hora	1er día	2º día	3er día
1	8:30	7,52	7,42	7,78
2	9:30	7,46	7,44	7,50
3	10:30	7,43	7,54	7,39
4	11:30	7,40	7,57	7,40
5	12:30	7,33	7,55	7,42
6	13:30	7,29	7,52	7,37
7	14:30	7,22	7,48	7,33
8	15:30	7,20	7,43	7,29
9	16:30	7,23	7,39	7,24
10	17:30	7,26	7,35	7,22
11	18:30	7,30	7,34	7,26
12	19:30	7,32	7,34	7,29
13	20:30	7,34	7,40	7,31
14	21:30	7,30	7,42	7,30
15	22:30	7,30	7,44	7,31
16	23:30	7,31	7,45	7,30
17	0:30	7,27	7,43	7,31
18	1:30	7,29	7,38	7,31
19	2:30	7,22	7,39	7,29
20	3:30	7,22	7,39	7,27
21	4:30	7,23	7,38	7,25
22	5:30	7,22	7,37	7,23
23	6:30	7,23	7,35	7,22
24	7:30	7,21	7,34	7,26
Media diaria		**7,30**	**7,42**	**7,33**
Máxima		**7,52**	**7,57**	**7,78**
Mínima		**7,20**	**7,34**	**7,22**
Media Colector		**7,35**		

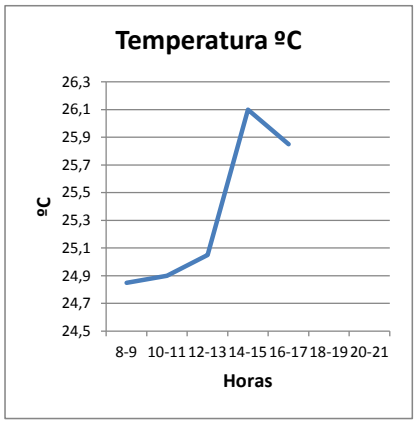


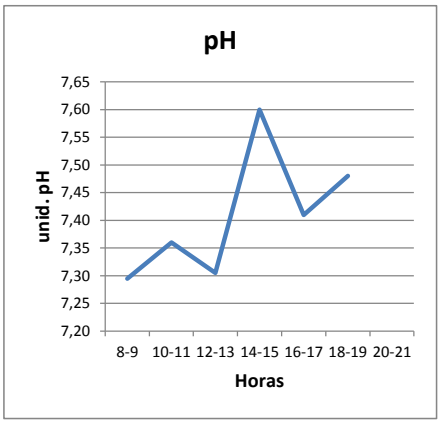
El Colmenar (Málaga) — Medidas *in situ*

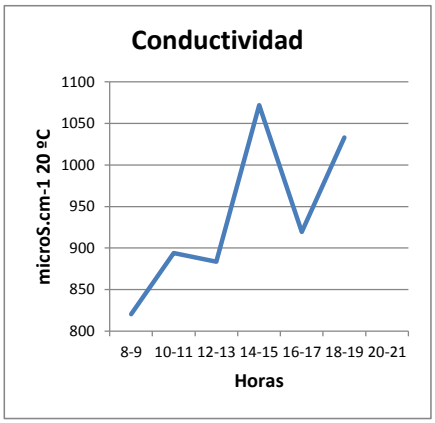
Temperaturas de agua ºC **pH (unidades de pH)** **Conductividad eléct. 20 ºC**

RANGO HORARIO	1 er día	2º día	3 er día	Media	1 er día	2º día	3 er día	Media	1 er día	2º día	3 er día	Media
Punto PV1												
8-9	24,8		24,9	24,9	7,26		7,33	7,30	777		864	821
10-11		24,9		24,9		7,36		7,36		894		894
12-13	24,8		25,3	25,1	7,22		7,39	7,31	851		916	884
14-15		26,1		26,1		7,60		7,60		1072		1072
16-17	26,1		25,6	25,9	7,42		7,40	7,41	1008		831	920
18-19		25,3				7,48		7,48		1033		1033
20-21												
Media	**25,2**	**25,4**	**25,3**	**25,3**	**7,30**	**7,48**	**7,37**	**7,38**	**879**	**1000**	**870**	**916**
Máximo	**26,1**	**26,1**	**25,6**	**25,9**	**7,42**	**7,60**	**7,40**	**7,47**	**1008**	**1072**	**916**	**999**
Mínimo	**24,8**	**24,9**	**24,9**	**24,9**	**7,22**	**7,36**	**7,33**	**7,30**	**777**	**894**	**831**	**834**

Temperatura ambiente ºC	
1 de septiembre de 2019, 8:00 h	*17,8 ºC*







5. CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES

Las conclusiones más importantes que pueden deducirse del presente estudio son las siguientes:

- El saneamiento del municipio recoge en la actualidad las aguas residuales de un censo, según el Instituto Nacional de Estadística de 513, y en este estudio se han considerado las evacuadas a través de un único punto de vertido, que recoge la totalidad de las aguas vertidas.

- El **volumen medio de agua vertida** diariamente durante el estudio fue de 92.1 m^3/día, arrojando una dotación de aguas negras "per-cápita" media de 180 litros/habitante y día, cifra que podemos considerar *NORMAL* para una población de estas características.

- Las **concentraciones medias** respecto a los valores habituales en aguas residuales eminentemente urbanas son *BAJAS* como se observa en la siguiente tabla:

RESUMEN VALORES DIARIOS			
PARÁMETROS	MEDIA	MÁXIMA	NORMALES A.R.U.
D.B.O. mg/L O_2	116	142	150-500
D.Q.O. mg/L O_2	340	383	350-1.000
Sólidos Suspensión mg/L	116	174	100-400
Fósforo Total mg/L P	4.46	4.76	6-20
Nitrógeno Total mg/L N	43.0	44.2	25-85

- La **carga equivalente media en $D.B.O_5$** total oscila entre 179 habitantes medios y 230 habitantes máximos, cifra media un 65 % inferior a los 513 habitantes de los habitantes de el núcleo urbano, y justificado por las mermas de agua negra producidas por las roturas de los colectores y la intrusión de agua limpia.

- Respecto a la curva de caudal ésta nos da una gran información sobre el grado de intrusión de agua limpia incontrolada; siendo la relación Q.min/Q.med de 0.64 cifra *ALTA* a los valores habituales (0.3-0.4 Normal, 0.5 Próxima, 0.6 Alta y 0.7 Muy Alta), y el Q.max/Q.med de 1.70 cifra *MUY BAJA* para los coeficientes normales (2.0); lo que nos indica claramente que hay una gran intrusión de agua limpia "incontrolada".

6. METODOLOGÍA

6. Metodología

METODOLOGÍA ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO	MÉTODO ANALÍTICO	L.Q.	UD.
Aceites y grasas disueltas o emulsionadas	Espectroscopía Infrarroja	1	mg/L
Alcalinidad	Volumetría	19.5	mg $CaCO_3$/L
Amonio	Electrometría	0.05	mg NH_4/L
Bacterias coliformes	Filtración y siembra en Levine a 37ºC y Recuento	0	UTC/ml
Conductividad eléctrica a 20ºC	Potenciometría automática	17	µS.cm-1 20 ºC
DBO Coloidal	Separación por decantación y determinación de las distintas fracciones	10	mg O_2/L
DBO Decantable	Separación por decantación y determinación de las distintas fracciones	10	mg O_2/L
DBO5	Dilución y siembra método de electrodo de Oxígeno Disuelto	10	mg O_2/L
DBO5 Soluble	Filtración y posterior dilución y siembra método de electrodo de Oxígeno Disuelto	10	mg O_2/L
DQO	Digestión reflujo cerrado. Espectrofotometría UV-VIS	20	mg O_2/L
DQO Coloidal	Digestión reflujo cerrado. Espectrofotometría UV-VIS	20	mg O_2/L
DQO Decantable	Cálculo	20	mg O_2/L
DQO Soluble	Digestión reflujo cerrado. Espectrofotometría UV-VIS	20	mg O_2/L
Estreptococos fecales	Filtración y siembra a 44ºC y Recuento	0	UFC/100 ml
Fósforo total	Espectrofotometría UV-VIS. Flujo Segmentado	0.1	mg/L
Nitratos	Espectrofotometría UV-VIS. Flujo Segmentado	10	mg NO_3/L
Nitritos	Espectrofotometría UV-VIS. Flujo Segmentado	0.02	mg NO2/L
Nitrógeno orgánico	Cálculo	1	mg/L
Nitrógeno Total Kjeldahl	Cálculo	3	mg/L
pH	Electrometría	3	ud pH
Sólidos en Suspensión Totales	Evaporación y gravimetría	15	mg/L
Sólidos en Suspensión Totales Volátiles	Evaporación, calcinación y gravimetría	15	mg/L

Referencia: Standars Methos Ed. 20-1998. Norma UNE-EN-ISO-5667-3.
La exactitud y precisión de los ensayos acreditados por ENAC se encuentran a disposición del cliente que lo solicite.

7. DATOS TÉCNICOS

7. DATOS TÉCNICOS

	MEDIOS	MÁXIMOS
VOLUMEN DE AGUA RESIDUAL		
Por día m^3/día vertidos	92.1	97.3
Por hora m^3/hora Máximo	5.3	6.1
Por hora m^3/hora Mínimo[3]	2.7	2.8
Por hora m^3/hora Medios	3.8	4.1
Máximo l/seg	1.73	1.91
Media l/seg	1.07	1.13
Mínimo l/seg[3]	0.68	0.76
CARACTERÍSTICAS		
Demanda Biológica de Oxígeno mg/L O2	116	142
Demanda Química de Oxígeno mg/L O2	340	383
Sólidos en Suspensión mg/L	116	174
Nitrógeno Total mg/L N	43.0	44.2
CARGAS		
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	11	14
Kg/día Sólidos en Suspensión	11	17
Kg/día Nitrógeno total	4	4
Habitantes equivalentes (D.B.O5)	179	230
HABITANTES DEL NÚCLEO URBANO CENSADO		**513**
DOTACIONES POR HABITANTE		
Gramos D.B.O. habitante y día	21	27
Gramos Sólidos en Suspensión habitante y día	21	33
Gramos Nitrógeno total habitante y día	8	8
Litros habitante y día vertidos	180	190

[3] *Consideramos como caudal mínimo, la media de todos los registros.*

IDOM

ANEJO Nº7. TRAZADO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO 2
2. CRITERIOS DE TRAZADO 3
2.1. Criterios para conducciones 3
2.1.1 Trazado en planta 3
2.1.2 Trazado en alzado 4
2.2. Criterios para caminos de acceso 5
3. BASES DE REPLANTEO 6
4. LISTADOS DE REPLANTEO 7
4.1. Impulsiones 7
4.1.1 Impulsión I1 (Impulsión general El Colmenar) 7
4.2. Emisario de la EDAR y aliviaderos 14
4.2.1 Colector G1 (Efluente de la EDAR) 14
4.2.2 Colector G2 (Alivio de la EBAR El Colmenar) 14
4.3. Caminos de acceso 15
4.3.1 Camino de acceso a EDAR 15
4.3.2 Desvío del camino de servicio existente 15
4.4. Explanaciones 16
4.4.1 Explanación EDAR 16
4.4.2 Explanación EBAR 16
4.4.3 Explanación CT 17

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El presente anejo tiene por objeto la definición de los criterios establecidos para la definición del trazado propuesto, así como, el cálculo de los datos de replanteo correspondientes a las obras definidas en el *Proyecto Constructivo de Saneamiento y Depuración en El Colmenar (Málaga).*

Adoptando los criterios descritos a continuación para la definición del trazado de los colectores y viales de acceso a las instalaciones se procederá a detallar el replanteo de las obras. De forma adicional, para la definición de las secciones tipo constructivas se adoptarán las recomendaciones geotécnicas dispuestas en el *Anejo 3 de Geología y Geotecnia*.

Por otra parte, una vez diseñadas y materializadas las bases de replanteo según se define en el *Anejo 2. Cartografía y Topografía*, y definidos los estacionamientos del eje cada 20 metros mediante sus coordenadas, se ha procedido a realizar el cálculo de los datos para el replanteo.

El procedimiento utilizado ha sido:

- Implantación en campo de la red de bases de replanteo
- Obtención de coordenadas de dichas bases
- Inserción de las coordenadas en el software de trazado y cálculo del coeficiente de anamorfosis
- Replanteo de los ejes de proyecto cada 20 m, en los puntos singulares y pozos o puntos de quiebro

En el *Anejo 2. Cartografía y Topografía* se incluye la metodología empleada para la observación e implantación de las bases, el cálculo de altimetría de la red y la identificación de las reseñas de las bases de replanteo.

2. CRITERIOS DE TRAZADO

2.1. CRITERIOS PARA CONDUCCIONES

2.1.1 Trazado en planta

Para el trazado en planta de las conducciones se han considerado una serie de condicionantes generales que deben satisfacerse salvo en aquellos casos en los que quede justificado expresamente su incumplimiento. Los citados condicionantes vienen descritos a continuación:

- **Dominio Público Hidráulico**. El trazado en planta de los colectores deberá de discurrir fuera de la delimitación del DPH de los cauces colindantes siempre que sea viable, a excepción del caso de situaciones eventuales como el cruce de cauces o la disposición de efluentes con vertido a cauce público.

- **Lámina de inundación en cauces**. Siempre que sea posible se tratará de trazar las conducciones fuera de la lámina de inundación con período de retorno de 500 años.

- **Dominio Público de infraestructuras**. El trazado en planta de los colectores deberá de discurrir fuera de la zona de dominio público de infraestructuras tales como carreteras y líneas de FFCC, medido a 8 m desde la arista exterior de la explanación de la obra en entorno rural o a 5 m en el entorno urbano.

- **Cambios de alineación en planta**. De forma general, y especialmente en el caso de conducciones en gravedad, el trazado en planta deberá de satisfacer la necesidad de favorecer el curso del caudal circulante minimizando las pérdidas de carga en los cambios de alineación. En consecuencia, y siempre que sea viable, se evitará interponer cambios de alineación en planta superiores a 45º.

- **Cruce con infraestructuras**. Para el cruce de conducciones con infraestructuras se estudiará la necesidad de ejecutar una hinca, en cuyo caso se implantarán sendos pozos de ataque y recepción de la misma fuera de la zona de dominio público descrita anteriormente.

- **Superficie de ocupación**. De cara a minimizar la posible afección derivada de las necesarias expropiaciones, superficie de servidumbre y áreas de ocupación temporal, se

tratará de minimizar el número de parcelas afectadas y la intensidad de su afección. Con este fin, se considerará la viabilidad de discurrir por suelo rural como alternativa al urbano, se aprovecharán los caminos rurales y se discurrirá por la linde entre parcelas, minimizando la afección a terrenos de mayor aprovechamiento.

- **Paralelismos**. En el caso de que las conducciones discurran en paralelo a caminos rurales, en términos generales se adoptarán dos criterios diferenciados para conducciones en gravedad o a presión. Las conducciones en gravedad se trazarán a 1 m del borde del camino para evitar dejar los pozos en zona de tránsito. En el caso de conducciones a presión, estas se trazarán por el eje del camino para facilitar su ejecución saliéndose eventualmente de este cuando sea necesaria la disposición de arquetas que alberguen elementos singulares tales como ventosas o desagües.

- **Distancia entre pozos**. En el caso de conducciones en gravedad, se establece una distancia máxima entre pozos de 50 m en el trazado de conducciones en entorno rural, y de 25 m en el caso de que estas discurran en entorno urbano.

- **Ventosas y desagües**. En el caso de conducciones a presión se adoptará un criterio de mínimos imponiendo la necesidad de disponer de una ventosa y/o desagüe cada 500 m de conducción.

2.1.2 Trazado en alzado

Del mismo modo que para el trazado en planta de las conducciones proyectadas, se han considerado una serie de condicionantes generales que deben satisfacerse para el trazado en planta. Estos condicionantes se listan como sigue:

- **Resguardos mínimos**. A lo largo del trazado de las conducciones se debe garantizar un resguardo mínimo desde la superficie del terreno hasta la clave del tubo de 1,0 m con el fin de proteger las conducciones. En el caso de hincas o cruces bajo cauces el resguardo mínimo se ampliará hasta un espesor de 1,5 m.

- **Pendientes máximas y mínimas**. En el caso de las conducciones en gravedad, para garantizar los requisitos de velocidad máxima y mínima del flujo en la tubería descritos en el *Anejo 8 de Cálculos Hidráulicos*, se han impuesto unas pendientes máximas y mínimas dependiendo del diámetro de la conducción y el material utilizado. A

continuación, se aporta una tabla resumen con los diámetros estandarizados afines al proyecto:

Conducciones de PVC		
Diámetro (mm)	Pendiente máxima (%)	Pendiente mínima (%)
200	-9.5	-1.0
315	-5.0	-0.5
400	-3.5	-0.5
500	-2.5	-0.5
630	-2.0	-0.4
800	-1.5	-0.3
1000	-1.2	-0.3

Tabla 1. Pendientes máximas y mínimas consideradas en colectores en gravedad de PVC.

- **Pozos de resalto**. En el caso de conducciones en gravedad, cuando la pendiente natural del terreno sea superior a la pendiente máxima establecida para la conducción se deberán adoptar pozos de resalto. La diferencia de cota entre la rasante del colector de entrada y el de salida en el pozo de resalto es recomendable que sea inferior a 1,5 m y ve evitará en cualquier caso que supere los 4 m.

- **Ventosas y desagües**. En el caso de conducciones a presión, se deberá disponer de una ventosa en los puntos altos de la línea, así como, de un desagüe en los puntos bajos. En caso de que la homogeneidad del terreno no de lugar a altibajos en el trazado se adoptará el criterio de mínimos descrito anteriormente.

- **Arqueta de rotura**. En el caso de conducciones a presión, siempre y cuando sea viable por criterios técnicos y económicos, se evitará continuar una impulsión con pendiente negativa hasta el punto de entrega del vertido. De tal forma, se procederá implantando una arqueta de rotura de carga en el último punto alto previo a la entrega y se continuará la conducción en gravedad hasta su destino.

2.2. CRITERIOS PARA CAMINOS DE ACCESO

Para el trazado de los viales de acceso a las instalaciones proyectadas, así como, para la reposición de caminos afectados se han seguido una serie de criterios fundados en la *Norma 3.1-IC de Trazado de la Instrucción de Carreteras del 4 de marzo de 2016.* Ya que los viales a trazar tendrán la consideración de caminos privados las recomendaciones de trazado recogidos en esta Norma no serán de obligatoria aplicación. Pese a ello, los criterios aquí adoptados están basados en las recomendaciones para caminos agrícolas recogidas en dicha norma.

En cuanto al trazado en planta, se adoptará en términos generales un radio mínimo de 25 m para los viales principales. En justificadas excepciones se podrá admitir la existencia de tramos con radios de giro menores limitados al acceso de vehículos de pequeño tonelaje o como acceso alternativo al trazado principal.

Respecto al trazado en alzado, será recomendable adoptar pendientes máximas del 10%, admitiéndose inclinaciones de hasta el 20% que vendrán asociadas a un tratamiento específico del firme. Además, se adoptará una variación máxima de la pendiente en los acuerdos del 2% que podrá incrementarse hasta el 4% en justificadas ocasiones. En cuanto a los acuerdos verticales se adoptará un coeficiente Kv mínimo de 250, pudiéndose reducir hasta 100 en caso de justificada necesidad y limitando el tráfico a vehículos de pequeño tonelaje.

Por su parte, la anchura de la superficie de rodadura recomendable en los viales de acceso será de 5 m aunque se podrá admitir una anchura reducida de 4 m en casos justificados. En cuanto a la reposición de viales de acceso a parcelas aisladas por las obras se procurará mantener la anchura del camino existente, adoptándose una anchura mínima de 3 m.

3. BASES DE REPLANTEO

Todo el trabajo cartográfico se ha realizado en el sistema de referencia vigente ETRS-89, coordenadas UTM, en el huso 30 para las coordenadas en planta (X, Y) y altitudes ortométricas referidas al nivel medio del mar en el mareógrafo de Alicante.

Para ello se ha realizado un apoyo en las estaciones permanentes de la Red Andaluza de posicionamiento (RAP) de Algeciras, Málaga, Osuna, Ronda y la Universidad de Cádiz, encontrándose la estación de Córdoba a 66.9 km y 75,4 km la estación de Andújar.

DATUM: European Terrestrial Reference System 1989

ELIPSOIDE: GRS 1980

APOYO: Red Andaluza de Posicionamiento de Algeciras, Málaga, Osuna, Ronda y Cádiz.

La colocación de la red de bases de replanteo fue realizada según la necesidad propia del terreno y poseen un emplazamiento fuera de la futura afección de obras, correcta intervisibilidad entre las mismas, dominio visual de la zona y señalizadas permanentemente.

Se adjunta a continuación el listado de bases de replanteo empleadas:

BASE	COORD X	COORD Y	COORD Z
PTS-5	286132,331	4046299,605	219,887
PTS-6	285461,966	4046181,330	204,361
PTS-7	285138,268	4045787,318	217,918

Tabla 2. Coordenadas de bases de replanteo.

4. LISTADOS DE REPLANTEO

4.1. IMPULSIONES

4.1.1 Impulsión I1 (Impulsión general El Colmenar)

Istram 20.01.01.15 23/04/20 19:51:36 1767 pagina 1

PROYECTO :EL COLMENAR

GRUPO : 0 : Grupo 0

EJE : 1 : I1 (Impulsión El Colmenar)

==========

*** PUNTOS DEL EJE EN PLANTA ***

==========

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	Z RAS IZ.	Z RAS DR.	AZIMUT	DIST. EJE	Pend (%)	PERAL_I	PERAL_D	Z PROY.	ZT (eje)	Z TERR.
RECTA Rampa	0.000	286126.601	4046155.214	0.000	203.800	203.800	242.784943	0.000	2.000	0.00	0.00	203.800	205.596	205.596
RECTA Rampa	1.019	286125.967	4046154.417	0.000	203.820	203.820	291.731942	0.000	2.000	0.00	0.00	203.820	205.341	205.341
RECTA Rampa	4.388	286122.626	4046153.981	0.000	203.929	203.929	356.709141	0.000	12.600	0.00	0.00	203.929	205.170	205.170
RECTA Rampa	20.000	286112.809	4046166.120	0.000	205.896	205.896	356.709141	0.000	12.600	0.00	0.00	205.896	207.085	207.085
RECTA Rampa	28.225	286107.637	4046172.516	0.000	206.932	206.932	368.732289	0.000	12.600	0.00	0.00	206.932	207.908	207.908
RECTA Rampa	38.750	286102.673	4046181.796	0.000	208.258	208.258	375.391553	0.000	12.600	0.00	0.00	208.258	209.433	209.433
RECTA Rampa	40.000	286102.202	4046182.954	0.000	208.416	208.416	375.391553	0.000	12.600	0.00	0.00	208.416	209.566	209.566
RECTA Rampa	49.997	286098.433	4046192.214	0.000	209.676	209.676	3.515929	0.000	12.600	0.00	0.00	209.676	210.902	210.902
RECTA Rampa	60.000	286098.985	4046202.201	0.000	210.460	210.460	3.515929	0.000	5.600	0.00	0.00	210.460	211.606	211.606
RECTA Rampa	80.000	286100.089	4046222.171	0.000	211.580	211.580	3.515929	0.000	5.600	0.00	0.00	211.580	213.000	213.000
RECTA Rampa	87.061	286100.479	4046229.222	0.000	211.976	211.976	24.172103	0.000	5.600	0.00	0.00	211.976	213.483	213.483
RECTA Rampa	98.733	286104.805	4046240.062	0.000	212.629	212.629	2.733176	0.000	5.600	0.00	0.00	212.629	214.000	214.000
RECTA Rampa	100.000	286104.859	4046241.328	0.000	212.700	212.700	2.733176	0.000	5.600	0.00	0.00	212.700	214.000	214.000
RECTA Rampa	111.309	286105.345	4046252.627	0.000	213.333	213.333	50.296214	0.000	5.600	0.00	0.00	213.333	214.491	214.491
RECTA Rampa	119.362	286111.065	4046258.294	0.000	213.784	213.784	46.417774	0.000	5.600	0.00	0.00	213.784	215.167	215.167
RECTA Rampa	120.000	286111.490	4046258.770	0.000	213.820	213.820	46.417774	0.000	5.600	0.00	0.00	213.820	215.235	215.235

Istram 20.01.01.15 23/04/20 19:51:36 1767 pagina 2

PROYECTO :EL COLMENAR

GRUPO : 0 : Grupo 0

EJE : 1 : I1 (Impulsión El Colmenar)

==========

* * * PUNTOS DEL EJE EN PLANTA * * *

==========

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	Z RAS IZ.	Z RAS DR.	AZIMUT	DIST. EJE	Pend (%)	PERAL_I	PERAL_D	Z PROY.	ZT (eje)	Z TERR.
RECTA Rampa	137.459	286123.122	4046271.790	0.000	215.332	215.332	53.144515	0.000	9.200	0.00	0.00	215.332	216.883	216.883
RECTA Rampa	140.000	286125.005	4046273.496	0.000	215.566	215.566	53.144515	0.000	9.200	0.00	0.00	215.566	217.106	217.106
RECTA Rampa	143.469	286127.576	4046275.825	0.000	215.885	215.885	42.496510	0.000	9.200	0.00	0.00	215.885	217.087	217.087
RECTA Rampa	157.424	286136.215	4046286.784	0.000	217.169	217.169	370.284091	0.000	9.200	0.00	0.00	217.169	218.429	218.429
RECTA Rampa	160.000	286135.055	4046289.085	0.000	217.400	217.400	370.284091	0.000	2.800	0.00	0.00	217.400	218.542	218.542
RECTA Rampa	165.257	286132.690	4046293.780	0.000	217.547	217.547	340.718911	0.000	2.800	0.00	0.00	217.547	218.830	218.830
RECTA Rampa	174.160	286125.547	4046299.094	0.000	217.796	217.796	301.343315	0.000	2.800	0.00	0.00	217.796	219.598	219.598
RECTA Pendiente	180.000	286119.708	4046299.217	0.000	217.549	217.549	301.343315	0.000	-10.600	0.00	0.00	217.549	219.238	219.238
RECTA Pendiente	183.346	286116.362	4046299.287	0.000	217.194	217.194	302.492016	0.000	-10.600	0.00	0.00	217.194	218.426	218.426
RECTA Pendiente	200.000	286099.722	4046299.939	0.000	215.429	215.429	302.492016	0.000	-10.600	0.00	0.00	215.429	216.890	216.890
RECTA Pendiente	205.521	286094.204	4046300.155	0.000	214.843	214.843	318.010684	0.000	-10.600	0.00	0.00	214.843	215.610	215.610
RECTA Pendiente	220.000	286080.301	4046304.197	0.000	213.544	213.544	318.010684	0.000	-8.800	0.00	0.00	213.544	214.887	214.887
RECTA Pendiente	227.323	286073.270	4046306.241	0.000	212.900	212.900	326.433748	0.000	-8.800	0.00	0.00	212.900	213.810	213.810
RECTA Pendiente	240.000	286061.670	4046311.355	0.000	211.784	211.784	326.433748	0.000	-8.800	0.00	0.00	211.784	212.923	212.923
RECTA Pendiente	260.000	286043.369	4046319.423	0.000	209.065	209.065	326.433748	0.000	-13.800	0.00	0.00	209.065	210.196	210.196
RECTA Pendiente	280.000	286025.069	4046327.491	0.000	206.376	206.376	326.433748	0.000	-6.100	0.00	0.00	206.376	207.652	207.652
RECTA Pendiente	300.000	286006.768	4046335.559	0.000	205.291	205.291	326.433748	0.000	-1.500	0.00	0.00	205.291	206.418	206.418
RECTA Pendiente	316.289	285991.863	4046342.129	0.000	205.046	205.046	337.758332	0.000	-1.500	0.00	0.00	205.046	206.435	206.435
RECTA Pendiente	320.000	285988.786	4046344.204	0.000	204.991	204.991	337.758332	0.000	-1.500	0.00	0.00	204.991	206.339	206.339
RECTA Pendiente	333.432	285977.648	4046351.711	0.000	205.899	205.899	340.625496	0.000	-0.300	0.00	0.00	205.899	205.850	205.850
RECTA Pendiente	340.000	285972.373	4046355.624	0.000	205.778	205.778	340.625496	0.000	-29.700	0.00	0.00	205.778	205.533	205.533
RECTA Pendiente	340.219	285972.197	4046355.754	0.000	205.713	205.713	340.285345	0.000	-29.700	0.00	0.00	205.713	205.525	205.525
RECTA Pendiente	354.693	285960.525	4046364.315	0.000	204.351	204.351	299.886771	0.000	-1.600	0.00	0.00	204.351	205.740	205.740
RECTA Pendiente	360.000	285955.218	4046364.305	0.000	204.266	204.266	299.886771	0.000	-1.600	0.00	0.00	204.266	205.878	205.878

Istram 20.01.01.15 23/04/20 19:51:36 1767 pagina 3

PROYECTO :EL COLMENAR

GRUPO : 0 : Grupo 0

EJE : 1 : I1 (Impulsión El Colmenar)

==========

* * * PUNTOS DEL EJE EN PLANTA * * *

==========

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	Z RAS IZ.	Z RAS DR.	AZIMUT	DIST. EJE	Pend (%)	PERAL_I	PERAL_D	Z PROY.	ZT (eje)	Z TERR.
RECTA Pendiente	372.988	285942.231	4046364.282	0.000	204.052	204.052	310.436161	0.000	-5.300	0.00	0.00	204.052	205.197	205.197
RECTA Pendiente	380.000	285935.312	4046365.426	0.000	203.680	203.680	310.436161	0.000	-5.300	0.00	0.00	203.680	204.754	204.754
RECTA Pendiente	381.712	285933.623	4046365.706	0.000	203.590	203.590	321.132964	0.000	-5.300	0.00	0.00	203.590	204.583	204.583
RECTA Pendiente	385.624	285929.924	4046366.981	0.000	203.382	203.382	321.132964	0.000	-5.300	0.00	0.00	203.382	204.349	204.349
RECTA Pendiente	390.271	285925.547	4046368.524	0.000	203.136	203.136	331.476522	0.000	-5.300	0.00	0.00	203.136	204.146	204.146
RECTA Pendiente	400.000	285916.983	4046373.141	0.000	202.655	202.655	331.476522	0.000	-4.600	0.00	0.00	202.655	204.295	204.295
RECTA Pendiente	420.000	285899.378	4046382.631	0.000	201.846	201.846	331.476522	0.000	-1.800	0.00	0.00	201.846	202.967	202.967
RECTA Pendiente	440.000	285881.774	4046392.122	0.000	201.323	201.323	331.476522	0.000	-4.900	0.00	0.00	201.323	202.623	202.623
RECTA Pendiente	442.884	285879.235	4046393.491	0.000	201.182	201.182	324.699581	0.000	-4.900	0.00	0.00	201.182	202.415	202.415
RECTA Rampa	451.585	285871.181	4046396.782	0.000	200.938	200.938	308.995021	0.000	0.300	0.00	0.00	200.938	202.000	202.000
RECTA Rampa	459.790	285863.057	4046397.938	0.000	201.012	201.012	298.505864	0.000	6.000	0.00	0.00	201.012	202.135	202.135
RECTA Rampa	460.000	285862.847	4046397.933	0.000	201.025	201.025	298.505864	0.000	6.000	0.00	0.00	201.025	202.154	202.154
RECTA Rampa	467.251	285855.598	4046397.763	0.000	201.460	201.460	281.829932	0.000	6.000	0.00	0.00	201.460	202.795	202.795
RECTA Rampa	476.234	285846.979	4046395.233	0.000	201.640	201.640	293.539985	0.000	0.300	0.00	0.00	201.640	202.932	202.932
RECTA Rampa	480.000	285843.232	4046394.852	0.000	201.651	201.651	293.539985	0.000	0.300	0.00	0.00	201.651	203.433	203.433
RECTA Rampa	489.465	285833.816	4046393.893	0.000	201.679	201.679	297.510807	0.000	0.300	0.00	0.00	201.679	203.289	203.289
RECTA Rampa	500.000	285823.289	4046393.481	0.000	201.711	201.711	297.510807	0.000	0.300	0.00	0.00	201.711	203.159	203.159
RECTA Rampa	506.573	285816.721	4046393.224	0.000	201.731	201.731	291.815331	0.000	0.300	0.00	0.00	201.731	203.252	203.252
RECTA Rampa	520.000	285803.405	4046391.503	0.000	201.771	201.771	291.815331	0.000	0.300	0.00	0.00	201.771	202.872	202.872
RECTA Rampa	537.860	285785.693	4046389.213	0.000	201.952	201.952	282.631185	0.000	3.600	0.00	0.00	201.952	202.939	202.939
RECTA Rampa	540.000	285783.631	4046388.636	0.000	202.029	202.029	282.631185	0.000	3.600	0.00	0.00	202.029	202.975	202.975
RECTA Rampa	548.334	285775.605	4046386.391	0.000	202.329	202.329	314.241311	0.000	3.600	0.00	0.00	202.329	203.541	203.541
RECTA Rampa	557.250	285766.912	4046388.369	0.000	202.650	202.650	268.861669	0.000	3.600	0.00	0.00	202.650	205.357	205.357
RECTA Rampa	560.000	285764.484	4046387.076	0.000	202.749	202.749	268.861669	0.000	3.600	0.00	0.00	202.749	205.211	205.211

Istram 20.01.01.15 23/04/20 19:51:36 1767 pagina 4

PROYECTO :EL COLMENAR

GRUPO : 0 : Grupo 0

EJE : 1 : I1 (Impulsión El Colmenar)

==========

*** PUNTOS DEL EJE EN PLANTA ***

==========

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	Z RAS IZ.	Z RAS DR.	AZIMUT	DIST. EJE	Pend (%)	PERAL_I	PERAL_D	Z PROY.	ZT (eje)	Z TERR.
RECTA Rampa	566.664	285758.602	4046383.945	0.000	202.989	202.989	218.549299	0.000	3.600	0.00	0.00	202.989	204.109	204.109
RECTA Rampa	575.013	285756.203	4046375.949	0.000	203.290	203.290	271.530109	0.000	3.600	0.00	0.00	203.290	204.381	204.381
RECTA Rampa	580.000	285751.706	4046373.792	0.000	203.463	203.463	271.530109	0.000	0.300	0.00	0.00	203.463	204.649	204.649
RECTA Pendiente	592.429	285740.500	4046368.417	0.000	203.422	203.422	255.422910	0.000	-10.600	0.00	0.00	203.422	204.456	204.456
RECTA Pendiente	600.000	285734.710	4046363.538	0.000	202.726	202.726	255.422910	0.000	-4.000	0.00	0.00	202.726	203.875	203.875
RECTA Pendiente	620.000	285719.416	4046350.651	0.000	201.926	201.926	255.422910	0.000	-4.000	0.00	0.00	201.926	203.111	203.111
RECTA Pendiente	624.469	285715.998	4046347.771	0.000	201.748	201.748	248.793532	0.000	-4.000	0.00	0.00	201.748	202.824	202.824
RECTA Pendiente	640.000	285705.227	4046336.583	0.000	201.491	201.491	248.793532	0.000	-1.400	0.00	0.00	201.491	203.238	203.238
RECTA Pendiente	645.139	285701.662	4046332.881	0.000	201.419	201.419	257.156917	0.000	-1.400	0.00	0.00	201.419	203.902	203.902
RECTA Pendiente	660.000	285690.041	4046323.618	0.000	201.211	201.211	257.156917	0.000	-1.400	0.00	0.00	201.211	203.724	203.724
RECTA Pendiente	661.028	285689.238	4046322.977	0.000	201.197	201.197	266.928257	0.000	-1.400	0.00	0.00	201.197	203.517	203.517
RECTA Pendiente	668.685	285682.590	4046319.175	0.000	201.090	201.090	278.768663	0.000	-1.400	0.00	0.00	201.090	202.413	202.413
RECTA Pendiente	680.000	285671.899	4046315.471	0.000	200.992	200.992	278.768663	0.000	-0.300	0.00	0.00	200.992	202.362	202.362
RECTA Pendiente	680.314	285671.603	4046315.369	0.000	200.991	200.991	270.766847	0.000	-0.300	0.00	0.00	200.991	202.401	202.401
RECTA Pendiente	690.429	285662.536	4046310.886	0.000	200.961	200.961	258.755851	0.000	-0.300	0.00	0.00	200.961	202.252	202.252
RECTA Pendiente	698.423	285656.161	4046306.061	0.000	200.937	200.937	249.799174	0.000	-0.300	0.00	0.00	200.937	203.314	203.314
RECTA Pendiente	700.000	285655.050	4046304.943	0.000	200.932	200.932	249.799174	0.000	-0.300	0.00	0.00	200.932	203.266	203.266
RECTA Pendiente	706.763	285650.282	4046300.145	0.000	200.912	200.912	238.893630	0.000	-0.300	0.00	0.00	200.912	202.303	202.303
RECTA Pendiente	720.000	285642.689	4046289.303	0.000	200.872	200.872	238.893630	0.000	-0.300	0.00	0.00	200.872	203.187	203.187
RECTA Pendiente	723.342	285640.772	4046286.565	0.000	200.862	200.862	250.818990	0.000	-0.300	0.00	0.00	200.862	203.300	203.300
RECTA Pendiente	733.138	285633.757	4046279.728	0.000	200.833	200.833	256.383386	0.000	-0.300	0.00	0.00	200.833	202.940	202.940
RECTA Pendiente	740.000	285628.443	4046275.386	0.000	200.812	200.812	256.383386	0.000	-0.300	0.00	0.00	200.812	202.702	202.702
RECTA Pendiente	760.000	285612.956	4046262.731	0.000	200.752	200.752	256.383386	0.000	-0.300	0.00	0.00	200.752	202.120	202.120
RECTA Pendiente	762.120	285611.315	4046261.389	0.000	200.746	200.746	264.549821	0.000	-0.300	0.00	0.00	200.746	202.130	202.130

Istram 20.01.01.15 23/04/20 19:51:36 1767 pagina 5

PROYECTO :EL COLMENAR

GRUPO : 0 : Grupo 0

EJE : 1 : I1 (Impulsión El Colmenar)

==========

* * * PUNTOS DEL EJE EN PLANTA * * *

==========

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	Z RAS IZ.	Z RAS DR.	AZIMUT	DIST. EJE	Pend (%)	PERAL_I	PERAL_D	Z PROY.	ZT (eje)	Z TERR.
RECTA Rampa	780.000	285596.136	4046251.939	0.000	200.428	200.428	264.549821	0.000	10.500	0.00	0.00	200.428	201.205	201.205
RECTA Rampa	781.164	285595.148	4046251.324	0.000	200.551	200.551	270.986918	0.000	10.500	0.00	0.00	200.551	201.769	201.769
RECTA Rampa	793.463	285584.104	4046245.911	0.000	201.823	201.823	315.342970	0.000	3.500	0.00	0.00	201.823	202.881	202.881
RECTA Rampa	800.000	285577.756	4046247.471	0.000	202.052	202.052	315.342970	0.000	3.500	0.00	0.00	202.052	203.792	203.792
RECTA Rampa	803.182	285574.666	4046248.231	0.000	202.164	202.164	279.834236	0.000	3.500	0.00	0.00	202.164	203.856	203.856
RECTA Rampa	814.559	285563.855	4046244.687	0.000	202.419	202.419	240.763958	0.000	0.700	0.00	0.00	202.419	203.569	203.569
RECTA Rampa	820.000	285560.604	4046240.324	0.000	202.457	202.457	240.763958	0.000	0.700	0.00	0.00	202.457	203.504	203.504
RECTA Rampa	824.659	285557.821	4046236.588	0.000	202.490	202.490	278.303720	0.000	0.700	0.00	0.00	202.490	203.590	203.590
RECTA Rampa	840.000	285543.362	4046231.460	0.000	202.537	202.537	278.303720	0.000	0.300	0.00	0.00	202.537	203.959	203.959
RECTA Rampa	849.033	285534.849	4046228.441	0.000	202.564	202.564	277.409056	0.000	0.300	0.00	0.00	202.564	204.296	204.296
RECTA Rampa	860.000	285524.565	4046224.630	0.000	202.597	202.597	277.409056	0.000	0.300	0.00	0.00	202.597	204.474	204.474
RECTA Rampa	861.672	285522.997	4046224.049	0.000	202.602	202.602	276.911507	0.000	0.300	0.00	0.00	202.602	204.234	204.234
RECTA Rampa	877.434	285508.260	4046218.457	0.000	202.649	202.649	275.730968	0.000	0.300	0.00	0.00	202.649	204.117	204.117
RECTA Rampa	880.000	285505.879	4046217.503	0.000	202.657	202.657	275.730968	0.000	0.300	0.00	0.00	202.657	204.067	204.067
RECTA Rampa	887.099	285499.289	4046214.861	0.000	202.678	202.678	267.894600	0.000	0.300	0.00	0.00	202.678	203.945	203.945
RECTA Rampa	894.029	285493.222	4046211.513	0.000	202.699	202.699	261.828511	0.000	0.300	0.00	0.00	202.699	203.914	203.914
RECTA Rampa	900.000	285488.293	4046208.143	0.000	202.717	202.717	261.828511	0.000	0.300	0.00	0.00	202.717	203.855	203.855
RECTA Rampa	900.374	285487.983	4046207.932	0.000	202.718	202.718	252.482677	0.000	0.300	0.00	0.00	202.718	203.853	203.853
RECTA Rampa	920.000	285473.576	4046194.606	0.000	202.777	202.777	252.482677	0.000	0.300	0.00	0.00	202.777	204.107	204.107
RECTA Rampa	926.311	285468.942	4046190.321	0.000	202.796	202.796	242.568821	0.000	0.300	0.00	0.00	202.796	204.000	204.000
RECTA Pendiente	940.000	285460.456	4046179.580	0.000	203.548	203.548	242.568821	0.000	-9.000	0.00	0.00	203.548	204.685	204.685
RECTA Pendiente	950.728	285453.805	4046171.162	0.000	202.582	202.582	245.622431	0.000	-9.000	0.00	0.00	202.582	203.772	203.772
RECTA Pendiente	958.113	285448.955	4046165.594	0.000	202.015	202.015	256.570563	0.000	-1.000	0.00	0.00	202.015	203.162	203.162
RECTA Pendiente	960.000	285447.490	4046164.404	0.000	201.996	201.996	256.570563	0.000	-1.000	0.00	0.00	201.996	203.144	203.144

Istram 20.01.01.15 23/04/20 19:51:36 1767 pagina 6

PROYECTO :EL COLMENAR

GRUPO : 0 : Grupo 0

EJE : 1 : I1 (Impulsión El Colmenar)

==========

* * * PUNTOS DEL EJE EN PLANTA * * *

==========

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	Z RAS IZ.	Z RAS DR.	AZIMUT	DIST. EJE	Pend (%)	PERAL_I	PERAL_D	Z PROY.	ZT (eje)	Z TERR.
RECTA Pendiente	980.000	285431.966	4046151.794	0.000	199.583	199.583	256.570563	0.000	-9.000	0.00	0.00	199.583	200.739	200.739
RECTA Pendiente	986.565	285426.870	4046147.655	0.000	198.992	198.992	261.725897	0.000	-9.000	0.00	0.00	198.992	200.167	200.167
RECTA Pendiente	1000.000	285415.791	4046140.056	0.000	198.225	198.225	261.725897	0.000	-5.600	0.00	0.00	198.225	199.346	199.346
RECTA Rampa	1020.000	285399.298	4046128.743	0.000	197.725	197.725	261.725897	0.000	0.800	0.00	0.00	197.725	198.824	198.824
RECTA Rampa	1032.106	285389.315	4046121.895	0.000	198.747	198.747	261.366397	0.000	13.800	0.00	0.00	198.747	199.979	199.979
RECTA Rampa	1040.000	285382.830	4046117.394	0.000	199.586	199.586	261.366397	0.000	2.000	0.00	0.00	199.586	200.906	200.906
RECTA Rampa	1060.000	285366.401	4046105.988	0.000	199.986	199.986	261.366397	0.000	2.000	0.00	0.00	199.986	201.464	201.464
RECTA Rampa	1080.000	285349.972	4046094.582	0.000	200.386	200.386	261.366397	0.000	2.000	0.00	0.00	200.386	201.695	201.695
RECTA Rampa	1085.539	285345.422	4046091.423	0.000	200.564	200.564	248.248320	0.000	6.400	0.00	0.00	200.564	201.681	201.681
RECTA Rampa	1095.765	285338.393	4046083.996	0.000	201.304	201.304	243.217232	0.000	14.800	0.00	0.00	201.304	202.597	202.597
RECTA Rampa	1100.000	285335.734	4046080.700	0.000	201.930	201.930	243.217232	0.000	14.800	0.00	0.00	201.930	203.683	203.683
RECTA Rampa	1119.444	285323.525	4046065.567	0.000	204.103	204.103	237.370316	0.000	7.800	0.00	0.00	204.103	205.286	205.286
RECTA Rampa	1120.000	285323.217	4046065.104	0.000	204.146	204.146	237.370316	0.000	7.800	0.00	0.00	204.146	205.330	205.330
RECTA Rampa	1131.825	285316.668	4046055.259	0.000	205.035	205.035	229.654121	0.000	3.400	0.00	0.00	205.035	206.128	206.128
RECTA Rampa	1140.000	285312.996	4046047.955	0.000	205.313	205.313	229.654121	0.000	3.400	0.00	0.00	205.313	206.376	206.376
RECTA Rampa	1141.170	285312.470	4046046.909	0.000	205.352	205.352	213.784892	0.000	3.400	0.00	0.00	205.352	206.467	206.467
RECTA Pendiente	1155.526	285309.386	4046032.888	0.000	204.129	204.129	223.342821	0.000	-11.500	0.00	0.00	204.129	205.063	205.063
RECTA Pendiente	1160.000	285307.782	4046028.712	0.000	203.614	203.614	223.342821	0.000	-11.500	0.00	0.00	203.614	204.629	204.629
RECTA Pendiente	1180.000	285300.612	4046010.041	0.000	202.260	202.260	223.342821	0.000	-4.000	0.00	0.00	202.260	203.377	203.377
RECTA Pendiente	1182.128	285299.849	4046008.055	0.000	202.192	202.192	226.333954	0.000	-1.800	0.00	0.00	202.192	203.333	203.333
RECTA Pendiente	1191.574	285296.052	4045999.406	0.000	202.022	202.022	201.231433	0.000	-1.800	0.00	0.00	202.022	203.535	203.535
RECTA Rampa	1199.662	285295.896	4045991.319	0.000	202.153	202.153	216.199919	0.000	4.700	0.00	0.00	202.153	203.560	203.560
RECTA Rampa	1200.000	285295.811	4045990.992	0.000	202.168	202.168	216.199919	0.000	4.700	0.00	0.00	202.168	203.572	203.572
RECTA Rampa	1211.336	285292.957	4045980.021	0.000	202.581	202.581	216.271768	0.000	1.800	0.00	0.00	202.581	203.670	203.670

Istram 20.01.01.15 23/04/20 19:51:36 1767 pagina 7

PROYECTO :EL COLMENAR

GRUPO : 0 : Grupo 0

EJE : 1 : I1 (Impulsión El Colmenar)

==========

* * * PUNTOS DEL EJE EN PLANTA * * *

==========

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	Z RAS IZ.	Z RAS DR.	AZIMUT	DIST. EJE	Pend (%)	PERAL_I	PERAL_D	Z PROY.	ZT (eje)	Z TERR.
RECTA Rampa	1220.000	285290.767	4045971.638	0.000	202.737	202.737	216.271768	0.000	1.800	0.00	0.00	202.737	203.601	203.601
RECTA R -1000	1227.948	285288.757	4045963.949	0.000	202.862	202.862	168.502812	0.000	1.199	0.00	0.00	202.862	204.000	204.000
RECTA R -1000	1231.011	285290.212	4045961.253	0.000	202.894	202.894	111.199008	0.000	0.892	0.00	0.00	202.894	203.594	203.594
RECTA Rampa	1240.000	285299.062	4045959.679	0.000	202.938	202.938	111.199008	0.000	0.300	0.00	0.00	202.938	203.779	203.779
RECTA Rampa	1248.738	285307.665	4045958.150	0.000	202.965	202.965	160.737102	0.000	0.300	0.00	0.00	202.965	203.958	203.958
RECTA Rampa	1250.197	285308.508	4045956.960	0.000	202.969	202.969	211.251279	0.000	0.300	0.00	0.00	202.969	203.980	203.980
RECTA Rampa	1257.716	285307.187	4045949.558	0.000	202.992	202.992	263.360992	0.000	0.300	0.00	0.00	202.992	203.979	203.979
RECTA Rampa	1259.136	285305.995	4045948.785	0.000	202.996	202.996	311.154909	0.000	0.300	0.00	0.00	202.996	204.000	204.000
RECTA Rampa	1260.000	285305.144	4045948.936	0.000	202.998	202.998	311.154909	0.000	0.300	0.00	0.00	202.998	204.000	204.000
RECTA Rampa	1261.852	285303.321	4045949.259	0.000	203.004	203.004	311.154909	0.000	0.300	0.00	0.00	203.004	204.000	204.000

4.2. EMISARIO DE LA EDAR Y ALIVIADEROS

4.2.1 Colector G1 (Efluente de la EDAR)

Istram 20.01.01.15 23/04/20 09:11:17 1767 pagina 1

PROYECTO :EL COLMENAR

GRUPO : 0 : Grupo 0

EJE : 4 : G1 (Emisario EDAR)

==========

*** PUNTOS DEL EJE EN PLANTA ***

==========

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	Z RAS IZ.	Z RAS DR.	AZIMUT	DIST. EJE	Pend (%)	PERAL_I	PERAL_D	Z PROY.	ZT (eje)	Z TERR.
RECTA Pendiente	0.000	285300.054	4045909.399	0.000	199.500	199.500	110.981389	0.000	-1.000	0.00	0.00	199.500	204.000	204.000
RECTA Pendiente	7.718	285307.658	4045908.074	0.000	199.423	199.423	153.228071	0.000	-3.000	0.00	0.00	199.423	201.240	201.240
RECTA Pendiente	20.000	285315.891	4045898.961	0.000	199.054	199.054	153.228071	0.000	-3.000	0.00	0.00	199.054	200.304	200.304
RECTA Pendiente	31.573	285323.649	4045890.373	0.000	198.707	198.707	153.228071	0.000	-3.000	0.00	0.00	198.707	199.000	199.000

4.2.2 Colector G2 (Alivio de la EBAR El Colmenar)

Istram 20.01.01.15 23/04/20 09:11:55 1767 pagina 1

PROYECTO : EL COLMENAR

GRUPO : 0 : Grupo 0

EJE : 5 : G2 (Alivio EBAR)

==========

*** PUNTOS DEL EJE EN PLANTA ***

==========

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	Z RAS IZ.	Z RAS DR.	AZIMUT	DIST. EJE	Pend (%)	PERAL_I	PERAL_D	Z PROY.	ZT (eje)	Z TERR.
RECTA Tg. Entrada	0.000	286128.983	4046153.544	0.000	202.830	202.830	238.886653	0.000	-2.000	0.00	0.00	202.830	205.335	205.335
RECTA Pendiente	5.801	286125.656	4046148.792	0.000	202.190	202.190	246.898795	0.000	-1.500	0.00	0.00	202.190	204.348	204.348
RECTA Pendiente	20.000	286116.116	4046138.275	0.000	201.977	201.977	246.898795	0.000	-1.500	0.00	0.00	201.977	203.223	203.223
RECTA Pendiente	26.652	286111.647	4046133.348	0.000	201.877	201.877	246.898795	0.000	-1.500	0.00	0.00	201.877	201.971	201.971

4.3. CAMINOS DE ACCESO

4.3.1 Camino de acceso a EDAR

Istram 20.01.01.15 23/04/20 09:11:42 1767 pagina 1

PROYECTO :EL COLMENAR

GRUPO : 1 : Grupo 1

EJE : 3 : CAMINO EDAR

==========

*** PUNTOS DEL EJE EN PLANTA ***

==========

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	Z RAS IZ.	Z RAS DR.	AZIMUT	DIST. EJE	Pend (%)	PERAL_I	PERAL_D	Z PROY.	ZT (eje)	Z TERR.
CIRC. Rampa	0.000	285299.743	4045996.642	-110.000	203.344	203.344	230.805975	0.000	3.200	-2.00	-2.00	203.344	203.272	203.272
CIRC. Rampa	20.000	285292.095	4045978.192	-110.000	203.848	203.848	219.231070	0.000	1.500	-2.00	-0.96	203.848	203.742	203.742
RECTA Rampa	34.632	285288.682	4045963.974	0.000	204.000	204.000	210.762722	0.000	0.000	-0.63	-0.63	204.000	203.972	203.972
RECTA Rampa	36.003	285288.451	4045962.623	0.000	204.000	204.000	210.762722	0.000	0.000	-0.00	-0.00	204.000	203.988	203.988

4.3.2 Desvío del camino de servicio existente

Istram 20.01.01.15 23/04/20 09:10:31 1767 pagina 1

PROYECTO :EL COLMENAR

GRUPO : 1 : Grupo 1

EJE : 2 : CAMINO Desvío

==========

*** PUNTOS DEL EJE EN PLANTA ***

==========

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	Z RAS IZ.	Z RAS DR.	AZIMUT	DIST. EJE	Pend (%)	PERAL_I	PERAL_D	Z PROY.	ZT (eje)	Z TERR.
CIRC. Rampa	0.000	285299.307	4045996.854	30.000	203.335	203.335	227.926242	0.000	3.334	2.00	2.00	203.335	203.335	203.335
CIRC. Rampa	19.057	285286.448	4045983.225	-25.000	203.825	203.825	268.365955	0.000	0.500	-2.00	-1.53	203.826	204.357	204.357
CIRC. Rampa	20.000	285285.628	4045982.759	-25.000	203.830	203.830	265.964029	0.000	0.500	-2.00	-1.38	203.830	204.430	204.430
CIRC. Rampa	40.000	285274.060	4045967.097	-25.000	203.930	203.930	215.034448	0.000	0.500	-2.00	1.69	203.930	206.737	206.737
RECTA Rampa	41.527	285273.748	4045965.603	0.000	203.938	203.938	211.145633	0.000	0.500	-2.00	1.93	203.938	206.783	206.783
RECTA Rampa	60.000	285270.530	4045947.412	0.000	204.030	204.030	211.145633	0.000	0.500	-0.62	2.00	204.030	206.695	206.695
RECTA Rampa	80.000	285267.047	4045927.718	0.000	204.130	204.130	211.145633	0.000	0.500	0.92	2.00	204.130	207.289	207.289
CIRC. Rampa	94.894	285264.452	4045913.052	40.000	204.205	204.205	211.145633	0.000	0.500	1.88	1.88	204.205	207.036	207.036
CIRC. Rampa	100.000	285263.245	4045908.094	40.000	204.230	204.230	219.272204	0.000	0.500	1.20	1.20	204.230	207.030	207.030
RECTA KV 200	112.695	285257.617	4045896.774	0.000	204.683	204.683	239.476356	0.000	6.741	-0.49	-0.49	204.683	207.516	207.516
RECTA Rampa	120.000	285253.372	4045890.829	0.000	205.308	205.308	239.476356	0.000	10.000	-1.47	-1.47	205.308	207.685	207.685
CIRC. Rampa	131.661	285246.595	4045881.339	-50.000	206.474	206.474	239.476356	0.000	10.000	-1.64	-1.64	206.474	208.414	208.414
CIRC. KV -250	140.000	285242.336	4045874.181	-50.000	207.294	207.294	228.859328	0.000	8.958	-1.26	-1.26	207.294	209.239	209.239
CIRC. Rampa	154.797	285237.904	4045860.120	40.000	208.230	208.230	210.019149	0.000	5.000	-0.57	-0.57	208.230	209.101	209.101
CIRC. Rampa	160.000	285236.757	4045855.049	40.000	208.490	208.490	218.299915	0.000	5.000	-0.33	-0.33	208.490	208.988	208.988
CIRC. Rampa	180.000	285226.625	4045838.047	40.000	209.490	209.490	250.130904	0.000	5.000	0.60	0.60	209.490	209.483	209.483
CIRC. Rampa	181.003	285225.905	4045837.348	40.000	209.540	209.540	251.727228	0.000	5.000	0.65	0.65	209.540	209.541	209.541

4.4. EXPLANACIONES

4.4.1 Explanación EDAR

Istram 20.01.01.15 23/04/20 09:28:04 1767 Pagina 1

Tipo de línea: 54

Numero de Puntos: 5

* * * COORDENADAS DE LINEA * * *

Nº	X	Y	Z
1	285276.142	4045964.798	204.000
2	285263.185	4045891.556	204.000
3	285296.840	4045885.576	204.000
4	285309.846	4045958.775	204.000
5	285276.142	4045964.798	204.000

4.4.2 Explanación EBAR

Istram 20.01.01.15 23/04/20 09:26:04 1767 Pagina 1

Tipo de línea: 54

Numero de Puntos: 6

* * * COORDENADAS DE LINEA * * *

Nº	X	Y	Z
1	286134.852	4046161.816	206.000
2	286129.959	4046165.242	206.000
3	286123.569	4046156.109	206.000
4	286130.390	4046151.337	206.000
5	286132.217	4046153.942	206.000
6	286134.852	4046161.816	206.000

4.4.3 Explanación CT

Istram 20.01.01.15 23/04/20 09:27:24 1767 Pagina 1

Tipo de línea: 54

Numero de Puntos: 5

* * * COORDENADAS DE LINEA * * *

Nº	X	Y	Z	
1	286121.636	4046152.503	205.500	
2	286117.483	4046157.888	205.500	
3	286113.920	4046155.139	205.500	
4	286118.073	4046149.755	205.500	
5	286121.636	4046152.503	205.500	

ANEJO Nº8. CÁLCULOS HIDRÁULICOS Y DE FUNCIONAMIENTO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO 3
2. DATOS DE PARTIDA 3
3. ESQUEMA GENERAL DE LAS OBRAS PROYECTADAS 5
4. COLECTORES Y EMISARIOS 7
4.1. Descripción general del trazado 7
4.1.1 Impulsión general hasta la EDAR 7
4.1.2 Emisario de vertido a cauce 9
4.1.3 Secciones tipo de zanja para la instalación de tuberías 9
4.1.4 Pozos de registro 9
4.1.5 Resumen de las características principales 10
4.2. Cálculo hidráulico de colectores por gravedad 11
4.2.1 Parámetros de cálculo 11
4.2.2 Comprobación hidráulica 13
5. ESTACIONES DE BOMBEO 18
5.1. Descripción general de las instalaciones 18
5.1.1 EBAR General 18
5.2. Criterios de diseño 20
5.3. Diseño hidráulico de las Estaciones de Bombeo 27
5.3.1 EBAR e impulsión de El Colmenar 27
5.3.1.1 Operación normal de la EBAR general 29
5.3.1.2 Gestión de las primeras aguas de lluvia en la EBAR principal 31
5.3.2 Justificación del diámetro de ventosas y desagües 36
5.3.2.1 Ventosas 36
5.3.2.2 Desagües 39
6. ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (EDAR) 41
6.1. Ubicación de la instalación 41
6.2. Datos de partida y resultados a obtener 42
6.3. Procesos que componen la EDAR 44
6.4. Dimensionamiento de los procesos 52
6.4.1 Obra de llegada y bypass general 52
6.4.2 Tanque de homogeneización 53
6.4.3 Desbaste 54
6.4.4 Desarenado y desengrasado 57
6.4.5 Alivio exceso caudal tratamiento y reparto de caudal a tratamiento primario 61
6.4.6 Decantación primaria 62
6.4.7 Arqueta bombeo: impulsión carga lecho 64
6.4.8 Lecho bacteriano 66

6.4.9 Decantación secundaria 70
6.4.10 Desinfección del efluente 72
6.4.11 Bombeo de purga del fango 74
6.4.12 Espesamiento del fango 75
6.4.13 Deshidratación del fango 77
6.4.14 Desodorización 78
6.4.14.1 Datos de partida y resultados obtenidos 79
6.4.14.2 Método de cálculo 79
6.4.14.3 Conductos de extracción 80
6.4.14.4 Detalle del cálculo de las unidades terminales del subsistema ventilador 81
6.4.14.5 Detalle del cálculo de los colectores del subsistema ventilador 81
6.4.15 Bombeo de vaciados 82
6.4.16 Bombeo de agua de servicio 83
6.5. Línea piezométrica 84
6.5.1 Parámetros de cálculo 85
6.5.1.1 Pérdidas de carga en singularidades 85
6.5.1.2 Pérdidas de carga en conducciones 85
6.5.1.3 Pérdidas de carga en canales 86
6.5.1.4 Dimensionamiento de vertederos 87
6.5.2 Cálculo de la línea piezométrica 87

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

En el presente anejo quedan recogidos todos los cálculos de funcionamiento hidráulico correspondientes a colectores, emisarios, aliviaderos, estaciones de bombeo y EDAR contemplados en el proyecto constructivo *EDAR y colectores en El Colmenar (Málaga)*. Del mismo modo, en el presente anejo también se incluye el diseño y dimensionamiento de cada uno de los procesos de tratamiento que se llevan a cabo en la propia EDAR.

En primer lugar, se realiza una recopilación de todos los datos de partida que se consideran necesarios para llevar a cabo el diseño hidráulico de la instalación. Posteriormente, se realiza una descripción de las obras proyectadas y de las principales características de los elementos que la conforman: colector de agrupación del vertido, aliviadero, estación de bombeo, EDAR y emisario de vertido del efluente.

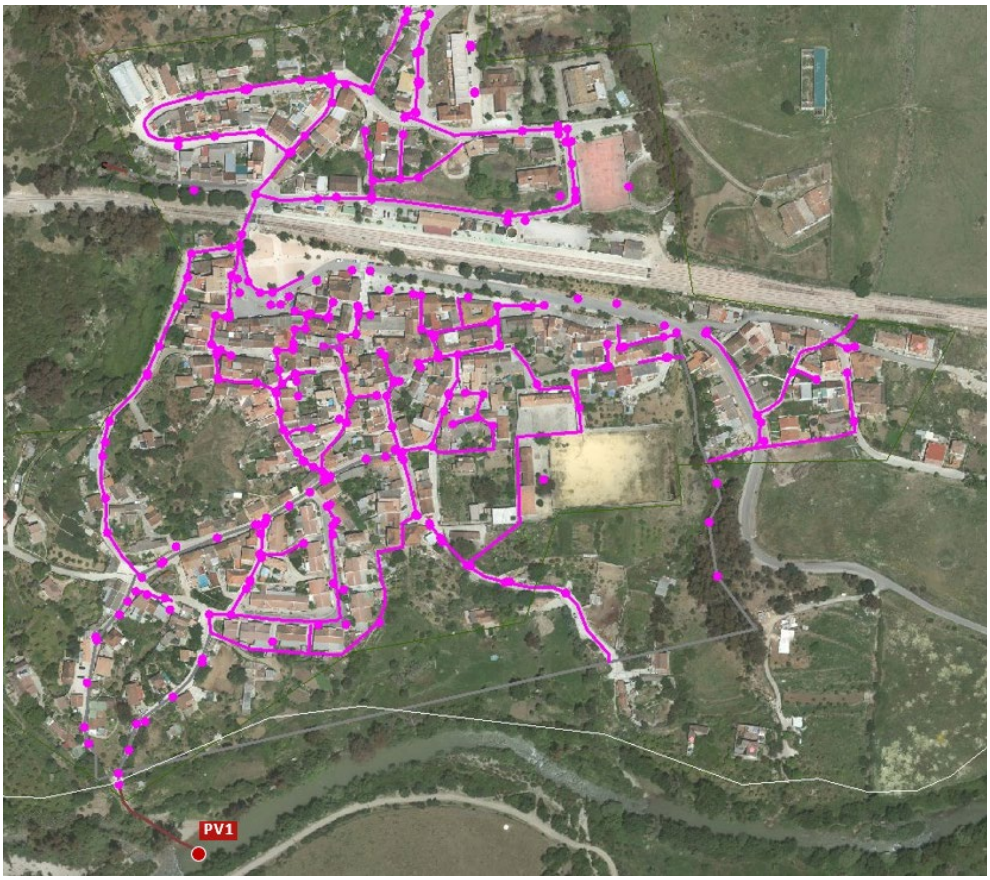
Seguidamente, se detallan los cálculos hidráulicos de los colectores proyectados, el dimensionamiento hidráulico y de equipamiento de la estación de bombeo de agua residual (EBAR) y el dimensionamiento hidráulico del aliviadero de la agrupación del vertido. En el diseño y definición de este aliviadero se ha tenido en cuenta lo dispuesto en el Real Decreto 1290/2012, de 7 de septiembre, sobre la eliminación de gruesos y flotantes antes del vertido a cauce público.

Por último, se incluyen también los cálculos hidráulicos relativos a la determinación de la línea piezométrica detallada en la estación depuradora de aguas residuales (EDAR), así como el diseño y dimensionamiento de cada uno de los procesos de tratamiento que tienen lugar en la instalación correspondiente.

2. DATOS DE PARTIDA

La red de saneamiento de El Colmenar es de tipo unitario y presenta un único punto de vertido, al sur del caso urbano, que descarga al río Guadiaro y recoge el 100% de las aguas residuales. La población permanente actual de El Colmenar asciende a 513 habitantes, presentando un área total de la cuenca urbana de 13 ha.

El colector de vertido es de PVC y DN 400 mm, ubicándose el punto de descarga en la margen derecha del río Guadiaro.



Red de saneamiento de El Colmenar



PV1 El Colmenar.

Teniendo en cuenta lo anterior, las actuaciones a llevar a cabo para la recogida del vertido del municipio y su transporte hasta la futura EDAR a construir para proporcionarles un tratamiento adecuado serían las siguientes:

- Recogida e intercepción del punto de vertido de El Colmenar (PV1) y alivio del exceso de aguas pluviales al río Guadiaro en el mismo punto de descarga actual.
- Estación de bombeo e impulsión de transporte de las aguas residuales con la dilución requerida hasta la futura EDAR.

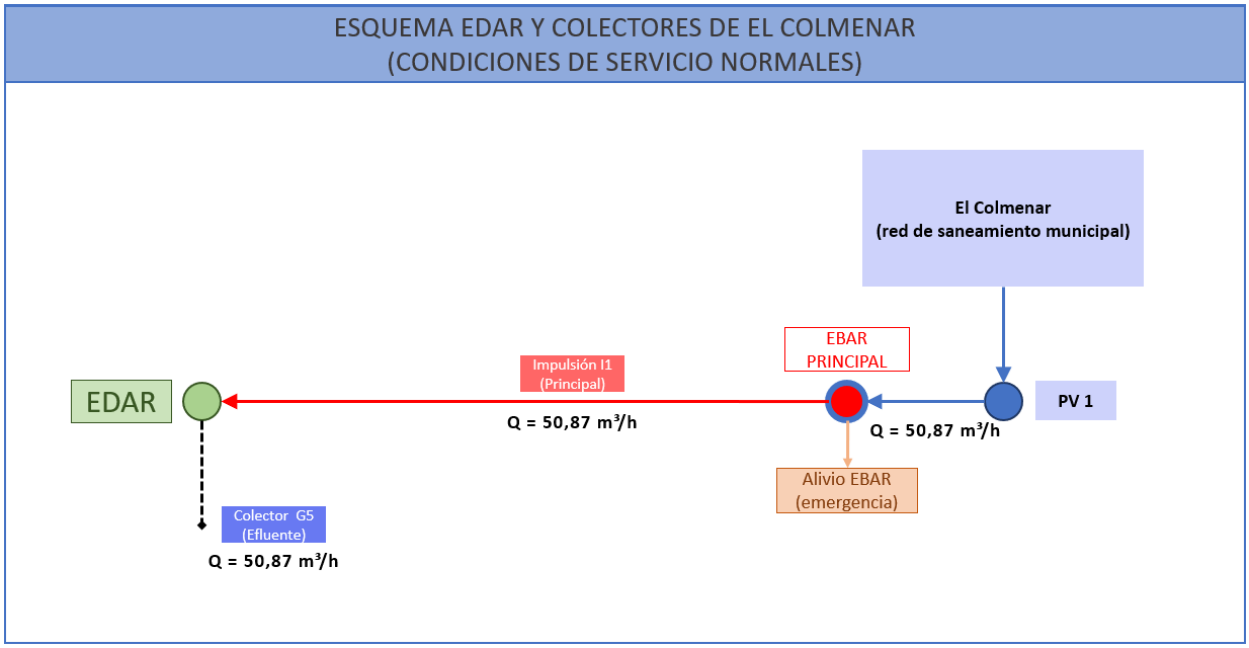
En la tabla siguiente se resumen los caudales característicos del punto de vertido de El Colmenar para el año horizonte de diseño 2045:

Caudales (l/s)	PV1
Qmed	2,83
Qmáx	5,65
5·Qmed	14,13
Qmín	1,13

El cálculo de los caudales de pluviales se detalla en el *Anejo nº4. Climatología, Hidrología e Inundabilidad*, mientras que el cálculo de los caudales de agua residual se detalla en el *Anejo nº5. Estudio de población, caudales y cargas*.

3. ESQUEMA GENERAL DE LAS OBRAS PROYECTADAS

En el siguiente gráfico se resumen los caudales a vehicular y aliviar en las obras proyectadas para la agrupación de vertidos y EDAR de El Colmenar, en condiciones de servicio normales, que corresponden a la operación normal de la estación general de bombeo, así como la capacidad nominal prevista para la impulsión. En estas condiciones los caudales máximos de circulación hasta la EDAR corresponderían a los caudales medios de aguas residuales con un coeficiente de dilución 5:1.

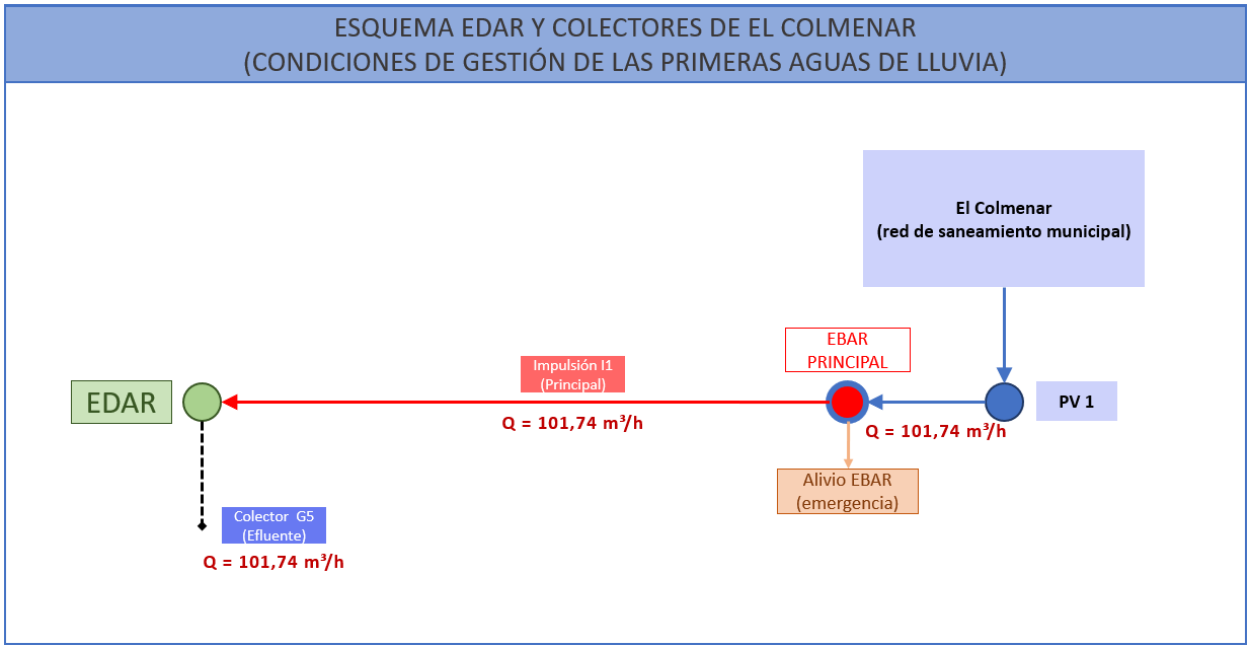


Esquema general de los colectores y caudales en Arriate, en condiciones de servicio normales.

No obstante, el sistema también estaría preparado para el manejo de las primeras aguas de lluvia, que potencialmente pudieran arrastrar una contaminación superior. De este modo, la estación de bombeo y emisario serían capaces de vehicular hasta un 100% más del caudal nominal previsto y retener en la estación de bombeo y la propia red el volumen de los primeros minutos de lluvia. Esta gestión de las primeras aguas de lluvia para su tratamiento en la EDAR ante posible contaminación de las mismas se consigue mediante las siguientes actuaciones:

i. Incremento del volumen de la cántara del bombeo, para un máximo de 6 arranques/hora, lo que supone hasta 10 minutos de almacenamiento.
ii. Posibilidad de entrada en servicio de la bomba de reserva de la EBAR para poder duplicar el caudal de bombeo hasta la EDAR en tiempo de lluvia, permitiendo impulsar hasta un máximo de 10·Qm.
iii. Disposición a la entrada a la EDAR un depósito de homogenización y laminación.

En este escenario, los caudales máximos a vehicular por el sistema serían los siguientes:



Esquema general de los colectores y caudales en Arriate, en la gestión de las primeras aguas de lluvia.

En los siguientes apartados se detalla el cálculo hidráulico y justificaciones de cada uno de los elementos que conforman la agrupación de vertidos.

4. COLECTORES Y EMISARIOS

4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRAZADO

La agrupación del único vertido existente en El Colmenar y su conducción hasta la EDAR se consigue mediante una conducción de impulsión que parte de la EBAR general del municipio. A continuación se describe dicha conducción, así como el emisario general de descarga de la EDAR.

4.1.1 Impulsión general hasta la EDAR

La EBAR general de El Colmenar se ubica en el límite Sur del casco urbano, próxima al río Guadiaro, fuera de su zona de DPH y servidumbre. La EBAR recibe las aguas residuales del municipio y las eleva hasta la EDAR, situada prácticamente a la misma cota, pero a una distancia de 1,2 km aguas abajo, en la margen derecha del río Guadiaro.

La conducción de impulsión es de PEAD DN 200 mm y 1261.85 metros de longitud, discurriendo el trazado inicialmente por el viario urbano (Calle Lepanto y Calle de la Presa), y posteriormente junto al camino que discurre paralelo al río Guadiaro y da acceso a la presa de El Colmenar. La

conducción no presenta un desnivel apreciable entre el punto inicial y final de su trazado, debiendo salvar el punto alto existente en la confluencia de las Calles Lepanto y de la Presa, con un desnivel de unos 15 metros y pendientes que oscilan entre el 0,3% y el 12%. En el cruce de algunos cauces o arroyos la pendiente máxima se sitúa de forma puntual en torno al 30%.



Calle Lepanto, por donde asciende la impulsión general de El Colmenar en el tramo urbano inicial.



Panorámica del camino de la presa por donde discurre la impulsión general hacia la EDAR.

La nueva conducción de impulsión discurre en la mayor parte de su trazado junto al camino público de acceso la presa de El Colmenar, que constituirá también el propio camino de acceso a la EDAR, cuya plataforma se ampliará hasta un ancho de 4 metros para mejorar el acceso a la futura instalación. Se empleará el camino existente para la ejecución de las obras y tránsito de maquinaria, disponiéndose la impulsión junto al camino, pero fuera de la rodadura de éste, de

manera que las arquetas de ventosas y desagües no constituirán un obstáculo al tránsito por el mismo.

4.1.2 Emisario de vertido a cauce

Tras el proceso de tratamiento en la EDAR, el efluente es reintegrado al cauce mediante un colector de PVC DN 315 mm y 31,57 m de longitud, que debe salvar el desnivel existente entre la parcela de la EDAR y el cauce del río Guadiaro. Para ello se ha previsto una sucesión de pozos de resalto, protegiéndose la descarga del colector en el cauce con escollera y llevándose a cabo ésta con un ángulo de unos 45º con respecto al sentido de la corriente.

4.1.3 Secciones tipo de zanja para la instalación de tuberías

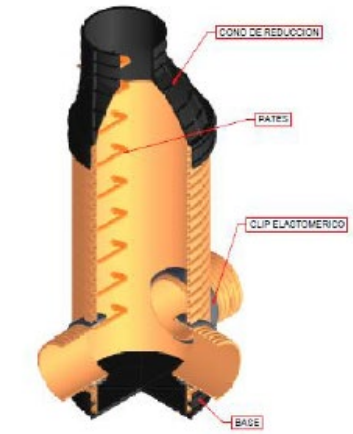
Se distinguen diferentes secciones tipo de zanja, tal y como puede apreciarse en el plano 2.4 del proyecto, dependiendo de si el trazado discurre bajo terreno natural o bajo camino, si éste se encuentra pavimentado o no, en los cruces de cauces y arroyos, y de la profundidad de la propia zanja.

Para excavaciones en terreno natural, de menos de 2,5 metros de profundidad, se ha previsto una zanja con taludes 1:3 (H:V), con un ancho en la base de la excavación variable en función del diámetro de la conducción. Con profundidades de excavación superiores a 2,5 m, será necesario ejecutar una berma intermedia de 1,0 m de ancho, entibando los 2,5 m inferiores de la excavación. En el caso de zanjas en zona urbana (Calle Lepanto y Calle de la Presa) o bajo caminos existentes en los que el movimiento de tierras pueda afectar el cerramiento de las parcelas o al propio camino, la excavación será con taludes verticales y entibada en toda su altura. Para el relleno general se empleará material adecuado procedente de la excavación de tamaño menor a 50 mm compactado al 100% PN. El relleno de protección hasta 30 cm por encima de la clave del tubo se llevará a cabo con material seleccionado de tamaño menor a 15 mm compactado al 95% PN. Además, el tubo se apoyará en una cama de arena de 15 cm de espesor bajo el mismo, arriñonando la tubería hasta 1/4 de su diámetro. En el caso de zanjas compartidas para dos o más tuberías, se respetará una distancia en planta mínima de 50 cm.

4.1.4 Pozos de registro

Con carácter general los pozos de registro serán prefabricados de hormigón armado y 1.200 mm de diámetro. En el caso de colectores que se encuentran dentro de zona inundable, como es el alivio de emergencia de la propia EBAR, los pozos serán del mismo material que la conducción

(PVC) y diámetro interior 1.200 mm, de manera que se pueda garantizar la estanqueidad de estos pozos. En este caso la unión del pozo con el tubo se llevará a cabo mediante un clip elastomérico para garantizar la estanqueidad. Para la correcta ejecución de los pozos se dispondrá una cimentación de hormigón armado sobre la que se apoyan los anillos de hormigón prefabricado o módulos de PVC, en su caso, que conformarán el pozo de registro.



Esquema general de pozo



Esquema general de componentes del pozo con las diferentes alternativas de conexión al colector

Detalle de pozo prefabricado de PVC a instalar en el emisario general de Arriate.

4.1.5 Resumen de las características principales

Los principales datos requeridos para el cálculo hidráulico y mecánico de las conducciones anteriormente descritas son:

Tramo	Longitud (m)	Qmax (l/s)	Prof. max (m)	Prof. min (m)	Talud zanja	Material tubería	DN (mm)	Dint (mm)
G1 (Efluente)	31,57	28,26	4,50	0,80	1H:3V	PVC	315	285
G2 (Alivio EBAR)	26,65	479,88	2,51	0,80	1H:3V	PVC	500	452
I1 (principal)	1.261,85	28,26	2,51	0,95	Vertical	PEAD	200	155,2

En los siguientes apartados se desarrolla el cálculo hidráulico de los colectores por gravedad. El cálculo de las impulsiones y estaciones de bombeo se recoge en el apartado 5 del presente anejo.

4.2. CÁLCULO HIDRÁULICO DE COLECTORES POR GRAVEDAD

En este apartado se definen, en primer lugar, los criterios de cálculo e hipótesis empleadas para el dimensionamiento de los colectores por gravedad. Posteriormente, se exponen los resultados del cálculo realizado. El cálculo de las impulsiones se detalla en el apartado 5.3.

4.2.1 Parámetros de cálculo

En el cálculo hidráulico en este caso de los emisarios, se han tenido en cuenta una serie de criterios y bases de diseño que se detallan a continuación.

El diseño de los colectores se realiza para el año horizonte de diseño 2045, verificando su funcionamiento hidráulico para los caudales máximo (época estival) y mínimo de diseño.

Como criterio general, para el diseño de un nuevo colector o emisario se ha considerado el funcionamiento de las conducciones parcialmente llenas, limitando ese **porcentaje de llenado a un 80%** para el caudal máximo de diseño.

La velocidad de circulación del agua en el interior para el caudal máximo de diseño no deberá ser superior a 5 m/s en el caso de materiales plásticos, o a 3 m/s en el caso de colectores de hormigón, para evitar el desgaste del material. Se limita igualmente la velocidad para el caudal mínimo de diseño a 0,30 m/s para que no se produzca sedimentación en el interior del conducto.

Para poder realizar los cálculos de las tuberías en gravedad, por la simplicidad y por el considerable volumen de datos experimentales disponibles para estimar el coeficiente de rozamiento, se ha optado por emplear la formulación de Manning para el cálculo de flujo:

$$v = \frac{{R_h}^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

siendo,

v, la velocidad en la sección

R_h, el radio hidráulico de la sección

S, la pendiente de la solera (asumiendo flujo uniforme)

n, coeficiente de pérdidas establecido en función del material del canal o tubería (0,009 para PVC y PE; 0,012-0,015 para hormigón).

En el caso de que los tramos no cuenten con aliviaderos antes del colector a proyectar, se tendrá en cuenta el caudal de pluviales incorporado en el colector y que se aliviará en este caso, a la entrada de la EBAR previo a la llegada de la EDAR. El caudal de diseño, en este último caso, será la suma del caudal medio de residuales multiplicado por el coeficiente punta y el caudal de pluviales calculado para la cuenca aferente. En el caso de considerar la conexión de redes existentes con proyectadas, si el caudal de la cuenca aferente es mayor que la capacidad del colector existente a conectar, se considerará entonces el caudal máximo circulante por el mismo.

El cálculo de los caudales de pluviales se detalla en el a*nejo 4. Climatología, Hidrología e Inundabilidad*.

El diseño de los colectores se realiza para el año horizonte 2045, considerando el caudal en época estival. Tal y como se explica en el *Anejo 5. Estudio de población, caudales y cargas*, **los coeficientes para caudal mínimo y punta de residuales son, respectivamente, 0,4 y 2,0.**

Tal y como se ha avanzado anteriormente, los emisarios de salida o descarga de la agrupación de vertidos quedan resumidos de la siguiente forma:

- Emisario de salida EBAR: Este emisario de salida de la EBAR entraría en funcionamiento en épocas de lluvias cuando el caudal supere 10*Qm, además de en el caso de emergencia o parada del grupo de bombeo, reintegrado el efluente al cauce mediante un colector de PVC DN 500 mm y 26,65 m de longitud. Para ello se ha previsto una sucesión de pozos de resalto, protegiéndose la descarga del colector en el cauce con escollera y llevándose a cabo ésta con un ángulo de unos 45º.
  El caudal mínimo considerado será de 1,13 l/s y un máximo de 479,88 l/s, en caso de emergencia. Las pendientes consideradas para el cálculo hidráulico por gravedad del colector PVC DN 500 mm o tramo G2 (Alivio EBAR) son, pendiente mínima de 1,5% y una máxima del 2,0%.
- Emisario de salida EDAR: Tras el proceso de tratamiento en la EDAR, el efluente es reintegrado al cauce mediante un colector de PVC DN 315 mm y 31,57 m de longitud, que debe salvar el desnivel existente entre la parcela de la EDAR y el río Guadiaro. Para

ello se ha previsto una sucesión de pozos de resalto, protegiéndose la descarga del colector en el cauce con escollera y llevándose a cabo ésta con un ángulo de unos 45º.

El caudal mínimo considerado será de 14,13 l/s considerando una sola bomba en funcionamiento y un máximo con 2 bombas en simultáneo de 28,26 l/s. Las pendientes consideradas para el cálculo hidráulico por gravedad del colector PVC DN 315 mm o tramo G1 (Efluente) son, pendiente mínima de 1,0% y una máxima del 3,0%.

Teniendo presentes estas consideraciones, se resume a continuación los caudales de cálculo para cada tramo:

Colector	Q_{min} (l/s)	Q_{punta} (l/s)	Q_{max} (l/s)
G1	14,13	-	28,26
G2	1,13	-	479,88

4.2.2 Comprobación hidráulica

Siguiendo la formulación expuesta anteriormente, a continuación, se presenta una tabla resumen con los datos de diseño de los emisarios, así como con sus resultados de capacidad y velocidad (tanto a caudal máximo como a caudal mínimo). Para cada colector, se ha analizado la pendiente máxima y mínima a lo largo de su trazado correspondiente.

Adicionalmente, se incluye la comprobación hidráulica del by-pass general de la EDAR.

COMPROBACIÓN DE COLECTORES AGRUPACIÓN DE VERTIDOS A CAUDAL MÁXIMO

								CAUDAL MÁXIMO DISEÑO						
Colector	**Longitud (m)**	**Diametro Exterior (mm)**	**Diametro Interior (mm)**	**Pendiente (m/m)**	**Material**	**Coeficiente Manning**	**Caudal máximo cálculo (l/s)**	**Área Mojada (m²)**	**Perímetro mojado (m)**	**Radio hidráulico (m)**	**Ángulo mojado**	**Velocidad (m/s)**	**Calado (m)**	**Capacidad**
G1	31,57	315	285	0,010	PVC	0,009	28,26	0,02	0,35	0,05	141,12	1,57	0,10	33,36%
	31,57	315	285	0,030	PVC	0,009	28,26	0,01	0,30	0,04	120,34	2,32	0,07	25,13%
G2	26,65	500	452	0,015	PVC	0,009	479,88	0,13	0,97	0,14	245,53	3,62	0,35	77,06%
	26,65	500	452	0,020	PVC	0,009	479,88	0,12	0,88	0,13	223,49	4,09	0,31	68,52%

COMPROBACIÓN DE COLECTORES AGRUPACIÓN DE VERTIDOS A CAUDAL MÍNIMO

								CAUDAL MÍNIMO DISEÑO						
Colector	**Longitud (m)**	**Diametro Exterior (mm)**	**Diametro Interior (mm)**	**Pendiente (m/m)**	**Material**	**Coeficiente Manning**	**Caudal mínimo cálculo (l/s)**	**Área Mojada (m^2)**	**Perímetro mojado (m)**	**Radio hidráulico (m)**	**Ángulo mojado**	**Velocidad mínima (m/s)**	**Calado (m)**	**Capacidad**
G1	31,57	315	285	0,010	PVC	0,009	14,13	0,011	0,29	0,04	114,60	1,27	0,07	22,99%
	31,57	315	285	0,030	PVC	0,009	14,13	0,008	0,25	0,03	99,00	1,88	0,05	17,53%
G2	26,65	500	452	0,015	PVC	0,009	1,13	0,002	0,17	0,01	43,00	0,64	0,02	3,48%
	26,65	500	452	0,020	PVC	0,009	1,13	0,002	0,16	0,01	41,55	0,71	0,01	3,25%

COMPROBACIÓN DE BY-PASS GENERAL DE LA EDAR A CAUDAL MÁXIMO

								CAUDAL MÁXIMO DISEÑO						
Colector	**Longitud (m)**	**Diametro Exterior (mm)**	**Diametro Interior (mm)**	**Pendiente (m/m)**	**Material**	**Coeficiente Manning**	**Caudal máximo cálculo (l/s)**	**Área Mojada (m²)**	**Perímetro mojado (m)**	**Radio hidráulico (m)**	**Ángulo mojado**	**Velocidad (m/s)**	**Calado (m)**	**Capacidad**
By-pass general EDAR	53.85	200	155.2	0.02	PEAD	0.01	28.26	0,02	0,33	0,05	246,09	**1,84**	0,12	**77,26%**

COMPROBACIÓN DE BY-PASS GENERAL DE LA EDAR A CAUDAL MÍNIMO

								CAUDAL MÍNIMO DISEÑO						
Colector	**Longitud (m)**	**Diametro Exterior (mm)**	**Diametro Interior (mm)**	**Pendiente (m/m)**	**Material**	**Coeficiente Manning**	**Caudal mínimo cálculo (l/s)**	**Área Mojada (m²)**	**Perímetro mojado (m)**	**Radio hidráulico (m)**	**Ángulo mojado**	**Velocidad (m/s)**	**Calado (m)**	**Capacidad**
By-pass general EDAR	53.85	200	155.2	0.02	PEAD	0.01	14.13	0,009	0,24	0,04	175,00	**1,59**	0,07	**47,82%**

5. ESTACIONES DE BOMBEO

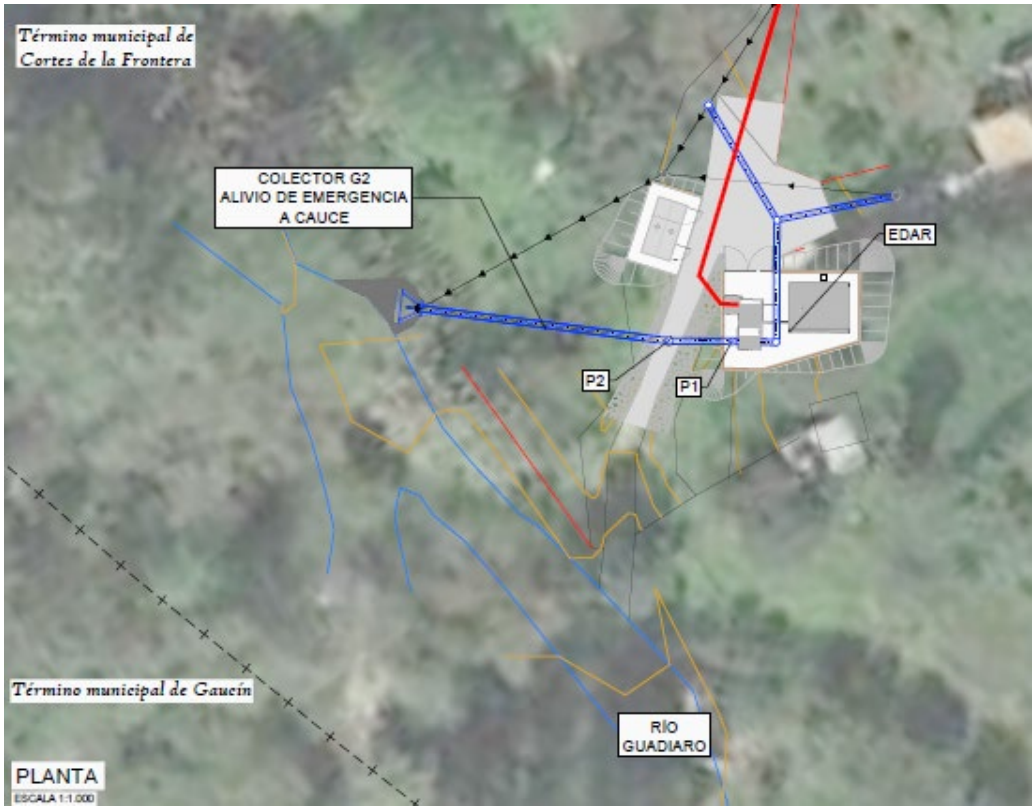
5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES

Para la recogida e impulsión del vertido del municipio de El Colmenar hasta la EDAR se ha dispuesto una estación de bombeo, cuyas principales características en las condiciones máximas de servicio se detallan en el cuadro siguiente:

EBAR e impulsión		Nº bombas	Altura geométrica	Longitud impulsión	Diámetro impulsión	Qmáx
			m	m	mm	l/s
EBAR general	**I1**	1+1	14.20	1261.85	200	28,26

5.1.1 EBAR General

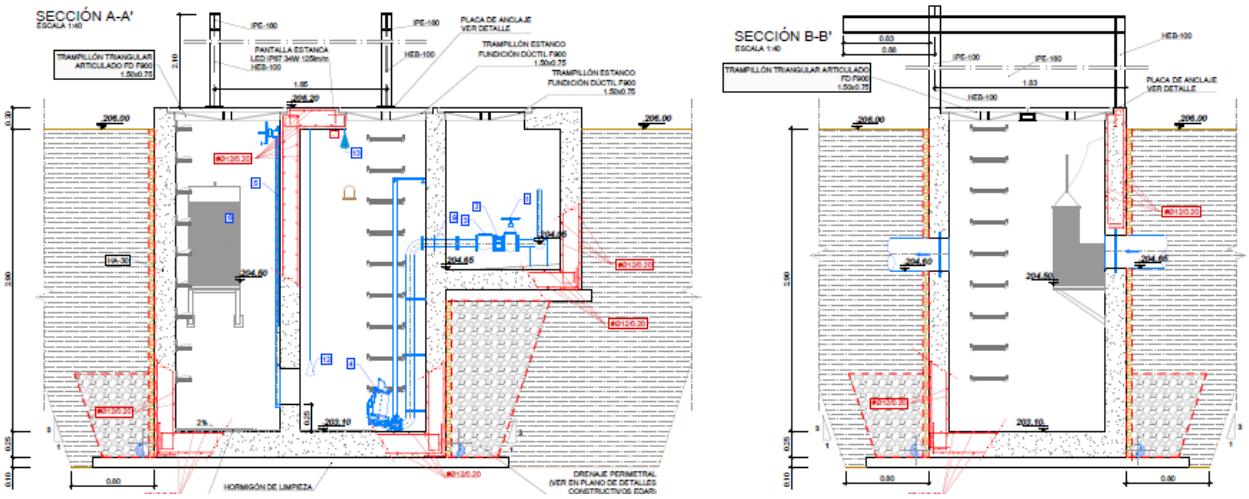
La EBAR general de El Colmenar recoge todas las aguas residuales del municipio y las impulsa hasta la EDAR, ubicada a unos 1,25 km de distancia de ésta, hacia el Oeste. La parcela adoptada para la implantación de la estación de bombeo general se encuentra en el límite meridional del casco urbano, a la cota 206.00, próxima al cauce del río Guadiaro, aunque fuera del límite de DPH y zona de servidumbre.



Ubicación de la EBAR de El Colmenar, en el límite del casco urbano.

La estación de bombeo presenta unas dimensiones totales de 4.10x1.90 m^2 y dispone de un primer recinto de 1.50x1.00 de dimensiones interiores, donde se produce la llegada de agua bruta y su desbaste mediante un cestillo de acero inoxidable de 30 mm de luz de paso, para retención de sólidos gruesos y flotantes.

De esta primera cámara el agua residual pasaría al pozo de bombeo de 1.50x1.20 de dimensiones interiores y 3.10 m de profundidad total donde se alojan 1+1 bombas capaces de impulsar el caudal correspondiente hasta la futura EDAR.



Definición geométrica de la EBAR de El Colmenar proyectada.

A la salida de cada bomba se dispone un juego completo de válvulas compuesto por válvula antirretorno para aguas residuales, carrete de desmontaje y válvula de compuerta para protección y aislamiento del conjunto. También se ha dispuesto una tubería de bypass de retorno a la cántara de bombeo para poder realizar el vaciado de la tubería de impulsión en caso necesario.

Para poder realizar operaciones de mantenimiento de las bombas se ha considerado también una estructura metálica sobre la estación de bombeo, que permitirá mediante un polipasto la extracción de los equipos en caso necesario.

La acometida para suministro eléctrico a la EBAR se lleva a cabo en la margen opuesta del río Guadiaro, debiendo cruzar la línea aérea correspondiente hasta el centro de transformación situado junto a la EBAR. A partir de este punto continúa también la acometida eléctrica a la futura EDAR, mediante una canalización subterránea en MT que discurre paralela a la conducción de impulsión.

5.2. CRITERIOS DE DISEÑO

5.2.1 Volumen de almacenamiento de la cántara

En el cálculo de una estación de bombeo de aguas residuales se debe determinar, en primer lugar, el volumen mínimo requerido para la cántara de almacenamiento. Para ello se debe analizar si existen limitaciones en cuanto a los niveles de arranque y parada, fijándose la sumergencia mínima requerida de los equipos y el número de arranques por hora.

Para el volumen activo mínimo a adoptar se ha seguido la siguiente formulación:

$$V_{tot,mín} = \frac{900 \cdot Q_p}{n \cdot M} + (n-1) \cdot \Delta H \cdot S$$

Donde Q_p es el caudal para bombear, n es el número de bombas que actúan en paralelo; M el número de arranques por hora de las bombas; ΔH es el resguardo entre niveles de arranque y S es la superficie adoptada en la cántara.

En los casos en los que la EBAR recibe las aguas de una red unitaria, se ha incrementado ligeramente la capacidad de la cántara de bombeo con el fin de poder permitir la gestión de las primeras aguas de lluvia mediante la entrada en funcionamiento de una bomba de reserva, hasta una dilución máxima de 10·Qm.

5.2.2 Cálculo de las pérdidas en régimen permanente

Una vez determinada la capacidad de la cántara, es preciso definir la altura manométrica Hm del bombeo, la cual será la suma de la altura geométrica total Hg más las pérdidas de carga por rozamiento interno del agua en el interior de la tubería y singularidades a lo largo de la impulsión.

Para estimar las pérdidas por rozamiento se ha seguido la formulación de Darcy-Weisbach:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

siendo,

f, el coeficiente de rozamiento
L, longitud de la tubería
D, diámetro de la tubería
g, aceleración de la gravedad

El coeficiente de rozamiento depende del tipo de régimen de turbulencia, de la rugosidad de la tubería, de la viscosidad del fluido y del diámetro. Se propone emplear las simplificaciones llevadas a cabo por Colebrook en las que el factor de fricción se obtiene de forma implícita a partir de la siguiente expresión:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot log\left(\frac{2.51}{R_e \cdot \sqrt{f}} + \frac{k}{3.71 \cdot D}\right)$$

siendo,

f, el coeficiente de rozamiento

R_e, el número de Reynolds $R_e = {v \cdot D}/{\vartheta}$, con ϑ como viscosidad cinemática del agua (a 10º es de $1.31 \cdot 10^{-6}$ m²/s).

k, la rugosidad absoluta de la pared (0,005 -0.01 mm para PE y 0,04 mm para acero inoxidable soldado)

D, diámetro de la tubería

Por su parte, las pérdidas de carga ocurridas en las piezas especiales de la red de tuberías se han calculado utilizando la relación:

$$h_L = K \cdot \frac{v^2}{2g}$$

siendo,

K, el coeficiente de pérdidas de carga (adimensional)

v, la velocidad media del fluido en el tramo de tubería adyacente a la pieza especial (m/s)

g, aceleración de la gravedad (m/s²)

A continuación, se resumen en la siguiente tabla los coeficientes de pérdidas empleados:

Elemento	**Coeficiente K**
Codo a 90º	0,4
Codo a 45º	0,2
Estrechamiento	0,5
Ensanchamiento	0,8
Válvula de compuerta totalmente abierta	0,2
Válvula de retención	2,5
Entrada en pozo	0,2
Salida de pozo	0,3

Para el dimensionamiento de los equipos se tiene en cuenta la geometría y singularidades de la impulsión: caudal de bombeo, número y esquema de funcionamiento de las bombas, longitud del bombeo, pérdidas lineales y pérdidas en singularidades.

En el cálculo de las estaciones de bombeo e impulsiones en régimen permanente se han considerado dos escenarios o situaciones, correspondientes al caudal en condiciones normales de operación (5·Qm) y al caudal máximo de gestión de las primeras aguas de lluvia cuando las redes aferentes son unitarias (7,5·Qm a 10·Qm).

5.2.3 Transitorios

En cualquier conducción de impulsión hay que tener en cuenta no solo la presión de servicio necesaria para vehicular el agua hasta la cota deseada, sino también las sobrepresiones o depresiones que se generan debido al cierre de los distintos elementos auxiliares a la conducción (válvulas o bombas). Al cerrarse una válvula, el agua que circula por la tubería se comprime y sucesivamente se van comprimiendo todas las secciones de agua anteriores. Esto produce una oscilación en el fluido, en donde la onda irá propagando, según una frecuencia determinada, los cambios de presión a lo largo de la conducción.

Esta frecuencia es el inverso del tiempo transcurrido entre dos puntos máximos o mínimos de la onda, es decir, depende de la longitud de conducción y de la velocidad de propagación de la onda de agua por el interior de la tubería.

Según la fórmula experimental de Mendiluce, la longitud de una conducción se relaciona con las anteriores magnitudes de la siguiente forma:

$$L = \frac{aT}{2}$$

- Cuando $L < \frac{aT}{2}$, la impulsión se considera corta, y para el cálculo de la sobrepresión se utilizará la fórmula de Alleivi;
- Cuando $L > \frac{aT}{2}$, la impulsión se considera larga, y para el cálculo de la sobrepresión se utilizará la fórmula de Alleivi desde el punto crítico al origen, y por la fórmula de Michaud al resto de longitud de la tubería.

La celeridad, α, viene determinada por la siguiente expresión:

$$a = \frac{9.900}{\sqrt{48{,}3+K\frac{D}{e}}} \text{ (m/s), siendo } K = \frac{10^{10}}{E}$$

donde:

D. Diámetro de la tubería (mm).
e. Espesor de la tubería (mm).
E. Módulo de elasticidad del material de la tubería (kg/m^2).

Los valores de módulo de elasticidad de cada uno de los materiales habituales en conducciones se corresponden con los mostrados en la tabla siguiente:

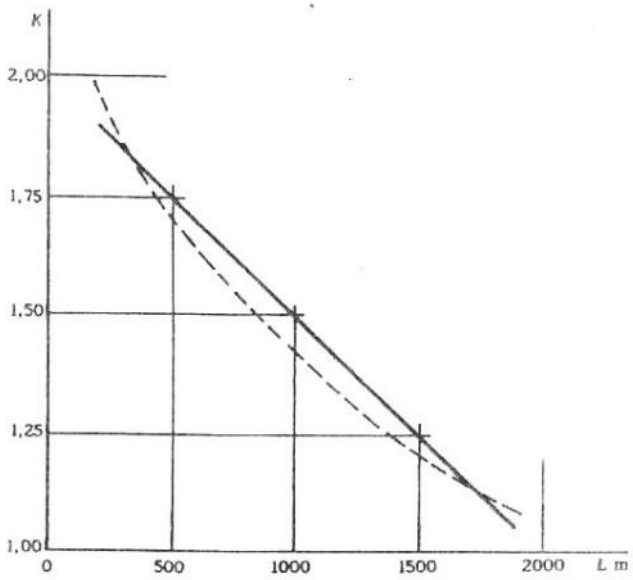
Material	ε (kg/m^2)
Fundición	$17x10^9$
Acero	$21x10^9$
Hormigón	$3x10^9$
PCV-U	$3x10^8$
PE	10^8
PRFV	$2x10^9$

Para el cálculo del tiempo de parada provocado por el cierre de la válvula de retención (T) se utiliza la formula deducida por Mendiluce:

$$T = C + \frac{KLV}{gHm}$$

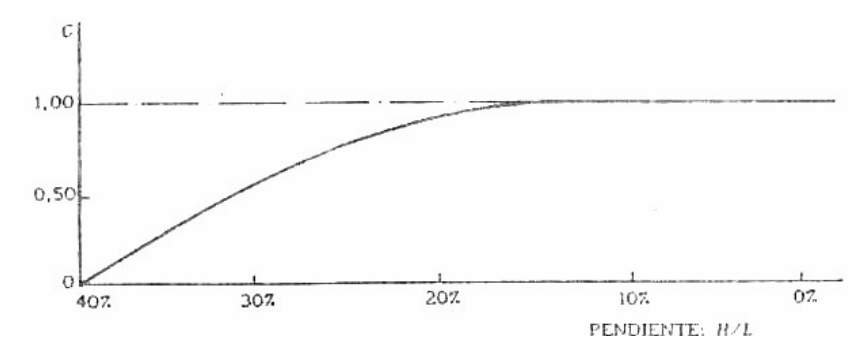
siendo:

Hm la altura manométrica
K. Coeficiente que representa el efecto de la inercia de la bomba, dependiendo sus valores de la longitud de la impulsión, definidos en la siguiente tabla:



L (m)	K
< 500	2
≈ 500	1,75
500 < L < 1500	1,5
≈ 1500	1,25
> 1500	1

C. Coeficiente función de la pendiente hidráulica ($\frac{Hm}{L}$), qué tendrá los siguientes valores:



i	C
< 20%	1
≈ 25%	0,8
≈ 30%	0,6
≈ 40%	0,4
> 50%	0

El cálculo del golpe de ariete en las impulsiones y estaciones de bombeo se llevará a cabo mediante la ayuda del software específico DYAGATS. Con el programa DYAGATS de la Universidad Politécnica de Valencia procedemos a calcular las sobrepresiones en cada sección de la conducción ante una parada brusca de las bombas por fallo de suministro eléctrico, que suele ser la situación más desfavorable, como los arranques o paradas en la operación, que se llevan a cabo de forma suave con la ayuda del variador de frecuencia.

El incremento de presiones o depresiones producidas por el golpe de ariete son simétricas respecto a la estática, es decir, sobrepresiones se suman y depresiones se restan a éstas.

Cabe destacar que, cuando en una tubería la presión interior es inferior a la atmosférica (10,33 mca), se tienen presiones relativas negativas (presión de vacío). A partir de un determinado valor de presión de vacío, el agua cambia de estado y se transforma en vapor, pudiendo provocar la

rotura del tubo. En el caso del agua, y considerando una temperatura de 10 ºC, el cambio de estado se produce cuando la presión absoluta es de 9 mm Hg, o lo que es lo mismo, -10,21 mca.

Mendiluce formuló una relación empírica entre los valores negativos de presión (en mca) y el vacío generado mediante la siguiente expresión:

$$P^{0,8} = V\ (cm\ Hg) = 0{,}136\ V\ (mca)$$

Por otro lado, las sobrepresiones en la instalación podrían obligar a disponer de un elemento de protección, como un depósito de expansión hidroneumático, a fin de amortiguar las variaciones de presión durante el arranque y parada de las bombas. Para el predimensionamiento de este depósito de expansión hidroneumático se plantearía un cálculo iterativo del balance de energías que intervienen en la expansión inicial y compresión sucesiva del volumen de aire contenido en el calderín. El volumen de aire en el interior del calderín está relacionado directamente con el volumen de la tubería e inversamente con la altura de elevación y su cálculo puede abordarse por el procedimiento indicado a continuación.

Se consideran tres tiempos de cálculo: el primero coincidente con el cierre de la válvula de retención y terminando cuando el agua alcanza el mínimo nivel en la cámara; el segundo comprende la compresión del aire hasta que el agua vuelve a la misma altura que la inicial; el tercero, termina cuando el volumen del aire es mínimo y la presión máxima.

En el balance de energías intervendrán: Energía cinética (E_c); Energía de la gravedad (E_g); Energías de expansión (E_e) y compresión (E_{co}); Pérdida de carga (E_p).

Balance en el primer tiempo:

$$E_c + E_e = E_p + E_g$$

siendo:

$$E_c = \frac{65 \cdot L \cdot Q^2}{D^2}; \qquad E_e = 2{,}5 \cdot P_0 \cdot a_1 \cdot [1 - (1 + a_1)^{-0,4}]; \qquad E_g = 1000 \cdot H \cdot V_0; \qquad E_p = \frac{0{,}9 \cdot L \cdot Q^2}{D^5} \cdot V_0$$

donde:

L = Longitud de la conducción (m)
Q = Caudal bombeado (m^3/s)
D = Diámetro interior de la conducción (m)

$P_0 =$ Presión absoluta inicial (kg/m^2)

$V_0 =$ Volumen de aire del calderín inicial (m^3)

$H =$ Altura manométrica (mca)

$a_1 =$ Coeficiente de expansión

$a_2 =$ Coeficiente de compresión

En este primer tiempo, se impondrá el balance para el momento de máxima expansión. Para el volumen de aire en el calderín se realizará una estimación inicial (V_0). De este primer balance resultará un valor para el coeficiente de expansión (a_1).

De este cálculo resultará el volumen mínimo necesario para el calderín: $V_{min} = (1 + a_1) \cdot V_0$, y tras la aplicación de la ecuación de proceso adiabático al sistema obtendremos la presión mínima absoluta en la instalación:

$$P_{min} = P_0 * \left(\frac{V_{min}}{V_0}\right)^{1,4}$$

Balance en el segundo tiempo:

La energía de la gravedad es la misma que en el primer tiempo y la energía de compresión igual a la de expansión anterior.

$$E_g = E_{co} + E_{p\prime} + E_{c\prime}$$

siendo:

$E_{c\prime} = \frac{65 \cdot L \cdot Q\prime^2}{D^2}$; $\qquad E_{p\prime} = \frac{0,9 \cdot L \cdot Q\prime^2}{D^5} \cdot a_1 \cdot V_0$

donde se impone el coeficiente de expansión a_1 calculado anteriormente para determinar el caudal máximo a compresión (Q').

Balance en el tercer tiempo:

$$E_{g\prime\prime} + E_{c\prime} = E_{co} + E_{p\prime\prime} +$$

siendo:

$$E_{g\prime\prime} = 1000 \cdot H \cdot V_0 \cdot a_2; \qquad E_{p\prime\prime} = \frac{0,9 \cdot L \cdot Q'^2}{D^5} \cdot a_2 \cdot V_0$$

donde se impone el caudal máximo en compresión (Q') calculado anteriormente para obtener el coeficiente de compresión (a_2).

De este cálculo resulta el volumen del aire sometido a la máxima compresión $V_{máx} = (1 - a_2) \cdot V_0$, y que aplicando de nuevo la ecuación de proceso adiabático al sistema obtendremos la presión máxima absoluta en la instalación:

$$P_{máx} = P_0 * \left(\frac{V_{máx}}{V_0}\right)^{1,4}$$

Para el dimensionamiento del calderín será deseable que el volumen del agua en su interior quede en torno a 1/3 del volumen total del vaso, aunque se impondrá como límite superior la posibilidad de alcanzar un volumen de agua de hasta 1/2 el volumen total del calderín.

Una vez predimensionado el depósito de expansión hidroneumático se procede a comprobar la eficacia del mismo mediante la simulación correspondiente con el software DYAGATS.

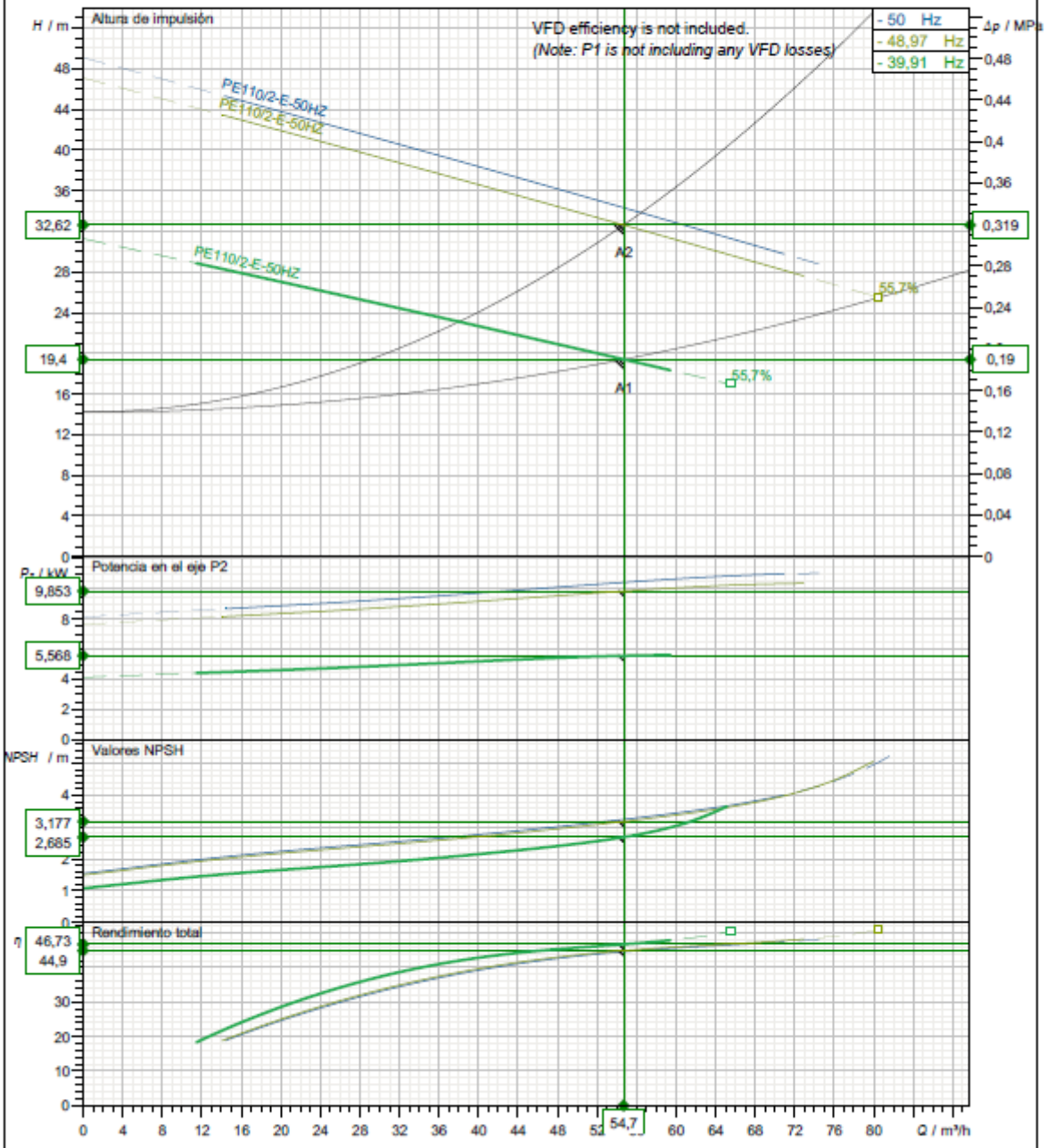
5.3. DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO

El cálculo de cada una de las estaciones de bombeo se lleva a cabo en régimen permanente y transitorio, determinando igualmente las necesidades de protección frente al golpe de ariete que son precisas.

5.3.1 EBAR e impulsión de El Colmenar

El caudal de bombeo de la EBAR general de El Colmenar en condiciones de servicio normales asciende a 14.13 l/s (5·Qm), que correspondería al caudal unitario de cada bomba en una configuración 1+1R. Por otro lado, teniendo en cuenta la posible gestión que se podría hacer de las primeras aguas de lluvia, el caudal máximo de bombeo se elevaría a 28.3 l/s. De este modo, la curva de funcionamiento unitaria del equipo de bombeo seleccionado se muestra en la gráfica siguiente. Se han contemplado variadores de frecuencia para operar el bombeo.

					Boca impulsión	Frecuencia
					DN80/100	50 Hz
Densidad	Viscosidad	Normas de referencia			Velocidad nominal	Fecha
998,3 kg/m³	1,005 mm²/s	ISO9906:2012,HI 11.6/14.6≤10kW			2338 1/min	15.04.2020
Caudal	Altura	Potencia en el eje P2	Potencia P1	Pot. absorbida en el eje P2	Rendimiento hidráulico	NPSH
54,7 m³/h	19,4 m	5,57 kW	6,14 kW	11 kW	51,6 %	2,68 m



Diámetro de impulsor	N° de álabes	Impulsor	Tamaño de sólidos	Revisión
185 mm	1	Impulsor contrablock 1 álabe	45 mm	

De este modo, en el funcionamiento de la EBAR principal de El Colmenar se pueden presentar dos escenarios diferentes:

a. Un escenario de operación normal, para un caudal máximo de 14.13 l/s (5·Qm), en el que se tendría una configuración de 1+1R bombas.
b. Un escenario de gestión puntual de las primeras escorrentías en episodios de lluvia, para un caudal máximo de 28.3 l/s (10·Qm), en el que la configuración sería de 2+0R bombas.

A continuación, se incluye el cálculo y dimensionamiento que permite comprobar la capacidad del pozo de bombeo, el régimen de velocidades y las alturas manométricas de las bombas en cada escenario.

5.3.1.1 Operación normal de la EBAR general

Teniendo en cuenta el caudal máximo de bombeo en este escenario (14.13 l/s), con una configuración de una bomba en operación (otra en reserva) y un máximo deseado de 6 arranques por bomba, se ha adoptado una cántara de bombeo con planta rectangular total de 1,50 x 2,20 metros.

VOLUMEN DEL POZO DE BOMBEO				
Caudales de bombeo				
Caudal total de bombeo (m^3/h):			50,87	m^3/h
Caudal total de bombeo (l/s):			14,13	l/s
Número de bombas en servicio:			1	ud
Número de bombas en reserva:			1	ud
Caudal unitario de bombeo (m^3/h):			50,87	m^3/h
Caudal unitario de bombeo (l/s):			14,13	l/s
Geometría del pozo de bombeo				
Altura total del pozo (m):			2,90	m
Altura máx. de agua ($h_{máx}$) (m):			1,50	m
Sumergencia mín. (hmín) (m):			0,30	m
Altura máx. de agua útil (m):			1,20	m
Distancia entre niveles (m):			0,50	m
Cota máxima del agua ($C_{máx}$) (msnm):			204,60	msnm
Cota mínima del agua ($C_{mín}$) (msnm):			203,40	msnm
Cota de solera del pozo (msnm):			203,10	msnm
Número de arranques por hora:			6	ud
Tiempo de ciclo mínimo (min):			10,00	minutos
Dimensiones adoptadas desbaste:	1,00	X	1,50	m
Dimensiones adoptadas cántara:	1,20	X	1,50	m
Superficie real adoptada (m^2):			3,30	m^2
Volumen activo mínimo (m^3):			2,12	m^3
Volumen activo adoptado (m^3):			3,96	m^3

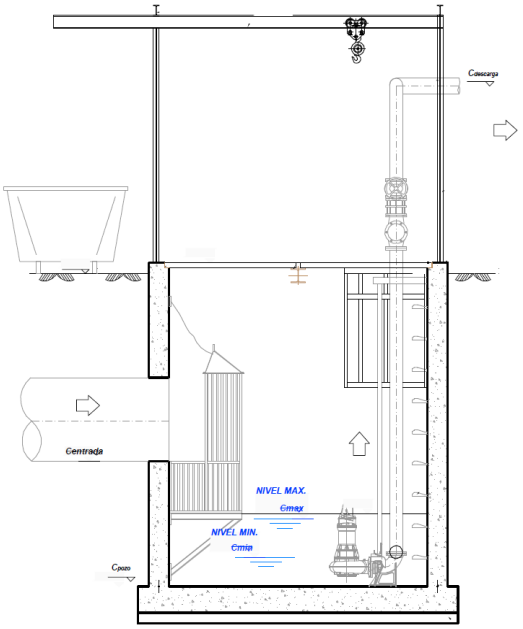
A continuación, con la diferencia de altura geométrica y la longitud de la conducción de impulsión de PEAD DN 200 mm se obtiene la altura manométrica necesaria, teniendo en cuenta el caudal de bombeo en este escenario. Se confirma que la velocidad en el interior de la conducción asciende a 0.75 m/s, valor que se considera adecuado en condiciones de operación.

DATOS DE PARTIDA

Características del fluido		
Tipo de fluido:	Agua residual	
Temperatura (t) (ºC):	14	ºC
Viscosidad cinemática (n) (m^2/S):	1,306E-06	m^2/s
Caudales de bombeo (m^3/h)		
Caudal máximo de bombeo (m^3/h):	50,87	m^3/h
Caudal máximo de bombeo (l/s):	14,13	l/s
Número de bombas en servicio:	1	ud
Número de bombas en reserva:	1	ud
Geometría del pozo de bombeo		
Altura total del pozo (m):	2,90	m
Altura máx. de agua ($h_{máx}$) (m):	1,50	m
Sumergencia mín. (hmín) (m):	0,30	m
Altura máx. de agua útil (m):	1,20	m
Cota máxima del agua ($C_{máx}$) (msnm):	204,60	msnm
Cota mínima del agua ($C_{mín}$) (msnm):	203,40	msnm
Cota de solera del pozo (msnm):	203,10	msnm
Geometría del punto de descarga		
Cota de descarga ($C_{descarga}$) (msnm):	217,60	msnm
Altura de agua sobre descarga (m):	0,00	m
Características de la impulsión		
Longitud total de la tubería (m):	1261,85	m
Diámetro interior de tubería (mm):	155,20	mm
Material de la impulsión:	PEAD	
Rugosidad de la tubería (k) (mm):	0,01	mm

Coeficientes de pérdidas singulares

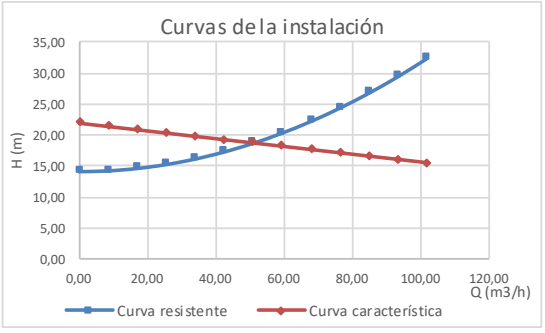
Singularidad	K_{unit}	Cant.	K_{total}
Contracción brusca	0,50	0,00	0,00
Expansión brusca	1,00	1,00	1,00
Cono reducción	0,10	1,00	0,10
Codo 45º	0,40	4,00	1,60
Codo 90º	0,75	3,00	2,25
Válvula compuerta	0,20	1,00	0,20
Válvula retención	2,50	1,00	2,50
Total:			**7,65**



Curvas del sistema		
Q (m^3/h)	Δh (m)	H_m (m)
0,00	0,00	22,00
8,48	0,13	21,46
16,96	0,51	20,92
25,43	1,14	20,38
33,91	2,03	19,84
42,39	3,17	19,30
50,87	4,56	18,76
59,35	6,20	18,22
67,82	8,10	17,68
76,30	10,26	17,14
84,78	12,66	16,60
93,26	15,32	16,06
101,74	18,23	15,52

RESULTADOS DEL CÁLCULO

Altura geométrica mín. H_g (m):	14,20	m
Altura manométrica H_m (m):	18,76	m
Factor de fricción f:	0,0188	
Pérdidas de carga localizadas (m):	0,22	m
Pérdidas de carga lineales (m):	4,34	m
Pérdida de carga totales Δh (m):	4,56	m
Pérdida unitaria i (m/m):	0,003	m/m
Velocidad v (m/s):	0,75	m/s



5.3.1.2 Gestión de las primeras aguas de lluvia en la EBAR principal

Teniendo en cuenta el caudal máximo de bombeo en este escenario (28.3 l/s), con una configuración de dos bombas en operación y un máximo deseado de 6 arranques por bomba, se comprueba la adecuación de la cántara de bombeo con planta rectangular total de 1,50 x 2,20 metros.

VOLUMEN DEL POZO DE BOMBEO				
Caudales de bombeo				
Caudal total de bombeo (m^3/h):			101,74	m^3/h
Caudal total de bombeo (l/s):			28,26	l/s
Número de bombas en servicio:			2	ud
Número de bombas en reserva:			0	ud
Caudal unitario de bombeo (m^3/h):			50,87	m^3/h
Caudal unitario de bombeo (l/s):			14,13	l/s
Geometría del pozo de bombeo				
Altura total del pozo (m):			2,90	m
Altura máx. de agua ($h_{máx}$) (m):			1,50	m
Sumergencia mín. (hmín) (m):			0,30	m
Altura máx. de agua útil (m):			1,20	m
Distancia entre niveles (m):			0,50	m
Cota máxima del agua ($C_{máx}$) (msnm):			204,60	msnm
Cota mínima del agua ($C_{mín}$) (msnm):			203,40	msnm
Cota de solera del pozo (msnm):			203,10	msnm
Número de arranques por hora:			6	ud
Tiempo de ciclo mínimo (min):			10,00	minutos
Dimensiones adoptadas desbaste:	1,00	X	1,50	m
Dimensiones adoptadas cántara:	1,20	X	1,50	m
Superficie real adoptada (m^2):			3,30	m^2
Volumen activo mínimo (m^3):			3,77	m^3
Volumen activo adoptado (m^3):			3,96	m^3

A continuación, con la diferencia de altura geométrica y la longitud de la conducción de impulsión se obtiene la altura manométrica requerida en este escenario, teniendo en cuenta el caudal de bombeo. Se confirma que la velocidad en el interior de la conducción asciende a 1.49 m/s, valor que se considera adecuado en estas condiciones de funcionamiento.

DATOS DE PARTIDA

Características del fluido

Tipo de fluido:	Agua residual	
Temperatura (t) (ºC):	14	ºC
Viscosidad cinemática (n) (m^2/S):	1,306E-06	m^2/s

Caudales de bombeo (m^3/h)

Caudal máximo de bombeo (m^3/h):	101,74	m^3/h
Caudal máximo de bombeo (l/s):	28,26	l/s
Número de bombas en servicio:	2	ud
Número de bombas en reserva:	0	ud

Geometría del pozo de bombeo

Altura total del pozo (m):	2,90	m
Altura máx. de agua ($h_{máx}$) (m):	1,50	m
Sumergencia mín. (hmín) (m):	0,30	m
Altura máx. de agua útil (m):	1,20	m
Cota máxima del agua ($C_{máx}$) (msnm):	204,60	msnm
Cota mínima del agua ($C_{mín}$) (msnm):	203,40	msnm
Cota de solera del pozo (msnm):	203,10	msnm

Geometría del punto de descarga

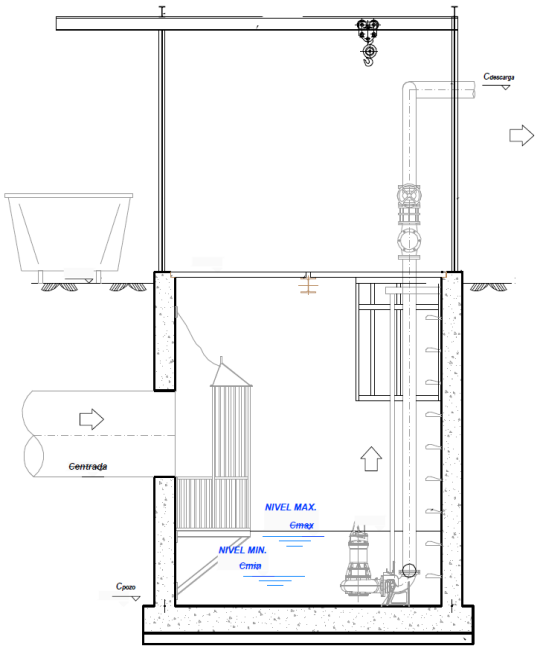
Cota de descarga ($C_{descarga}$) (msnm):	217,60	msnm
Altura de agua sobre descarga (m):	0,00	m

Características de la impulsión

Longitud total de la tubería (m):	1261,85	m
Diámetro interior de tubería (mm):	155,20	mm
Material de la impulsión:	PEAD	
Rugosidad de la tubería (k) (mm):	0,01	mm

Coeficientes de pérdidas singulares

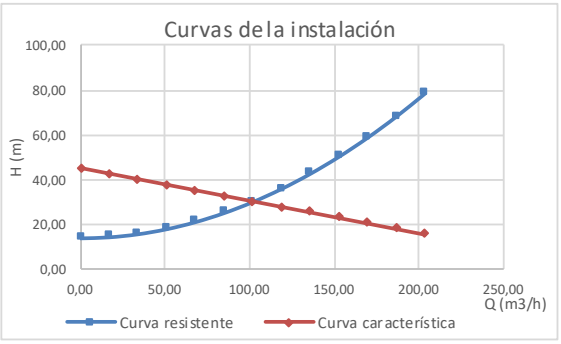
Singularidad	K_{unit}	Cant.	K_{total}
Contracción brusca	0,50	0,00	0,00
Expansión brusca	1,00	1,00	1,00
Cono reducción	0,10	1,00	0,10
Codo 45º	0,40	4,00	1,60
Codo 90º	0,75	3,00	2,25
Válvula compuerta	0,20	1,00	0,20
Válvula retención	2,50	1,00	2,50
Total:			**7,65**



Curvas del sistema		
Q (m^3/h)	Δh (m)	H_m (m)
0,00	0,00	45,04
16,96	0,45	42,59
33,91	1,79	40,13
50,87	4,03	37,68
67,82	7,17	35,23
84,78	11,20	32,77
101,74	16,12	30,32
118,69	21,94	27,87
135,65	28,66	25,41
152,60	36,27	22,96
169,56	44,78	20,51
186,52	54,19	18,05
203,47	64,49	15,60

RESULTADOS DEL CÁLCULO

Altura geométrica mín. H_g (m):	14,20	m
Altura manométrica H_m (m):	30,32	m
Factor de fricción f:	0,0165	
Pérdidas de carga localizadas (m):	0,87	m
Pérdidas de carga lineales (m):	15,25	m
Pérdida de carga totales Δh (m):	16,12	m
Pérdida unitaria i (m/m):	0,012	m/m
Velocidad v (m/s):	1,49	m/s



En relación al cálculo de fenómenos transitorios en la impulsión, se han comprobado los valores de presión relativa máxima y mínima en el caso del escenario de gestión de las primeras aguas de lluvia (escenario b), que resulta el más desfavorable por resultar mayor el caudal y, por tanto,

la velocidad, teniendo en cuenta para estos últimos la formulación empírica de Mendiluce, en la que se relaciona el valor negativo de presión (en mca) con el vacío generado a la salida de la bomba.

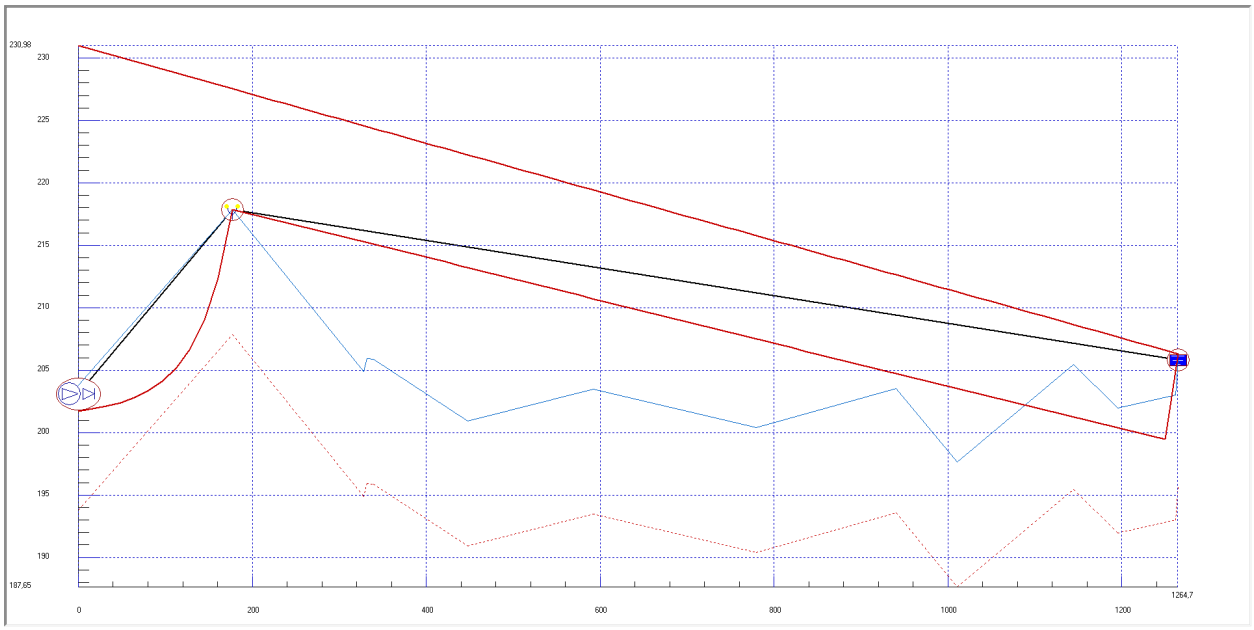
GOLPE DE ARIETE		
Longitud total de la tubería (m):	1261,85	m
Altura manométrica Hm (m):	30,32	m
Diámetro interior de tubería (mm):	155,20	mm
Velocidad v (m/s):	1,49	m/s
Espesor de la tubería (mm):	22,40	mm
Pendiente media conducción (%):	1,13%	
Material de la impulsión:	PEAD	
Módulo elasticidad material (kg/m²)	1,00E+08	kg/m²
Coeficiente elasticidad (kg/m²)	100,00	kg/m²
Celeridad conducción (m/s)	363,65	m/s
Frecuencia de propagación	6,94	
Coeficiente C	1,0	
Coeficiente K	1,50	
Tiempo de parada	10,51	seg
Longitud crítica de la instalación	1910,14	m
Tipo formulación	Allievi	
Sobrepresión máxima (mca):	55,37	m
Presión relativa máxima (mca):	69,57	m
Corrección según Mendiluce	-4,05	m
Se produce cavitación:	NO	

Material	ε (kg/m²)
Fundición	$17x10^9$
Acero	$21x10^9$
Hormigón	$3x10^9$
PCV-U	$3x10^8$
PE	10^8
PRFV	$2x10^9$

i	C
< 20%	1
≈ 25%	0,8
≈ 30%	0,6
≈ 40%	0,4
> 50%	0

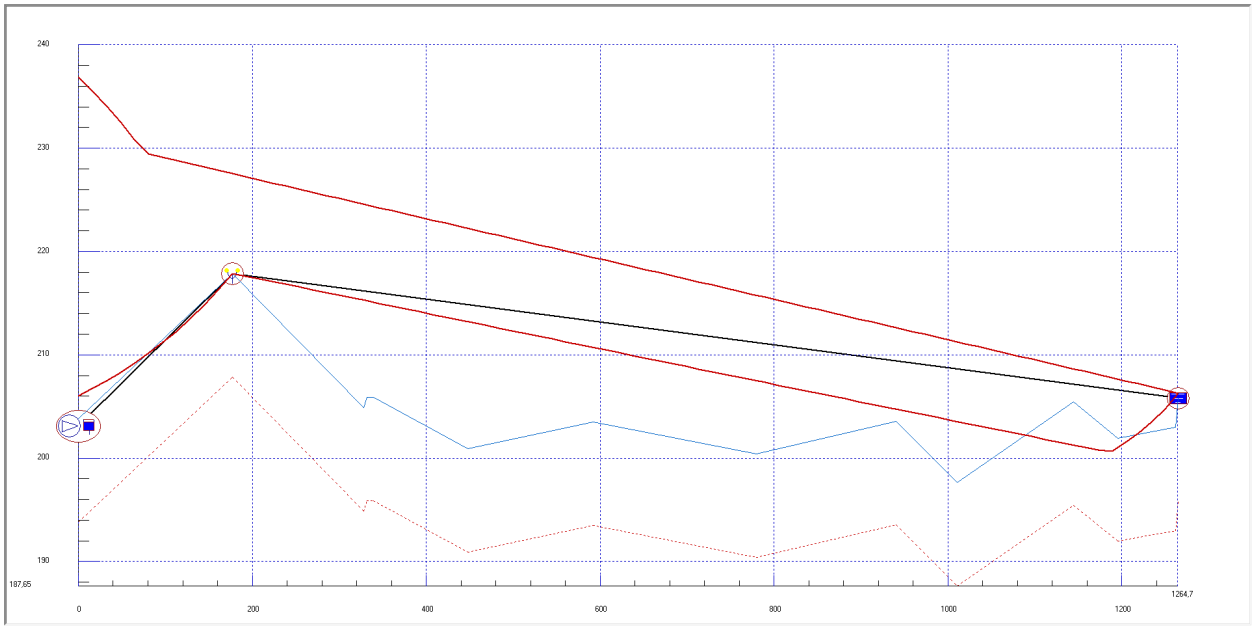
L (m)	K
< 500	2
≈ 500	1,75
500 < L < 1500	1,5
≈ 1500	1,25
> 1500	1

Sin embargo, el perfil de la impulsión presenta un punto alto intermedio significativo, donde se dispondrá una ventosa, por lo que se ha realizado una modelización del sistema para ver el comportamiento real de una parada brusca de la bomba en ese punto. Los resultados de la modelización llevada a cabo muestran cómo efectivamente la línea de presiones mínimas quedaría por debajo del perfil de la conducción (línea azul punteada) y, si se tiene en cuenta la presión atmosférica, se quedaría también muy próxima a cortar la línea de presiones absolutas correspondiente a la presión de vapor del agua (línea roja punteada).



Líneas de presiones máximas y mínimas de la impulsión general ante una parada brusca de las bombas.

Teniendo en cuenta esta circunstancia y con el fin de mejorar también el comportamiento ordinario del bombeo ante una parada brusca de las bombas, se ha predimensionado un calderín hidroneumático para evitar la aparición de presiones relativas negativas en el tramo inicial ascendente de la impulsión. Según el proceso de cálculo, resulta un calderín de 150 l de capacidad. Del mismo modo, también se ha modelizado el comportamiento de la impulsión en estas circunstancias. Ambos resultados se incluyen a continuación.



Líneas de presiones máximas y mínimas con parada brusca de las bombas y calderín hidroneumático de 150 l.

DIMENSIONAMIENTO DEL CALDERÍN HIDRONEUMÁTICO

DATOS DE PARTIDA		
Longitud de la impulsión **L**	1261,85	m.
Caudal impulsado Q_1	28,26	l/s
Diámetro interior **DI**	155,20	mm.
Rugosidad de la tubería **k**	0,01	mm.
Altura geométrica **Hg**	14,20	m.
Vol. aire en el calderín **V0**	0,02	m^3

CÁLCULO EN RÉGIMEN PERMANENTE		
Velocidad en rég. perm. **w**	1,49	m/s
Factor de fricción Darcy **f**	0,01649	
Pérdida de carga lineal **i**	0,00001	m/m.
Pérdidas de carga lineales (m):	0,02	mca.
Pérdidas localizadas (m):	0,87	mca.
Altura manométrica **Hm**	30,32	mca.
Pabs calderín (rég. perm.) **P0**	40651,9	Kg/m2

Primera ecuación

Energía cinética **Ec1**	2.719	Kg·m.	
Energía de rozamiento **Er1**	153	·a1	Kg·m.
Energía de gravedad **Eg1**	491	·a1	Kg·m.
Energía de expansión **Eex1**	2.033	·(1-(1+a1)^(-0,4)	Kg·m.
Coeficiente **a1**	5,93		
Volumen mín. del calderín **V**	0,14	m3	
Presión absoluta mínima **P1**	2703,1	Kg/m2	
Presión relativa mínima **H1**	-7,6	mca.	

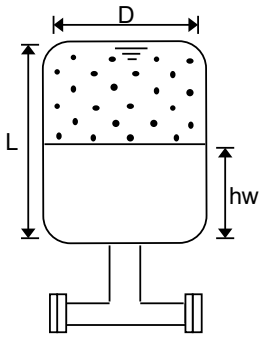
Segunda ecuación

Energía de gravedad **Eg1**	2.910	Kg·m.	
Energía de expansión **Eex1**	1.096	Kg·m.	
Energía de rozamiento **Er2**	190.975	·Q2^2	Kg·m.
Energía cinética **Ec2**	3.405.161	·Q2^2	Kg·m.
Q máx. en compresión **Q2**	0,022	m3/s	

Tercera ecuación

Energía de gravedad **Eg3**	491	·a2	Kg·m.
Energía cinética **Ec2**	1.718	Kg·m.	
Energía de compresión **Eco3**	-2.033	·(1-(1-a2)^(-0,4)	Kg·m.
Energía de rozamiento **Er3**	96	·a2	Kg·m.
Coeficiente **a2**	0,82		
Vol. de aire comprimido **V2**	0,00	m3	
Presión absoluta máxima **P2**	464181,1	Kg/m2	
Presión relativa máxima **H2**	453,9	mca.	

DIMENSIONES DEL CALDERÍN		
Altura del elemento **L**	1,15	m.
Sección del calderín **S**	0,121	m2.
Diámetro (caso cilíndro) **D**	0,392	m.
Altura agua en rég. perm. **hw**	0,98	m.
Resguardo **hr**	0,00	m.
Altura total agua **hwt**	0,98	m.
Altura total calderín **ht**	1,15	m.
Volumen total calderín Vt	**0,14**	**m3.**



5.3.2 Justificación del diámetro de ventosas y desagües

5.3.2.1 Ventosas

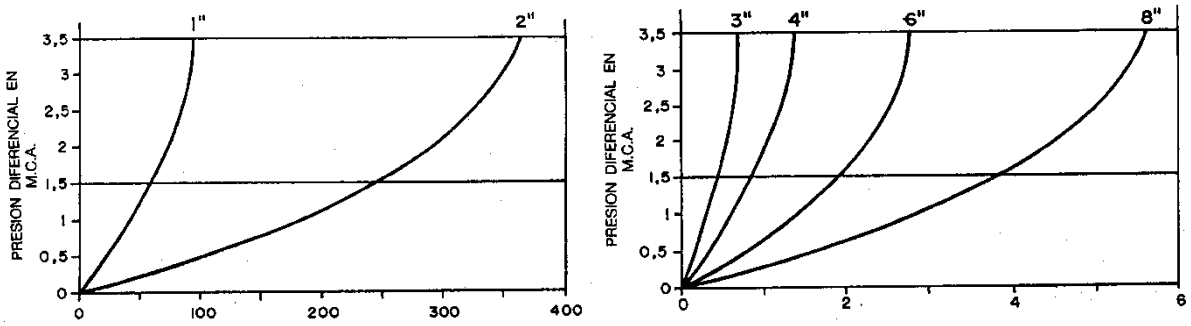
En todos los puntos altos de las impulsiones y con una separación máxima de 800 metros se dispondrán ventosas del tipo trifuncional para aguas residuales, que permiten la admisión o expulsión de grandes caudales durante el llenado o vaciado de la conducción. También permite la expulsión de pequeños caudales de aire durante el funcionamiento normal de la tubería, de manera que impiden la aparición de movimientos bruscos de la masa de agua al ocupar el espacio dejado por el aire evacuado. Se evitan así fenómenos pulsatorios que precipitarían el deterioro de la misma.

En el caso de la impulsión de la EBAR general de El Colmenar se han dispuesto un total de 6 ventosas, según puede comprobarse en su perfil longitudinal.

Estas ventosas disponen de dos orificios de distinto tamaño, cada uno de los cuales cumple una de las misiones ya explicadas. El orificio pequeño, que realiza las funciones de purgador, se dimensiona de forma que no evacue un caudal recomendado mayor de 50 l/s bajo presión de servicio. El orificio grande se dimensiona en función de los caudales a evacuar y del diámetro de la tubería.

Cálculo del orificio de salida de aire durante el llenado: Para garantizar la eliminación de todo el aire que contenga la conducción y no causar golpes de ariete, se suele empezar con caudales de llenado bajos, recomendándose una velocidad de llenado máxima entre 0,1 y 0,5 m/s. Por otro lado, las ventosas deberán evacuar más aire que el indicado para el llenado, considerando que la capacidad de la ventosa es para una presión diferencial en la misma de 1,5 mca. A partir de ese valor el aire puede causar el cierre del orificio grande y el funcionamiento del orificio purgador.

El caudal de llenado de la conducción para una velocidad media de 0,5 m/s y una presión diferencial de 1,5 mca asciende a unos 20 l/s, de manera que en la siguiente figura se puede comprobar el diámetro mínimo necesario para poder evacuar dicho caudal de aire en el proceso de llenado. Según la gráfica, para ventosas de 1” el Caudal de Aire libre a Eliminar (CAE) correspondiente es de 50 l/s, mientras que para una ventosa de 2” correspondería a unos 250 l/s aproximadamente.



Caudales de aire libre, en l/s y x1.000 l/s, de una ventosa "Universal" para distintas presiones (Fuente: Válvulas ROSS).

Cálculo del orificio de entrada de aire durante el vaciado: Teniendo en cuenta el diámetro de las impulsiones y su material, el cálculo del orificio de entrada de aire de la ventosa se realiza utilizando los siguientes criterios:

- Vaciado por apertura de una válvula de corte, que equivaldría, en la mayoría de los casos, al caudal de circulación máximo en régimen permanente.
- Vaciado contra una rotura parcial de la conducción, lo que implicaría calcular la incidencia de una rotura parcial en el punto más desfavorable, que generalmente suele ser el que mayor presión soporta.
- Vaciado por desagüe de un tramo en un punto intermedio de la impulsión o en el bypass de salida del bombeo.

Teniendo en cuenta lo anterior, el criterio más restrictivo en impulsiones de agua residual corresponde siempre al de vaciado en régimen permanente de la impulsión, bien por una rotura parcial en el punto más desfavorable, bien por un vaciado completo de la conducción a través del bypass de salida del bombeo. En este caso, el tamaño de ventosa necesario se determinará a partir del CAE, que se podrá estimar mediante la siguiente expresión:

$$Q\ (l/s) = \sqrt{P * D^5}\ /\ 1000,$$

Donde *p* es la pendiente de la conducción en decimal (m/m) y *D* el diámetro en mm.

El trazado de la conducción presenta un cambio de pendiente brusco en el cruce del arroyo del Colmenar, con pendientes de hasta el 32%, adoptándose esta pendiente como la más restrictiva para dimensionar el Caudal de Aire a Eliminar, de modo que todas las ventosas se van a dimensionar con este mismo caudal. En estas condiciones, el caudal máximo de aire libre a eliminar será:

$$Q\left(\frac{l}{s}\right) = \frac{\sqrt{0.32 \cdot 200^5}}{1000} = 320 \text{ l/s}$$

Durante el vaciado de la conducción puede tener lugar un colapso de la tubería por la posible depresión que puede generarse en su interior. Esta depresión máxima diferencial tolerable que provoca el colapso viene determinada por el fabricante, aunque en general puede adoptarse un valor conservador de 3,5 mca.

Entrando con el valor de CAE en la gráfica de la figura anterior y determinando su intersección con una presión diferencial máxima de llenado en el orificio de salida de 3,5 mca, se obtendría el diámetro mínimo exigible por condiciones de vaciado de la tubería por rotura parcial. Para un valor de CAE de 320 l/s necesario en nuestra conducción y una presión diferencial máxima de vaciado de 3,5 mca, el diámetro de ventosa correspondiente por condiciones de llenado resultaría aproximadamente 2" (50 mm), según la gráfica anterior. De forma numérica, y teniendo en cuenta un modelo específico de ventosa trifuncional, en la tabla siguiente se muestran los valores de caudal máximo de entrada y salida de aire durante las operaciones de llenado y vaciado de una ventosa universal, correspondientes a la gráfica de la figura anterior.

DN	Entrada aire libre l/s	Salida aire l/s
	Para el vaciado	Para el llenado
1"- 25 mm	66	54
2"- 50mm	266	218
3" – 80mm	599	492
4" – 100mm	1.066	875
6" – 150mm	2.397	1.969
8" – 200mm	4.261	3.497
10" – 250mm	6.654	5.453

Caudales de entrada y salida de aire de una ventosa "Universal" en función de su diámetro (fuente: Válvulas ROSS).

Por otro lado, en algunas publicaciones técnicas ("*El golpe de ariete en impulsiones*", de E. Mendiluce o la "*Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión*", del CEDEX) se fija el diámetro de las ventosas según el diámetro de la conducción principal. A continuación, se presentan dos tablas a modo de ejemplo:

Diámetro de la tubería (mm)	Diámetro de la ventosa (mm)
< 250	50, 60, 65
250 a 600	80, 100
600 a 900	125, 150
900 a 1.200	200
> 1.200	2 x 200

Diámetro de la tubería (mm)	Diámetro de la ventosa (mm)
< 200	50
250 a 450	80
450 a 600	100
700 a 800	150
900 a 1.200	200
1.300 a 1.600	300
1.700 a 2.000	400

Diámetros de la ventosa en función del diámetro de la tubería principal (fuente: Guía Técnica del CEDEX, izquierda y Golpe de Ariete en impulsiones, E. Mendiluce, derecha).

Según lo anterior y teniendo en cuenta que el diámetro de la conducción proyectada es DN 200 mm, se ha adoptado finalmente DN65mm como diámetro nominal de las ventosas para la conducción de impulsión general de El Colmenar.

En los perfiles longitudinales correspondientes se encuentran situadas las ventosas que, como hemos afirmado anteriormente, coinciden con los puntos altos de la conducción. La colocación de estos elementos se realiza sobre derivaciones en “T”, provistas de válvulas de compuerta para mantenimiento, alojándose todo el conjunto en la correspondiente arqueta.

5.3.2.2 Desagües

Los desagües van situados en los puntos bajos de la conducción y permiten el vaciado de la misma, en caso necesario, para realizar limpieza y labores de mantenimiento, averías, etc.

Estos elementos se instalan mediante una derivación en “T” reducida y una válvula de corte. Según la “Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión”, del CEDEX, se recomiendan los siguientes diámetros de los desagües, en función del diámetro de la conducción principal. En nuestro caso se han adoptado desagües de 80 mm de diámetro de PEAD.

Diámetro de la tubería (mm)	Diámetro del desagüe (mm)
< 200	80
250 a 350	100
400 a 600	150
700 a 1.000	200
1.200 a 1.600	300
> 1.600	400

Diámetros recomendados para desagües en función del diámetro de la tubería principal (fuente: Guía Técnica del CEDEX).

Cuando ha sido posible el desagüe se ha proyectado con vertido libre al terreno natural, disponiendo para ello una imposta y una pequeña obra de salida protegida con escollera. No obstante, esto no ha sido posible, ya que, para conseguir la cota adecuada, hubiera sido necesario prolongar la tubería de desagüe en exceso, o bien, por encontrarse éste en zona urbana, donde el cauce natural no es accesible. Para estos casos se ha diseñado una cámara anexa donde descargar el caudal de la tubería para extraerlo con algún elemento de agotamiento mecánico.

La impulsión de la EBAR general de El Colmenar presenta un primer desagüe del tramo inicial ascendente en el interior de la propia estación de bombeo para poder vaciar la tubería de impulsión hacia la propia cántara, además de 5 desagües adicionales en puntos intermedios de la conducción.

6. ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (EDAR)

En el presente apartado se desarrollan los cálculos del proceso de tratamiento proyectado para la EDAR de El Colmenar, definiendo la línea de agua y fangos con todas las operaciones unitarias planteadas, su secuencia, rendimientos, rangos de funcionamiento y parámetros específicos, forma geométrica y capacidad de los diferentes recintos entre otros.

Adicionalmente, se incluye el cálculo de las instalaciones auxiliares necesarias para la buena operación y marcha de la planta, tales como red de agua para uso industrial o desodorización. Los elementos restantes de la instalación, tales como redes de drenaje, urbanización, edificios, cerramiento o jardinería, se encuentran definidos en la memoria del proyecto.

6.1. UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

La EDAR de El Colmenar se emplaza se emplaza en la parcela 34 del polígono 13 Monte Robledal (Monte Público, Cortes de la Frontera), con referencia catastral 29046A013000340000GU. Esta se ubica en la misma parcela catastral que la solución propuesta en el proyecto de 2005 y la cual cuenta con Informe de Impacto Favorable válido hasta el 26 de octubre de 2020. Sin embargo, ha sido necesario desplazarla 40 metros al sur debido a que invadía la zona inundable para 500 años de periodo de retorno.

Tal y como se ha podido verificar en campo, el terreno natural presenta una pendiente de un 15% hacia el río, habiendo sido necesario ubicar la instalación de forma que tanto el movimiento de tierras como la explanación se ubiquen fuera de la zona de no edificación de ADIF y de la llanura inundable del río Guadiaro para crecidas de hasta 500 años de periodo de retorno inclusive. La explanación se encuentra a la cota 204, 7.00 metros sobre el cauce y 5.90 m sobre la lámina de inundación T500. Las cotas de nivel del terreno natural en toda la parcela varían entre la 207 y 202.

El agua residual llega a la depuradora impulsada desde la EBAR, la cual al sur del caso urbano junto al punto de vertido.

Para la construcción de todas las instalaciones necesarias, se requiere una superficie total de 3,130 m^2 (considerando el movimiento de tierras necesario para implantar la plataforma). Una vez finalizada la obra, el cerramiento de la parcela envolverá un área total de 2,500 m^2.

6.2. DATOS DE PARTIDA Y RESULTADOS A OBTENER

El diseño del proceso de tratamiento para la EDAR se ha realizado considerando los requisitos establecidos en la normativa y bibliografía recomendada, tales como:

- Norma ATV-A281E para el dimensionamiento de lechos bacterianos y CBR
- Manuales editados por el CEDEX sobre depuración
- El libro Ingeniería de Aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización (Metcalf & Eddy, 1998)
- Experiencias previas del consultor en la operación de plantas similares (mismos procesos unitarios, caudales y contaminación).

A la vista de los resultados obtenidos en la campaña de aforos y analíticas, el agua residual urbana (en adelante ARU) de El Colmenar tiene un carácter eminentemente urbano, no existiendo ninguna industria contaminante conectada a la red municipal. El municipio no cuenta con ordenanza de vertidos, estando esta en proceso de redacción.

Por otro lado, el saneamiento es de tipo unitario e incorpora el agua del drenaje pluvial, acequias de riego, fuentes públicas, etcétera. Por esta razón, se ha proyectado un aliviadero en la propia EBAR. El agua afluente a la EDAR llegará predesbastada (sólidos menores a 50 mm). Tanto la conducción como el bombeo se han diseñado para admitir un caudal en condiciones extraordinarias de hasta 10 veces el caudal medio de aguas residuales y con los elementos necesarios para cumplir con lo indicado en el RD1290/2012 sobre la reducción de sólidos gruesos y flotantes previos al vertido a cauce.

Respecto a los datos de partida, a continuación, se muestra una tabla resumen con la población considerada, caudales, y cargas contaminantes. Los datos en azul corresponden a valores adoptados y en negro los calculados a partir de estos.

La justificación de estos valores se detalla en el *anejo 5. Estudio de población, caudales y cargas contaminantes.*

Población y caudales de diseño

		Año actual (2020)		*Año horizonte (2045)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Población	hab	513	898	664	1,197
Población equivalente	he	513	898	664	1,197
Dotación saneamiento	l/hab/d	204	204	204	204
Caudal diario	m³/d	104.65	183.19	135.46	244.19
Caudal medio horario	m³/h	4.36	7.63	5.64	10.17
Coeficiente Qmax	-	2	2	2	2
Coeficiente Qmin	-	0.4	0.4	0.4	0.4
Factor punta pretratamiento	-	5	5	5	5
Caudal máximo	m³/h	8.72	15.27	11.29	20.35
Caudal mínimo	m³/h	1.74	3.05	2.26	4.07
Caudal máximo pretratamiento	m³/h	21.80	38.17	28.22	50.87
Caudal máximo biologico	m³/h	8.72	15.27	11.29	20.35

1.2 Concentraciones y cargas contaminantes

		Año actual (2020)		*Año horizonte (2045)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
DBO_5					
Carga unitaria	g/heq/d	60	60	60	60
Carga diaria	kg/d	30.78	53.88	39.84	71.82
Concentración media	mg/l	294.12	294.12	294.12	294.12
DQO					
Carga unitaria	g/hab/d	120.00	120.00	120.00	120.00
Carga diaria	kg/d	61.56	107.76	79.68	143.64
Concentración media	mg/l	588.24	588.24	588.24	588.24
SS					
Carga unitaria	g/hab/d	48.00	48.00	48.00	48.00
Carga diaria	kg/d	24.62	43.10	31.87	57.46
Concentración media	mg/l	235.29	235.29	235.29	235.29
NTK					
Carga unitaria	g/hab/d	8.98	8.98	8.98	8.98
Carga diaria	kg/d	4.60	8.06	5.96	10.74
Concentración media	mg/l	44.00	44.00	44.00	44.00
Fósforo total					
Carga unitaria	g/hab/d	1.02	1.02	1.02	1.02
Carga diaria	kg/d	0.52	0.92	0.68	1.22
Concentración media	mg/l	5.00	5.00	5.00	5.00
Aceites y grasas					
Carga unitaria	g/hab/d	17.34	17.34	17.34	17.34
Carga diaria	kg/d	8.90	15.57	11.51	20.76
Concentración media	mg/l	85.00	85.00	85.00	85.00

1.3 Temperaturas de diseño

	unidades	
Invierno	ºC	13
Verano	ºC	25

En cuanto a los **requisitos de calidad exigidos**, y según la Directiva 91/271/CEE, en función de la zona en la que se realice el vertido (normal, sensible o menos sensible) y del número de habitantes equivalentes de la aglomeración urbana, los municipios deben aplicar a las aguas residuales que entren en los sistemas colectores un tipo de tratamiento, que será más o menos riguroso. Para conocer cuáles son los requisitos de calidad exigibles al vertido de la depuradora deberá analizarse:

- La protección de la masa de agua a la que se vierte (zona sensible o no).
- Las presiones existentes en la masa de agua
- El estado ecológico y global de la masa de agua, respetando los umbrales señalados en el anejo II del RD 817/2015 para evitar el empeoramiento del estado.
- El uso de la masa de agua, respetando lo dispuesto en el RD 1341/2007 sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño.

El núcleo de **El Colmenar** restituirá su efluente al río Guadiaro, en la masa de agua *Guadiaro Buitreras-Corchado* (ES060MSPF0612061), la cual no está identificada como zona sensible en el PH de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas. En este sentido, atendiendo estrictamente a la Directiva 91/271/CEE, habría que cumplir los parámetros de vertido en zonas no sensibles:

Parámetro	Valor límite (mg/l)	Porcentaje mínimo reducción
DBO_5	25	70-90
DQO	125	75
SS	35	90

Cabe destacar que, en la respuesta emitida por parte de la Subdirección de Gestión del Dominio Público Hidráulico y Calidad de las Aguas el 2 de marzo de 2020, a la consulta realizada por ACUAES sobre los parámetros de calidad que debía cumplir el vertido de la EDAR, se indica la innecesaridad de reducción de nutrientes, siendo los límites de vertido requeridos los expresados en la tabla anterior. Estos límites de emisión se aplicarán en la arqueta final tras el proceso de depuración, tras la cual no podrán incorporarse otros efluentes.

Respecto a la **línea de fangos,** se considerará una sequedad mínima tras la deshidratación del 22% y una estabilidad den fango del 60%.

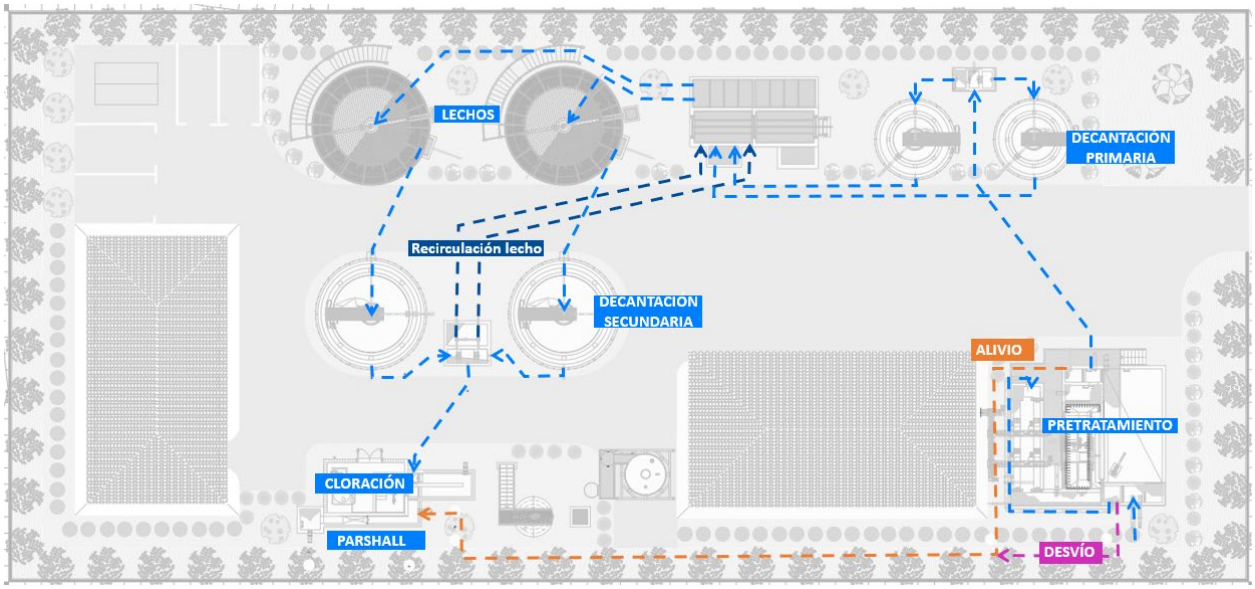
6.3. PROCESOS QUE COMPONEN LA EDAR

La solución para el tratamiento biológico elegida se basa en el empleo de un sistema de biopelícula, en concreto, lechos bacterianos, estando la línea de procesos formada por:

- Línea de agua
    - Arqueta de llegada (rotura de carga) y reparto (desbaste previo en EBAR)
    - Canal de desbaste
    - Canal de desarenado-desengrasado aireado
    - Alivio exceso caudal pretratamiento
    - Reparto a decantación primaria y medida de caudal
    - Decantador primario (2 líneas)
    - Arqueta de bombeo para carga de lecho
    - Lecho bacteriano (2 líneas)
    - Decantador secundario (2 líneas)
    - Arqueta de reparto a salida o recirculación
    - Laberinto de cloración
    - Medida caudal salida de planta en canal Parshall
- Línea de fango
    - Bombeo purga de fango primario y secundario a espesador
    - Espesador de fangos por gravedad
    - Deshidratación mecánica del fango (en edificio instalaciones)
    - Almacenamiento del fango deshidratado en tolva
- Servicios auxiliares
    - Dosificación de polielectrolito para deshidratación de fango
    - Dosificación de hipoclorito para desinfección en caso de necesidad
    - Desodorización aire viciado
    - Bombeo de vaciados y sobrenadantes
    - Redes: desvíos, vaciados, drenaje superficial, drenaje profundo, agua potable, agua de servicio y riego
    - Acometida eléctrica, centro de transformación e Instalación eléctrica de baja tensión
- Automatismos y telecontrol

Respecto a la **línea de agua**, el colector de agrupación de vertidos (PEAD PN16 DN200) llega por impulsión a la EDAR y vierte a una arqueta de rotura, previa medida de caudal en la EBAR mediante caudalímetro electromagnético DN150. En la misma se ha dispuesto una compuerta para **desviar** el caudal en situación de necesidad hacia la red de alivio general de planta. Cabe destacar que a la planta llega el caudal máximo admisible por el pretratamiento (5Qmed) al estar regulado por la EBAR principal. Durante episodios de fuertes lluvias se podría tratar hasta un

máximo de 10Qmed, al haberse dispuesto un tanque de homogeneización capaz de almacenar esta diferencia de caudal durante los primeros minutos de lluvias. Los caudales aliviados o desviados en la EDAR cumplirían con lo dispuesto en el RD 1290/2012 sobre eliminación de gruesos y flotantes, al haber pasado por el pretratamiento ubicado en la EBAR principal.



Esquema línea agua EDAR

En esta arqueta de llegada, cuya parte superior se encuentra 1,80 metros por encima de la cota de explanación de la EDAR, se distinguen tres cántaras. Una primera de tranquilización y otras de distribución, o bien hacia el desarenado o bien el exceso de 5Qmed hacia el tranque de homogeneización. En el labio de vertido hacia el tanque se ha dispuesto un vertedero regulable con el fin de poderse adaptar el nivel de alivio en función de los requerimientos del explotador.

El desbaste se realizará en unos canales de 40 cm de ancho, en configuración 1+1R. Ambos están equipados con una reja y tamiz autolimpiantes, de 30 y 3 mm de paso respectivamente, cuyos residuos serán recogidos en primer lugar a través de un tornillo transportador-compactador y conducidos hasta otros dos tornillos transportadores que vehicularán el detritus hasta un contenedor de 2 m³ ubicado en el interior del edificio de instalaciones.

Por otro lado, el desarenado-desengrasado tiene lugar en canal rectangular de 5 metros de longitud. La emulsión de grasas se ha previsto según una turbina de microburbuja y fácil extracción. Para una correcta distribución y separación de las grasas, se recomienda que la mampara divisoria quede 5 cm bajo la superficie del agua, habiéndose previsto su instalación según un panel de acero inoxidable regulable. Los flotantes separados en el tanque de desarenado se llevarán a un concentrador de grasas y las arenas a un clasificador. Estos se

encuentran en el interior del edificio de instalaciones de forma que se minimice la generación de olores.

Tras el labio de vertido del desarenado el agua podrá continuar hacia la línea de tratamiento o derivarse al tanque en caso de detectar algún parámetro de contaminación anormal en la entrada. Para ello se ha previsto la instalación de unas sondas de conductividad y DQO a la entrada cuyas consignas regularán la apertura y cierre de las compuertas ubicadas tras el labio de vertido. A la salida del desarenado, el exceso de caudal sobre el máximo de diseño del tratamiento (2Qmed) se aliviará mediante vertedero rectangular. Se ha previsto la instalación de un caudalímetro por ultrasonidos en la tubería de alivio.

Tras el pretratamiento, el agua es conducida mediante un tubo de PEAD PN10 DN 110 hasta una arqueta para reparto a la decantación primaria. El reparto se realizará a través de vertederos, cuya altura de labio podrá regularse según compuertas. Se ha previsto la instalación de medidores de nivel para el registro indirecto de caudal, cuyas consignas podrán adicionalmente regular la altura de las compuertas vertedero. Se ha dispuesto un desvío de la decantación primaria en la misma arqueta mediante un juego de compuertas.

Antes del tratamiento biológico, y con objeto de evitar la colmatación del lecho, se someterá el ARU a una decantación primaria. Esta se realizará mediante decantadores circulares, cumpliendo así con las prescripciones establecidas por el futuro explotador. Los decantadores tienen un diámetro de 3 metros y un calado útil de 2. Debido a las pequeñas dimensiones, se ha dispuesto la canaleta perimetral de vertido en el exterior de forma que sea posible la instalación del puente de barrido.

El tratamiento biológico se realizará mediante lechos bacterianos, a través de dos reactores con 4.6 metros de diámetro y 4 metros de altura de relleno. Se ha dispuesto una arqueta de reparto conjunta, la cual será posible aislar permitiendo el funcionamiento en serie o en paralelo de los lechos. En esta arqueta confluirá también el caudal de recirculación del lecho, de forma que el bombeo de carga será único.

La sedimentación de la materia floculada tendrá lugar en dos decantadores de 5.00 metros de diámetro y 3.00 de calado útil. Desde ahí, el agua será conducida hasta una arqueta de reparto, que permitirá distribuir el caudal de recirculación necesario, enviando el sobrando hacia la salida de planta. La recirculación se regulará mediante caudalímetros electromagnéticos, en función de

cuyas consignas de abrirán o cerraran las válvulas de compuertas que alimentan esta red. Por encima de la salida hacia la recirculación se encuentra el labio de vertido hacia la salida de planta.

El agua no recirculada desemboca en un laberinto de cloración, desde el que podrá realizarse la toma de agua a través de un grupo de presión compacto con objeto de cubrir las necesidades de riego y baldeo. Se ha previsto un depósito de almacenamiento de hipoclorito, así como su sistema de dosificación, desde el que se podrá clorar el agua en caso de ser necesario. La cloración se puede realizar tanto en el propio laberinto como de forma directa en tubería. A la salida del laberinto, el agua tratada se reúne con la procedente de las redes de alivio y pluviales y se lleva a cabo una medida de caudal en canal Parshall de 6''. De este modo, todos los caudales efluentes de la EDAR quedarán registrados. En la arqueta de salida del Parshall podrá llevarse a cabo la toma de muestras pertinente.

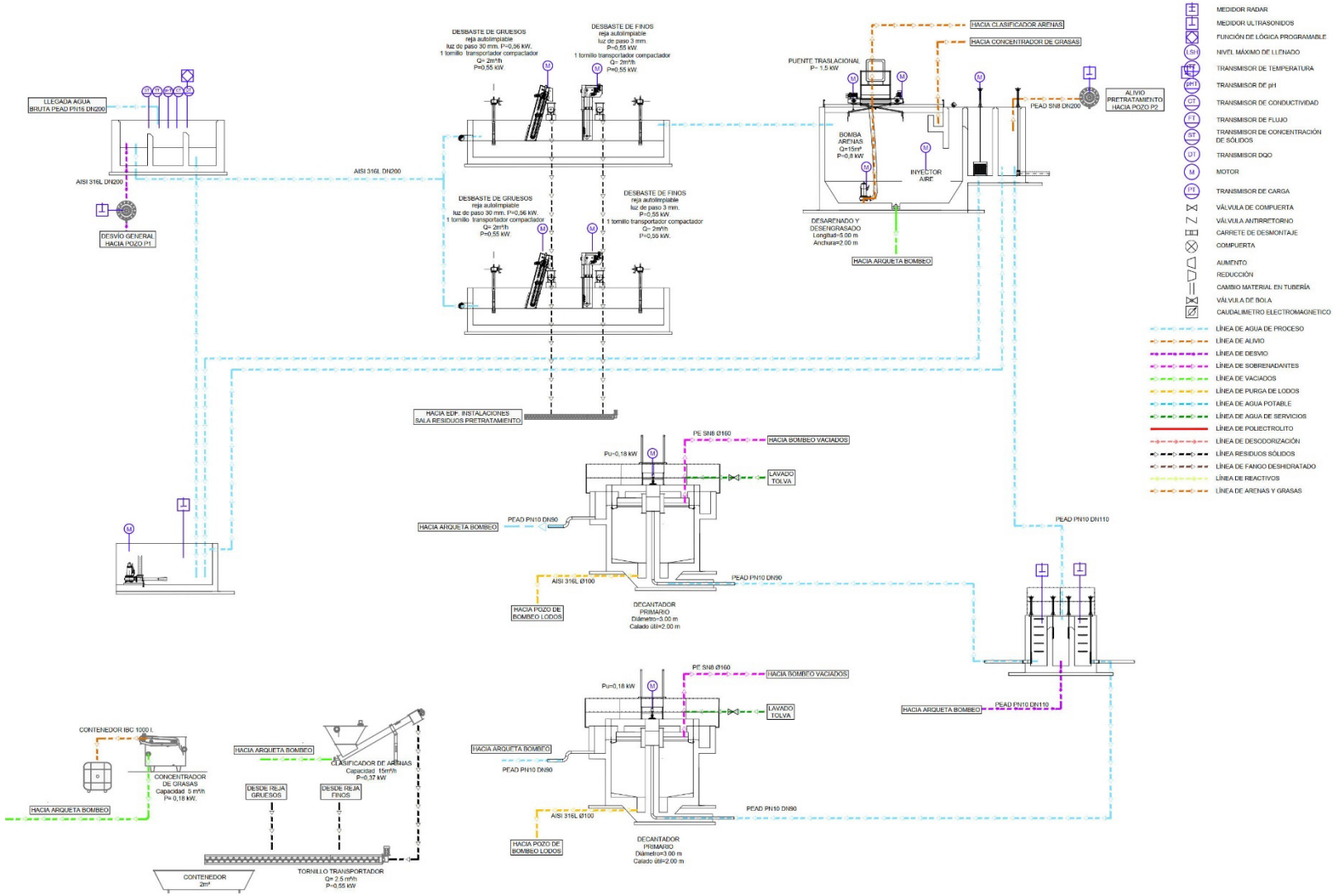
En este punto es preciso resaltar que tanto la arqueta de bombeo para carga del lecho, como la arqueta de reparto de caudal a salida o recirculación, se ha diseñado de forma que permitan una versatilidad para el funcionamiento de los lechos tanto en paralelo (el previsto) como en serie.

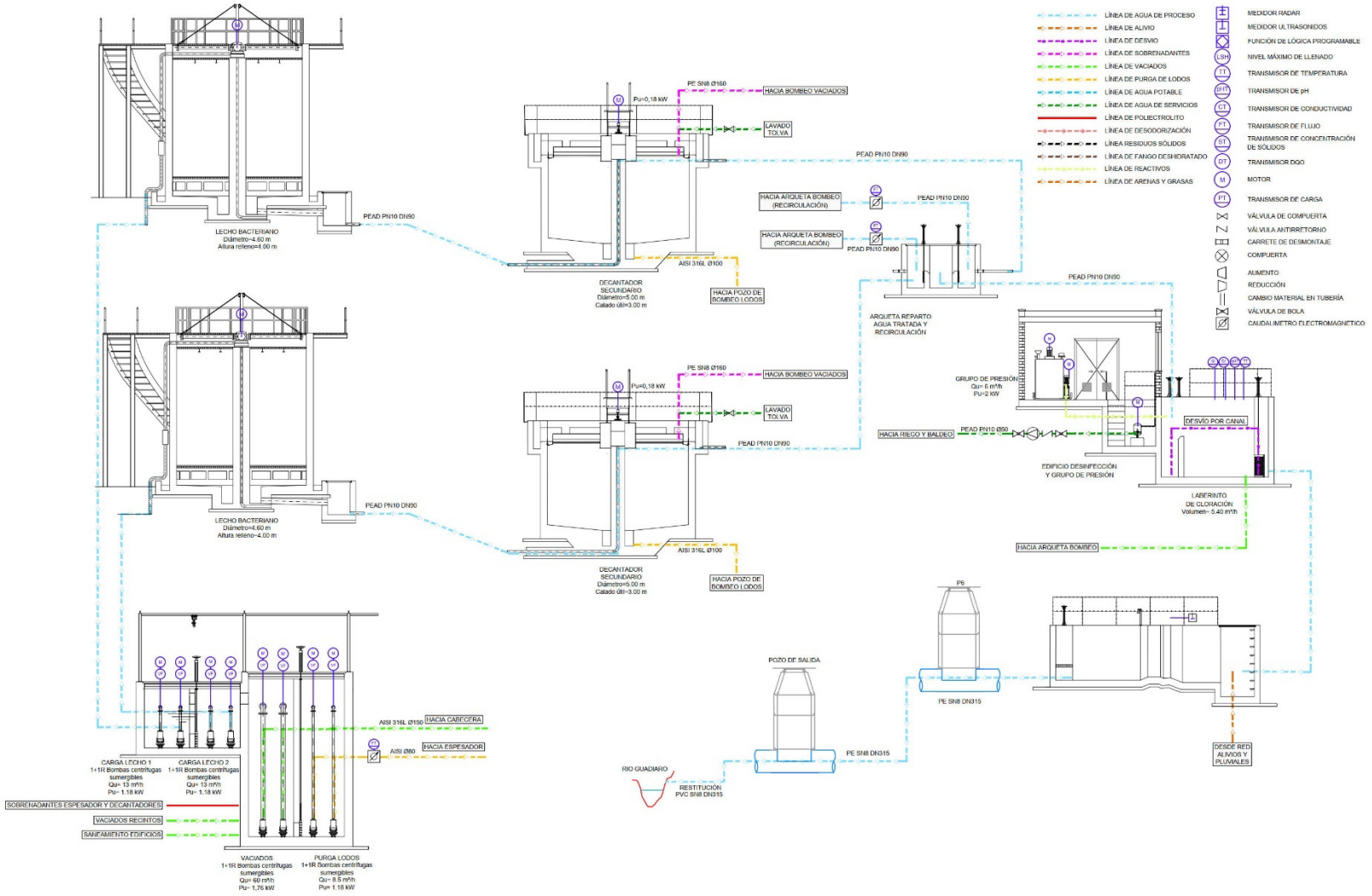
Con relación a la **línea de fangos**, los lodos extraídos de los decantadores van hacia una arqueta desde donde son purgados hasta el espesador (con control de llenado en cámara de llaves anexa). Esta arqueta es contigua a la de carga del lecho. La medida del caudal purgado se realiza mediante un caudalímetro electromagnético (DN80 respectivamente) dispuesto en un pozo próximo al bombeo.

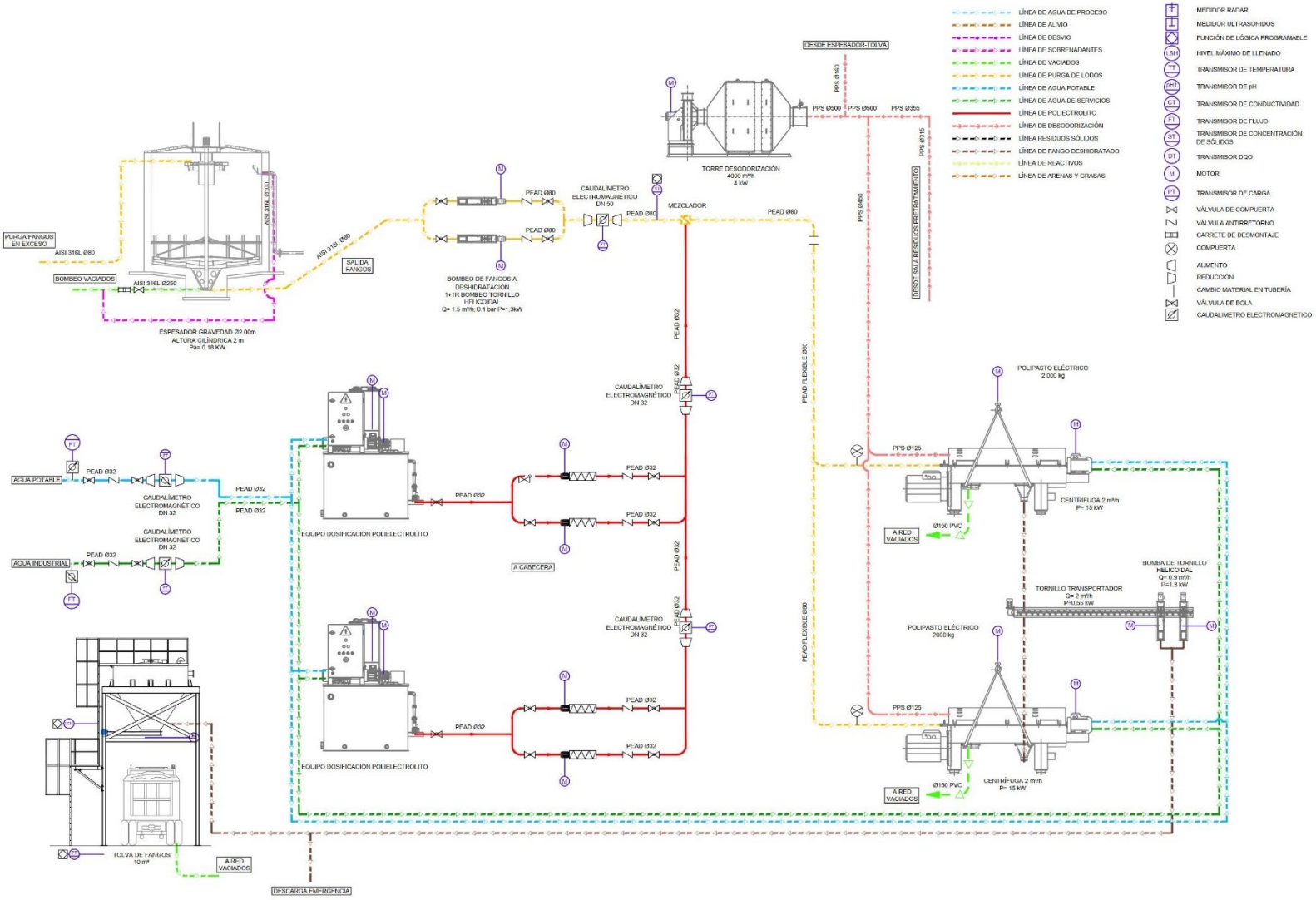
Los lodos extraídos del espesador se deshidratarán mediante centrífugas (1+1R), habiéndose previsto la regulación del polielectrolito según las consigas de un medidor de sólidos a instalar en la tubería de admisión.

Todos los depósitos cuentan con vaciado, los cuales se conducen por gravedad hasta el **pozo de vaciados** (contiguo al de fangos y carga de lecho) y desde ahí son bombeados a cabecera de planta. Cabe destacar que al pozo de vaciados también se conducirá el agua procedente del saneamiento de edificios.

A continuación, se recoge el diagrama de procesos de la EDAR, que también forma parte del Documento nº2. Planos del presente proyecto (capítulo 7).


LLEGADA AGUA BRUTA PEAD PN16 DN200
AISI 316L DN200
DESVIO GENERAL HACIA POZO P1
DESBASTE DE GRUESOS reja autolimpiable luz de paso 30 mm. P=0,06 kW. 1 tornillo transportador compactador Q= 2m³/h P=0,55 kW
DESBASTE DE FINOS reja autolimpiable luz de paso 3 mm. P=0,55 kW. 1 tornillo transportador compactador Q= 2m³/h P=0,55 kW
PUENTE TRASLACIONAL P= 1,5 kW
BOMBA ARENAS Q=15m³ P=0,8 kW
INYECTOR AIRE
DESARENADO Y DESENGRASADO Longitud=5.00 m Anchura=2.00 m
HACIA CLASIFICADOR ARENAS
HACIA CONCENTRADOR DE GRASAS
PEAD SN8 DN200
ALIVIO PRETRATAMIENTO HACIA POZO P2
HACIA ARQUETA BOMBEO
HACIA EDP. INSTALACIONES SALA RESIDUOS PRETRATAMIENTO
PE SN8 Ø160
HACIA BOMBEO VACIADOS
Pu=0,18 kW
LAVADO TOLVA
PEAD PN10 DN90
AISI 316L Ø100
HACIA POZO DE BOMBEO LODOS
DECANTADOR PRIMARIO Diámetro=3.00 m Calado útil=2.00 m
PEAD PN10 DN110
CONTENEDOR IBC 1000 l.
CONCENTRADOR DE GRASAS Capacidad 5 m³/h P= 0,18 kW.
CLASIFICADOR DE ARENAS Capacidad 15m³/h P=0,37 kW
DESDE REJA GRUESOS
DESDE REJA FINOS
CONTENEDOR 2m³
TORNILLO TRANSPORTADOR Q= 2.5 m³/h P=0,55 kW
MEDIDOR RADAR
MEDIDOR ULTRASONIDOS
FUNCIÓN DE LÓGICA PROGRAMABLE
NIVEL MÁXIMO DE LLENADO
TRANSMISOR DE TEMPERATURA
TRANSMISOR DE pH
TRANSMISOR DE CONDUCTIVIDAD
TRANSMISOR DE FLUJO
TRANSMISOR DE CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS
TRANSMISOR DQO
MOTOR
TRANSMISOR DE CARGA
VÁLVULA DE COMPUERTA
VÁLVULA ANTIRRETORNO
CARRETE DE DESMONTAJE
COMPUERTA
AUMENTO
REDUCCIÓN
CAMBIO MATERIAL EN TUBERÍA
VÁLVULA DE BOLA
CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNETICO
LÍNEA DE AGUA DE PROCESO
LÍNEA DE ALIVIO
LÍNEA DE DESVIO
LÍNEA DE SOBRENADANTES
LÍNEA DE VACIADOS
LÍNEA DE PURGA DE LODOS
LÍNEA DE AGUA POTABLE
LÍNEA DE AGUA DE SERVICIOS
LÍNEA DE POLIELECTROLITO
LÍNEA DE DESODORIZACIÓN
LÍNEA RESIDUOS SÓLIDOS
LÍNEA DE FANGO DESHIDRATADO
LÍNEA DE REACTIVOS
LÍNEA DE ARENAS Y GRASAS

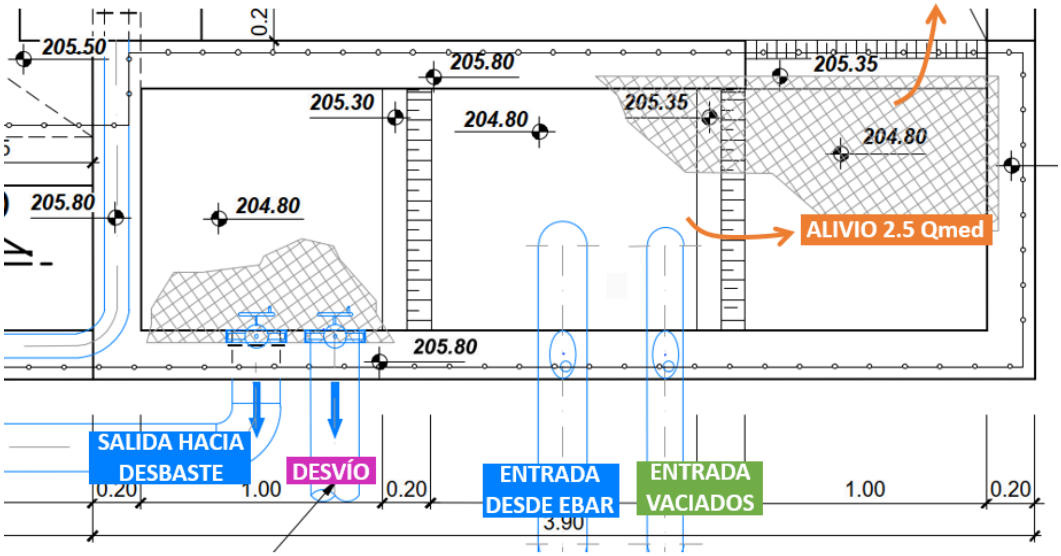

LÍNEA DE AGUA DE PROCESO
LÍNEA DE ALIVIO
LÍNEA DE DESVIO
LÍNEA DE SOBRENADANTES
LÍNEA DE VACIADOS
LÍNEA DE PURGA DE LODOS
LÍNEA DE AGUA POTABLE
LÍNEA DE AGUA DE SERVICIOS
LÍNEA DE POLIELECTROLITO
LÍNEA DE DESODORIZACIÓN
LÍNEA RESIDUOS SÓLIDOS
LÍNEA DE FANGO DESHIDRATADO
LÍNEA DE REACTIVOS
LÍNEA DE ARENAS Y GRASAS
MEDIDOR RADAR
MEDIDOR ULTRASONIDOS
FUNCIÓN DE LÓGICA PROGRAMABLE
NIVEL MÁXIMO DE LLENADO
TRANSMISOR DE TEMPERATURA
TRANSMISOR DE pH
TRANSMISOR DE CONDUCTIVIDAD
TRANSMISOR DE FLUJO
TRANSMISOR DE CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS
TRANSMISOR DQO
MOTOR
TRANSMISOR DE CARGA
VÁLVULA DE COMPUERTA
VÁLVULA ANTIRRETORNO
CARRETE DE DESMONTAJE
COMPUERTA
AUMENTO
REDUCCIÓN
CAMBIO MATERIAL EN TUBERÍA
VÁLVULA DE BOLA
CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNÉTICO
LECHO BACTERIANO
Diámetro=4.60 m
Altura relleno=4.00 m
PEAD PN10 DN90
DECANTADOR SECUNDARIO
Diámetro=5.00 m
Calado útil=3.00 m
AISI 316L Ø100
HACIA POZO DE BOMBEO LODOS
PE SN8 Ø160
HACIA BOMBEO VACIADOS
LAVADO TOLVA
Pu=0,18 kW
HACIA ARQUETA BOMBEO (RECIRCULACIÓN)
ARQUETA REPARTO AGUA TRATADA Y RECIRCULACIÓN
GRUPO DE PRESIÓN
Qu= 6 m³/h
PU=2 kW
HACIA RIEGO Y BALDEO
PEAD PN10 Ø50
DESVÍO POR CANAL
EDIFICIO DESINFECCIÓN Y GRUPO DE PRESIÓN
LABERINTO DE CLORACIÓN
Volumen= 5.40 m³/h
HACIA ARQUETA BOMBEO
P6
POZO DE SALIDA
PE SN8 DN315
RESTITUCIÓN PVC SN8 DN315
RIO GUADIARO
DESDE RED ALIVIOS Y PLUVIALES
AISI 316L Ø150
HACIA CABECERA
AISI Ø80
HACIA ESPESADOR
CARGA LECHO 1
1+1R Bombas centrífugas sumergibles
Qu= 13 m³/h
Pu= 1.18 kW
CARGA LECHO 2
1+1R Bombas centrífugas sumergibles
Qu= 13 m³/h
Pu= 1.18 kW
SOBRENADANTES ESPESADOR Y DECANTADORES
VACIADOS RECINTOS
SANEAMIENTO EDIFICIOS
VACIADOS
1+1R Bombas centrífugas sumergibles
Qu= 60 m³/h
Pu= 1,76 kW
PURGA LODOS
1+1R Bombas centrífugas sumergibles
Qu= 8.5 m³/h
Pu= 1.18 kW


LÍNEA DE AGUA DE PROCESO
LÍNEA DE ALIVIO
LÍNEA DE DESVIO
LÍNEA DE SOBRENADANTES
LÍNEA DE VACIADOS
LÍNEA DE PURGA DE LODOS
LÍNEA DE AGUA POTABLE
LÍNEA DE AGUA DE SERVICIOS
LÍNEA DE POLIELECTROLITO
LÍNEA DE DESODORIZACIÓN
LÍNEA RESIDUOS SÓLIDOS
LÍNEA DE FANGO DESHIDRATADO
LÍNEA DE REACTIVOS
LÍNEA DE ARENAS Y GRASAS
MEDIDOR RADAR
MEDIDOR ULTRASONIDOS
FUNCIÓN DE LÓGICA PROGRAMABLE
NIVEL MÁXIMO DE LLENADO
TRANSMISOR DE TEMPERATURA
TRANSMISOR DE pH
TRANSMISOR DE CONDUCTIVIDAD
TRANSMISOR DE FLUJO
TRANSMISOR DE CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS
TRANSMISOR DQO
MOTOR
TRANSMISOR DE CARGA
VÁLVULA DE COMPUERTA
VÁLVULA ANTIRRETORNO
CARRETE DE DESMONTAJE
COMPUERTA
AUMENTO
REDUCCIÓN
CAMBIO MATERIAL EN TUBERÍA
VÁLVULA DE BOLA
CAUDALIMETRO ELECTROMAGNETICO
DESDE ESPESADOR-TOLVA
TORRE DESODORIZACIÓN
4000 m³/h
4 kW
PURGA FANGOS EN EXCESO
AISI 316L Ø80
BOMBEO VACIADOS
AISI 316L Ø250
ESPESADOR GRAVEDAD Ø2.00m
ALTURA CILÍNDRICA 2 m
Pot= 0.18 KW
SALIDA FANGOS
BOMBEO DE FANGOS A DESHIDRATACIÓN
1+1R BOMBEO TORNILLO HELICOIDAL
Q= 1.5 m³/h; 0.1 bar P=1.3kW
CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNÉTICO DN 50
MEZCLADOR
PEAD Ø80
PPS Ø500
PPS Ø355
PPS Ø315
PPS Ø450
PPS Ø160
DESSF.SALA RESIDUOS PRETRATAMIENTO
PEAD FLEXIBLE Ø80
AGUA POTABLE
AGUA INDUSTRIAL
PEAD Ø32
CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNÉTICO DN 32
EQUIPO DOSIFICACIÓN POLIELECTROLITO
A CABECERA
POLIPASTO ELÉCTRICO 2.000 kg
PPS Ø125
CENTRÍFUGA 2 m³/h P= 15 kW
A RED VACIADOS
Ø150 PVC
TORNILLO TRANSPORTADOR Q= 2 m³/h P=0,55 kW
BOMBA DE TORNILLO HELICOIDAL Q= 0,9 m³/h P=1,3 kW
TOLVA DE FANGOS 10 m³
DESCARGA EMERGENCIA

6.4. DIMENSIONAMIENTO DE LOS PROCESOS

6.4.1 Obra de llegada y bypass general

El colector de agrupación de vertidos (PEAD PN16 DN200) llega por impulsión a la EDAR y vierte a una arqueta de rotura, previa medida de caudal en la EBAR mediante caudalímetro electromagnético DN150. En la misma se ha dispuesto una compuerta para desviar el caudal en situación de necesidad hacia la red de alivio general de planta. Cabe destacar que a la planta llega el caudal máximo admisible por el pretratamiento (5Qmed) al estar regulado por la EBAR principal. Durante episodios de fuertes lluvias se podría tratar hasta un máximo de 10Qmed, al haberse dispuesto un tanque de homogeneización capaz de almacenar esta diferencia de caudal durante los primeros minutos de lluvias. Los caudales aliviados o desviados en la EDAR cumplirían con lo dispuesto en el RD 1290/2012 sobre eliminación de gruesos y flotantes, al haber pasado por el pretratamiento ubicado en la EBAR principal.

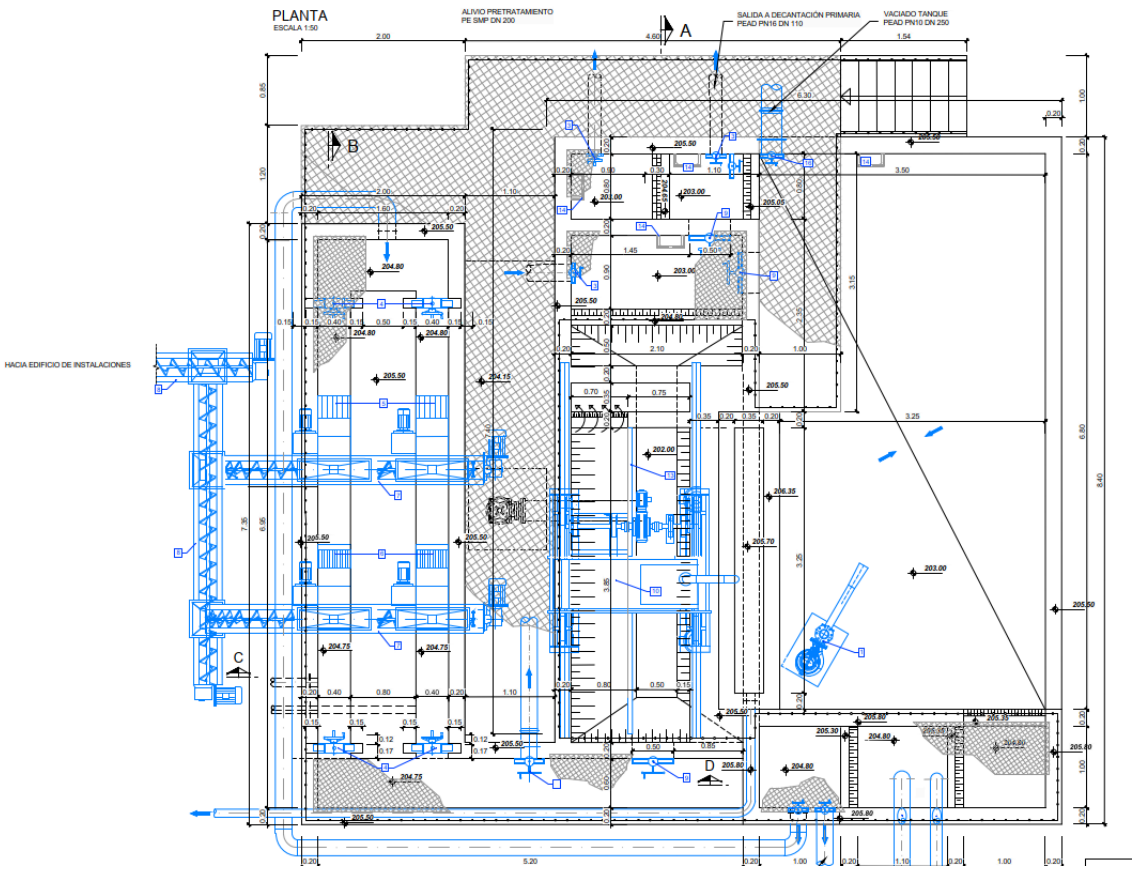


En esta arqueta de llegada, cuya parte superior se encuentra 1,80 metros por encima de la cota de explanación de la EDAR, se distinguen tres cántaras. Una primera de tranquilización y otras de distribución, o bien hacia el desarenado o bien el exceso de 5Qmed hacia el tranque de homogeneización. En el labio de vertido hacia el tanque se ha dispuesto un vertedero regulable con el fin de poderse adaptar el nivel de alivio en función de los requerimientos del explotador.

6.4.2 Tanque de homogeneización

Según las prescripciones establecidas por el futuro explotador, se debían diseñar las instalaciones (colector y EBAR) de forma que puedan ser capaces de vehicular hasta 10 veces el caudal medio de residuales como mínimo durante los primeros 20 minutos de lluvia. Este exceso de agua debe ser almacenado de forma que pueda reintegrarse posteriormente a la línea de tratamiento.

Para ello, en la EDAR se ha optado por diseñar un tanque de homogeneización, fuera de línea, que permita almacenar el caudal correspondiente a los primeros minutos de la tormenta para posteriormente darle tratamiento. Este se ha dimensionado para almacenar durante 60 minutos la diferencia entre 5Qmed y el máximo extraordinario (10 Qmed) a 2045.



Vista del conjunto obra de llegada-pretratamiento-tanque de homogeneización

El tanque de homogeneización se configura según un vaso de planta rectangular de 3.5 metros de ancho, 6.65 de largo y 2.20 de calado útil. Para evitar las condiciones de septicidad se ha dispuesto un aireador-agitador efecto Venturi.

Estos aireadores están basados en el principio de inyección a través del efecto Venturi que produce una mezcla efectiva aire-agua creando una óptima aireación y suspensión de sólidos. La velocidad del flujo de agua generada por la bomba se acelera al salir a través de una boquilla de menor sección, reduciendo lo suficiente la presión interna como para aspirar aire (flujo secundario). Ambos flujos de agua y aire se mezclan completamente en el eyector y pasan al depósito como un chorro de agua con burbujas. Se instalará una unidad, con un rendimiento de transferencia de oxígeno unitario de 1.25 kg O_2/h y un caudal de 50 Nm³/h.

Depósito según tiempo de retención					
		Año actual (2020)		*Año horizonte (2045)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Caudal medio de entrada	m³/h	4.36	7.63	5.64	10.17
Coeficiente exceso entre Qmax y Qp	m³/h	5.00	5.00	5.00	5.00
Caudal máximo de entrada tanque	m³/h	21.80	38.17	28.22	50.87
Tiempo de retención a Qmax	min	60.00	60.00	60.00	60.00
Volumen teórico necesario	m³	21.80	38.17	28.22	50.87
Volumen adoptado	m³	51.00	51.00	51.00	51.00
Ancho	m	3.50	3.50	3.50	3.50
Largo	m	6.65	6.65	6.65	6.65
Calado	m	2.20	2.20	2.20	2.20
Altura	m	2.80	2.80	2.80	2.80

En su funcionamiento normal, el tanque almacenará el exceso de agua que esté recibiendo durante 60 minutos de lluvia y, posteriormente, se vaciará por gravedad a través de la compuerta dispuesta para tal fin (apertura manual). La operación de las bombas se configurará de forma que no vehiculen durante más de una hora 10 veces el caudal medio de residuales.

En caso de llenado por punta de contaminación, el agua verterá por el labio dispuesto junto a la salida del desarenado, mezclándose con el nuevo caudal afluente a criterio del explotador.

6.4.3 Desbaste

Desde la arqueta de llegada el ARU se vehicula hasta los canales de desbaste, los cuales operan en configuración 1+1R.

Los canales tienen un ancho de 40 cm y una profundidad de 0.75 metros, habiéndose dejado entre ambos un espacio libre de 80 cm para labores de mantenimiento. Cada uno de ellos se ha equipado con una reja de limpieza automática de 30 mm de paso y otra de 3 mm. Se han diseñado para pretratar un caudal máximo de 5 veces el caudal medio de residuales a 2045 y se independizan mediante compuertas canal 400x400 mm.



Canales de desbaste EDAR Aznalcóllar (Fuente: elaboración propia)

El procedimiento para calcular el canal de desbaste sigue los siguientes pasos:

1. Se establecen los datos de partida que son: el caudal máximo de pretratamiento ($5Q_m$), la luz de paso y anchura de barrotes y el atascamiento supuesto para el cálculo (30%).
2. Se fija el ancho del canal y la velocidad de acercamiento o aproximación máxima.
3. Conociendo la velocidad de aproximación y el porcentaje de sección libre, se calcula la velocidad de paso por las rejas estableciendo continuidad de caudales. Esta debe ser menor a 1.20 para evitar arrastres.

$$Velocidad\ de\ paso = velocidad\ aproximación \cdot \frac{E+e}{E}$$

4. Con la velocidad de paso y el caudal se determina la sección, teniendo en cuenta que las rejas se encontrarán obstruidas en un 30% de su sección, es decir, que el ancho libre sea 0.70 E:

$$Sección = \frac{Qmax}{velocidad\ de\ paso} \cdot \frac{E+e}{E} \cdot \frac{1}{0.70}$$

5. Conociendo la sección y el ancho del canal previamente establecido, se determina el calado aguas arriba de las rejas.
6. Se calculan las pérdidas y el nivel aguas debajo de la reja.
7. La longitud del canal es tal que el tiempo de retención esté comprendido entre 5 y 15 segundos (recomendación del CEDEX). Para ello se considera la velocidad de acercamiento establecida al inicio.

8. La dotación de residuos según el CEDEX está comprendida entre 2 y 5 l/habitante/año, para rejas entre 20 y 60 mm, y entre 15 y 40 l/habitante/año para tamices entre 2 y 6 mm. Con ello se determina el volumen de sólidos y capacidad del contenedor.

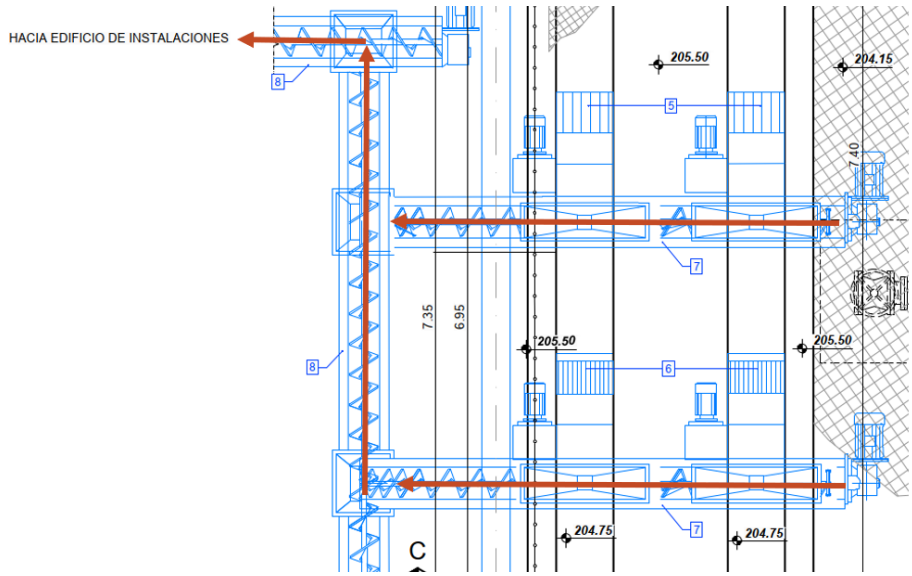
Desbaste de gruesos

		Año actual (2020)		*Año horizonte (2045)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Nº de líneas	ud	1	1	1	1
Caudal máximo	m³/h	21.80	38.17	28.22	50.87
Caudal medio	m³/h	4.36	7.63	5.64	10.17
Caudal mínimo	m³/h	1.74	3.05	2.26	4.07
Luz libre de paso (E)	mm	30	30	30	30
Anchura de barrotes (e)	mm	12	12	12	12
Atascamiento considerado	%	30	30	30	30
Anchura del canal	m	0.40	0.40	0.40	0.40
Diseño para Qmax					
Velocidad acercamiento Qmax	m/s	0.55	0.55	0.55	0.55
Velocidad de paso a caudal máximo (v_p)	m/s	1.10	1.10	1.10	1.10
Sección a Qmax	m²	0.01	0.02	0.01	0.03
Pérdida de carga en reja gruesos	m	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Nivel agua antes reja	m	0.03	0.05	0.04	0.06
Nivel agua después de reja	m	0.02	0.04	0.02	0.05
Pendiente canal desbaste	%	14.63	1.98	5.33	0.88
Nº de barras	ud	9.00	9.00	9.00	9.00
Ancho espacios límite	m	0.03	0.03	0.03	0.03
Longitud del canal	m	3.00	3.00	3.00	3.00
Tiempo de retención Qmax	s	5.45	5.45	5.45	5.45
Residuos desbaste gruesos					
Dotación de residuos	l/ha/año	5.00	5.00	5.00	5.00
Autonomía	dia	5.00	5.00	5.00	5.00
Volumen diario	m³/dia	0.01	0.01	0.01	0.02
Capacidad almacenamiento necesaria	l	35.14	61.51	45.48	81.99

Desbaste de finos

		Año actual (2020)		*Año horizonte (2045)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Nº de líneas	ud	1	1	1	1
Caudal máximo pretratamiento	m³/h	21.80	38.17	28.22	50.87
Caudal medio	m³/h	4.36	7.63	5.64	10.17
Caudal mínimo	m³/h	1.74	3.05	2.26	4.07
Luz libre de paso (E)	mm	3.00	3.00	3.00	3.00
Anchura de barrotes (e)	mm	3.00	3.00	3.00	3.00
Atascamiento considerado	%	30	30	30	30
Anchura del canal	m	0.40	0.40	0.40	0.40
Cálculo calados y comprobación velocidades					
Velocidad acercamiento Qmax	m/s	0.40	0.40	0.40	0.40
Velocidad de paso a caudal máximo (v_p)	m/s	1.14	1.14	1.14	1.14
Sección a Qmax	m²	0.02	0.03	0.02	0.04
Pérdida de carga en tamiz	m	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Nivel agua antes reja	m	0.04	0.07	0.05	0.09
Nivel agua después de reja	m	0.03	0.06	0.04	0.08
Nivel agua a caudal mínimo	m	0.02	0.03	0.03	0.04
Longitud del canal	m	3.00	3.00	3.00	3.00
Tiempo de retención Qmax	s	7.50	7.50	7.50	7.50
Residuos del tamizado					
Dotación de residuos	l/ha/año	25.00	25.00	25.00	25.00
Autonomía	dia	5.00	5.00	5.00	5.00
Volumen diario	m³/dia	0.04	0.06	0.05	0.08
Capacidad almacenamiento necesaria	l	175.68	307.53	227.40	409.93

Con objeto de facilitar la gestión de residuos, se ha adoptado un contenedor conjunto para el desbaste y desarenado de 2 m³ ubicado en el interior del edificio de instalaciones. Los residuos extraídos de las rejas se recogerán en tornillos compactadores de 2 m³ de capacidad, los cuales descargarán sobre un tornillo transportador de 2.5 m³/h de capacidad y este a su vez sobre otro que conducirá el detritus hasta el edificio. La descarga se realizará a través de boquillas flexibles en polietileno.



6.4.4 Desarenado y desengrasado

El desarenado–desengrasado se realiza en un canal longitudinal de 5.00 m de largo, 2.00 m de ancho y 2.80 metros de profundidad total, con capacidad para tratar 5 veces el caudal medio de residuales a 2045. Este se encuentra equipado con un sistema de rasquetas superficiales para el arrastre y extracción de flotantes con una alimentación eléctrica extensible (tipo guirnalda), previéndose sus interruptores de final de carrera y de paro de seguridad.



Canal de desarenado EDAR Aznalcóllar (Fuente: elaboración propia)

El ARU entra al canal a través de un hueco ubicado en la arqueta de reparto desde los canales de desbaste. Cabe destacar que, en caso de querer realizar el desvío completo del desarenado, se ha previsto una salida desde esta arqueta mediante tubería de AISI-316L DN200 mm. Esta ingresa de nuevo a la salida del desarenador.

El canal de desarenado proyectado tiene dos zonas diferenciadas: una principal donde se da la sedimentación de las arenas y otra lateral más pequeña que es la zona para la acumulación y recogida de las grasas y sobrenadantes. En el canal se inyecta aire dándole una componente vertical al movimiento del agua residual, que al componerse con la velocidad longitudinal de avance produce un movimiento helicoidal que favorece el depósito de las partículas de mayor densidad (arenas), así como la emulsión y acumulación de las grasas en el extremo contario.

Para el suministro de aire se ha dispuesto un compresores-inyector, con capacidad unitaria de aireación de 14 Nm^3/h. Se ha seleccionado este sistema en lugar de la aireación mediante difusores y soplantes, no solo por el ahorro energético que representa sino por la significativa efectividad en la separación de grasas que ofrecen las microburbujas frente a la burbuja gruesa de los difusores, así como por la facilidad de mantenimiento y durabilidad. En la siguiente imagen puede apreciarse a la izquierda un canal de desarenado con aireación mediante difusores y a la derecha otro con turbinas. En este último caso, se distingue notoriamente la separación de la grasa. Para un correcto funcionamiento, se recomienda que la lámina de agua no quede interrumpida por las tradicionales mamparas de hormigón (véanse los huecos practicados en el canal de la derecha).



Canales con aireación mediante difusores (izquierda) y turbinas (derecha). (Fuente: Teqma)

La zona para tranquilización y recogida de grasas queda separada de la de aireación mediante una mampara de acero inoxidable, pudiéndose modificar la cota de instalación con facilidad. Esto permite al explotador seleccionar el modo de funcionamiento según las necesidades, siendo recomendable la opción propuesta en proyecto, en donde la lámina de agua queda ligeramente sobre la mampara, no existiendo separación física en superficie.



Canal salida de grasas EDAR Aznalcóllar (izquierda) y mampara de inox (derecha). (Fuente: elaboración propia)

Desde esta canaleta, las grasas se vehiculan hacia el concentrador mediante una tubería de acero inoxidable DN80. Para evitar la acumulación de grasas en las tolvas de salida, se instalará un sistema de rociado de agua para arrastre de estas, que periódicamente irá descargando pequeñas cantidades de agua, la suficiente para evitar sedimentación y malos olores en estas tuberías.

El desnatador tiene una capacidad máxima de tratamiento de 5 m³/h y los residuos se almacenarán en un contenedor IBC (Intermediate Bulk Container) de 1000 litros.

Por su parte las arenas, acumuladas en la parte inferior del tanque, se extraerán con una bomba centrífuga sumergible, de capacidad unitaria 15 m³/h. La bomba se desplaza por el canal inferior

de forma solidaria al movimiento de traslación del puente. La mezcla agua-arena se deposita en un canal central, con pendiente hacia un extremo, desde el que sale una tubería de acero inoxidable DN100 hasta el clasificador de arenas de 15 m³/h ubicado en la sala de residuos del pretratamiento. La arena se almacenará en el contenedor de 2 m³ utilizado también para el desbaste y el agua se conducirá hacia el pozo de vaciados para su recirculación a cabecera de planta.

Los laterales del recinto de desarenado son transitables a través de una pasarela en voladizo, constituida por un tramex de PRFV apoyado en perfiles metálicos UPN-140. El acceso se realiza desde el exterior mediante una escalera.

El cálculo del canal para desarenado y desengrasado se ha realizado según el siguiente procedimiento:

1. Se establecen los parámetros de buena práctica para el diseño de estas unidades y con ellos se calculan las dimensiones mínimas:
    a. Velocidad ascensional a Qmed y Qmax menor o igual a 12 y 24 m/h.
    b. Tiempo de retención a Qmed y Qmax mayor o igual a 20 y 5 minutos
    c. Relación anchura-longitud mayor a 3
2. Por motivos operativos el ancho no debe ser inferior a 80 cm y la profundidad no superior a 5 metros. Se ha considerado una inclinación de las paredes inferiores de 80^0.
3. Se comprueba que la velocidad horizontal sea inferior a la crítica de arrastre de las partículas de tamaño igual o superior a 200 micras (27 cm/s).
4. El caudal de aire necesario está en función de la sección transversal. Se calcula además el caudal límite que establece las condiciones de septicidad.
5. Para la producción de arenas y grasas se consideran los valores recogidos en la bibliografía mencionada al inicio del anejo.

Desarenador-desengrasador aireado

		Año actual (2020)		*Año horizonte (2045)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Nº de líneas	ud	1	1	1	1
Caudal máximo petratamiento	m³/h	21.80	38.17	28.22	50.87
Caudal medio	m³/h	4.36	7.63	5.64	10.17
Carga superficial Qmed	m³/m²/h	10.00	10.00	10.00	10.00
Carga superficial Qmax	m³/m²/h	20.00	20.00	20.00	20.00
Tiempo de retención Qmed	min	20.00	20.00	20.00	20.00
Tiempo de retención Qmax	min	8.00	8.00	8.00	8.00
Dimensiones necesarias					
Relación largo-ancho	-	3.30	3.30	3.30	3.30
Profundidad recta útil	m	2.00	2.00	2.00	2.00
Profundidad troncopiramidal	m	0.80	0.80	0.80	0.80
Ancho total	m	2.00	2.00	2.00	2.00

Desarenador-desengrasador aireado

		Año actual (2020)		*Año horizonte (2045)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Ancho zona desengrasado	m	0.50	0.50	0.50	0.50
Ancho base inferior acumulación	m	0.40	0.40	0.40	0.40
Largo	m	5.00	5.00	5.00	5.00
Ancho base superior acumulación	m	2.00	2.00	2.00	2.00
Superficie transversal acumulación	m²	0.96	0.96	0.96	0.96
Superficie transversal sedimentación	m²	4.00	4.00	4.00	4.00
Superficie horizontal	m²	10.00	10.00	10.00	10.00
Comprobaciones					
Relación ancho-profundidad	-	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga superficial Qmed	m³/m²/h	0.44	0.76	0.56	1.02
Carga superficial Qmax	m³/m²/h	2.18	3.82	2.82	5.09
Tiempo de retención Qmed	min	341.25	194.94	263.64	146.25
Tiempo de retención Qmax	min	68.25	38.99	52.73	29.25
Velocidad máxima horizontal	cm/s	0.15	0.27	0.20	0.35
Necesidades de aire					
Superficie transversal	m²	4.00	4.00	4.00	4.00
Caudal mínimo septicidad	m³/h/m	2.00	2.00	2.00	2.00
Caudal de aire septicidad	m³/h	10.00	10.00	10.00	10.00
Forma inyección aire			Inyector aire atmosférico		
Caudal de aire por difusor	m³/h	14.00	14.00	14.00	14.00
Número de difusores necesarios	ud	0.71	0.71	0.71	0.71
Número total de difusores adoptado	ud	1.00	1.00	1.00	1.00
Producción de arena y grasa					
Producción unitaria arenas	l/hab/año	18.00	18.00	18.00	18.00
Producción total arenas	m³/dia	0.03	0.04	0.03	0.06
Concentracion arenas	%	1.30%	1.30%	1.30%	1.30%
Caudal arena y agua a extraer	m³/dia	1.95	3.41	2.52	4.54
Carga de grasas diaria	kg/d	8.90	15.57	11.51	20.76
Densidad grasas	kg/m³	800.00	800.00	800.00	800.00
Caudal grasas y agua a extraer	m³/dia	0.01	0.02	0.01	0.03

6.4.5 Alivio exceso caudal tratamiento y reparto de caudal a tratamiento primario

En la arqueta de salida del desarenado tendrá lugar el alivio del caudal superior al máximo de diseño del tratamiento (2 Qmed). Para ello se ha equipado el labio de vertido con un vertedero regulable, de forma que pueda calibrarse la altura de vertido según las necesidades.

Desde este punto el agua es conducida mediante un tubo de PEAD PN10 DN 110 hasta una arqueta para reparto a la decantación primaria. El reparto se realizará a través de vertederos, cuya altura de labio podrá regularse según compuertas. Se ha previsto la instalación de medidores de nivel para el registro indirecto de caudal, cuyas consignas podrán adicionalmente regular la altura de las compuertas vertedero. Se ha dispuesto un desvío de la decantación primaria en la misma arqueta mediante un juego de compuertas.

6.4.6 Decantación primaria

Antes del tratamiento biológico, y con objeto de evitar la colmatación del lecho, se someterá el ARU a una decantación primaria. Esta se realizará mediante decantadores circulares, cumpliendo así con las prescripciones establecidas por el futuro explotador.

Se han proyectado dos tanques de planta circular y alimentación central, con 3 metros de diámetro y 2 de calado recto útil. El fondo se configura con pendiente para facilitar la recogida de los fangos. Estos se concentran en la parte central gracias a la acción de un sistema de rasquetas de fondo sujetadas por un puente radial de tracción periférica. Posteriormente, se aspirarán desde una arqueta externa para su bombeo mediante bombas sumergidas hasta el espesador de fangos. La extracción de lodos se debe realizar con una frecuencia tal que se evite la fermentación, lo cual generaría gases que ascenderían a superficie contaminando el efluente.

En la superficie del decantador se dispone un vertedero perimetral de recogida del agua clarificada, con una chapa deflectora previa para evitar la salida de sobrenadantes. Esta tolva colectora cuenta con una toma de agua y válvula para poder llevar a cabo el lavado de esta. Debido a las pequeñas dimensiones, se ha dispuesto la canaleta perimetral de vertido en el exterior de forma que sea posible la instalación del puente de barrido. El apoyo del puente deberá realizarse sobre el muro interno del decantador, para lo cual se han previsto huecos para el paso de agua de 1.05 m de largo y 0.50 m de alto, tal y como puede verse en la siguiente imagen.



Decantador con canal perimetral exterior (Fuente: IDM Pirineo)

En el dimensionamiento se han considerado los siguientes parámetros:

- Carga hidráulica superficial a caudal medio ≤ 1.3 m³/h/m²
- Carga hidráulica superficial a caudal máximo ≤ 2.5 m³/h/m²
- Tiempo de retención a Qmed, mayor a 2 horas
- Tiempo de retención a Qmax mayor a 1 hora

Los pasos para determinar el diámetro y calado necesario son:

1. Establecer las cargas a emplear y con el caudal determinar la superficie y diámetro necesarios.
2. Seleccionar el mayor diámetro y rehacer los cálculos a la inversa comprobando las cargas de funcionamiento real. El diámetro mínimo por criterios de suministro de equipos será de 3 metros.
3. Seleccionar el calado necesario atendiendo al tiempo de retención recomendado.

Decantador primario

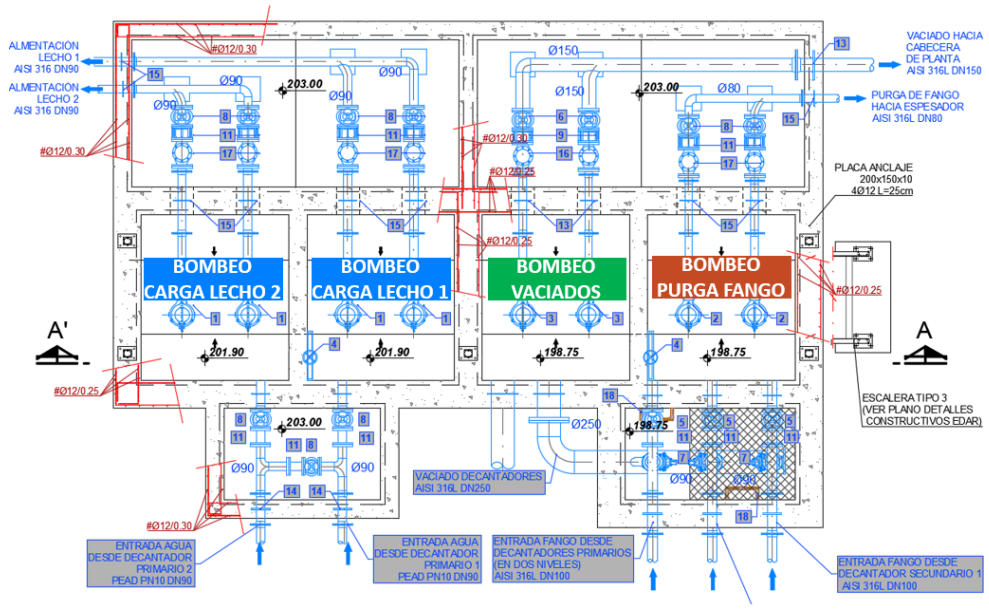
		Año actual (2020)		*Año horizonte (2045)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Caudal medio	m³/h	4.36	7.63	5.64	10.17
Caudal máximo	m³/h	8.72	15.27	11.29	20.35
Carga hidráulica máxima a Qmed	m³/h/m²	0.80	0.80	0.80	0.80
Carga hidráulica máxima a Qmax	m³/h/m²	1.80	1.80	1.80	1.80
Carga hidráulica sobre vertedero Qmed	m³/h/m	40.00	40.00	40.00	40.00
Carga hidráulica sobre vertedero Qmax	m³/h/m	40.00	40.00	40.00	40.00
Calado sobre borde mínimo	m	3.50	3.50	3.50	3.50
Tiempo de retención a Qmed	h	3.00	3.00	3.00	3.00
Tiempo de retención a Qmax	h	1.00	1.00	1.00	1.00
Nº de líneas	ud	2.00	2.00	2.00	2.00
Superficie necesaria según carga hidráulica					
Superficie Qmed	m²	2.73	4.77	3.53	6.36
Diámetro Qmed	m	1.86	2.46	2.12	2.85
Superficie Qmax	m²	2.42	4.24	3.14	5.65
Diámetro Qmax	m	1.76	2.32	2.00	2.68
Diámetro necesario según carga sobre vertedero					
Longitud Qmed	m	0.05	0.10	0.07	0.13
Diámetro Qmed	m	0.02	0.03	0.02	0.04
Longitud Qmax	m	0.11	0.19	0.14	0.25
Diámetro Qmax	m	0.03	0.06	0.04	0.08
Dimensiones elegidas					
Diámetro adoptado	m	3.00	3.00	3.00	3.00
Superficie resultante	m²	7.07	7.07	7.07	7.07
Volumen y calado					
Volumen para Qmed	m³	6.54	11.45	8.47	15.26
Calado para Qmed	m	0.93	1.62	1.20	2.16
Volumen para Qmax	m³	4.36	7.63	5.64	10.17
Calado para Qmax	m	0.62	1.08	0.80	1.44
Calado seleccionado	m	2.00	2.00	2.00	2.00
Volumen final	m³	14.14	14.14	14.14	14.14
Comprobación cargas					
Carga hidráulica máxima a Qmed	m³/h/m²	0.31	0.54	0.40	0.72
Carga hidráulica máxima a Qmax	m³/h/m²	0.62	1.08	0.80	1.44
Carga hidráulica sobre vertedero Qmed	m³/h/m	0.23	0.40	0.30	0.54
Carga hidráulica sobre vertedero Qmax	m³/h/m	0.46	0.81	0.60	1.08
Tiempo de retención Qmed	h	6.48	3.70	5.01	2.78
Tiempo de retención Qmax	h	3.24	1.85	2.50	1.39

Producción fango primario

		Año actual (2020)		*Año horizonte (2045)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Carga de SS en decantación primaria	kg/dia	24.62	43.10	31.87	57.46
Rendimiento decantación	%	60%	60%	60%	60%
Caudal másico fangos primarios	kg/dia	14.77	25.86	19.12	34.47
Concentración fangos primarios	kg/m³	30.00	30.00	30.00	30.00
Caudal fango primario	m³/dia	0.49	0.86	0.64	1.15

6.4.7 Arqueta bombeo: impulsión carga lecho

A la salida de los decantadores primarios, el agua entrará en una arqueta de bombeo para su distribución al lecho. Esta arqueta cuenta con cuatro cántaras: dos para la carga de los lechos, una para el bombeo de vaciados y otra para la purga de fangos. Las cántaras para carga de lechos se encuentran independizadas mediante una compuerta para poder llevar a cabo el funcionamiento de los lechos tanto en paralelo (configuración prevista) como en serie.



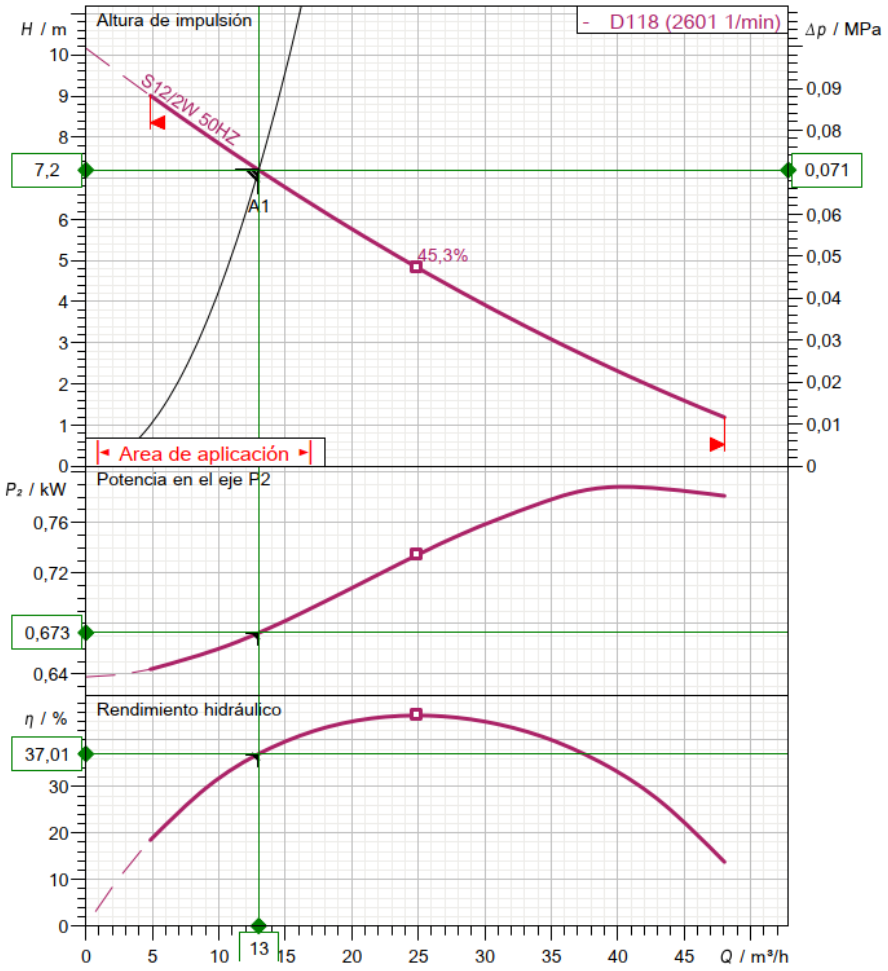
Esquema del bombeo para carga lechos, purga y vaciados

Se han previsto unos alivios de emergencia desde las cántaras de bombeo de los lechos hasta el pozo de vaciados, para que en caso de falla de todas las bombas exista un desagüe. Por otro lado, el vaciado de los decantadores se ha previsto desde la misma conducción de purga, disponiéndose la valvulería necesaria para poder realizar la apertura y cierre de líneas en cada caso.

El cálculo de las impulsiones de purga y vaciados se detalla más adelante. A continuación, se presentan las características para el de carga de lechos.

- Caudal de impulsión total: 13 m³/h
- Altura geométrica de impulsión: 6.90 metros
- Altura manométrica de impulsión: 0.29 metros.

La curva de funcionamiento y el cálculo de las pérdidas es el que sigue:



Cálculo pérdidas impulsión lecho 2		
Longitud conducción	m	30.50
Nº conducciones	ud	2.00
Diámetro interior conducción	m	0.08
Rugosidad absoluta	mm	0.005
Velocidad	m/s	0.75
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	59066.18
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.22

Codo a 45°	ud	2.00
Codo a 90º	ud	2.00
Valvula de compuerta totalmente abierta	ud	1.00
Desembocadura arista viva	ud	1.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	2.40
Pérdidas localizadas totales	m	0.07
Pérdidas totales	m	0.29

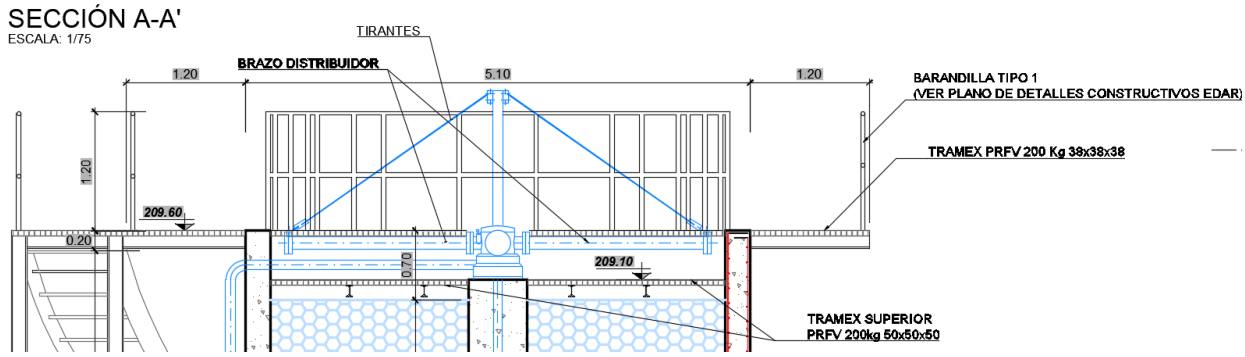
6.4.8 Lecho bacteriano

El tratamiento biológico, de **lechos bacterianos**, se conforma por **dos tanques cilíndricos de obra civil**, con un volumen total de 132.95 m³ (66.48 m³ por línea), presentando cada uno 4.6 metros de diámetro y 4.0 metros de altura de relleno. Para el dimensionamiento se ha seguido lo indicado en la normativa alemana ATV-281E, calculando el volumen de forma que la carga orgánica sea inferior a 0.5 kg DBO/m³/d y con una superficie tal que la carga hidráulica sea de 0.8 m³/h/m².

En el diseño se ha tenido en cuenta que la altura de relleno esté en el entorno de los 4 metros o inferior con el objeto de facilitar la ventilación natural.

El tratamiento en un lecho bacteriano es posible gracias a los microorganismos que se adhieren al relleno en forma de biopelícula, cuya formación y tipología dependerá de la carga orgánica de diseño. El agua residual discurre desde la parte superior del tanque hasta el fondo, con salida libre sin llegar a inundarlo. Para esto, se ha previsto un distribuidor móvil compuesto por dos brazos perforados, de forma que el agua impulsada desde la arqueta de bombeo sea regada por igual a través de toda la superficie del lecho. Debido al reducido diámetro de las conducciones, se ha previsto que la impulsión ascienda por el exterior del tanque y no por la columna central, de forma que cualquier labor de reparación por posibles atascos pueda realizarse cómodamente Con objeto de controlar el caudal bombeado al lecho (tratamiento+recirculación) se ha previsto la instalación de un caudalímetro DN80.

La accesibilidad a la parte superior del lecho queda garantizada con una escalera de trazado curvo que cubre menos de la mitad del perímetro del lecho. Esta se encuentra separada del muro y soportada mediante pilares HEB-160. Todo el perímetro del lecho será transitable en la parte superior gracias a una pasarela de 1.20 m conformada por un tramex de PRFV apoyado en perfiles UPN-140. Cabe destacar que se ha dispuesto un tramex superior, por encima del relleno, con objeto de facilitar las labores de mantenimiento en el distribuidor, el cual irá apoyado sobre vigas IPE-120. La luz de huecos es de 50 mm de forma que permita el correcto rociado del agua.



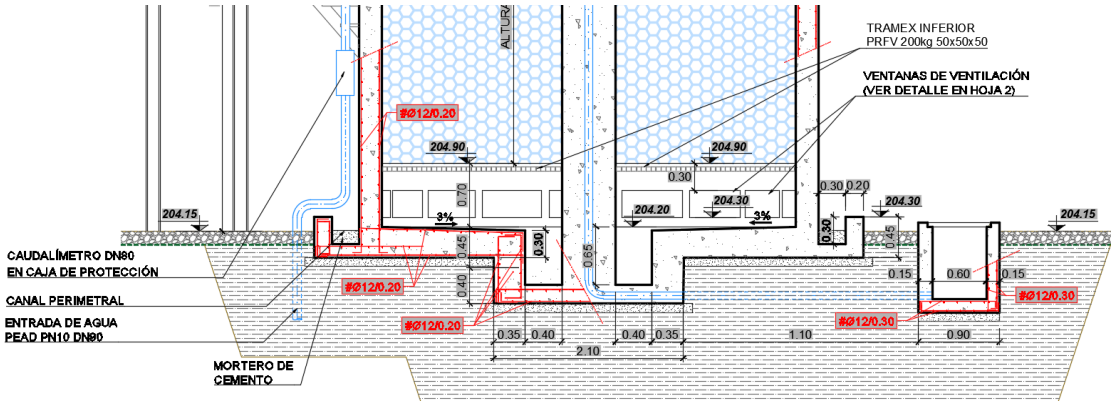
Esquema de la parte superior del lecho

Para el material filtrante se ha considerado un relleno desordenado en polipropileno con superficie específica de 140 m²/m³, siendo este el más recomendable según la normativa alemana para lechos con bajas cargas orgánicas de trabajo.



Relleno desordenado en polipropileno de 140 m²/m³

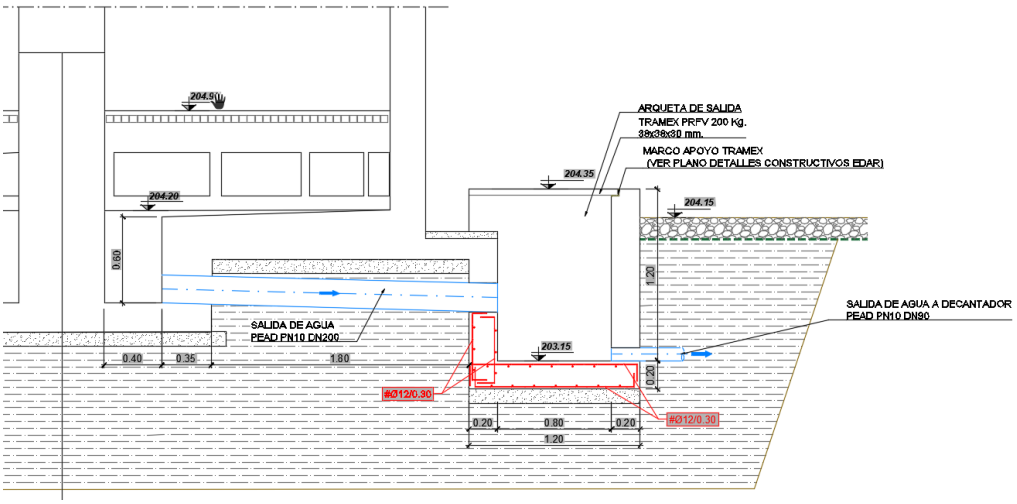
Este medio de soporte se dispone sobre un falso fondo drenante, conformado por un tramex de 50x50x50 mm (al igual que el dispuesto en la cubierta), apoyado en vigas y muretes de hormigón armado.



Esquema de la parte inferior del lecho

El desagüe del lecho tiene lugar desde una poceta central, conduciéndose al exterior a través de un tubo de polietileno de 200 mm de diámetro. Se ha previsto una sección amplia de este tubo

con objeto de evitar atascos, ya que al estar ubicado bajo la losa de cimentación su mantenimiento sería complejo. Adicionalmente, se ha previsto una canaleta exterior perimetral con objeto de conducir posibles pérdidas de agua que se produzcan por los huecos de ventilación del lecho.



Detalle de la salida del agua en el lecho

Estos huecos o mirillas permiten la ventilación natural del lecho y se encuentran ubicadas de forma que la piezométrica aguas abajo del lecho quede con resguardo respecto a la base de las ventanas, evitando así que el agua depurada salga por estos huecos. Se han previsto unas pletinas de acero inoxidable de forma que el futuro explotador pueda regular la apertura de estos huecos según la época del año.

Al no funcionar el lecho de forma inundada, el aire circulará por los intersticios del relleno plástico, garantizando el aporte de oxígeno durante el proceso de depuración. La circulación de aire es posible siempre que exista una diferencia de temperatura entre el agua de tratamiento y el aire, lo cual se ha comprobado con los registros realizados en la campaña de aforos y analíticas.

Siguiendo el esquema presentado por la normativa alemana ATV-281E, el procedimiento de cálculo sería el siguiente:

1. Determinar el volumen necesario estableciendo una carga orgánica de partida de 0.40 kg DBO/m³/d. Para ello se debe tener en cuenta tanto el caudal y concentración de diseño del tratamiento biológico como las de la corriente de recirculación. Con relación a esto último, la ATV recomienda que la concentración de DBO_5 en el caudal recirculado debe ser inferior a 150 mg/l. Para cumplir con esto, habitualmente suelen ser suficientes ratios

de recirculación inferiores o igual a 1 si la concentración afluente a la EDAR es inferior a 400 mg/l. Como se verá posteriormente, en el caso que nos aplica, el ratio de recirculación seleccionado es mayor con objeto de garantizar una carga hidráulica adecuada.

2. Determinar la superficie requerida estableciendo una carga hidráulica de 0.8 m³/h/m².
3. Selección de la altura del lecho en función del volumen y superficie necesaria. Se deberá procurar que la altura esté en el entorno de los 4 metros, con objeto de garantizar una ventilación natural, por lo que en caso necesario se deberá variar el caudal de recirculación con objeto de reducir la altura.
4. Selección del diámetro y comprobación de cargas hidráulicas y orgánicas.
5. Determinación del número de mirillas (huecos de ventilación).
6. Cálculo del número de brazos distribuidores y el ratio de rotación considerando la fuerza de rociado.

A continuación, se presentan los cálculos realizados. Como puede verse, para poder implementar dos líneas de biológico (requisito establecido por el futuro explotador e ideal para el funcionamiento de cualquier EDAR), es preciso establecer un ratio de recirculación por encima del 100%. Para los escenarios de invierno únicamente operará una de las líneas, entrando en funcionamiento las dos para los de verano.

Lecho bacteriano					
		Año actual (2020)		***Año horizonte (2045)***	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Caudal medio	m³/h	4.36	7.63	5.64	10.17
Caudal máximo	m³/h	8.72	15.27	11.29	20.35
Concentración DBO afluente	mg/l	205.88	205.88	205.88	205.88
Concentración DBO efluente máxima	mg/l	25.00	25.00	25.00	25.00
Concentración SS afluente	mg/l	94.12	94.12	94.12	94.12
Concentración SS efluente	mg/l	35.00	35.00	35.00	35.00
Eficacia tratamiento biológico	%	88%	88%	88%	88%
Eficacia conjunta de la planta	%	92%	92%	92%	92%
Rendimiento eliminación DBO esperado	%	88%	88%	88%	88%
Concentración DBO efluente esperada	mg/l	24.71	24.71	24.71	24.71
Prámetros de diseño					
Carga orgánica	kgDBO/m³/d	0.40	0.40	0.40	0.40
Carga hidráulica	m³/h/m²	0.80	0.80	0.80	0.80
Número de unidades en funcionamiento	ud	1.00	2.00	1.00	2.00
Número de unidades a instalar	ud	2.00	2.00	2.00	2.00
Tipo de relleno			plástico		
Determinación de caudales y cargas entrada lecho					
DBO entrada máxima recirculación	mg/l	85.00	85.00	102.00	95.00
Tasa de recirculación teórica necesaria	%	200%	200%	134%	158%
Tasa de recirculación adoptada	%	200%	200%	135%	160%
Caudal de recirculación adoptado	m³/d	209.30	366.38	182.87	390.70
Caudal medio entrada a planta	m³/d	104.65	183.19	135.46	244.19
Caudal total	m³/d	313.96	549.58	318.32	634.89
Caudal por lecho (en paralelo)	m³/d	313.96	274.79	318.32	317.44
Carga total lechos	kg/d	26.72	46.77	32.41	59.93
		13.08	11.45	13.26	13.23
Determinación dimensiones lechos					

Lecho bacteriano

		Año actual (2020)		*Año horizonte (2045)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Volumen total mínimo requerido	m³	66.79	116.92	81.01	149.82
Superficie máxima según carga hidráulica	m²	16.35	28.62	16.58	33.07
Altura lecho	m	4.08	4.08	4.89	4.53
Altura lecho seleccionada	m	4.00	4.00	4.00	4.00
Superficie total requerida	m²	16.70	29.23	20.25	37.45
Radio mínimo	m	2.31	2.16	2.54	2.44
Radio adoptado	m	2.30	2.30	2.30	2.30
Superficie unitaria	m²	16.62	16.62	16.62	16.62
Volumen unitario	m³	66.48	66.48	66.48	66.48
Verificación parámetros diseño					
Carga orgánica lecho paralelo	kgDBO/m³/d	0.40	0.35	0.49	0.45
Carga hidráulica lecho paralelo	m³/h/m²	0.79	0.69	0.80	0.80
Superficie huecos ventilación					
Porcentaje mínimo huecos	%	20%	20%	20%	20%
Superficie unitaria lechos		16.62	16.62	16.62	16.62
Superficie mínima huecos por lecho		3.32	3.32	3.32	3.32
Altura huecos adoptada		0.30	0.30	0.30	0.30
Longitud de huecos necesaria		11.08	11.08	11.08	11.08
Espesor entre huecos		0.25	0.25	0.25	0.25
Número de huecos		14.00	14.00	14.00	14.00
Longitud unitaria de huecos		0.79	0.79	0.79	0.79
Producción de fangos					
Relación SS/DBO	-	0.46	0.46	0.46	0.46
Tasa de producción de fangos	kg MS/kg DBO eliminado	0.81	0.81	0.81	0.81
Producción de fangos	kg/d	15.31	26.80	19.82	35.73
Concentración	kg/m³	10.00	10.00	10.00	10.00
Caudal	m³/d	1.53	2.68	1.98	3.57

6.4.9 Decantación secundaria

El efluente de los lechos se conduce a dos decantadores (decantador secundario o clarificador) donde se separarán los flóculos biológicos del agua. Se han proyectado dos tanques de planta circular y alimentación central, con 5 metros de diámetro y 3.0 de calado recto útil. El fondo se configura con pendiente para facilitar la recogida de los fangos. Estos se concentran en la parte central gracias a la acción de un sistema de rasquetas de fondo sujetadas por un puente radial de tracción periférica. Posteriormente, se aspirarán desde una arqueta externa para su bombeo mediante bombas sumergidas hasta el espesador de fangos.

La extracción de lodos se debe realizar con una frecuencia tal que se evite la fermentación, lo cual generaría gases que ascenderían a superficie contaminando el efluente ya depurado.

En la superficie del decantador se dispone un vertedero perimetral de recogida del agua clarificada, con una chapa deflectora previa para evitar la salida de sobrenadantes. Esta tolva colectora cuenta con una toma de agua y válvula para poder llevar a cabo el lavado de esta. Del mismo modo que en el decantador primario, y debido a las pequeñas dimensiones, se ha dispuesto la canaleta perimetral de vertido en el exterior de forma que sea posible la instalación

del puente de barrido. El apoyo del puente deberá realizarse sobre el muro interno del decantador, para lo cual se han previsto huecos para el paso de agua de 1.70 m de largo y 0.50 m de alto.

Para el dimensionamiento se han tomado los siguientes parámetros:

- Carga hidráulica superficial a caudal medio ≤ 0.70 m³/h/m²
- Carga hidráulica superficial a caudal máximo ≤ 1.40 m³/h/m²
- Tiempo de retención a Qmed, mayor a 2 horas
- Tiempo de retención a Qmax mayor a 1 hora
- Calado mínimo sobre borde ≥ 2.70 m

Los pasos para determinar el diámetro y calado necesario son:

1. Establecer las cargas a emplear y con el caudal determinar la superficie y diámetro necesarios.
2. Seleccionar el mayor diámetro y rehacer los cálculos a la inversa comprobando las cargas de funcionamiento real. El diámetro mínimo por criterios de suministro de equipos será de 3 metros.
3. Seleccionar el calado necesario atendiendo al tiempo de retención recomendado.

Decantador secundario					
			Año actual (2020)	***Año horizonte (2045)***	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Caudal medio diseño (con recirculación)	m³/h	13.08	22.90	13.26	26.45
Caudal máximo horario	m³/h	8.72	15.27	11.29	20.35
Carga hidráulica máxima a Qmed	m³/h/m²	0.70	0.70	0.70	0.70
Carga hidráulica máxima a Qmax	m³/h/m²	1.40	1.40	1.40	1.40
Carga hidráulica sobre vertedero Qmed	m³/h/m	12.00	12.00	12.00	12.00
Carga hidráulica sobre vertedero Qmax	m³/h/m	15.00	15.00	15.00	15.00
Calado sobre borde mínimo	m	3.50	3.50	3.50	3.50
Tiempo de retención a Qmed	h	2.00	2.00	2.00	2.00
Tiempo de retención a Qmax	h	1.00	1.00	1.00	1.00
Nº de líneas	ud	1.00	2.00	1.00	2.00
Superficie necesaria según carga hidráulica					
Superficie Qmed	m²	18.69	16.36	18.95	18.90
Diámetro Qmed	m	4.88	4.56	4.91	4.90
Superficie Qmax	m²	6.23	5.45	8.06	7.27
Diámetro Qmax	m	2.82	2.63	3.20	3.04
Diámetro necesario según carga sobre vertedero					
Longitud Qmed	m	1.09	0.95	1.11	1.10
Diámetro Qmed	m	0.35	0.30	0.35	0.35
Longitud Qmax	m	0.58	0.51	0.75	0.68
Diámetro Qmax	m	0.19	0.16	0.24	0.22
Dimensiones elegidas					
Diámetro adoptado	m	5.00	5.00	5.00	5.00
Superficie resultante	m²	19.63	19.63	19.63	19.63
Volumen y calado					
Volumen para Qmed	m³	26.16	22.90	26.53	26.45

Decantador secundario					
		Año actual (2020)		*Año horizonte (2045)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Calado para Qmed	m	1.33	1.17	1.35	1.35
Volumen para Qmax	m³	8.72	7.63	11.29	10.17
Calado para Qmax	m	0.44	0.39	0.57	0.52
Calado seleccionado	m	3.00	3.00	3.00	3.00
Volumen final	m³	58.90	58.90	58.90	58.90
Comprobación cargas					
Carga hidráulica máxima a Qmed	m³/h/m²	0.67	0.58	0.68	0.67
Carga hidráulica máxima a Qmax	m³/h/m²	0.44	0.39	0.57	0.52
Carga hidráulica sobre vertedero Qmed	m³/h/m	0.83	0.73	0.84	0.84
Carga hidráulica sobre vertedero Qmax	m³/h/m	0.56	0.49	0.72	0.65
Tiempo de retención Qmed	h	4.50	5.14	4.44	4.45
Tiempo de retención Qmax	h	6.75	7.72	5.22	5.79

6.4.10 Desinfección del efluente

El efluente de la decantación secundaria es adecuado para el vertido en términos de materia orgánica y sólidos Sin embargo, en ninguno de los procesos anteriores se consigue eliminar en gran medida el contenido de microorganismos perjudiciales para el ser humano tales como bacterias, virus, amebas y otros. Uno de los indicadores de medida más conocido es el de los coliformes totales.

La destrucción o inactivación de estos componentes se denomina desinfección y la total eliminación, esterilización. Para el caso que nos compete, se plantea un sistema simple de desinfección que permita extraer un efluente de buenas condiciones para el medio como es la cloración, en caso de ser requerido por el Organismo de Cuenca. El cloro permanece en el agua durante largos periodos de tiempo, actuando sobre contaminaciones posteriores al tratamiento, es lo que se llama cloro residual. En el diseño del proceso se deberá prestar especial atención a la dosificación, de manera que el cloro residual en el efluente no sea perjudicial para el medio (la mezcla de cloro con ácidos húmicos procedentes de materia orgánica en el suelo es un producto cancerígeno).



Laberinto de cloración EDAR Aznalcóllar (Fuente: elaboración propia)

Para que el cloro y el efluente tratado permanezcan el suficiente tiempo en contacto como para que se dé la desinfección (mínimo de 15 minutos) se proyectan tanques de contactos con planta sinuosa o laberíntica. El almacenamiento, preparación y dosificación del reactivo se efectúa en un edificio anexo al laberinto, con ventilación independiente.

El dimensionado del tanque de cloración se ha realizado partiendo de un volumen (calado, ancho y largo) y comprobando que el tiempo de retención fuera el adecuado. El número de canales y la disposición de estos se obtiene de forma que la relación L/B esté entre 10 y 40, siendo L la longitud total que recorre el agua y B el ancho de cada canal.

Se ha optado por un recinto de planta laberíntica, conformado por dos canales de 0.60 metros de ancho y 3.00 de largo.

Laberinto de Cloración

		Año actual (2020)		*Año horizonte (2045)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Caudal medio diario	m³/dia	104.65	183.19	135.46	244.19
Caudal máximo	m³/h	8.72	15.27	11.29	20.35
Dimensiones necesarias del tanque					
Calado en el tanque	m	1.50	1.50	1.50	1.50
Ancho estimado	m	1.20	1.20	1.20	1.20
Longitud seleccionada	m	3.00	3.00	3.00	3.00
Volumen del tanque	m³	5.40	5.40	5.40	5.40
Comprobación velocidad y tiempo retención					
Nº de canales	m	2.00	2.00	2.00	2.00
Ancho de cada recinto	m	0.60	0.60	0.60	0.60
Largo del recorrido total	m	7.20	7.20	7.20	7.20
Relación L/a	-	12.00	12.00	12.00	12.00
Tiempo de retención a Qmax	min	37.15	21.22	28.70	15.92
Tiempo de retención a Qmed	min	74.30	42.45	57.41	31.84

Laberinto de Cloración

		Año actual (2020)		*Año horizonte (2045)*	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Desinfectante					
Agente químico			Hipoclorito sódico		
Riqueza	g/l	122.00	122.00	122.00	122.00
Dosis	mg/l	6.00	6.00	6.00	6.00
Caudal de dosificación máximo	l/h	0.43	0.75	0.56	1.00
Consumo medio de solución	l/dia	5.15	9.01	6.66	12.01
Autonomía a caudal medio necesaria	dias	15.00	15.00	15.00	15.00
Volumen necesario	l	77.20	135.14	99.93	180.14
Número de depósitos adoptados	ud	1.00	1.00	1.00	1.00
Volumen necesario por depósito	l	77.20	135.14	99.93	180.14
Volumen adoptado por depósito	l	500.00	500.00	500.00	500.00
Máximo porcentaje llenado	%	30.00	55.00	45.00	70.00
Autonomía a caudal medio final	dias	29.14	30.52	33.77	29.14
Bomba dosificadora tanque cloración					
Capacidad dosificación máxima necesaria	l/h	0.43	0.75	0.56	1.00
Número de bombas activas	ud	1.00	1.00	1.00	1.00
Número de bombas reserva	ud	1.00	1.00	1.00	1.00
Capacidad unitaria necesaria	l/h	0.43	0.75	0.56	1.00
Capacidad unitaria adoptada	l/h	5.00	5.00	5.00	5.00

Tras la salida del laberinto y una vez se hayan unido todos los efluentes de la planta, se realizará una medida de caudal mediante canal Parshall de 6''.

6.4.11 Bombeo de purga del fango

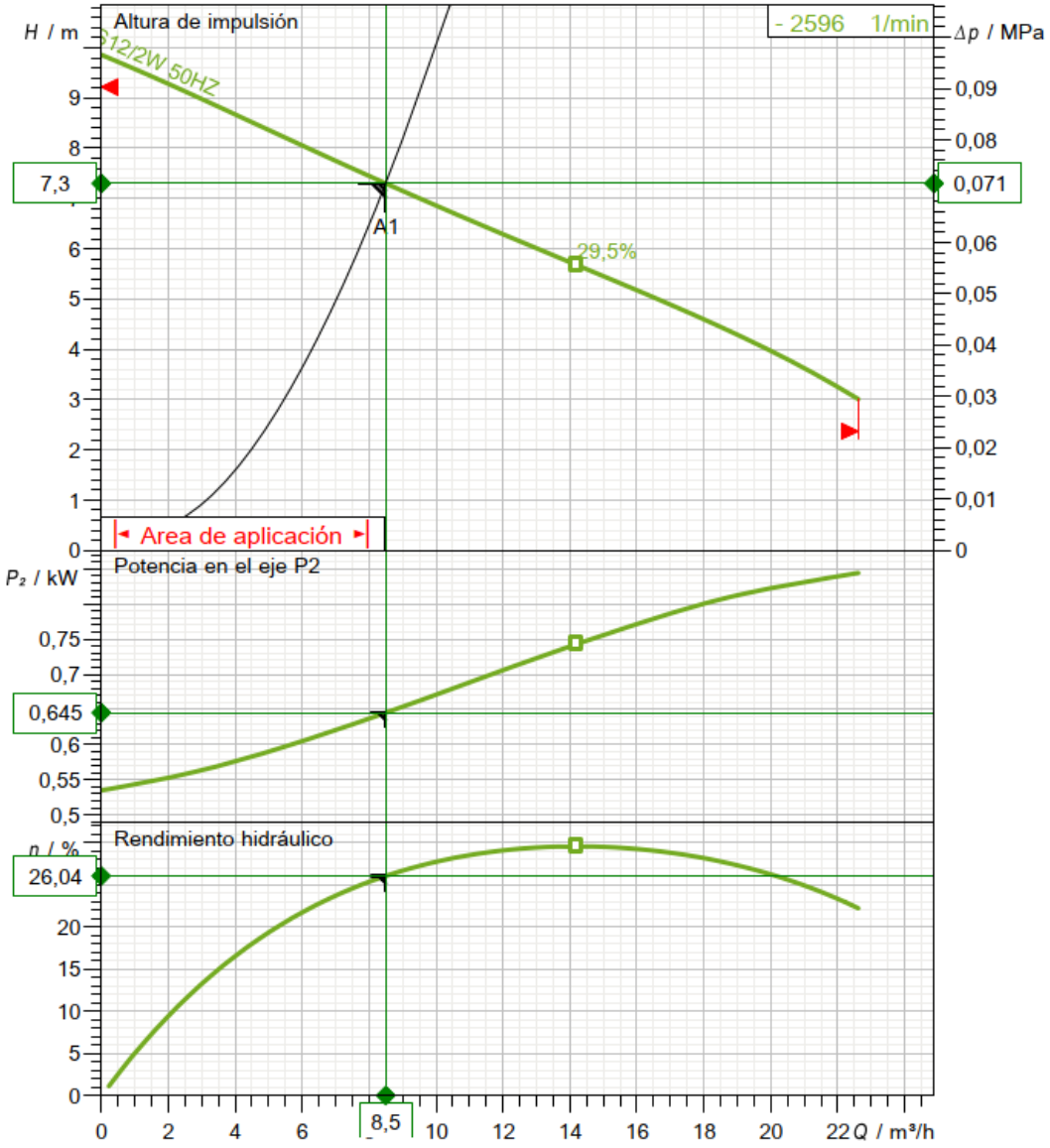
Para la purga hacia el espesador se ha considerado que los 8.78 m³/día producidos en el año horizonte se purguen en 1 horas al día, disponiéndose para ello dos bombas en configuración 1+1R de 8.5 m³/h de caudal unitario.

A continuación, se presenta el cálculo de esta impulsión:

- Caudal de impulsión total: 8.5 m³/h
- Altura geométrica de impulsión: 5.90 metros
- Altura manométrica de impulsión: 7.29 metros. El cálculo de las pérdidas es el siguiente:

Longitud conducción	m	43.00
Diámetro interior conducción	m	0.08
Rugosidad absoluta	mm	0.040
Velocidad	m/s	0.44
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	35367.77
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.13
Válvula de corte totalmente abierta		1.00
Válvula de retención		1.00
Derivación en T		1.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	4.50
Pérdidas localizadas totales	m	0.04

Pérdidas totales	m	0.17



6.4.12 Espesamiento del fango

A la salida del decantador secundario los lodos presentan una concentración de 8 kg/m³. De ahí hasta las concentraciones de 200 kg/m³ que se pueden obtener en el proceso de deshidratación, es posible reducir algo más el contenido del agua en el fango para conseguir un proceso de deshidratación más eficiente. Por ello se proyecta un espesador por gravedad, con el que se consigue alcanzar una concentración de hasta 30 kg/m³ (valor máximo de cálculo recomendado). En general el proceso de cálculo se basa en establecer las cargas usuales de trabajo y determinar con ellas la superficie mínima necesaria.

Con todo esto resulta un espesador de 2.00 metros de calado útil y 2.00 metros de diámetro, capaz de almacenar los fangos generados durante al menos 2 días para el año horizonte.

Espesador de fangos por gravedad					
		Año actual (2020)		***Año horizonte (2045)***	
	unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Carga diaria fango primario	kg MS/dia	14.77	25.86	19.12	34.47
Carga diaria fango en secundario	kg MS/dia	15.31	26.80	19.82	35.73
Carga diaria de fangos	kg MS/dia	30.09	52.67	38.94	70.20
Concentración del fango de entrada	%	0.80	0.80	0.80	0.80
Volumen diario de fangos	m³/dia	3.76	6.58	4.87	8.78
Caudal de fangos a espesador	m³/h	0.16	0.27	0.20	0.37
Carga hidráulica	m³/m²/h	0.50	0.50	0.50	0.50
Carga de sólidos	kg/m²/dia	30.00	30.00	30.00	30.00
Concentración del fango de salida	%	3.00	3.00	3.00	3.00
Dimensiones necesarias del tanque					
Nº de unidades	ud	1.00	1.00	1.00	1.00
Superficie por carga de solidos	m²	1.00	1.76	1.30	2.34
Diámetro por carga de sólidos	m	1.13	1.50	1.29	1.73
Superficie por carga hidráulica	m²	0.31	0.55	0.41	0.73
Diámetro por carga hidráulica	m	0.63	0.84	0.72	0.96
Dimensiones seleccionadas					
Altura util	m	2.00	2.00	2.00	2.00
Diámetro adoptado	m	2.00	2.00	2.00	2.00
Diámetro cono inferior	m	2.00	2.00	2.00	2.00
Ángulo del cono	grados	60.00	60.00	60.00	60.00
Altura troncocónica	m	0.00	0.00	0.00	0.00
Altura parte cilíndrica	m	2.00	2.00	2.00	2.00
Volumen parte troncocónica	m³	0.00	0.00	0.00	0.00
Volumen parte cilíndrica	m³	6.28	6.28	6.28	6.28
Volumen total	m³	6.28	6.28	6.28	6.28
Superficie	m²	3.14	3.14	3.14	3.14
Parámetros de funcionamiento					
Carga de sólidos	kg/m²/dia	9.58	16.76	12.40	22.35
Carga hidráulica	m³/m²/h	0.05	0.09	0.06	0.12
Caudal de lodos espesado	m³/dia	1.00	1.76	1.30	2.34
Tiempo de retención	dias	6.27	3.58	4.84	2.69
Caudal de sobrenadante	m³/dia	2.76	4.83	3.57	6.44

El espesador contará con una cubierta de PRFV y una escalera para acceso al mismo.



Espesador EDAR Aznalcóllar (Fuente: fabricante)

Desde el espesador se bombearán los fangos hacia la deshidratación mediante una bomba de tornillo helicoidal con caudal nominal de 1.5 m³/h, altura máxima de bombeo de 10 metros, velocidad de trabajo de 120 rpm y potencia de 1,1kW. Se colocará un equipo de reserva y el accionamiento será mediante variador de frecuencia.

Para el control de caudal de lodo enviado a deshidratación, se instalará un caudalímetro DN80 en el interior de edificio de instalaciones, antes de la adición del polielectrolito.

6.4.13 Deshidratación del fango

Se ha proyectado un proceso de deshidratación basado en el empleo de una decantadora centrífuga, pues es de los sistemas que mayor eficiencia puede aportar en el proceso de reducción de volumen del fango.

La centrífuga se ha dimensionado de manera que el contenido en materia seca sea superior al 22% con la máquina trabajando 2 días a la semana y en torno a 5 horas al día. Se ha considerado un equipo en reserva.

Así pues, dada la cantidad de fangos purgada del espesador, las concentraciones de entrada y salida y el rango de funcionamiento, se estima el caudal horario a tratar y la carga horaria. Con ello se escoge la centrífuga adecuada. El volumen de fangos deshidratados se obtiene tras aplicar las concentraciones antes indicadas (del 3% al 22%), con lo que se selecciona el sistema de almacenamiento adecuado.

Deshidratador de fangos				
		Año actual (2020)		***Año horizonte (2045)***	
unidades	Invierno	Verano	Invierno	Verano

Carga de fangos mixtos	kg/dia	30.09	52.67	38.94	70.20
Concentración de fangos entrada	%	3.00	3.00	3.00	3.00
Concentración de fangos salida	%	22.00	22.00	22.00	22.00
Dias de funcionamiento por semana	dias/semana	2.00	2.00	2.00	2.00
Hora de funcionamiento al dia	h/dia	5.00	5.00	5.00	5.00
Parámetros de funcionamiento					
Caudal de fangos a tratar	m³/h	0.70	1.23	0.91	1.64
Carga de fangos a tratar	kg/h	21.06	36.87	27.26	49.14
Densidad fango deshidratado	t/m³	1.05	1.05	1.05	1.05
Volumen de fangos deshidratados	m³/dia	0.48	0.84	0.62	1.12
Peso fango deshidratado	t/dia	0.50	0.88	0.65	1.17
Equipo deshidratación adoptado					
Tipo			Separadora centrífuga		
Carga máxima de sólidos por centrífuga	kg/h	60.00	60.00	60.00	60.00
Número de centrífugas necesario	ud	0.35	0.61	0.45	0.82
Número de centrífugas activas	ud	1.00	1.00	1.00	1.00
Caudal de fango adoptado por centrífuga	m³/h	2.00	2.00	2.00	2.00
Horas de funcionamiento dia adoptadas	h	1.76	3.07	2.27	4.10
Potencia unitaria del motor	kW	22.00	22.00	22.00	22.00
Acondicionamiento químico					
Agente			Polielectrolito catiónico		
Dósis máxima	kg/t MS	7.00	7.00	7.00	7.00
Concentración de preparación	g/l	4.00	4.00	4.00	4.00
Volumen de solución a preparar diariamente	l/h	36.86	64.52	47.70	86.00
Consumo anual	kg/año	76.66	134.19	99.22	178.87
Transporte de fangos deshidratados					
Tipo equipo transporte			Tornillo sin fin		
Número equipos elevación	ud	1.00	1.00	1.00	1.00
Número equipos reserva	ud	1.00	1.00	1.00	1.00
Caudal unitario necesario	m³/h	0.10	0.17	0.12	0.22
Caudal unitario adoptado	m³/h	2.50	2.50	2.50	2.50
Potencia unitaria del motor	kW	0.55	0.55	0.55	0.55
Accionamiento			Eléctrico		
Almacenamiento de fango deshidratado					
Tipo			Tolva		
Autonomía mínima	dias	15.00	15.00	15.00	15.00
Número de unidades adoptadas	ud	1.00	1.00	1.00	1.00
Volumen unitario necesario	m³	2.05	3.59	2.66	4.79
Volumen unitario adoptado	m³	10.00	10.00	10.00	10.00
Autonomía real	dias	73.12	41.77	56.49	31.34

6.4.14 Desodorización

Se ha previsto una desodorización para el edificio de instalaciones, la sala donde se encuentra la deshidratación, la sala de residuos del pretratamiento, la atmosfera libre del espesador y la tolva, extrayendo el aire del interior y conduciéndolo hacia un filtro de carbón activo. El caudal de aire se ha calculado a partir de las renovaciones por hora estableciendo un valor de 10.

En la sala de deshidratación, la cual presenta una superficie de 48,5 m² y una altura libre de 4,35 m, el volumen de aire a renovar es de 211 m³. Por su parte, la sala de residuos tiene una superficie de 42,35 m² y una altura de 4,35 m, lo que resulta un volumen de aire a renovar de 184,20 m³. Si se añade la atmósfera libre del espesador, de 6,30 m³ y el volumen de la tolva 20m³, hace un volumen total de aire a renovar de 421,5 m³.

Considerando las diez renovaciones a la hora, se tiene un caudal total de aire a extraer por la desodorización de 4.215 m³/h.

El equipo de desodorización seleccionado según los datos del fabricante es capaz de tratar dicho caudal con un ventilador habilitado hasta una presión de 1.862 Pa. A continuación, se detallan los cálculos realizados para obtener las pérdidas de carga en los conductos de extracción, así como en sus singularidades, comprobando que la presión es asumible por el ventilador del equipo de desodorización.

6.4.14.1 Datos de partida y resultados obtenidos

- Altitud geográfica: 204,00 msnm.
- Caudal de aspiración y descarga: 4.213 m³/h.
- Presión estática necesaria: 146,40 Pa.
- Presión total necesaria: 125,02 Pa.
- Temperatura del aire en los conductos: 20,0 °C.
- Velocidad de descarga: 5,96 m/s.

6.4.14.2 Método de cálculo.

Las fórmulas de cálculo que se han utilizado son las expuestas en el manual ASHRAE HANDBOOK. FUNDAMENTALS 1997 editado por la American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.

Pérdidas de presión por fricción:

$\Delta P_f = f \cdot \frac{L}{Dh} \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$ y utilizando la ecuación de Blasius $f = 0{,}173 \cdot \alpha \cdot Re^{-0.18} \cdot Dh^{-0.04}$

se obtiene la ecuación para el aire húmedo:

$$\Delta P_f = \alpha \cdot 14{,}1 \cdot 10^{-3} \cdot L \cdot \frac{v^{1,82}}{Dh^{1,22}}$$

Esta ecuación es válida para temperaturas comprendidas entre 15,0 °C y 40,0 °C, presiones inferiores a la correspondiente a una altitud de 1.000,00 m, y humedades relativas comprendidas entre 0% y 90%.

Siendo:

ΔPf: Pérdidas de presión por fricción en Pa.
f: Factor de fricción (adimensional).
ε:: Rugosidad absoluta del material en mm.
Dh: Diámetro hidráulico en m.
v: Velocidad en m/s.
Re: Número de Reynolds (adimensional).
L: Longitud total en m.
α: Factor que depende del material utilizado (adimensional).

Pérdidas de presión por singularidades:

$$\Delta P_s = Co \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

Siendo:

ΔPs: Pérdidas de presión por singularidades en Pa.
Co: coeficiente de pérdida dinámica (adimensional).
v: Velocidad en m/s.
ρ: Densidad del aire húmedo kg/m³.

Los coeficientes Co de pérdida de carga dinámica se tienen tabulados para los distintos tipos de accesorios normalmente utilizados en las redes de conductos.

Métodos de dimensionamiento:

Para el dimensionado del circuito de retorno se ha utilizado el método de rozamiento constante.

Consiste en calcular los conductos de forma que la pérdida de carga por unidad de longitud en todos los tramos del sistema sea idéntica. El área de la sección de cada conducto está relacionada únicamente con el caudal de aire que transporta, por tanto, a igual porcentaje de caudal sobre el total, igual área de conductos.

La presión estática necesaria en el ventilador se calcula teniendo en cuenta la pérdida de carga en el tramo de mayor resistencia y la ganancia de presión debida a la reducción de la velocidad desde el ventilador hasta el final de este tramo.

6.4.14.3 Conductos de extracción

La red de conductos de retorno consta de **14** conductos y **11** bocas de distribución. Los resultados detallados tramo a tramo se exponen en los anejos de cálculo incluidos en esta memoria. A continuación, se detallan los resultados más importantes:

- Caudal de retorno **4.213 m³/h**.

- Pérdida de carga en el conducto principal **3,098 Pa/m**.
- La mayor pérdida de carga se produce en la boca **Boca retorno [21]** y alcanza el valor **125,02 Pa**.
- La menor pérdida de carga se produce en la boca **Boca retorno [12]** y alcanza el valor **20,48 Pa**.
- La máxima velocidad se alcanza en el conducto **Conducto [13-14]** y tiene el valor **6,87 m/s**.
- La mínima velocidad se alcanza en el conducto **Conducto [6-7]** y tiene el valor **2,23 m/s**.

6.4.14.4 Detalle del cálculo de las unidades terminales del subsistema *ventilador*

DETALLE DEL CÁLCULO DE UNIDADES TERMINALES DEL SUBSISTEMA VENTILADOR EN LÍNEA RECTANGULAR										
Ref.	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. (m³/h)	Q real (m³/h)	Nivel s. (dBA)	S Sal. (m²)	V Sal. (m/s)	ΔPs (Pa)	ΔPb (Pa)	ΔPe (Pa)	ΔPv (Pa)
BR [7]	RHV 200x100	63,0	63,0	13	0,00600	2,91	0,16	7,58	76,39	48,63
BR [9]	RHV 600x100	200,0	200,0	12	0,02000	2,78	0,24	6,88	78,46	46,55
BR [12]	100616- 825x75	422,0	422,0	23	0,02700	3,45	-11,87	11,87	104,54	20,48
BR [13]	100616- 825x75	422,0	422,0	23	0,02700	3,45	-11,87	11,87	98,24	26,77
BR [14]	100616- 825x75	422,0	422,0	23	0,02700	3,45	-11,87	11,87	89,74	35,27
BR [16]	100616- 825x75	422,0	422,0	23	0,02700	3,45	15,56	11,87	32,30	92,72
BR [17]	100616- 825x75	422,0	422,0	23	0,02700	3,45	12,14	11,87	25,17	99,85
BR [18]	100616- 825x75	460,0	460,0	25	0,02700	3,76	-5,23	14,11	50,46	74,55
BR [19]	100616- 825x75	460,0	460,0	25	0,02700	3,76	1,44	14,11	35,51	89,51
BR [20]	100616- 825x75	460,0	460,0	25	0,02700	3,76	18,48	14,11	8,09	116,93
BR [21]	100616- 825x75	460,0	460,0	25	0,02700	3,76	14,28	14,11	0,00	125,02

Δ Ps: Pérdida de presión en las transformaciones de conexión;
Δ Pb: Pérdida de presión en la boca;
Δ Pc: Pérdida de presión en el conducto de conexión;
Δ Pe.: Pérdida de presión provocada en la compuerta para el equilibrado del sistema;
Δ Pv: Presión total necesaria desde el ventilador.

6.4.14.5 Detalle del cálculo de los colectores del subsistema *ventilador*

DETALLE DEL CÁLCULO DE CONDUCTOS DEL SUBSISTEMA VENTILADOR EN LÍNEA RECTANGULAR											
Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área (m²)	Ø eqv. (mm)	Long. (m)	Leqv. (m)	Caudal (m³/h)	Veloc. (m/s)	ΔPs (Pa)	ΔPf (Pa)	ΔPc (Pa)	Pv (Pa)
CON [1-2]	Ø500	0,19635	500	2,000	1,715	4.213,0	5,96	1,41	1,65	3,06	3,06
CON [3-4]	Ø160	0,02011	160	8,477	7,652	263,0	3,63	10,28	11,39	21,68	24,74
CON [6-7]	Ø100	0,00785	100	7,367	9,123	63,0	2,23	8,93	7,21	16,15	40,89
CON [8-9]	Ø160	0,02011	160	8,464	9,542	200,0	2,76	7,79	6,91	14,70	39,44
CON [11-12]	Ø500	0,19635	500	10,175	13,601	3.950,0	5,59	9,97	7,45	17,42	20,48
CON [12-13]	Ø450	0,15904	450	1,500	4,823	3.528,0	6,16	4,80	1,49	6,29	26,77
CON [13-14]	Ø400	0,12566	400	1,500	4,573	3.106,0	6,87	6,40	2,10	8,50	35,27
CON [14-15]	Ø400	0,12566	400	0,797	5,803	2.684,0	5,93	6,22	0,85	7,08	42,35
CON [15-16]	Ø250	0,04909	250	1,500	16,386	844,0	4,78	21,01	1,92	22,94	65,29
CON [16-17]	Ø200	0,03142	200	1,500	8,315	422,0	3,73	8,93	1,61	10,54	75,83
CON [15-18]	Ø Ø350	0,09621	350	2,158	20,433	1.840,0	5,31	21,10	2,23	23,33	65,68
CON [18-19]	Ø315	0,07793	315	1,330	6,784	1.380,0	4,92	6,92	1,36	8,28	73,96
CON [19-20]	Ø250	0,04909	250	1,337	5,581	920,0	5,21	8,37	2,01	10,38	84,34
CON [20-21]	Ø200	0,03142	200	1,333	8,445	460,0	4,07	10,61	1,68	12,29	96,63

Ø eqv.: Diámetro del conducto circular equivalente;
Long.: Longitud de conducto recto;
Leqv.: Longitud equivalente de conducto recto debida a las transformaciones y codos;
Δ Ps.: Pérdida de presión en los accesorios y singularidades;

Δ Pf.: Pérdida de presión por fricción;
Δ P: Pérdida de presión total en el conducto;
Pt. final: Presión total al final del conducto.

6.4.15 Bombeo de vaciados

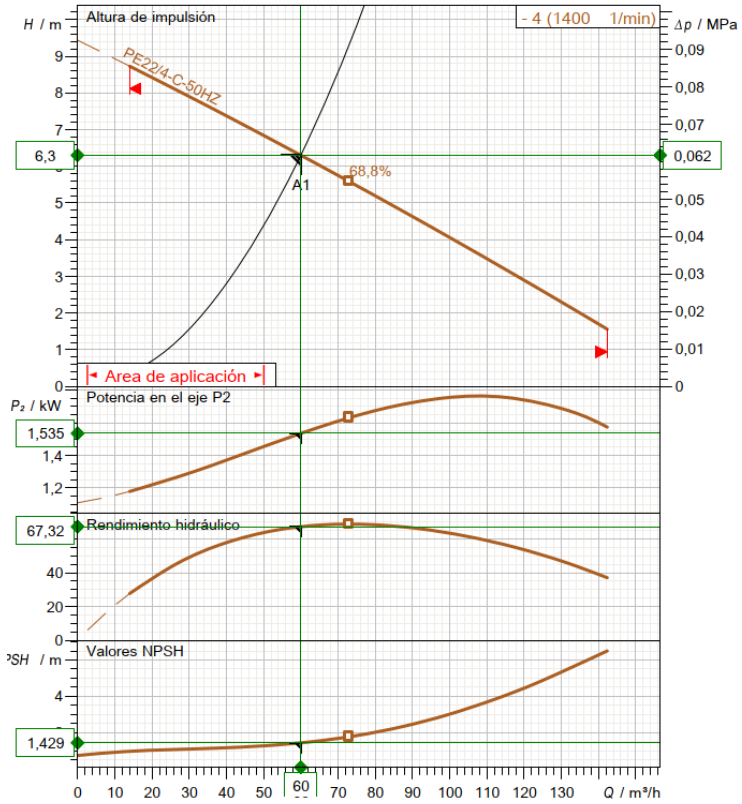
El bombeo de vaciados se encuentra en una arqueta contigua a la de bombeo de fangos, y su objetivo es impulsar el agua procedente de los vaciados de los recintos hasta la cabecera de planta. Los requerimientos de diseño para el dimensionamiento de este bombeo son:

- Caudal de impulsión: 120 m³/h (se consideran dos unidades de 60 m³/h)
- Altura geométrica de impulsión: 5.65 m
- Altura manométrica de impulsión: 6.26 m. El cálculo de las perdidas es el siguiente:

Cálculo pérdidas impulsión vaciados		
Longitud conducción	m	4.50
Diámetro interior conducción	m	0.15
Rugosidad absoluta	mm	0.040
Velocidad	m/s	0.94
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	141471.06
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.02
Válvula de corte totalmente abierta		1.00
Válvula de retención		1.00
Derivación en T		1.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	4.50
Pérdidas localizadas totales	m	0.20
Pérdidas totales	m	0.23
Longitud conducción	m	52.00
Diámetro interior conducción	m	0.20
Rugosidad absoluta	mm	0.040
Velocidad	m/s	1.06
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	212206.59
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.25
Estrechamiento		1.00
Ensanchamiento		1.00
Caudalímetro		0.00
Codo a 45º		1.00
Codo a 90º	ud	2.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	2.30
Pérdidas localizadas totales	m	0.13
Pérdidas totales	m	0.38

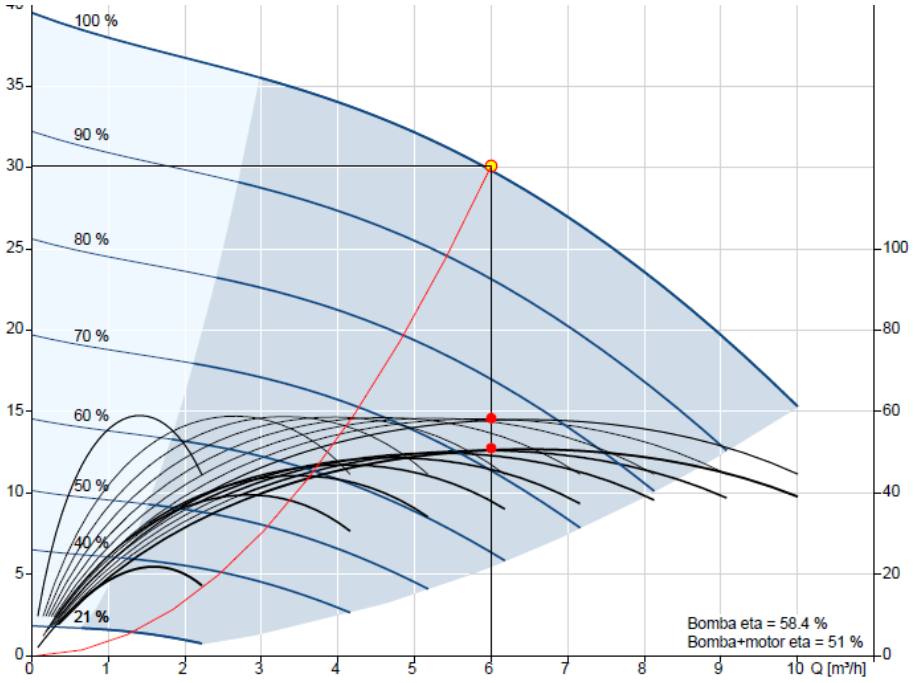
Se ha optado por una configuración de dos equipos (en funcionamiento según 1+1R o 2+0R, a criterio del explotador), con unas bombas centrífugas sumergibles cuyas características y punto de funcionamiento se detallan en la siguiente figura.

Este pozo recibe el vaciado de los decantadores, pretratamiento, espesador y laberinto y lo conducirá hasta la arqueta de llegado, así como el escurrido del clasificador de arenas, sobrenadantes de decantadores y espesador y saneamiento de los edificios.



6.4.16 Bombeo de agua de servicio

El bombeo de las aguas de servicio se realizará mediante un grupo de presión dispuesto en un edificio contiguo al tanque de cloración, del cual se abastecerá para su suministro. Se ha previsto un grupo capaz de bombear 6m³/h con una presión de 30 mca, cuyas características y punto de funcionamiento se detallan en la siguiente figura.



Curva característica grupo de presión (Fuente: fabricante)

6.5. LÍNEA PIEZOMÉTRICA

Partiendo de la cota de restitución a cauce y estudiando las pérdidas de carga en las distintas conducciones y singularidades aguas arriba, se ha calculado la cota mínima que podrá alcanzar el fluido en el pozo de salida de la EDAR. Con esto, se ha comprobado que la red general de alivio llegue al pozo de salida a una cota igual o superior a esta. Por su parte, estableciendo la lámina de agua deseada en el canal de salida, y calculando las pérdidas en cada elemento aguas arriba del mismo, se ha calculado la altura de descarga de las impulsiones en cabecera de planta.

Debido a la configuración del proceso biológico adoptado es necesario que la lámina de agua en el decantador secundario quede por debajo del terreno, de forma que la piezométrica se mantenga por debajo de los huecos de ventilación del lecho.

Con todo ello, se ha establecido la piezométrica de funcionamiento. Como podrá comprobarse en los cálculos, la rasante de salida de la cloración se encuentra a una cota superior a la lámina de inundación correspondiente a 500 años de período de retorno, por lo que el funcionamiento normal de la planta no se verá comprometido ante posibles crecidas del río Guadiaro.

6.5.1 Parámetros de cálculo

6.5.1.1 Pérdidas de carga en singularidades

Las pérdidas de carga ocurridas en las piezas especiales de la red de tuberías se han calculado utilizando la relación:

$$h_L = K \cdot \frac{v^2}{2g}$$

siendo,

K, el coeficiente de pérdidas de carga (adimensional)
v, la velocidad media del fluido en el tramo de tubería adyacente a la pieza especial (m/s)
g, aceleración de la gravedad (m/s²)

A continuación, se resumen en la siguiente tabla los coeficientes de pérdidas empleados:

Elemento	Coeficiente K
Codo a 180°	0.45
Codo a 90º	0.4
Codo a 45º	0.2
Derivación en T	1.8
Flujo en línea en T	0.6
Estrechamiento	0.5
Ensanchamiento	0.8
Embocadura arista viva	0.5
Desembocadura arista viva	1.0
Válvula de compuerta totalmente abierta	0.2
Válvula de retención totalmente abierta	2.5
Entrada en pozo	0.2
Salida de pozo	0.3

6.5.1.2 Pérdidas de carga en conducciones

Para el cálculo de las pérdidas producidas en tuberías a sección llena se ha optado por considerar la formulación de Darcy-Weisbach:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

siendo,

f, el coeficiente de rozamiento

L, longitud de la tubería

D, diámetro de la tubería

g, aceleración de la gravedad

El coeficiente de rozamiento depende del tipo de régimen de turbulencia, de la rugosidad de la tubería, de la viscosidad del fluido y del diámetro. Se propone emplear las simplificaciones llevadas a cabo por Colebrook en las que el factor de fricción se obtiene de forma implícita a partir de la siguiente expresión:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot log\left(\frac{2.51}{R_e \cdot \sqrt{f}} + \frac{k}{3.71 \cdot D}\right)$$

siendo,

f, el coeficiente de rozamiento

R_e, el número de Reynolds $R_e = {v \cdot D}/{\vartheta}$, con ϑ como viscosidad cinemática del agua (a 10º es de $1.31 \cdot 10^{-6}$ m²/s)

k, la rugosidad absoluta de la pared (0.005 mm para PE y 0.04 mm para acero inoxidable soldado)

D, diámetro de la tubería

En el caso de secciones parcialmente llenas, se ha adoptado la formulación de Manning, la cual se detalla en el siguiente punto.

6.5.1.3 Pérdidas de carga en canales

Por la simplicidad y por el considerable volumen de datos experimentales disponibles para estimar el coeficiente de rozamiento, se ha optado por emplear la formulación de Manning para el cálculo de flujo en canales abiertos:

$$v = \frac{{R_h}^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

siendo,

v, la velocidad en la sección

R_h, el radio hidráulico de la sección

S, la pendiente de la solera (asumiendo flujo uniforme)

n, coeficiente de pérdidas establecido en función del material del canal o tubería (0.013 para hormigón y 0.009 para PVC)

6.5.1.4 Dimensionamiento de vertederos

Con objeto de simplificar los cálculos, se han diseñado todos los vertederos de la instalación como vertederos libres, es decir, que la altura de la lámina de agua aguas abajo del mismo es inferior a 2/3 de la altura aguas arriba. Por su parte, se han considerado dos tipos o geometrías de vertido: vertedero lineal para la mayoría de los recintos y vertedero circular de dientes (Vertedero Thompson) para el decantador secundario.

En el lineal, el caudal aliviado viene dado por la siguiente expresión:

$$Q = \mu \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

siendo,

μ, el coeficiente de caudal del vertedero
L, la longitud de vertedero
g, aceleración de la gravedad
h, sobreelevación de la lámina de flujo aguas arriba del vertedero

Por su parte, en el vertedero triangular se tiene que el caudal desaguado viene dado por la expresión de Thomson, que considera ángulo de 90° y coeficiente de descarga de 0.593, siendo su expresión final la siguiente:

$$q = 1.42 \cdot h^{5/2}$$

siendo,

q, el caudal unitario por cada diente

h, sobreelevación de la lámina de flujo aguas arriba del vertedero

6.5.2 Cálculo de la línea piezométrica

A continuación, se tabulan los cálculos realizados y resultados obtenidos. Todos los valores mostrados en azul corresponden a datos de entrada y el resto, a los obtenidos mediante

operaciones con los anteriores. Los caudales de cálculo de cada tramo son los indicados al comienzo de este apartado 7.

Pérdidas de carga en entrada		
Lámina de agua máxima en cámara llegada	m	205.42
Paso arqueta rotura a tanque homogeneización		
Longitud aliviadero	m	1.00
Coeficiente escurrimiento	-	1.85
Altura sobre vertedero	m	0.07
Cota labio vertido a tanque	m	205.35
Resguardo con labio a desbaste	m	0.01
Lámina de agua en cámara entrada (sin alivio)	m	205.34
Paso arqueta rotura a desbaste		
Longitud aliviadero	m	1.00
Coeficiente escurrimiento	-	1.85
Altura sobre vertedero	m	0.04
Cota labio vertido a camara salida desbaste	m	205.30
Resguardo sobre vertedero	m	0.27
Lámina de agua en camara salida a desbaste	m	205.03
Cota solera camara salida desbaste	m	204.80
Niveles en tanque homogeneización		
Resguardo sobre vertedero	m	0.27
Nivel agua en tanque	m	205.08
Cota solera tanque	m	202.90
Longitud aliviadero	m	0.80
Coeficiente escurrimiento	-	1.85
Altura sobre vertedero	m	0.05
Cota labio vertido a cámara salida desarenado	m	205.03
Resguardo con lamina salida desarenado	m	0.45
6.2 Pérdidas de carga en conducción arqueta entrada-pretratamiento		
Longitud conducción	m	20.00
Nº conducciones	ud	1.00
Diámetro interior conducción	m	0.15
Rugosidad absoluta	mm	0.040
Velocidad	m/s	0.80
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	119949.78
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.08
Codo a 90º	ud	4.00
Desembocadura arista viva	ud	1.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	2.60
Pérdidas localizadas totales	m	0.08
Pérdidas totales	m	0.17
Niveles en canales de desbaste		
Lámina de agua aguas arriba reja de gruesos	m	204.86
Desbaste de gruesos		
Nivel agua antes reja	m	0.06
Nivel agua después de reja	m	0.05
Pérdida de carga	m	0.01
Lámina de agua aguas abajo reja de gruesos	m	204.85
Cota solera reja gruesos	m	204.80
Resguardo		0.05
Desbaste de finos		
Nivel agua antes reja	m	0.09
Nivel agua después de reja	m	0.08
Pérdida de carga	m	0.01
Lámina de agua aguas abajo reja de finos	m	204.81
Cota solera reja finos	m	204.75

Pérdidas de carga entre desbaste y desarenado		
Paso por compuerta		
Nº huecos	ud	1.00
Caudal por hueco	m³/h	50.87
Anchura del hueco	m	0.40
Altura del hueco	m	0.40
Sección de paso	m²	0.16
Velocidad de circulación	m/s	0.09
Coeficiente μ	-	0.683
Pérdida de carga	m	0.001
Lámina de agua en desarenador	m	204.81
Longitud aliviadero	m	2.40
Coeficiente escurrimiento	-	1.85
Altura sobre vertedero	m	0.03
Resguardo sobre vertedero	m	0.20
Lámina de agua en arqueta salida desarenador	m	204.58
Longitud aliviadero exceso Q pretrat	m	0.80
Coeficiente escurrimiento	-	1.85
Altura sobre vertedero	m	0.04
Resguardo sobre vertedero	m	0.10
Cota labio vertido exceso Q pretrat	m	204.64
Pérdidas de carga en conducción desarenador-arqueta reparto primario		
Tramo desarenador-arqueta reparto		
Longitud conducción	m	16.50
Nº conducciones	ud	1.00
Diámetro interior conducción	m	0.10
Rugosidad absoluta	mm	0.040
Velocidad	m/s	0.77
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	74349.03
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.11
Codo a 45º	ud	2.00
Desembocadura arista viva	ud	1.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	1.40
Pérdidas localizadas totales	m	0.04
Pérdidas totales	m	0.15
Longitud aliviadero	m	0.40
Nº labios	ud	2.00
Coeficiente escurrimiento	-	1.85
Altura sobre vertedero	m	0.05
Resguardo sobre vertedero	m	0.10
Lámina de agua en arqueta reparto	m	204.28

Pérdidas de carga en conducción arqueta reparto-decantador		
Longitud conducción	m	8.00
Nº conducciones	ud	2.00
Diámetro interior conducción	m	0.08
Rugosidad absoluta	mm	0.005
Velocidad	m/s	0.57
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	45435.52
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.04
Codo a 45°	ud	0.00
Codo a 90º	ud	2.00
Valvula de compuerta totalmente abierta	ud	1.00
Desembocadura arista viva	ud	1.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	2.00
Pérdidas localizadas totales	m	0.03
Pérdidas totales	m	0.07
Lámina de agua en entrada a decantador	m	204.21
Pérdidas de carga en decantador primario		
Vertederos triangulares		
Longitud vertedero	m	9.42
Vertederos triangulares	ud/m	2.38
Caudal unitario por vertedero	m³/h/vert.	0.91
Ángulo vertedero	º	90.00
Factor de corrección empírico	m	0.13
Altura lámina de agua	m	0.05
Altura adoptada	m	0.05
Resguardo	m	0.18
Lámina de agua en punto alto canal salida	m	203.98
Canal de salida		
Ancho canal	m	0.40
Calado	m	0.02
Sección mojada	m²	0.01
Perímetro mojado	m	0.44
Radio hidráulico	m	0.02
Longitud del canal	m	4.71
Velocidad	m/s	0.35
Coeficiente de velocidad según Bazin	$m^{1/2}/s$	39.79
Pendiente según Chezy	m/m	4.34E-03
Pérdidas	m	2.04E-02
Pérdidas adoptadas	m	0.03
Resguardo	m	0.50
Lámina de agua en salida de decantador	m	203.45

Pérdidas de carga en conducción decantador-arqueta reparto lechos		
Longitud conducción	m	25.00
Nº conducciones	ud	2.00
Diámetro interior conducción	m	0.08
Rugosidad absoluta	mm	0.005
Velocidad	m/s	0.57
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	45435.52
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.11
Codo a 45°	ud	0.00
Codo a 90º	ud	3.00
Valvula de compuerta totalmente abierta	ud	1.00
Desembocadura arista viva	ud	1.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	2.40
Pérdidas localizadas totales	m	0.04
Pérdidas totales	m	0.15
Niveles en pozo de bombeo carga lecho		
Cota solera pozo bombeo	m	202.00
Cota entrada tubo decantación primaria	m	203.30
Nivel máximo agua en pozo bombeo	m	203.20
Nivel mínimo agua en pozo bombeo	m	202.20
Tramo arqueta reparto recirculación y salida-bombeo lecho		
Longitud conducción	m	25.00
Nº de conducciones	ud	2.00
Diámetro interior conducción	m	0.08
Rugosidad absoluta	mm	0.005
Velocidad	m/s	0.75
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	59066.18
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.18
Codo a 90°	ud	1.00
Codo a 45°	ud	2.00
Válvula de compuerta posición intermedia	ud	1.00
Caudalímetro	ud	1.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	2.05
Pérdidas localizadas totales	m	0.06
Pérdidas totales	m	0.24

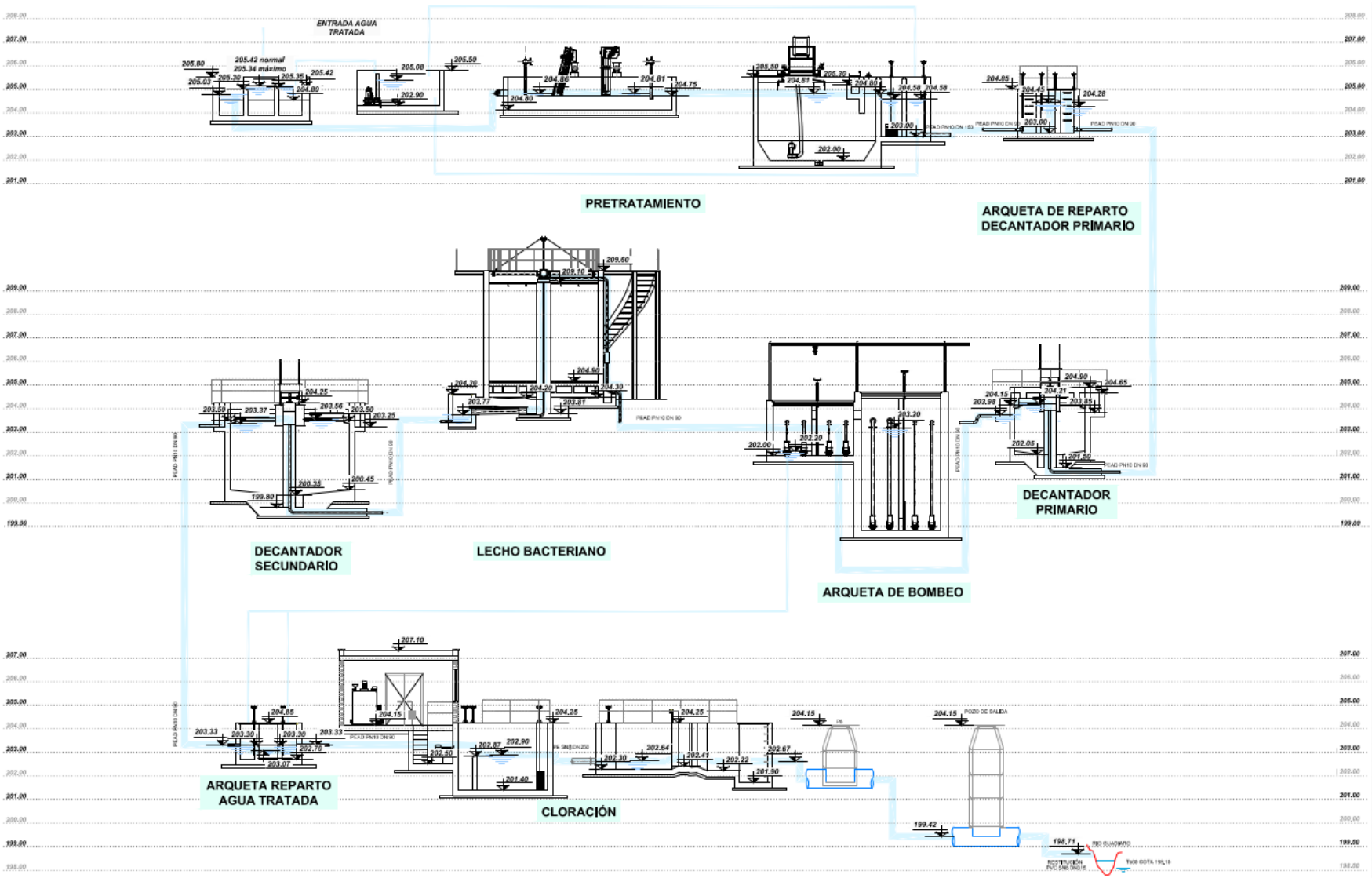
Pérdidas de carga en impulsión carga lecho		
Conducción lecho 1		
Longitud conducción	m	19.00
Nº conducciones	ud	2.00
Diámetro interior conducción	m	0.08
Rugosidad absoluta	mm	0.005
Velocidad	m/s	0.75
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	59066.18
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.14
Codo a 45°	ud	2.00
Codo a 90º	ud	2.00
Válvula de compuerta totalmente abierta	ud	1.00
Desembocadura arista viva	ud	1.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	2.40
Pérdidas localizadas totales	m	0.07
Pérdidas totales	m	0.21
Conducción lecho 2		
Longitud conducción	m	30.50
Nº conducciones	ud	2.00
Diámetro interior conducción	m	0.08

Rugosidad absoluta	mm	0.005
Velocidad	m/s	0.75
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	59066.18
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.22
Codo a 45°	ud	2.00
Codo a 90º	ud	2.00
Valvula de compuerta totalmente abierta	ud	1.00
Desembocadura arista viva	ud	1.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	2.40
Pérdidas localizadas totales	m	0.07
Pérdidas totales	m	0.29
Cota rasante salida lecho	m	203.81
Resguardo lecho	m	0.04
Lámina de agua en salida lecho	m	203.77
Pérdidas de carga en conducción lechos-decantador		
Longitud conducción	m	13.00
Nº conducciones	ud	2.00
Diámetro interior conducción	m	0.08
Rugosidad absoluta	mm	0.005
Velocidad	m/s	0.75
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	59066.18
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.09
Codo a 45°	ud	0.00
Codo a 90º	ud	2.00
Valvula de retención	ud	0.00
Desembocadura arista viva	ud	3.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	3.80
Pérdidas localizadas totales	m	0.11
Pérdidas totales	m	0.20
Lámina de agua en decantador	m	203.56
Vertederos triangulares		
Longitud vertedero	m	15.71
Vertederos triangulares	ud/m	2.38
Caudal unitario por vertedero	m³/h/vert.	0.35
Ángulo vertedero	º	90.00
Factor de corrección empírico	m	0.13
Altura lámina de agua	m	0.03
Altura adoptada	m	0.04
Resguardo	m	0.14
Lámina de agua en punto alto canal salida	m	203.38
Cota fondo canal salida	m	203.32
Canal de salida		
Ancho canal	m	0.25
Calado	m	0.05
Sección mojada	m²	0.01
Perímetro mojado	m	0.35
Radio hidráulico	m	0.04
Longitud del canal	m	7.85
Velocidad	m/s	0.23
Coeficiente de velocidad según Bazin	$m^{1/2}/s$	47.11
Pendiente según Chezy	m/m	6.45E-04
Pérdidas	m	5.06E-03
Pérdidas adoptadas	m	0.01
Resguardo	m	0.00
Lámina de agua en salida de decantador	m	203.37
Pérdidas de carga en conducción decantador secundario-tanque cloración		
Tramo decantador-arqueta reparto		
Longitud conducción	m	4.00

Nº de conducciones	ud	2.00
Diámetro interior conducción	m	0.08
Rugosidad absoluta	mm	0.005
Velocidad	m/s	0.75
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	59066.18
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.03
Codo a 90°	ud	1.00
Derivación en T	ud	0.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	0.40
Pérdidas localizadas totales	m	0.01
Pérdidas totales	m	0.04
Lámina de agua en reparto a salida	m	203.33
Reparto a salida		
Longitud aliviadero	m	0.40
Nº labios	ud	2.00
Coeficiente escurrimiento	-	1.85
Altura sobre vertedero	m	0.03
Cota labio vertido a salida	m	203.30
Resguardo sobre vertedero	m	0.23
Lámina de agua en salida hacia laberinto	m	203.07
Tramo nodo de arqueta salida-laberinto		
Longitud conducción	m	5.70
Diámetro interior conducción	m	0.08
Rugosidad absoluta	mm	0.005
Velocidad	m/s	1.15
Viscosidad cinemática	m²/s	1.00E-06
Nº de Reynolds	-	90871.04
Coeficiente de rozamiento, f	-	0.02
Pérdidas continuas totales	m	0.09
Codo a 90°	ud	3.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	1.20
Pérdidas localizadas totales	m	0.08
Pérdidas totales	m	0.17
Lámina de agua en entrada tanque cloración	m	202.90
Pérdidas de carga en tanque cloración		
Longitud	m	7.20
Pendiente	m	0.001
Perdidas continuas	m²	0.01
Vertedero salida		
Longitud aliviadero	m	0.60
Coeficiente escurrimiento	-	1.85
Altura sobre vertedero	m	0.03
Cota labio vertido	m	202.87
Cota rasante salida tanque cloración	m	201.40
Lámina de agua en salida tanque cloración	m	202.80

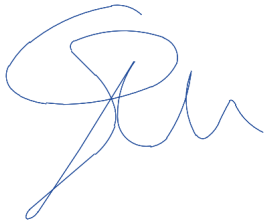
Pérdidas en salida EDAR		
Canal Parshall		
Caudal	m³/h	209.75
Canal Parshall	"	6.00
Coeficiente K	m³/h	1310.00
Coeficiente n	-	1.57
Calado	m	0.31
Ancho canal entrada	m	0.397
Sección de entrada	m²	0.12
Velocidad de entrada	m/s	0.47
Ancho de garganta	m	0.152
Sección central	m²	0.048

Velocidad en garganta	m/s	1.22
Pérdidas	m	0.07
Ancho de salida	m	0.294
Sección de salida	m²	0.09
Velocidad de salida	m/s	0.63
Pérdidas	m	0.06
Pérdidas totales	m	0.13
Lámina de agua salida canal Parshall	m	202.67
Salida de la arqueta final		
Salida de cámara	ud	1.00
Coeficiente pérdidas localizadas	m/m	0.30
Pérdidas localizadas totales	m	0.01


ENTRADA AGUA TRATADA
205.42 normal
205.34 máximo
PRETRATAMIENTO
ARQUETA DE REPARTO DECANTADOR PRIMARIO
DECANTADOR SECUNDARIO
LECHO BACTERIANO
ARQUETA DE BOMBEO
DECANTADOR PRIMARIO
ARQUETA REPARTO AGUA TRATADA
CLORACIÓN

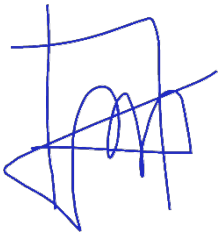
En Sevilla, mayo de 2020.

El Ingeniero Autor del Anejo



Dª. Carmen González Moreno
Colegiado Nº 31.112

El Ingeniero Autor del Proyecto



D. Fernando José Trujillo Díez
Colegiado Nº 17.007