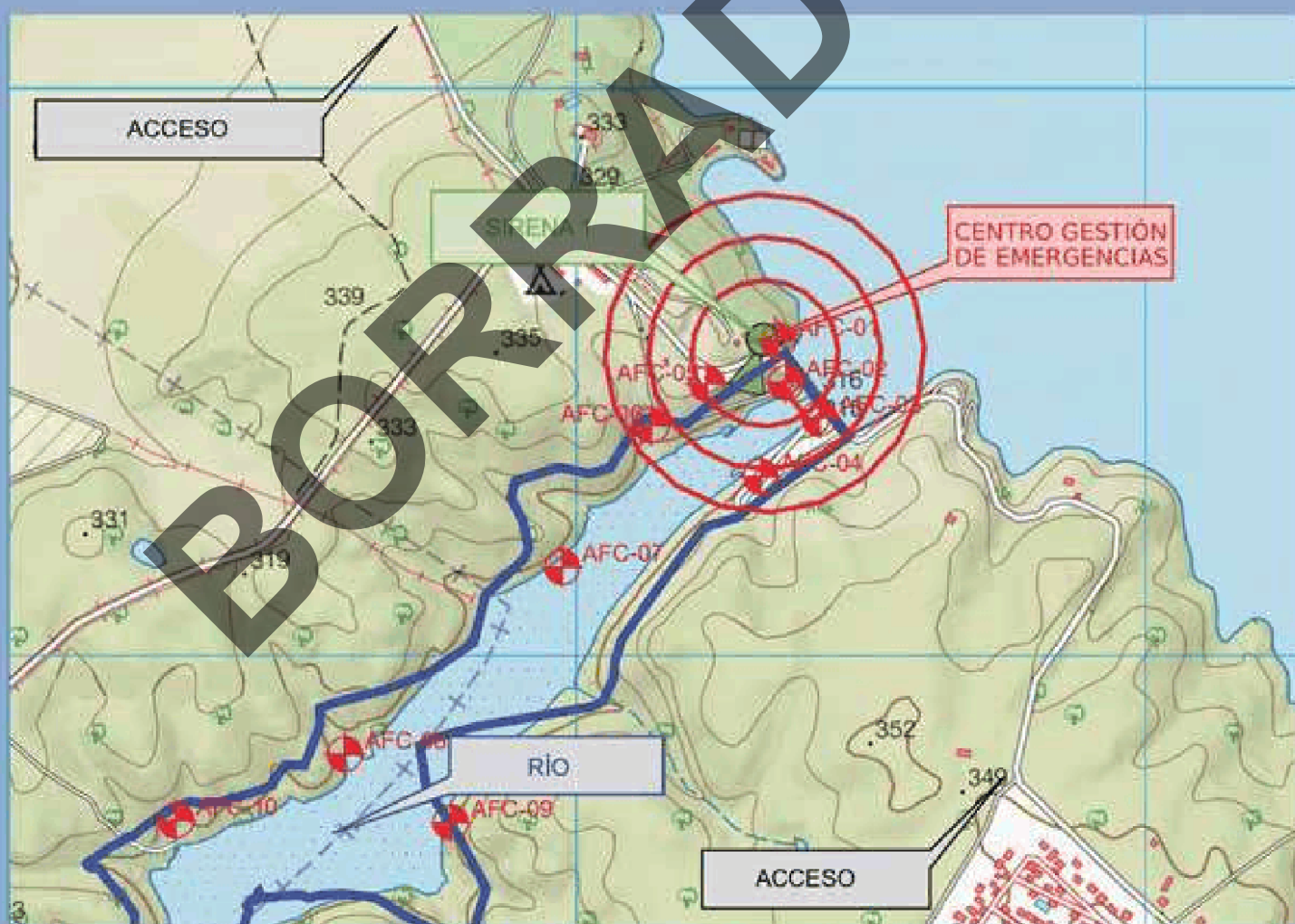


PROYECTOS DE IMPLANTACIÓN DE PLANES DE EMERGENCIA DE PRESAS

GUÍA TÉCNICA PARA LA REDACCIÓN



ACTUALIZACIÓN 2026



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

PRESENTACIÓN

El 9 de diciembre de 1994, el Consejo de Ministros aprobó la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones (Directriz), que en su Apartado 3.5 relativo a la Planificación de emergencias ante el riesgo de rotura o avería grave de presas incluyó por primera vez en España la obligación de clasificar las presas en función del riesgo potencial derivado de su rotura o funcionamiento incorrecto en una de las tres categorías definidas en ella: A, B o C, y la de aprobar e implantar Planes de Emergencia para todas aquellas presas que fueran clasificadas en las dos primeras.

En el año 1996 el entonces Ministerio de Medio Ambiente aprobó el Reglamento Técnico sobre Seguridad de presas y embalses (Reglamento), que recogía los nuevos conceptos incorporados por la Directriz e introducía como novedad en la determinación de los criterios esenciales de seguridad la consideración de los daños potenciales que produciría la presa en caso de rotura o funcionamiento incorrecto, la clasificación de las presas según este criterio, en distintas categorías de riesgo y la aplicación de criterios de seguridad más o menos exigentes según resultara ser dicha clasificación. La clasificación de presas en función del riesgo potencial y la elaboración de los Planes de Emergencia se convirtieron a partir de ese momento en los dos pilares fundamentales de la seguridad de las presas españolas y el punto de partida de un nuevo enfoque en la forma de abordar esa seguridad.

Por sus buenos resultados, esas mismas obligaciones se han mantenido en las Normas Técnicas de Seguridad de presas y embalses aprobadas mediante el Real Decreto 264/2021, de 13 de abril.

Una vez aprobados los planes de emergencia de las presas, la normativa vigente obliga a su implantación, es decir, a poner en servicio el centro de gestión de emergencias, los sistemas de comunicaciones y de aviso a la población recogidos en ellos, así como a su divulgación a la población y a las autoridades municipales de los ayuntamientos potencialmente afectados por la onda de rotura.

Desde que se aprobaran tanto la Directriz como el Reglamento, el buen saber y hacer de todos los técnicos encargados de la explotación de las presas, o de la gestión de su seguridad, ha permitido implantar en España del orden de unos 200 Planes de Emergencia, del orden de un 24% del total que deben ser implantados. Actualmente se está abordando la implantación de al menos otros 50 planes adicionales y se están redactando otros 30 o 40 proyectos de implantación.

Esa actividad se viene desarrollando pues con total normalidad actualmente por todos los titulares de presas, incluido el Estado. Y ante las modernas y cambiantes tecnologías que la implantación de esos planes de emergencia requiere, y la experiencia adquirida por muchos de los técnicos que intervienen durante ese proceso de implantación, la División de Seguridad de Infraestructuras y Explotación (DSIEX) ha considerado necesario analizar la *Guía para la elaboración de proyectos de implantación de planes de emergencia de presas* y proceder a su actualización, para que recogiese los criterios básicos a tener en cuenta para lograr una implantación efectiva y razonable de un Plan de Emergencia, para facilitar esa implantación, y para lograr una uniformidad en las implantaciones, para que todas sean similares en cualquier parte del territorio español.

No puede olvidarse en ningún momento que, de nuevo, esta Guía establece unas recomendaciones en forma de criterios objetivos, sencillos y fáciles de aplicar en la práctica para facilitar el proceso de elaboración de los correspondientes proyectos de implantación de los planes de emergencia, pero que desde luego pueden utilizarse otros sancionados por la práctica, siempre que se justifiquen adecuadamente. Y si bien la Guía está especialmente indicada para ser empleada en las presas de titularidad estatal, nada impide que los criterios que en ella se incluyen sirvan de base para la realización de proyectos de implantación de presas de cualquier otra titularidad.

El Real Decreto 8/2008, de 11 de enero, por el que se modificaba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, decía que “La gestión del riesgo, [es] uno de los aspectos fundamentales que debe abordar un país moderno, ... persigue como objetivo la protección de las personas y los bienes, y del medio ambiente, a través de la modificación de la normativa... “. Esta Guía, que no modifica ninguna normativa, tan solo persigue la actualización de algunas formas de

gestionar mejor y de la forma más moderna y avanzada, las situaciones de riesgo asociadas a las presas, así como lograr, como objetivo añadido, que tenga la máxima utilidad para el sector.

Madrid, septiembre de 2026
María Dolores PASCUAL VALLÉS
Directora General del Agua

BORRADOR

PREÁMBULO

Esta Guía Técnica para la Redacción de Proyectos de Implantación de Planes de Emergencia de Presas y Balsas es una actualización de la guía inicial redactada por:

D. Juan Carlos de Cea Azañedo (División de Seguridad de Infraestructuras y Explotación)

D^a Ana Villar Arrondo (División de Seguridad de Infraestructuras y Explotación)

D. Raico Álvarez Feijoo

D. Antonio de la Cuadra Blanco (División de Seguridad de Infraestructuras y Explotación)

D. Ricardo Carreras Conte (LAF Carr).

D. Francesc Pages Basso (LAF Carr).

D. Arnau Nogué (LAF Carr)

Todos los comentarios y observaciones a la misma pueden enviarse a la dirección de correo electrónico:

bn-seguridad_presas@miteco.es.

Agradecimientos:

David Galán, Sergio Camarero, Roque Colmenarejo, Fernando Pastor, Carlos González

Contenido

1	INTRODUCCIÓN.....	12
2	OBJETO DE ESTA GUÍA TÉCNICA.....	14
3	CONTENIDO DEL PROYECTO DE IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA (PIPE)	15
4	ANÁLISIS DEL PLAN DE EMERGENCIA APROBADO.....	16
	4.1 ESTUDIO DE LAS AFECCIONES.....	16
	4.2 REVISIÓN O ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA.	16
5	CENTRO DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS.....	20
	5.1 EQUIPAMIENTO DEL CENTRO DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS	21
	5.2 CENTRO DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS SECUNDARIO.....	28
	5.3 CENTRO MÓVIL DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS	29
	5.4 SOFTWARE DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS	30
	5.5 SERVICIO DE SERVIDOR REMOTO (NUBE)	30
6	SISTEMAS DE COMUNICACIÓN	32
	6.1 PRINCIPALES TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIONES DISPONIBLES	32
	6.2 SISTEMA DE COMUNICACIONES DEL CENTRO DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS.....	36
	6.3 SISTEMA DE COMUNICACIONES CON LOS PUNTOS DE AVISO A LA POBLACIÓN.....	36
	6.4 ESTUDIOS RADIOELÉCTRICOS	37
	6.4.1 SISTEMAS TETRA, RADIO DIGITAL Y ANALÓGICA.....	37
	6.4.2 TELEFONÍA MÓVIL.....	37
	6.5 ASPECTOS RELATIVOS A LA SEGURIDAD.....	39
	6.6 COMUNICACIONES DE LA PRESA CON EL CENTRO DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS O CON LAS OFICINAS SITUADAS EN LAS INMEDIACIONES O SERVICIOS REMOTOS EN LA NUBE	40
	6.7 EQUIPOS REPETIDORES PARA GALERÍAS Y ÁREAS SIN COBERTURA.....	42
7	SISTEMAS DE AVISO	45
	7.1 SIRENAS (FIJAS Y MÓVILES).....	45
	7.2 AVISADORES INDIVIDUALES.....	52
	7.3 APLICACIONES DE AVISO A LA POBLACIÓN PARA TELÉFONOS MÓVILES.....	53
	7.4 APLICACIONES DE ENVÍO MASIVO DE SMS	54
	7.5 MEDIOS DE PROTECCIÓN CIVIL.....	56
8	OTROS SISTEMAS RELACIONADOS CON LA EXPLOTACIÓN.....	58
	8.1 VIDEOVIGILANCIA	58

8.2 INTRUSISMO.....	61
8.3 AUSCULTACIÓN.....	61
9 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	62
10 MANTENIMIENTO	63
11 RENOVACIÓN TECNOLÓGICA	64
12 COSTE DEL CICLO DE VIDA	65
13 DIVULGACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA A LA POBLACIÓN	66
14 ORGANIZACIÓN Y RESPONSABILIDADES DEL COMITÉ DE IMPLANTACIÓN.....	68
15 RECOMENDACIONES Y CASOS PRÁCTICOS	69
ANEJO 1 - ESTUDIO RADIOELÉCTRICO.....	70
1 ESTUDIO RADIOELÉCTRICO	72
1.1 METODOLOGÍA EN EL CÁLCULO DE PROPAGACIÓN RADIOELÉCTRICA.....	72
1.1.1 <i>MODELO DE PROPAGACIÓN EN EL ESPACIO LIBRE</i>	72
1.2 METODOLOGÍA EN EL CÁLCULO DE PROPAGACIÓN RADIOELÉCTRICA (BANDA VHF/UHF).....	75
ANEJO 2 - ESTUDIO ACÚSTICO	76
1 DISEÑO ACÚSTICO.....	78
1.1 CÁLCULOS TEÓRICOS	78
1.1.1 <i>CÁLCULO TEÓRICO DE LA ATENUACIÓN ACÚSTICA ISO-9613</i>	78
1.1.2 <i>ATENUACIÓN POR DIVERGENCIA GEOMÉTRICA</i>	79
1.1.3 <i>ATENUACIÓN ATMOSFÉRICA</i>	80
1.1.4 <i>ATENUACIÓN DEBIDO AL TERRENO</i>	83
1.1.5 <i>ATENUACIÓN MISCELÁNEA</i>	84
1.1.6 <i>PERCEPCIÓN SONORA DEL OÍDO HUMANO</i>	85
1.1.7 <i>ERROR DE CÁLCULO</i>	86
1.1.8 <i>CÁLCULO DE COBERTURA FINAL</i>	86
1.2 RESULTADOS	87
ANEJO 3 - CÁLCULO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA.....	88
1 ESTUDIO RADIACIÓN SOLAR	90
ANEJO 4 - CÁLCULO DE LA AUTONOMÍA DE LAS BATERÍAS.....	92
1 ESTUDIO DE CONSUMO DE EQUIPOS	94
1.1 OBJETO	94
1.2 CONSUMO DE LOS EQUIPOS.....	94

1.2.1	SIRENA EJEMPLO.....	94
	ANEJO 5 - EXPERIENCIAS Y OTRAS CASUÍSTICAS.....	96
1	OBJETO	98
2	IMPLANTACIONES SIN AFECCIONES A VIDAS HUMANAS EN LA PRIMERA MEDIA HORA	99
3	AVISADORES INDIVIDUALES	100
4	EXPROPIACIONES PUNTOS DE AVISO	101
5	PROBLEMAS DE COMUNICACIONES	102
6	PROBLEMAS CON LAS COMUNICACIONES REDUNDANTES	103
7	COMUNICACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL	104
8	OTROS SISTEMAS DE AVISOS	105
9	SISTEMAS COLABORATIVOS	106
10	INFORME CALADOS.....	107
11	DIVULGACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA EN DIVERSAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS Y MUNICIPIOS DE VARIAS PRESAS	108
	ANEJO 6 - NORMATIVA	109
1	NORMATIVA	111
1.1	VIDEOVIGILANCIA	111
1.1.1	INTRODUCCIÓN.....	111
1.1.2	SUPUESTOS NO SUJETOS AL TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES	113
1.1.2.1	Control de accesos a instalaciones	113
1.1.2.2	Cámaras “dummies”.....	114
1.1.2.3	Control de intrusismo	114
1.1.2.4	Falsos carteles informativos	115
1.1.2.5	Gestión de explotación	115
1.1.2.6	Lectores de matrículas.....	116
1.1.3	PRINCIPIOS PARA EL USO DE VIGILANCIA CON FINES DE SEGURIDAD.....	116
1.1.4	CAPTACIÓN DE IMÁGENES EN LA VÍA PÚBLICA.....	117
1.1.5	INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS	118
1.1.6	CARTELES DE AVISO	118
1.1.7	FIGURAS.....	119
1.1.7.1	Responsable del tratamiento.....	119
1.1.7.2	Encargado del tratamiento.....	119

1.1.7.3	Delegado de Protección de Datos (DPD)	120
1.1.7.4	Operador de seguridad (TIP)	120
1.1.8	RESPONSABILIDAD PROACTIVA	120
1.1.8.1	Registro de las actividades de tratamiento (RAT)	120
1.1.8.2	Análisis de riesgos y medidas de seguridad	122
1.1.8.3	Comunicaciones de imágenes a terceros	122
1.2	LEGALIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES	124
1.3	ESQUEMA NACIONAL DE SEGURIDAD (ENS)	125
ANEJO 7	- LÍNEAS DE FUTURO	126
1	LÍNEAS DE FUTURO	128
1.1	SIM ELECTRÓNICA (ESIM/ISIM)	128
1.2	NARROW BAND (NB)	129
1.3	SATÉLITES DE BAJA ÓRBITA (LEO – LOW EARTH ORBIT)	130
1.4	APAGÓN 2G/3G	131
ANEJO 8	- ARQUITECTURAS DE COMUNICACIÓN	135
1	ARQUITECTURAS DE COMUNICACIÓN	137
ANEJO 9	- CONTRATO UNIFICADO DE COMUNICACIONES (CORA III)	140
1	INTRODUCCIÓN	142
1.1	LOTE 2	144
1.1.1	REQUISITOS DEL SERVICIO	146
1.1.2	DISPOSITIVOS MÓVILES DE VOZ Y DATOS	146

Relación de imágenes

Imagen 1. Ejemplo de afecciones en la revisión del Plan de Emergencia	17
Imagen 2. Diagrama gestión emergencia	20
Imagen 3. Propuesta de equipamiento de un Centro de Gestión de Emergencias	22
Imagen 4. PC Operador	22
Imagen 5. Servidor	23
Imagen 6. Centralita IP	24
Imagen 7. Armario rack	24
Imagen 8. Conmutador Ethernet	25
Imagen 9. Router WiFi	25
Imagen 10. Frontal de comunicaicones	26
Imagen 11. Panel de activación local	26
Imagen 12. Equipamiento VSAT	27
Imagen 13. Router 3G/4G/5G/LTE	27
Imagen 14. Propuesta de equipamiento de un maletín para emplear como CGE móvil	30
Imagen 15. Ejemplo de sistema de comunicación redundante con Puntos de Aviso a la población	37
Imagen 16. Clasificación del nivel de señal recibida por un teléfono móvil	38
Imagen 17. Pantallas de la App G-Net Track	39
Imagen 18. Repartidor intermedio fibra óptica	41
Imagen 19. Repartidor rack fibra óptica	42
Imagen 20. Equipo repetidor de banda ancha para frecuencias de telefonía móvil	43
Imagen 21. Sistemas de aviso a la población por sirenas móviles y fijas	46
Imagen 22. Diagrama sonido emergencia	47
Imagen 23. Diagrama sonido fin de emergencia	47
Imagen 24. Diagrama 1 sonido prueba técnica	47
Imagen 25. Diagrama 2 sonido prueba técnica	48
Imagen 26. Ejemplo de estudio acústico con la ubicación de las sirenas empleadas, niveles de presión acústica y zona inundable durante los 30 minutos después de la rotura	49
Imagen 27. Ejemplos de zonas de afección pobladas y aisladas	53
Imagen 28. Funcionalidades de una APP para teléfono móvil	54
Imagen 29. Ejemplos de envíos masivos de los ayuntamientos de Pamplona y San Sebastián	55
Imagen 30. Pantallas de la APP de la Comunitat Valenciana	57
Imagen 31. Pantallas de la APP de la Junta de Andalucía	57
Imagen 32. Captura de video en modo diurno y nocturno	59
Imagen 33. Captura de video en modo diurno y nocturno con cámara Domo	60
Imagen 34. Esquema de un sistema de auscultación en presa	61
Imagen 35. Ejemplo 1 tríptico divulgación	67
Imagen 36. Ejemplo2 tríptico divulgación	67
Imagen 37. Gráfico propagación espacio libre	73
Imagen 38. Atenuación por divergencia geométrica	80
Imagen 39. Atenuación Atmosférica T=5°C	82
Imagen 40. Atenuación Atmosférica T=25°C	83
Imagen 41. Absorción debido al terreno	83
Imagen 42. Absorción por vegetación	84
Imagen 43. Curvas de respuesta auditiva	86
Imagen 44. Comparativa atenuación teórica vs real	87
Imagen 45. Resultado rendimiento sistema FV autónomo	91

Imagen 46. Ejemplo de avisador individual para pequeños grupos de viviendas o vivienda única	100
Imagen 47. Ejemplos de instalaciones de puntos de aviso en colaboración con ayuntamientos e iglesias	101
Imagen 48. Ejemplo implantación	102
Imagen 49. Ejemplo arquitectura comunicaciones	102
Imagen 50. Zona urbana con gran densidad de edificios	105
Imagen 51. Ejemplo de pantallas de la APP para recibir alertas de cambios de escenario, activación del Plan de Emergencia y procedimientos a seguir	105
Imagen 52. Mapa localización varias infraestructuras	106
Imagen 53. Ejemplo de estudio de calados para la población de Massalcoreig.....	107
Imagen 54. Noticia	108
Imagen 55. Cámara Domo controlando la entrada a la galería principal de una presa	111
Imagen 56. Portada de la guía de videovigilancia editada por la Agencia Española de Protección de Datos (AEPD).....	112
Imagen 57. Control de acceso a instalaciones por tarjeta identificativa	113
Imagen 58. Cámara falsa o “Dummy”	114
Imagen 59. Cartel falso de una videovigilancia inexistente como medida de disuasión	115
Imagen 60. Cámara Domo para la explotación de una presa controlando la apertura de compuertas	115
Imagen 61. Cámara empleada para la lectura de matrículas con apertura automática de barreras.....	116
Imagen 62. Cámaras para la vigilancia de la vía pública en la coronación de una presa.....	117
Imagen 63. Cartel de aviso de advertencia de videovigilancia a la entrada de la coronación de una presa.....	118
Imagen 64. Centro de control donde se visualización todas las cámaras de videovigilancia	119
Imagen 65. Ejemplo de Registro de Actividades de Tratamiento (RAT) publicado en la página web de un organismo.....	120
Imagen 66. Cámara de videovigilancia en el interior de la galería de una presa	122
Imagen 67. Ejemplo de escrito para la entrega de imágenes grabadas a Tribunales o Fuerzas y Cuerpos de Seguridad.....	123
Imagen 68. Evolución del tamaño de las tarjetas SIM empleadas en aplicaciones móviles..	128
Imagen 69. Piezómetro OTT Ecolog 1000 con tarjeta de comunicación SIM. Dependiendo de la frecuencia de muestreo, la autonomía de su batería puede llegar a durar de 5 a 10 años ..	130
Imagen 70. Las tres órbitas de satélites empleados en comunicaciones, GEO, MEO y LEO, mostrando gráficamente sus respectivas órbitas con distancias a la superficie de la tierra y su cobertura.....	130
Imagen 71. Arquitectura de comunicación para un Centro de Gestión de Emergencias dotado de comunicaciones por fibra óptica, móvil y radio	137
Imagen 72. Arquitectura de comunicación para un Centro de Gestión de Emergencias dotado de comunicaciones por fibra óptica, satélite, móvil y radio	138
Imagen 73. Arquitectura de comunicación para un Centro de Gestión de Emergencias dotado de comunicaciones por satélite, móvil y radio	139
Imagen 74. Pliego de Prescripciones Técnicas del contrato unificado de comunicaciones (CORA III) para la AGE	142
Imagen 75. Los cuatro lotes que reúnen todos los tipos de comunicaciones de la AGE con los precios de licitación y servicios	143
Imagen 76. Cronograma de Contrato unificado de comunicación de las Fases II y III	144
Imagen 77. El Lote 2 es el más importante para la comunicación con presas ofreciendo múltiples posibilidades de conexión	145

Relación de tablas

Tabla 1. Aspectos analizados del Plan de Emergencia	19
Tabla 2. Sistemas de comunicación ordenados por preferencia para el CGE.....	21
Tabla 3. Sistemas de comunicación ordenados por preferencia para el CGE secundario	29
Tabla 4. Rango de calificaciones de la calidad de la señal	38
Tabla 6. Unidades "tipo" divulgación	67
Tabla 7. Atenuación frecuencia y distancia	85
Tabla 8. Ejemplo consumo sirena	94
Tabla 9. Rendimiento global sistema acumulador	95
Tabla 10. Contenido estándar para publicar como RAT justificando los tratamientos de videovigilancia en presas para organismos y empresas	121

1 INTRODUCCIÓN

Con fecha 14 de abril de 2021 se publicó en el B.O.E. el Real Decreto 264/2021, de 13 de abril, por el que se aprobaron las **Normas Técnicas de Seguridad para las presas y sus embalses**¹, que establecen las exigencias mínimas de seguridad de las presas y sus embalses con la finalidad de proteger a las personas, al medio ambiente y a las propiedades, siendo de obligado cumplimiento en las distintas fases de la vida de las presas situadas en territorio español.

La Norma Técnica de Seguridad para la clasificación de las presas y para la **elaboración e implantación de los Planes de Emergencia de presas y embalses**, incluida en el Anexo I de dicho Real Decreto (en adelante NTS I), establece en su apartado 21 en qué consiste la implantación de un Plan de Emergencia de Presa:

*“Se entiende por implantación de un Plan de Emergencia la puesta en práctica por parte del titular de todas las **actuaciones recogidas en el Plan de Emergencia aprobado** relacionadas con el centro de gestión de emergencias, con los sistemas de comunicación con los diferentes organismos públicos involucrados en la gestión de una eventual situación de emergencia, en especial con Protección Civil, y con los sistemas de aviso a la población, así como la divulgación del Plan de Emergencia tanto a las autoridades de los Ayuntamientos afectados por la onda de rotura en las dos primeras horas desde el inicio de la avería grave o la rotura como a la población residente en la zona potencialmente inundable en la primera media hora.”*

Para materializar esa implantación, la NTS I establece en sus apartados 22 y 23 la necesidad de redactar un **Documento Técnico de Implantación** (en adelante DTI) por parte del titular de la presa, que debe ser supervisado por un **Comité de Implantación**. Con respecto a éste, la Norma establece cuál es su composición y funciones, y hace recaer directamente sobre él toda la responsabilidad de la implantación.

En lo referente al contenido del DTI, la NTS I se limita a indicar lo siguiente, entre otras muchas **responsabilidades del titular de la presa**:

*“La redacción de un **Documento Técnico** que incluya y defina las actuaciones que son necesarias para la implantación del Plan de Emergencia y que, como mínimo, serán las relativas a las infraestructuras, instalaciones y sistemas necesarios para cumplir con los requisitos establecidos en el Plan de Emergencia aprobado, y la programación de los trabajos a realizar. A la vez, se detallarán las características del centro de gestión de emergencia, de los sistemas de comunicación internos del titular de la presa y de los existentes entre este y los organismos involucrados en la gestión de la emergencia, así como las especificaciones técnicas del sistema de aviso a la población potencialmente afectada en la primera media hora.”*

Por tanto, en la NTS I se establece la obligación para todo tipo de titulares de redactar un documento, el DTI, en el que se deberán recoger las actuaciones para materializar la implantación del Plan de Emergencia de la presa.

En el caso de que el **titular sea una Administración Pública** es necesario que las actuaciones previstas en el DTI sean objeto de licitación pública antes de su ejecución, por lo que, adicionalmente, es preciso redactar un **Proyecto de Implantación del Plan de Emergencia de Presa** (en adelante PIPE), con el contenido mínimo exigible a este tipo de documento en la legislación de contratación vigente.

Habiéndose elaborado una primera guía para la redacción de PIPEs en el año 2023 se hace necesario abordar ahora su actualización, atendiendo principalmente a la necesidad de incorporar los avances tecnológicos producidos desde la versión anterior, que han permitido la consolidación e implementación práctica de soluciones que se encontraban en fases más preliminares o de desarrollo experimental. Asimismo, el apagón nacional registrado en España (“cero nacional”) en 2024 ha puesto de manifiesto la relevancia de garantizar la resiliencia, autonomía operativa y continuidad de los sistemas asociados a la gestión de emergencias, aspectos que inciden directamente en la adecuación técnica del presente documento.

¹ <https://www.boe.es/boe/dias/2021/04/14/pdfs/BOE-A-2021-5867.pdf>

En este sentido, en la presente actualización se han incorporado diversos **ajustes técnicos y editoriales** con el objetivo de mejorar la precisión, actualidad y coherencia del contenido, conforme a la evolución tecnológica y a la experiencia acumulada en los últimos años. De manera resumida, las **principales modificaciones** son las siguientes:

- Apartado 5.1:
 - Añadido contenido referente a la **necesidad de incorporar sistemas de autonomía energética** en los centros de gestión de emergencias.
- Apartado 6:
 - Reescrito el último párrafo relativo al **uso de dos canales GPRS**, para matizar su posible aceptación bajo determinadas condiciones.
 - **Eliminado el párrafo correspondiente a la descripción de la tecnología 1G**, sustituyéndose por una referencia a su situación actual como tecnología extinguida.
- Apartado 6.1:
 - Eliminado el apartado que hacía referencia al **SAI, trasladando su contenido al Centro de Gestión de Emergencias** (apartado 5.1), donde se especifica que dicho sistema debe alimentar todos los equipos críticos, y no únicamente los vinculados a la fibra óptica.
 - Añadida en el apartado de **radioenlaces** la indicación de que debe garantizarse una **línea de visión limpia** punto a punto entre antenas.
 - Incorporada la aclaración de que **no se recomienda el uso de radioenlaces en puntos de aviso remoto**, debido a su elevado consumo energético.
 - Eliminado el párrafo referente a la **tecnología ADSL, por considerarse obsoleta**.
 - Añadida nota en el apartado que se habla de **comunicaciones satelitales** identificando la **Banda L** de trabajo.
 - Se actualiza la **información sobre comunicaciones satelitales**, indicando que el coste de estos servicios ya no es tan elevado como en revisiones anteriores, y que actualmente existen equipos satelitales para aplicaciones IoT, basados en constelaciones como Iridium o Inmarsat BGAN, que ofrecen enlaces de comunicación seguros y asequibles.
 - Se elimina el enlace directo previo y se sustituye por la frase: “Se puede consultar la **regulación en los enlaces oficiales** correspondientes”, con el fin de evitar futuras caducidades de las referencias.
- Apartado 7.4:
 - Incluido un comentario indicando que las **aplicaciones de envío masivo de SMS** podrían contemplarse en el marco del sistema CORA III para la implantación de los Planes de Emergencia en las presas estatales, si bien están dirigidas principalmente a Protección Civil, advirtiendo además que en listas de distribución extensas pueden producirse retardos en la entrega de mensajes.
- Apartado 8:
 - Corregida la imagen de la **arquitectura del ejemplo 3**, para adecuarla al esquema actualizado.
- Apartado 13:
 - **Eliminado el apartado relativo al cartel de obras**, por no resultar aplicable en el contexto actual.
- Apartado 14:
 - Añadido apartado 14 con un resumen de la **organización y responsabilidades principales del Comité de Implantación**.

2 OBJETO DE ESTA GUÍA TÉCNICA

El principal objeto de la presente guía técnica es **establecer un conjunto de criterios orientativos y recomendaciones técnicas de índole práctica para la elaboración de los PIPEs**, que como se ha comentado están **asociados a las presas de titularidad estatal** y deben ser elaborados por el personal técnico de las distintas Confederaciones Hidrográficas. Es a estos PIPEs a los que se harán sucesivas referencias en la guía, pero, no obstante, su contenido también podría utilizarse como **referencia para abordar las implantaciones en las presas de titularidad privada** si así lo considerasen sus titulares que, si bien no precisan de PIPEs, sí requieren del proyecto de soluciones técnicas para las que podrán disponer de los criterios técnicos que se tratan en esta guía.

Se pretende, en definitiva, homogeneizar los criterios técnicos a considerar en la redacción de PIPEs o proyectos similares necesarios para la implantación de planes de emergencia de presas, de tal forma que todos ellos, independientemente del autor y organismo implicado en su tramitación o promoción, participen de las mismas directrices, alcance y equipamiento que incluyen, con el objeto de facilitar tanto su elaboración, como su posterior aprobación, y adecuada implantación y operatividad.

Todos los criterios que recoge esta guía técnica deben entenderse como recomendaciones generales, pero dada la enorme casuística que puede presentarse en la realidad, es posible que no contemple determinados casos concretos, para los cuales deberán emplearse soluciones a medida convenientemente justificadas, si bien deberían seguir la filosofía que se ha recogido a lo largo del presente texto. En estos casos el **comité de implantación** desempeña un papel fundamental para la adopción de las soluciones que deban desarrollarse específicamente en función de las circunstancias presentes en el proceso de implantación.

3 CONTENIDO DEL PROYECTO DE IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA (PIPE)

En esencia, para dar cumplimiento a lo establecido en la NTS I es necesario que para la elaboración del PIPE se analicen, evalúen y definan con todo detalle los siguientes **aspectos fundamentales**:

- Plan de Emergencia aprobado.
- Afecciones.
- Centro de Gestión de Emergencias (CGE).
- Sistemas de Comunicaciones.
- Sistemas de Aviso a la Población.
- Otros sistemas relacionados con el Plan de Emergencia.
- Divulgación del Plan de Emergencia de la presa a la población.
- Pruebas de funcionamiento.

En el PIPE se describirán con todo detalle las **características físicas y las especificaciones técnicas de las instalaciones y equipos** precisos para el adecuado funcionamiento de lo previsto en el Plan de Emergencia de Presa, con objeto de que pueda servir como soporte para la contratación de las obras necesarias para cumplir con los requisitos establecidos en el Plan de Emergencia de Presa aprobado, y para que dichas obras puedan ejecutarse correctamente.

Todos los aspectos anteriores deberán formar parte del PIPE con un grado de detalle suficiente, por lo que al final este documento tendrá el formato de un "proyecto", compuesto por una Memoria con sus correspondientes Anejos, un documento de Planos, en el que se refleje toda la realidad de las obras e instalaciones a llevar a cabo, un Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y un documento de Presupuesto, y todo ello dando cumplimiento a los requisitos establecidos en la vigente Ley de Contratos del Sector Público y resto de legislación aplicable en su caso.

4 ANÁLISIS DEL PLAN DE EMERGENCIA APROBADO

Del análisis del gran número de Planes de Emergencia redactados y aprobados hasta la fecha se puede concluir que, en general, los **criterios de implantación son bastante diferentes** en lo que se refiere al grado de definición de lo que antes se conocía como *Sala de Emergencia* y ahora se denomina *Centro de Gestión de Emergencias (CGE)*, así como sobre todo lo relacionado con aspectos relativos a los sistemas de comunicaciones.

Como es conocido, la aprobación del Plan de Emergencia condiciona su futura implantación, y ésta debería ser un reflejo casi exacto de lo que figura en el Plan aprobado, de manera que **el trabajo del Comité de Implantación debería consistir en supervisar que los recursos instalados en la práctica se corresponden**, casi exactamente, con los que en su día se definieron en el Plan.

No obstante, también es cierto que el gran desfase temporal que se ha venido produciendo entre la aprobación del Plan y su implantación posterior, en muchos casos de varios años, ha dado lugar en la práctica a la **ejecución de algunos sistemas de comunicaciones que hoy han quedado ya obsoletos**, o casi obsoletos, o equipamientos/sistemas que a día de hoy han sido superados por otras tecnologías. Este resultado no debería considerarse admisible, y es por ello que la primera tarea a abordar en un PIPE es el análisis riguroso y profundo del Plan de Emergencia aprobado, para identificar aquellos aspectos previstos en el Plan de Emergencia aprobado que, en aplicación de los criterios que contiene esta Guía Técnica, sería preciso modificar. Ese mismo análisis podría servir para solicitar al Comité de Implantación la necesidad de actualizar el contenido del Plan de Emergencia.

En definitiva, de lo que se trata es de actualizar las previsiones contenidas en el Plan de Emergencia aprobado para ajustarlas a las circunstancias actuales y de este modo, aprovechando en la medida de lo posible los avances tecnológicos disponibles, implantarlo con la mayor sencillez y de la forma más efectiva posible.

4.1 Estudio de las afecciones

En primer lugar, es fundamental revisar y reestudiar las **afecciones del Plan de Emergencia** para comprobar si se han producido o no cambios respecto a las originales consideradas en él (por ejemplo, nuevas viviendas o desaparición de las que existían), ya que constituyen uno de los elementos esenciales a tener en cuenta en el proceso de la implantación.

La revisión que se propone debe ser muy sencilla y en general debe abarcar los **siguientes aspectos**:

- **Inventario de afecciones** identificadas en el Plan de Emergencia. Se recomienda que el contenido que se incluya se ajuste a los modelos de tabla para el análisis de afecciones aguas abajo incluidas en la *Guía Técnica para la Clasificación de Presas*², publicada en 2023.
- Identificación de **posibles nuevas afecciones** no incluidas en el Plan de Emergencia; para ello, se revisarán las imágenes satélites u ortofotos aéreas de la zona que abarca la zonificación territorial.
- Localización de **afecciones potenciales** y representación de la lámina de inundación de los primeros 30 minutos sobre plano.
- **Actualización del inventario** de afecciones potenciales.

4.2 Revisión o actualización del Plan de Emergencia.

Una vez revisadas las afecciones, debe analizarse la validez del resto de los elementos esenciales previstos en el plan de emergencia aprobado que han de ser instalados durante la implantación y asegurar la operatividad de dicho plan.

Si en la implantación se considera necesario modificar algún aspecto del plan de emergencia aprobado, se deberá prever la necesidad de actualizar o revisar su contenido para adaptarlo a la solución final adoptada. En función de la naturaleza de los cambios producidos, esta modificación requerirá de actualización o revisión del plan de emergencia,

² <https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/seguridad-de-presas-y-embalses/GT%20Clasif.pdf>

conforme a lo previsto en la normativa, si bien en general los cambios acaecidos durante la implantación darán lugar a la actualización del plan de emergencia aprobado. En este sentido, cabe recordar que el apartado 13 de la NTS I define los conceptos de revisión y actualización del Plan de Emergencia y establece que “*El Plan de Emergencia deberá ser actualizado cuando surjan circunstancias que requieran efectuar en él cambios que no lleguen a alterar aspectos esenciales de su contenido (...)*”. Y, más adelante, aclara que “*Tendrán la consideración de aspectos esenciales la alteración significativa del nivel de afecciones aguas abajo o los que puedan afectar de manera sustancial a las condiciones de seguridad de la presa*”.

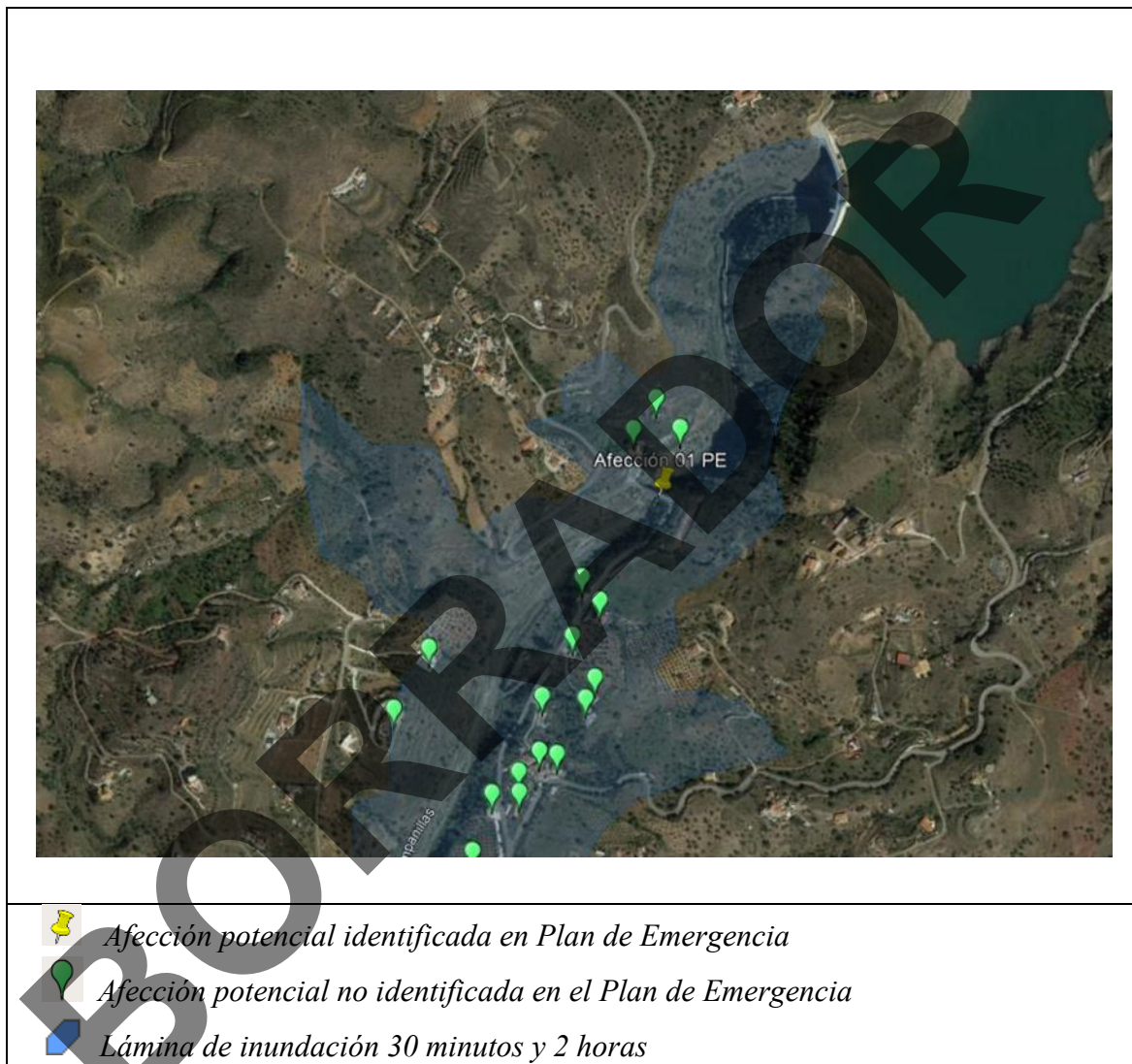


Imagen 1. Ejemplo de afecciones en la revisión del Plan de Emergencia

En el punto cuarto de ese mismo apartado 13 se indica que “*El procedimiento para tramitar la versión actualizada del Plan de Emergencia consistirá en el traslado por parte del titular de todos los cambios efectuados en el mismo a todos los organismos que formen parte del Comité de Implantación (...)*”.

De acuerdo con todo lo anterior, todos aquellos cambios motivados por la aparición de nuevos avances tecnológicos que mejoren, y no alteren, la funcionalidad de los sistemas a implantar, deberían considerarse como aspectos de carácter no esencial y, por lo tanto, implicarían una mera actualización del Plan de Emergencia, siempre que así lo considerara el Comité de Implantación.

Por lo tanto, deberá realizarse un análisis funcional del contenido del Plan de Emergencia basado exclusivamente en aspectos técnicos. La utilización de una tabla visual que recoja ese contenido facilitará tanto el análisis como la justificación de su permanencia o no.

Previamente además habrá sido necesario **contrastar la realidad física de la presa** y del embalse con las **características correspondientes que recoge el plan**. Por ejemplo, puede haber habido cambios por eliminación de compuertas, aterramientos que imposibilitan la maniobra de los desagües de fondo, cambios en el sistema de auscultación, pequeñas obras que han alterado dicha realidad, etc. Este chequeo, si bien no debería tener consecuencias en el proyecto de implantación, sí que, en ciertos casos, podría llegar a requerir la actualización o revisión del plan de emergencia.

Con carácter no exhaustivo, es aconsejable **analizar los siguientes capítulos del Plan** y sus correspondientes Anejos, y resumirlos todos en una tabla como la que se muestra en la Tabla I:

- Capítulo 3. Organización General. Medios y recursos:
 - Sistemas de **Comunicaciones**. Se procederá a verificar que los **sistemas principal y secundario** que se propusieron en el Plan de Emergencia son totalmente actuales y se encuentran disponibles y si no es así, se propondrán los cambios a realizar en ellos.
 - Sistema de **aviso a la población**. Se comprobará que con él **se cumple el objetivo de avisar a la población** situada dentro de la zona de la **primera media hora (una vez revisadas las afecciones)**. Se deben considerar los tipos de avisos disponibles (acústicos, mediante APPs o SMS etc.) y utilizar el más apropiado para cada caso.
 - **Centro de Gestión de Emergencias**. Se verificará que cumple los **requisitos mínimos** que se recomiendan en el capítulo 5 de la presente Guía.
- Capítulo 4. Normas de actuación de emergencias.
 - **Indicadores - Umbrales**. Aunque no deberían ser objeto en esta fase de revisión, sí se debería contemplar que **una vez se implante el plan puede ser preciso ajustar sus valores**, por lo que el documento a redactar debería alertar de esa circunstancia y de la necesidad de actualización posterior del Plan de Emergencia.
 - **Procedimientos de información y comunicación**. La principal idea de la revisión de estos aspectos es la de tratar de **aplicar criterios homogéneos con el resto de las infraestructuras** hidráulicas de la misma u otras zonas que ya hayan implantado sus Planes de Emergencia y coordinar la utilización de los mismos elementos de divulgación, por supuesto acordes con los sistemas de comunicación que se prevea utilizar en cada caso.

Para disponer de una visión más general del resultado del análisis del Plan de Emergencia efectuado, se recomienda **recoger en una tabla como la que figura a continuación todos los aspectos analizados del Plan** y la conclusión alcanzada en relación con todos ellos.

Tabla I. Resumen del análisis del Plan de Emergencia				
	Reflejado en el Plan actual	Viable / Adecuación	Propuesta Final	Actualización / Revisión
Sistema de comunicaciones				
Sistema de aviso a la población				

Centro de gestión de emergencias				
Procedimientos				
Divulgación				

Tabla 1. Aspectos analizados del Plan de Emergencia

Por último, resulta interesante recordar que en la guía técnica para la elaboración de planes de emergencia publicada en el Ministerio en 2023³ se han recogido a título orientativo distintas circunstancias susceptibles de requerir la actualización o revisión del plan de emergencia aprobado, y puede observarse que muchas de ellas se presentan con frecuencia durante la implantación de los planes de emergencia.

³ https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/seguridad-de-presas-y-embalses/borradorguiapepjun23_tcm30-589891.pdf

5 CENTRO DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS

Según se indica en la NTS I, el titular debe **disponer** en las inmediaciones de la presa de un Centro de Gestión de Emergencias (en adelante CGE) dotado de los medios técnicos precisos para el seguimiento, control y comunicación de la situación de emergencia.

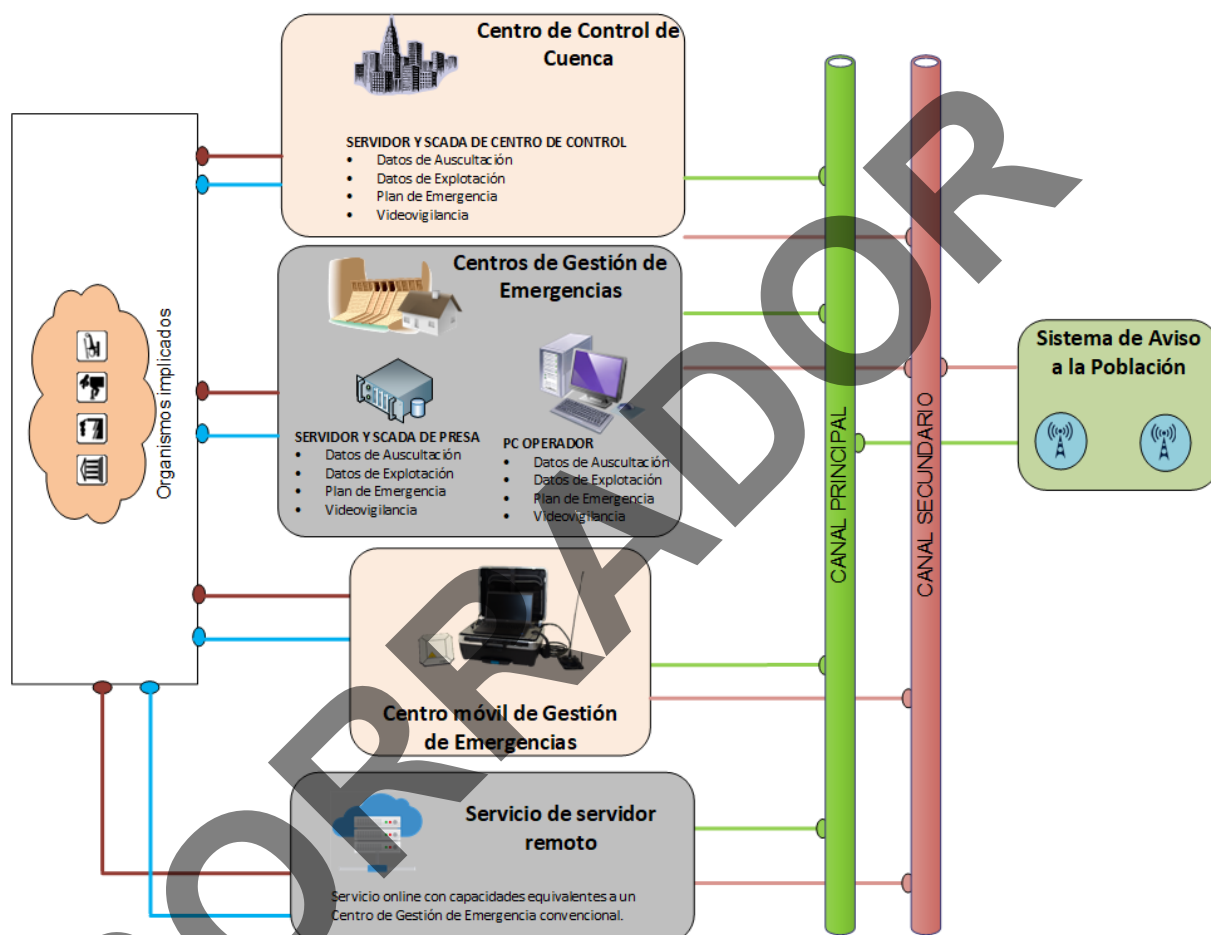


Imagen 2. Diagrama gestión emergencia

Como norma general, sólo se deberían **construir nuevas edificaciones para este fin cuando sea estrictamente necesario** o en aquellos casos en los que no exista una alternativa razonable.

Además, **en presas ubicadas "en cadena"**, o presas muy próximas, estratégicamente situadas y cuya explotación se realice de forma conjunta, **el CGE podrá ser común** para dichas presas.

En el caso de que el titular disponga de un **centro de explotación, utilizará este como CGE**. También se puede optar por utilizar **servicios especializados en la nube** (accesibles desde estos mismos emplazamientos) y que ofrezcan software dedicado para estos trabajos, los cuales en temas de garantía y capacidades de gestión sean equivalentes a las de un centro de gestión de emergencias convencional, incluyendo redundancia de comunicaciones, respaldo del sistema, alta operatividad y disponibilidad, entre otros aspectos.

Los **servicios mínimos** con los que debe contar para cumplir con la normativa serán los siguientes:

- **Sistemas de comunicación.** Como mínimo se deberán disponer **dos sistemas** en el CGE para asegurar las comunicaciones en cualquier circunstancia climatológica.

Orden de preferencia	Servicio I	Servicio II
Fibra óptica	Comunicación Organismos Implicados	Servicio de datos/voz para sistemas de aviso, fax, mail. Otras conexiones.
Móvil operador (3G, 4G, GPRS)	Comunicación Organismos Implicados	Servicio de datos/voz para sistemas de aviso, fax, mail. Otras conexiones.
VSAT	Comunicación Organismos Implicados	Servicio de datos/voz para sistemas de aviso, fax, mail. Otras conexiones.
Wimax – Radioenlace	Comunicación Organismos Implicados	Servicio de datos/voz para sistemas de aviso, fax, mail. Otras conexiones.
Radio (analógica-digital-TETRA)	Comunicación Sistema de Aviso	Servicio de datos para sistemas de aviso.

Tabla 2. Sistemas de comunicación ordenados por preferencia para el CGE

- **Sistema de alimentación eléctrica.** Deberá ser **redundante** y adecuadamente dimensionado para las necesidades previstas. Conexión a la **red eléctrica general y grupo electrógeno**, por ejemplo, si bien se puede estudiar el uso de placas solares.

A modo de recomendación, el **equipamiento eléctrico de un CGE**, sin equipos de aire acondicionado, **no superará 1 kW de potencia**, por lo que un **grupo electrógeno con el doble de potencia nominal** sería suficiente para proporcionar el suministro eléctrico necesario sin forzar el equipo **durante unas 72 horas**, lo que correspondería a un fin de semana sin asistencia técnica, disponiendo lógicamente del combustible necesario.

- **Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI).** Deberá contar con una **autonomía suficiente (15-20 minutos)** para soportar la **carga de los siguientes equipos**, hasta el arranque del sistema de alimentación eléctrica secundario:
 - **Servidor.** Instalación software de Gestión del Plan de Emergencias.
 - **PC Operador.** Acceso web al software de Gestión del Plan de Emergencias.
 - **Centralita IP.** Para la gestión de llamadas recogidas en el Plan de Emergencias.
 - **Teléfonos IP.**
 - **Conmutador Ethernet.** Para dar servicio a los distintos puntos de trabajo.
 - **Frontal de comunicaciones IP.** Pasarela entre el software de gestión y los equipos de comunicaciones.
 - **Panel de Activación Local.** Sistema de activación/desactivación y visualización del estado de los sistemas de aviso acústico.

5.1 Equipamiento del Centro de Gestión de Emergencias

Se define y detalla a continuación una **propuesta de equipamiento que un CGE** requiere, al único efecto de que sirva de ejemplo y de ayuda cuando se está redactando o ejecutando un PIPE.

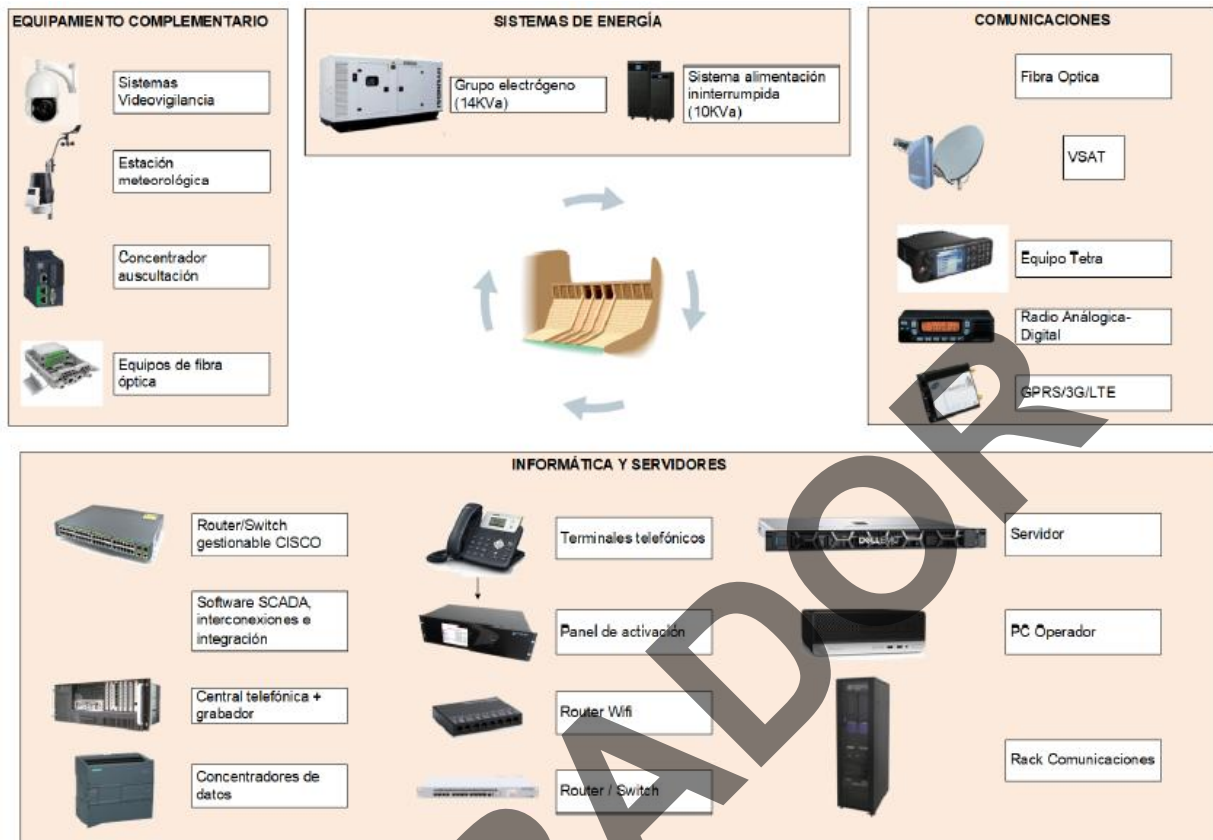


Imagen 3. Propuesta de equipamiento de un Centro de Gestión de Emergencias

PC OPERADOR



Imagen 4. PC Operador

Se utilizará principalmente para **acceder al servidor ubicado en el CGE**, y poder visualizar y operar el Software del Plan de Emergencias. El modelo será de última generación y podrá ser tanto un equipo portátil como uno fijo. Dispondrá de los accesorios normales de uso tales como; teclado, ratón, altavoces de audio y licencias del sistema operativo. En el caso de los equipos portátiles podrán conectarse mediante **cable de red o a la propia wifi interna**. Estas **especificaciones** son aproximadas y están sujetas a cambios continuos debido al constante avance de la tecnología.

A continuación, se recomiendan las **especificaciones mínimas**:

- 1 pantalla Full-HD 16:9 de 23".
- 16 GB de RAM.
- Procesador i5 o superior, de última generación.
- Tarjeta de red 1 Gbps.
- Disco duro de 1 Tb.
- Licencias del sistema operativo Windows 11 PRO.

SERVIDOR



Imagen 5. Servidor

Su uso está pensado para **alojar el Software de Gestión del Plan de Emergencia** y dotar de seguridad su funcionamiento, así como **establecer protocolos de integración con el Centro de Control**. Se debe prever un Servidor de última generación en **formato rack** con las siguientes **especificaciones mínimas** (estas especificaciones son aproximadas y están sujetas a cambios continuos debido al constante avance de la tecnología):

- 1 monitor de 19".
- 16 Gb de RAM.
- Procesador i5 o superior, de última generación.
- Tarjeta de red 1Gbps.
- Controlador de discos con capacidad RAID.
- Lector/grabador de DVD.
- Disco duro de 2TB con redundancia, al menos, RAID-1 con 1+1 HDD de 1TB.

*Este servidor **puede ser reemplazado/respalado por un servicio de servidores remotos**, ya sea interno o externo. Para más detalles, consultar los puntos posteriores.

CENTRALITA IP



Imagen 6. Centralita IP

La central telefónica para instalar en el centro de gestión de emergencias será de **tecnología FULL IP** y con capacidad de enlazar mediante **Trunk IP** (a través de protocolo SIP) con otras centralitas. En cuanto a **extensiones, dispondrá de un mínimo de 8** para alimentar todos los puestos requeridos para la gestión del Plan de Emergencia y Explotación, siendo todas con **protocolo IP SIP**, para así estandarizar el protocolo y no entrar en la obligación de instalar una determinada marca.

Es recomendable que sea **modular y escalable**, de forma que, por simple adición de elementos hardware, se pueda ampliar la capacidad tanto de conectividad como de nuevas funcionalidades.

Se recomienda instalar **red WiFi en las galerías** para posibilitar la utilización de móviles con IP y en el CGE.

ARMARIO RACK



Imagen 7. Armario rack

Los equipos del centro de gestión de emergencias (centralita, SAI, servidor, equipos de comunicaciones etc.), se situarán en un **rack de dimensiones suficientes** para albergar todos los equipos previstos, así como posibles ampliaciones. Tanto los **equipos como su cableado deberán etiquetarse**.

CONMUTADOR ETHERNET



Imagen 8. Conmutador Ethernet

En el rack de comunicaciones se instalará un **Switch gestionable (capa L3)**, permitiendo dar servicio a los distintos puntos de trabajo. El Switch propuesto tendrá **como mínimo 24 puertos Ethernet a 1Gbps**, con **previsión de ampliación del 50%** de los puestos de trabajos inicialmente contemplados.

Junto con el Switch, se instalará su correspondiente **Patch panel de entrada y de salida**. El número de puertos ethernet del patch panel irá en relación con el Switch suministrado.

ROUTER WIFI



Imagen 9. Router WiFi

Para dar **cobertura WiFi en la zona de trabajo**, se instalará un Router en el propio rack de comunicaciones o en la ubicación donde hayamos previsto dotar de esta cobertura. Especificaciones **mínimas de 5 puertos LAN (RJ-45)**, **1 puerto USB**.

FRONTAL DE COMUNICACIONES

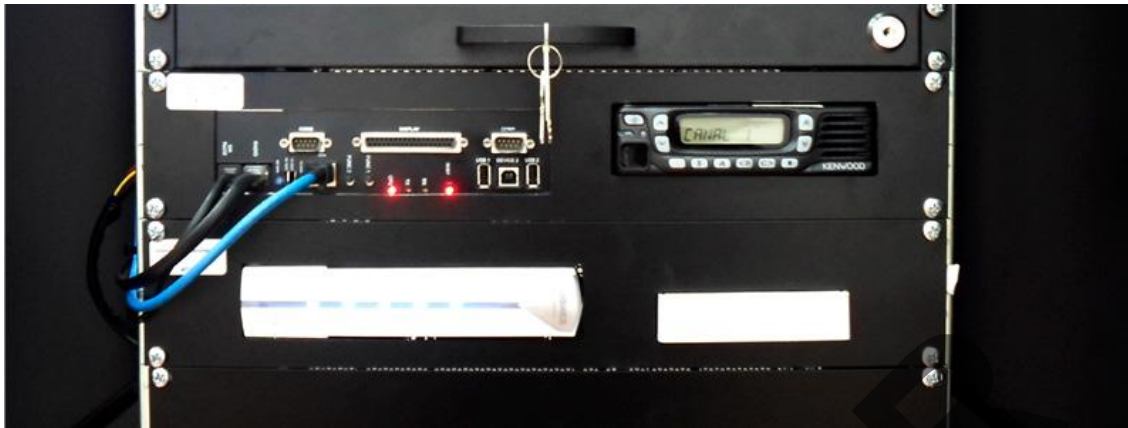


Imagen 10. Frontal de comunicaciones

El frontal de comunicaciones IP hace de **pasarela (Gateway)** entre el software ubicado en el PC Servidor y los equipos **de comunicación**, gestionando bidireccionalmente las comunicaciones primarias y redundantes, que podrán ser: Fibra óptica, TETRA, GPRS/3G/4G, Radio, VSAT, WIMAX. Funciones de gestión:

- Sistema **multiwan**, con configuraciones en modo *failover* (en caso de fallo de un canal, conmutación automática al otro) o modo balanceador (gestión de los dos canales simultáneamente) en función del tipo de tráfico.
- Capacidad para **establecimiento de conexiones VPN** del tipo IPSEC, PPTP, SSTP, OPENVPN

PANEL DE ACTIVACIÓN LOCAL



Imagen 11. Panel de activación local

Permitirá poder **activar/desactivar y visualizar el estado del sistema de aviso a la población** sin la necesidad de utilizar el Software instalado en el servidor, permitiendo dar un plus de seguridad, en el caso remoto de la inoperatividad del Servidor/PC o de la aplicación SCADA.

El panel táctil de activación local permitirá mediante funciones programadas la activación/desactivación del sistema de aviso a la población y test silencioso en las sirenas, **posibilitando la activación de las diferentes señales de sonido programadas**, en modo individual, por grupos o global de las sirenas situadas en su ámbito.

EQUIPAMIENTO VSAT



Imagen 12. Equipamiento VSAT

Es posible que cada operador ofrezca un equipamiento diferente, pero para conocimiento técnico del proyecto, la **instalación mínima** contará con un terminal satélite con antena satelital con las siguientes especificaciones mínimas:

- Frecuencia transmitida 1626.5–1660.5 MHz
- Frecuencia recibida 1525–1559 MHz
- Frecuencia GPS 1574.42–1576.42 MHz
- IDU Grado de protección contra el polvo y agua IP-40
- ODU Grado de protección contra el polvo y agua IP-65.
- Tensión entrada +12 V DC/+24 V DC nominal

ROUTER 3G/4G/5G/LTE



Imagen 13. Router 3G/4G/5G/LTE

Para las **comunicaciones móviles** se propondrá un equipo con tecnología 3G/4G/5G y LTE que permita **comunicación de datos y VoIP**, con un **ancho de banda suficiente** para la conexión de todos los elementos de gestión y su envío de datos desde el CGE.

Las **especificaciones mínimas** del equipamiento 3G/4G/LTE serán las siguientes:

- **Router 4G/5G/LTE** preferiblemente con **eSIM** integrada o con 1 Slot para SIM y 1 puerto ETH 100 Mbps (mínimo) para poder conectar los distintos dispositivos (Switch, PC, etc.).
- **Banda de trabajo** LTE 1 (2100MHz) / 2 (1900MHz) / 3 (1800MHz) / 7 (2600MHz) / 8 (900 MHz) / 20 (800MHz).
- **Velocidad mínima LTE Categoría 4** (150Mbps Downlink, 50Mbps Uplink).
- Se incluirá **antena 4G/5G**.

Nota: La tecnología 2G-3G está actualmente en proceso de migración hacia la tecnología 4G/LTE/5G.

SISTEMAS DE ENERGÍA



Se recomienda dotar al Centro de Gestión de Emergencias de un SAI o, en su caso, de otros sistemas equivalentes de respaldo eléctrico que mantengan operativos todos los equipos críticos (comunicaciones, operación y control, electrónica de red, PC, etc.). Conviene priorizar soluciones que aporten autonomía suficiente, continuidad sin micro cortes (tiempo de transferencia nulo o equivalente) y estabilidad/filtrado de la tensión.

A efectos prácticos, resulta aconsejable optar por SAI online o de doble conversión, dado que mantienen una alimentación constante y estabilizada al transformar la corriente alterna de la red en continua y volver a convertirla en alterna intercalando un inversor para alimentar la carga, evitando reinicios o pérdidas de comunicación incluso durante el arranque de los equipos de emergencia. También pueden considerarse alternativas equivalentes, siempre que cumplan los requisitos de continuidad, calidad de suministro y autonomía correctamente dimensionados para los equipos a respaldar.

5.2 Centro de Gestión de Emergencias Secundario

Si el CGE principal pudiera verse afectado por la potencial onda de rotura, se deberá disponer, para la gestión de los Escenarios 2 y 3 de la situación de emergencia, un **CGE secundario** desde el que continuar con su gestión con las adecuadas garantías.

Siempre que sea posible, se evitará la construcción de nuevos edificios para albergar esos centros, pudiendo consistir estos en **simples casetas prefabricadas** de dimensiones adecuadas, dotadas del siguiente equipamiento mínimo básico:

- **Sistemas de comunicación.** Como mínimo se dispondrá de **dos sistemas** para asegurar las comunicaciones en cualquier circunstancia climatológica.

Orden de preferencia	Servicio I	Servicio II
Fibra óptica	Comunicación Organismos Implicados	Servicio de datos/voz para sistemas de aviso, fax, mail. Otras conexiones
Móvil operador (3G, 4G, 5G. GPRS)	Comunicación Organismos Implicados	Servicio de datos/voz para sistemas de aviso, fax, mail. Otras conexiones
VSAT	Comunicación Organismos Implicados	Servicio de datos/voz para sistemas de aviso, fax, mail. Otras conexiones
Wimax - radioenlace	Comunicación Organismos Implicados	Servicio de datos/voz para sistemas de aviso, fax, mail. Otras conexiones
Radio (analógica-digital-TETRA)	Comunicación Sistemas de Aviso	Servicio de datos para sistemas de aviso.

Tabla 3. Sistemas de comunicación ordenados por preferencia para el CGE secundario

- **Sistema de alimentación eléctrica.** Deberá ser redundante y adecuadamente dimensionado para las necesidades previstas. Conexión a la red eléctrica general y grupo electrógeno, por ejemplo, si bien se puede estudiar el uso de placas solares.
- **Sistema Informático.** En la medida de lo posible se tenderá a no dotar de infraestructura informática a estos Centros, para evitar hurtos o deterioro de los equipos. Es preferible dejar preparada una infraestructura sencilla para poder conectarse con equipamiento portátil.

5.3 Centro Móvil de Gestión de Emergencias

En situaciones debidamente justificadas, como es el caso de presas situadas en zonas muy aisladas, sin instalaciones, o sin personal de explotación situado en las inmediaciones, por ejemplo, se puede utilizar un CGE móvil.

El CGE móvil podrá basarse en un maletín en cuyo interior se encuentre todo el equipamiento que sea necesario, tanto para poder efectuar el seguimiento de la gestión de la situación de emergencia como para llevar a cabo todas las actuaciones previstas en el Plan de Emergencia. Los recursos y servicios que debe ofrecer el CGE móvil deberán ser los mismos que los de un CGE convencional primario o secundario.

Para efectuar esa correcta gestión de la situación de emergencia y para asegurar las comunicaciones en todo momento, el CGE móvil deberá disponer, como mínimo, de:

- Maleta Portátil tipo "Trolley" de dos niveles, con ruedas, rugorizada, resistente y de dimensiones reducidas.
- Cierre de seguridad con llave.
- Alimentación dual: 220 V AC y 12/24 V DC.
- PC/Servidor.
 - Ordenador Portátil con procesador de última generación.
 - Windows 11.
- Software de respaldo para la gestión del sistema de aviso a la población y la gestión de emergencias.
- Frontal de comunicaciones IP.
- Router 4G/5G/LTE.
- VSAT BGAN con comunicación bidireccional, acceso a Internet, Intranets/VPN, VoIP y multicast.
- Compartimiento organizador para llevar documentos y pequeño material de oficina.

Actualmente los equipos VSAT no disponen de interfaz convencional de teléfono, por lo que **las llamadas de voz se realizarán o bien desde el propio portátil o desde dispositivos móviles Android o IOS con conexión wifi al terminal VSAT**, donde así se permite realizar llamadas vía Satélite o bien Red de Telefonía Móvil.

El centro móvil de gestión de emergencia dispondrá de **comunicaciones VSAT y GPRS/3G/4G/5G**, pero adicionalmente, en función de los **canales de comunicación habilitados para las sirenas**, podrá disponer de **equipamiento de radio** y equipo de conexión a puntos de la red WIMAX.



Imagen 14. Propuesta de equipamiento de un maletín para emplear como CGE móvil

5.4 Software de Gestión de Emergencias

Para optimizar la gestión de un Plan de Emergencia, es recomendable utilizar un **Software que permita parametrizar el Plan y asegurar que todas las actuaciones a realizar** (tanto de comunicaciones como de inspección) **queden además registradas**, de tal forma que en caso de necesidad permitiese justificar fehacientemente las acciones que se han llevado a cabo.

Por otra parte, en las diferentes experiencias en implantaciones se ha observado que quizás en el desarrollo de este software se deberían contemplar otros aspectos que en el propio Plan no se detallan, por ejemplo, posibilitar una **gestión del plan redundante entre Centro de Gestión y Centro de Control**, poder consultar otros planes de la cuenca o tener **acceso a datos y umbrales de auscultación** de manera automática a disposición del Director del Plan de Emergencia y su equipo.

En resumen, este software debería tener **capacidad para integrarse con diferentes plataformas**, de forma que pueda trabajar con datos de auscultación, mantenimiento o del propio SAIH, así como permitir que la gestión del plan y activación de escenarios sea multipuesto y sincronizada con otros centros (de cuenca o móvil).

5.5 Servicio de servidor remoto (Nube)

Una opción viable es la adopción de **servicios de servidor remotos (nube)** para la **gestión de emergencias y el control del sistema de alerta a la población**. Estos servicios pueden equipararse en funcionalidades y capacidades a los centros de gestión de emergencias convencionales. Ofrecen características como comunicaciones redundantes, software especializado para estos propósitos, sistemas de alimentación asegurada e ininterrumpida, acceso a través de internet desde cualquier ubicación, y un alto nivel de seguridad en términos de protección de red y ciberseguridad.

Este enfoque **permite acceder a las funcionalidades críticas desde diversos emplazamientos físicos**, como el Centro de Gestión de Emergencias primario, secundario, o la sala de emergencias de la presa, mientras que el hardware y el software residen en la nube. Esto significa que la infraestructura física local se convierte en un simple punto de acceso,

mientras que la gestión y el almacenamiento de datos críticos se confían a la infraestructura en la nube, proporcionando flexibilidad, escalabilidad y una mayor resistencia ante posibles fallos o emergencias locales.

BORRADOR

6 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

Según se cita en las **Normas Técnicas de Seguridad (NTS)**: “El centro de gestión de emergencias (CGE), cualquiera que sea su ubicación y su tipología, deberá estar **equipado con sistemas de comunicación redundantes en condiciones de operatividad permanentes**, al objeto de garantizar en todo momento la comunicación con los organismos implicados en la gestión de la emergencia y con los sistemas de aviso a la población”.

En base a esto, para la correcta ejecución del plan de emergencia, desde el CGE es fundamental disponer de **comunicaciones redundantes con los organismos implicados tanto por voz (llamadas) como por datos (faxes y correos electrónicos)**, así como por datos de telecontrol con los sistemas de alerta a la población. Por lo tanto, es imperativo disponer de canales para ambos tipos de comunicación, asegurando así la continuidad y fiabilidad de las comunicaciones en todo momento.

Es importante indicar que estos sistemas de comunicaciones no son únicamente para la gestión de las emergencias, **también pueden utilizarse para las tareas diarias de operación**. Por esta razón, la elección adecuada de un sistema de comunicaciones adquiere una importancia que justifica su dedicación en un apartado específico de esta guía.

Para la decisión de qué tecnología de comunicaciones adoptar, es necesario centrarse en los **requerimientos del plan de emergencias**, ya que estos son más restrictivos que las necesidades diarias en situación normal. Las características de cada tecnología determinarán si un sistema de comunicaciones puede utilizarse para voz, datos o ambas funciones. Es decir, según las tecnologías que se elijan en cada caso, cabe la **posibilidad de que, con solo con dos canales de comunicaciones, ya se cubran todas las redundancias necesarias, o se requieran más**.

Nota: El concepto de sistemas de comunicación redundantes hace referencia a la **disponibilidad de alternativas de comunicación** que aseguren la continuidad del servicio ante eventuales fallos o interrupciones. Esta redundancia debe alcanzarse preferentemente mediante el empleo de tecnologías diferentes —como enlaces radio, satelitales o fijos—, especialmente en los puntos de aviso y centros de gestión de emergencias, donde resulta esencial **garantizar la máxima fiabilidad**. No obstante, la utilización de **dos tecnologías de comunicación similares** puede considerarse una opción válida de respaldo, siempre que se constate que sus infraestructuras y criterios de gestión energética sean suficientemente diferenciados. Aunque esta alternativa no constituye la opción más recomendable desde el punto de vista de la independencia tecnológica, podrá aceptarse **en aquellos casos en que la implantación de otras tecnologías resulte técnica o económicamente inviable**, siempre que se justifique adecuadamente su idoneidad y capacidad para mantener la operatividad en situaciones de emergencia.

6.1 Principales tecnologías de comunicaciones disponibles

Para determinar qué **tecnología de comunicaciones es la más adecuada**, se han tenido en consideración las que han sido ampliamente probadas, y se han evaluado factores clave como su capacidad para adaptarse a necesidades específicas, el impacto económico de la inversión, la seguridad y los costos sostenidos del servicio a lo largo del tiempo.

Nota: Hoy en día, la mayoría de las tecnologías permiten tanto la comunicación de voz como de datos a través del mismo canal. Existen, sin embargo, algunas tecnologías especializadas que se enfocan exclusivamente en la transmisión de datos, respondiendo a necesidades específicas donde la voz no es un requisito, como en el caso del Internet de las Cosas (IoT). Por otro lado, las soluciones diseñadas únicamente para la voz son cada vez más escasas, pues la tendencia global se orienta hacia la integración de servicios, impulsada por la evolución de las redes IP y la telefonía digital.

A continuación, se detallan las principales tecnologías analizadas:

- **Red de telefonía móvil**
 - Este canal permite la **transmisión tanto de voz como de datos**.
 - De todas las generaciones de redes actualmente disponibles en España, todas son aptas para la transmisión de voz. Cada una de estas generaciones cuenta con su **propia tecnología asociada**. A continuación, se detallan algunas características:

- **Red de primera generación 1G (Tecnología analógica):** Tecnología actualmente extinguida (Red Moviline).
- **Red de segunda generación 2G (Tecnología GSM/GPRS):** Se introduce la **tecnología digital**, con mejor calidad de voz y capacidad para mensajes cortos SMS. No se recomienda para la **transmisión de datos** dada su limitada velocidad y ancho de banda, aunque el sistema GPRS aumentó las capacidades iniciales. Está **en proceso de extinción** por el apagón previsto para las generaciones 2G/3G (Consultar Anejo 7).
- **Red de tercera generación 3G (Tecnología UMTS/HSPA):** Mejoras significativas en la **transmisión de datos** en comparación con la red 2G, aunque para datos se recomienda su uso únicamente para aplicaciones de telemetría que no requieran un gran ancho de banda. En el **apagón previsto** para las generaciones 2G/3G, la **3G será la primera en desaparecer**; de hecho, la red 3G del operador Vodafone ha sido la primera en desaparecer (Consultar Anejo 7).
- **Red de cuarta generación 4G (Tecnología LTE):** Alta velocidad de **transmisión de datos**, y soporte para aplicaciones de alta demanda con una latencia reducida. Recomendada para la transmisión de datos, sobre todo para aplicaciones que requieran una alta capacidad (video operación, etc.).
- **Red de quinta generación 5G (Tecnología NR):** Velocidades **extremadamente altas**, baja latencia y capacidad para soportar un **gran número de dispositivos conectados simultáneamente**. Ideal para aplicaciones avanzadas que requieran la transmisión de una gran cantidad de datos con baja latencia.

Nota: Aunque las tecnologías de redes avanzadas como **4G y 5G** están ampliamente disponibles, **muchos fabricantes de routers industriales aún no han implementado estas tecnologías** a gran escala en sus equipos. La mayoría de los dispositivos industriales todavía operan principalmente con tecnologías más antiguas y probadas, como 3G y 4G. Esto se debe a varios factores, incluyendo los costos de implementación, la necesidad de pruebas exhaustivas para asegurar la fiabilidad en entornos industriales críticos y la infraestructura existente. Sin embargo, se espera que con el tiempo y a medida que la demanda de mayores velocidades y capacidades aumente, más fabricantes incorporen las últimas tecnologías en sus equipos.

- **Fibra óptica**
 - Este canal permite la transmisión tanto de **voz como de datos**.
 - Es un servicio de **muy alta capacidad**, pero es necesario que los operadores dispongan de **infraestructura** cercana a los emplazamientos. A veces puede resultar **difícil** dada la localización remota de las infraestructuras hidráulicas.
- **Radio UHF/VHF**
 - Se recomienda usar este canal únicamente para **comunicaciones de datos**.
 - Dentro del ámbito de la tecnología radio, existen diversas variantes como la **radio analógica, digital y TETRA**, entre otras. Sin embargo, en situaciones de emergencia, se recomienda restringir el uso de las radios analógica y digital exclusivamente para la comunicación de datos entre el Centro de Gestión de Emergencias (CGE) y los sistemas de alerta. Esto se debe a que extender su uso para comunicaciones de voz directas entre el CGE y los organismos involucrados en la gestión de la emergencia requeriría que dichos organismos dispongan del mismo equipamiento radio que el CGE, lo cual no siempre es factible. Por otro lado, la tecnología TETRA es comúnmente utilizada por la Administración y Cuerpos de Seguridad, lo que, dependiendo del caso, podría hacerla viable también para la comunicación con los organismos.
 - Es un servicio de **baja capacidad**, pero suficiente para realizar el telecontrol y telemetría de los sistemas de aviso. La principal ventaja es que, excepto para la Radio TETRA, no precisa de infraestructura de terceros para su funcionamiento.

▪ Radioenlaces

- o Este canal permite la transmisión tanto de **voz como de datos**.
- o Existen varios tipos de radioenlaces, que **se dividen en varias categorías según su frecuencia**. En esta guía se van a clasificar en los que operan en **banda libre** (sin necesidad de legalización), y los que **sí es necesario legalizar**.
- o Cabe señalar que los radioenlaces, especialmente en configuraciones punto a punto, suelen **requerir visión directa entre las antenas** para garantizar una comunicación estable y de calidad, por lo que debe verificarse la ausencia de obstáculos y la correcta alineación y altura de los equipos durante su diseño e instalación.
 - ✓ Radioenlaces que sí necesitan ser legalizados:
 - Generalmente son radioenlaces de **microondas y terrestres de alta capacidad** (entre 6GHz y 38GHz).
 - No se recomienda su uso en planes de emergencia debido a los **altos costes de equipamiento, mantenimiento, legalización y consumo energético**, por lo que no se recomienda su uso en puntos de aviso remotos.
 - Están **recomendados para servicios de conexión de estaciones de telefonía móvil, retransmisión TV, etc.**
 - ✓ Radioenlaces que no necesitan ser legalizados:
 - Generalmente son radioenlaces que operan en **frecuencias libres de entre 2,4GHz y 5GHz**. Comúnmente usados para WiFi, dispositivos Bluetooth, enlaces industriales punto a punto, Wimax, etc.
 - No requieren de legalización, pero **sí deben cumplir con la reglamentación técnica vigentes**.
 - Es un canal recomendado ya que **puede llegar a ofrecer velocidades altas de transferencia de datos**.
 - Nota: En el caso del **Wimax**, esta tecnología está en **proceso de obsolescencia** debido a la competencia superior del 4G y el 5G, la falta de adopción de la tecnología por parte de los usuarios, así como la nula inversión y desarrollo de los fabricantes.
- o En cualquier caso, se recomienda usar los radioenlaces que operan en **frecuencias libres**, para las comunicaciones que requieran de **alta capacidad** entre CGE y otros posibles centros de control. **No se recomienda para el telecontrol de los sistemas de aviso**, ya que el consumo de los equipos es elevado, y en el caso de los puntos de aviso remotos que disponen de alimentación solar, puede comprometer su capacidad de autonomía.
- o Se considera un servicio de alta capacidad, pero **requiere de infraestructura y mantenimiento** propio para su funcionamiento.

▪ Comunicaciones satelitales

Se analizan algunas de las comunicaciones satelitales más utilizadas:

Estaciones fijas con satélites de órbita lejana (GEO)

- o Este canal permite la **transmisión tanto de voz como de datos**.
- o Normalmente son satélites en **órbita geoestacionaria**, lo que significa que, en una posición relativa al suelo, **es como si permanecieran fijos**. Se considera un **canal de media capacidad**, con el añadido que al ser **satélites lejanos** (a unos 35.786 km sobre el ecuador de la tierra) existe una **latencia de aproximadamente 250 ms** en cada dirección de comunicación, lo cual según en que aplicaciones puede ser determinante, sobre todo en

las de tiempo real. Por otro lado, debido a su posición fija, proporcionan una **conexión estable** y unos **costes de servicio relativamente bajos**.

Estaciones fijas con satélites de órbita baja (LEO)

- o Este canal permite la **transmisión tanto de voz como de datos**.
- o Es una **tecnología relativamente nueva** y poco contrastada. Su característica principal es que los satélites orbitan la tierra a **altitudes mucho menores** que los de órbita lejana, de **entre 180 y 2.000 km**, lo que permite tener **tiempos de latencia mucho menores** (alrededor de **20-30 ms**), que son aceptables para **aplicaciones en tiempo real**.
- o Dado que los satélites están mucho más cerca de la tierra, en una posición relativa al suelo, estos se mueven más rápidamente a través del cielo, lo que requiere tener una **red de múltiples satélites para una cobertura continua**.
- o Actualmente hay proveedores de estos **servicios como Starlink** (de SpaceX), que están creando constelaciones de estos satélites. Sus **costes de adquisición y mantenimiento de servicio son relativamente bajos**, pero esta tecnología aún está en fase de despliegue.
- o Se puede consultar más información sobre esta tecnología en el **Anejo 7**.

Estaciones móviles

- o Este canal permite la **transmisión tanto de voz como de datos**.
- o Los terminales móviles por satélite son básicamente **dispositivos portátiles** que permiten la comunicación satelital con **satélites de órbita lejana (GEO), de órbita baja (LEO) o media (MEO)**. Sus características y precios variarán en función de las capacidades, y a pesar de permitir tanto la transmisión de voz como de datos, **se aconseja emplear este canal exclusivamente para la transmisión de voz**. En cuanto a los datos, se caracteriza por ser un **canal de baja capacidad**, a parte que los proveedores de servicios usualmente imponen tarifas muy elevadas por una cantidad limitada de datos.

Nota: Es interesante mencionar que **muchos servicios de comunicaciones móviles por satélite operan en Banda L (1–2 GHz)**, utilizada para comunicaciones de **baja capacidad** o tipo **IoT**, especialmente como **sistema redundante en puntos de aviso o telemetría remota**. Su **coste de adquisición y servicio**, así como su **consumo energético**, han **disminuido considerablemente**, lo que la convierte en una alternativa viable en ubicaciones con problemas de cobertura terrestre o móvil.

▪ Otras tecnologías de interés

LoRaWAN (Long Range Wide Area Network)

- o Este canal permite la **transmisión únicamente de datos**.
- o Es una tecnología que, aunque no está directamente relacionada con la provisión de **acceso a internet de alta velocidad** para usuarios finales, desempeña un papel crucial en el **Internet de las Cosas (IoT)**. Básicamente es un protocolo de red de **baja potencia y largo alcance** diseñado para la comunicación entre dispositivos. Utiliza la **tecnología LoRa (Long Range)** para transmitir datos a largas distancias con un **bajo consumo de energía**, ideal para **sensores y dispositivos que no requieren altas tasas de transferencia de datos**, pero sí necesitan una conectividad constante y de bajo costo.
- o Es particularmente útil para **conectar dispositivos IoT en zonas rurales y remotas**, donde los dispositivos necesitan operar durante **largos periodos sin intervención humana**.
- o Esta tecnología también presenta algunos inconvenientes. El primero es que su arquitectura típica **requiere uno o varios puntos de concentración de datos** para su funcionamiento. Esto representa una **vulnerabilidad en sistemas de emergencia**, ya que, si los concentradores fallan, toda la red queda inoperativa. El segundo

inconveniente es que, al operar en una **banda libre del espectro radio (868-869 MHz)**, la **potencia de salida es muy limitada**. En la práctica, esto significa que el **alcance*** entre los dispositivos y el concentrador de datos es **limitado**. (*en función de la orografía).

Notas

- Para las tecnologías que permiten tanto **voz como datos**, en el caso de que **se necesiten ambos**, se recomienda que se **solicite explícitamente a los proveedores** a fin de evitar problemas de alta de los servicios.
- Es importante **verificar la correcta compatibilidad** entre diferentes canales de datos.
- En el caso de que se quieran utilizar estos canales para las **tareas diarias** (auscultación, videovigilancia, mantenimiento, etc.), es necesario **analizar todas las necesidades** y elegir los más adecuados en función de la capacidad de datos, latencia, ancho de banda, etc.
- Cualquiera de los sistemas anteriores se podrá utilizar **tanto como canal principal como secundario**. En el hipotético caso de que sólo sea posible y viable la comunicación mediante un único sistema o existan particularidades que deban abordarse de forma particular, la solución deberá ser **validada por el Comité de Implantación**.

A continuación, se analizan las necesidades de cada una de las ubicaciones críticas mencionadas al inicio:

- El Centro de Gestión de Emergencias (CGE).
- Los puntos de aviso a la población.

6.2 Sistema de comunicaciones del Centro de Gestión de Emergencias

En el Centro de Gestión de Emergencias se debe disponer de:

- **Dos canales** (uno principal y otro redundante) para las **comunicaciones de voz** (llamadas a organismos implicados, autoridades, etc.).
- **Dos canales** (uno principal y otro redundante) para las **comunicaciones de datos** (envío de fax, email, telecontrol de los sistemas de aviso, etc.).

6.3 Sistema de comunicaciones con los Puntos de Aviso a la población

En el caso de los sistemas de aviso a la población, y en concreto en la utilización de **sirenas electrónicas**, éstas deberán disponer de:

- **Dos canales** (uno principal y otro redundante) para las **comunicaciones de datos con el CGE** (telecontrol).

En ambos casos es importante **elegir bien la tecnología en cada caso**, para intentar que con 2 canales se puedan cubrir todas las redundancias necesarias. A continuación, se adjunta un ejemplo, y se pueden consultar algunos más en el Anejo 8.

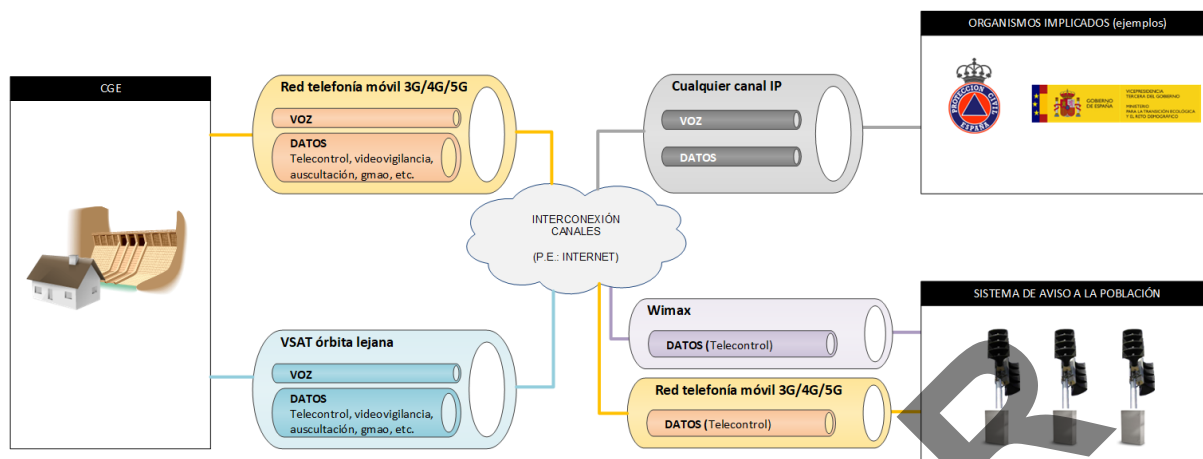


Imagen 15. Ejemplo de sistema de comunicación redundante con Puntos de Aviso a la población

6.4 Estudios radioeléctricos

6.4.1 Sistemas TETRA, radio digital y analógica

El objetivo básico de la realización de un estudio radioeléctrico para crear una **red de comunicaciones tipo radio para el Sistema de Aviso** es validar que **cada punto de sirena dispone de un enlace directo y con alta disponibilidad** (la disponibilidad medida en % indica la calidad del enlace, lo típico son niveles cercanos al **98%**) con el CGE.

Para realizar este primer estudio, se pueden utilizar diferentes programas que hay en el mercado. En el Anejo 1 se incluyen una serie de directrices a estos efectos.

6.4.2 Telefonía móvil

Por otra parte, para el estudio que debe realizarse en el diseño de la red de móvil (LTE/3G/4G/5G/GPRS) como segundo canal de comunicaciones, es importante **conocer los mapas de cobertura** que se pueden obtener de los diferentes operadores de telefonía móvil tanto para comunicaciones de **voz como de datos** (alternativa de comunicaciones 3G/4G de la presa o comunicaciones con puntos de aviso con la población, M2M). Esto tiene una gran relevancia ante los problemas que se están produciendo por el **cambio de operador en el contrato de comunicaciones CORA** de la Administración General del Estado. El hecho de conocer con detalle la cobertura y nivel de señal de los principales operadores (Movistar, Vodafone, Orange y Masmovil) evitará sorpresas o problemas técnicos difíciles de resolver en la elección de las ubicaciones de los puntos de aviso.

Otro problema muy frecuente son las **“zona de sombra”**: zonas dónde teóricamente debería existir un nivel de cobertura óptimo pero que no es así, por diversos factores geográficos o físicos. Para evitar ese riesgo, se aconseja **realizar comprobaciones in situ** de cada ubicación (puesto de sirenas, centro de gestión de emergencia o salas de explotación), sin necesidad de realizar costosas inversiones en equipos especiales para estas mediciones. Bastaría simplemente con instalar en teléfonos móviles estándar particulares de diferentes operadores, una aplicación o **APP denominada G-NetTrack**, disponible al menos para teléfonos Android y que se puede **descargar gratuitamente** desde Play Store. Obviamente, el uso de este tipo de herramienta **no aporta datos precisos** ni, por tanto, cumple los requisitos de un “estudio radioeléctrico”, pero sirve de **apoyo en los replanteos** antes de realizar el estudio o la obra. Tampoco es la única APP que proporciona datos de la cobertura móvil, ya que **existen otras similares** y, posiblemente, a corto plazo vayan apareciendo nuevas aplicaciones con mejores funcionalidades.

Una vez instalada, y habilitando los permisos oportunos (ubicación, tráfico de datos, llamadas, etc.), la aplicación ofrece interesantes **datos de cobertura en la posición en la que se encuentra el móvil**, o una monitorización de los datos con el tiempo o con la distancia para conocer zonas de sombras o con alta intensidad de señal.

En la última pestaña denominada COCHE se da un resumen de los datos registrados:

TIPO: es el tipo de red móvil recibida. Adoptan diferentes siglas; las 2G (CSD, GPRS, EDGE de peor a mejor), 3G (UMTS, HSPA y HSDPA) y, por último, 4G/5G (LTE). La cobertura de comunicaciones M2M es compatible con todos los sistemas GSM (2G/3G/4G/5G).

El parámetro TA indica la distancia estimada entre el móvil y la celda del repetidor a la que se conecta. Para una red 4G LTE, la distancia en metros se calcula multiplicando el valor de TA por 78,12, mientras que para una red 5G (NR) la resolución del TA es el doble de precisa y se debe multiplicar TA por 39,06. CELLID muestra el identificador de la celda en servicio. ARFCN representa el número de canal (y, por consiguiente, la frecuencia portadora) de la celda conectada. F_{DL} se refiere a la frecuencia de descarga (DownLoad), mientras que F_{UL} es para la de subida (UpLoad). BAND indica la banda de frecuencia de la red móvil. BW se refiere al ángulo de apertura en grados del haz de radiación de la antena (-1 desconocido).

Otro indicador interesante es el nivel de la señal recibida identificada por RSCP para 2G/3G o RSRP para 4G/5G. Las unidades de este indicador están en escala logarítmica dBm referidos a potencias en mW y siempre con valores negativos. El valor máximo se corresponde con los -51 dBm que se registran junto a un repetidor de telefonía, mientras que el mínimo para establecer una llamada es de -113 dBm.

La siguiente imagen muestra cómo calificar este nivel de señal recibido:

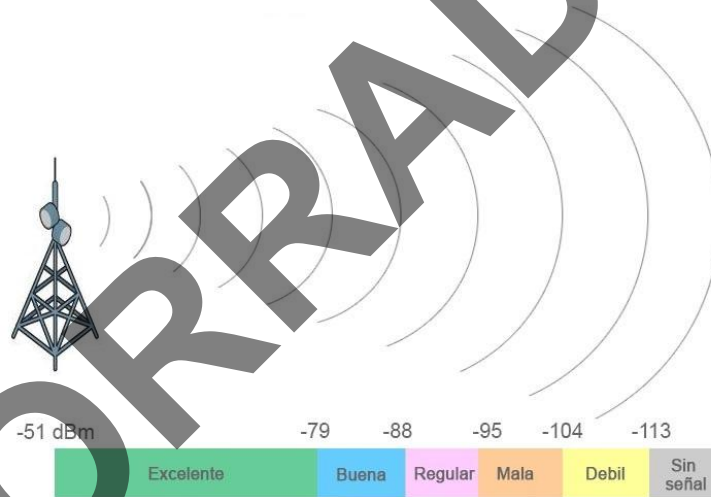


Imagen 16. Clasificación del nivel de señal recibida por un teléfono móvil

La calidad de la señal viene determinada por el parámetro ECNO (2G/3G) o RSRQ (4G/5G). Se expresa también en dB (logarítmico) con valores negativos. La siguiente tabla muestra el rango de calificaciones de la calidad:

	ECNO ó RSRQ
Excelente	≥ -10
Buena	-10 ~ -15
Regular	-15 ~ -20
Mala	≤ -20

Tabla 4. Rango de calificaciones de la calidad de la señal

A continuación, se muestran pantallas de esta aplicación:

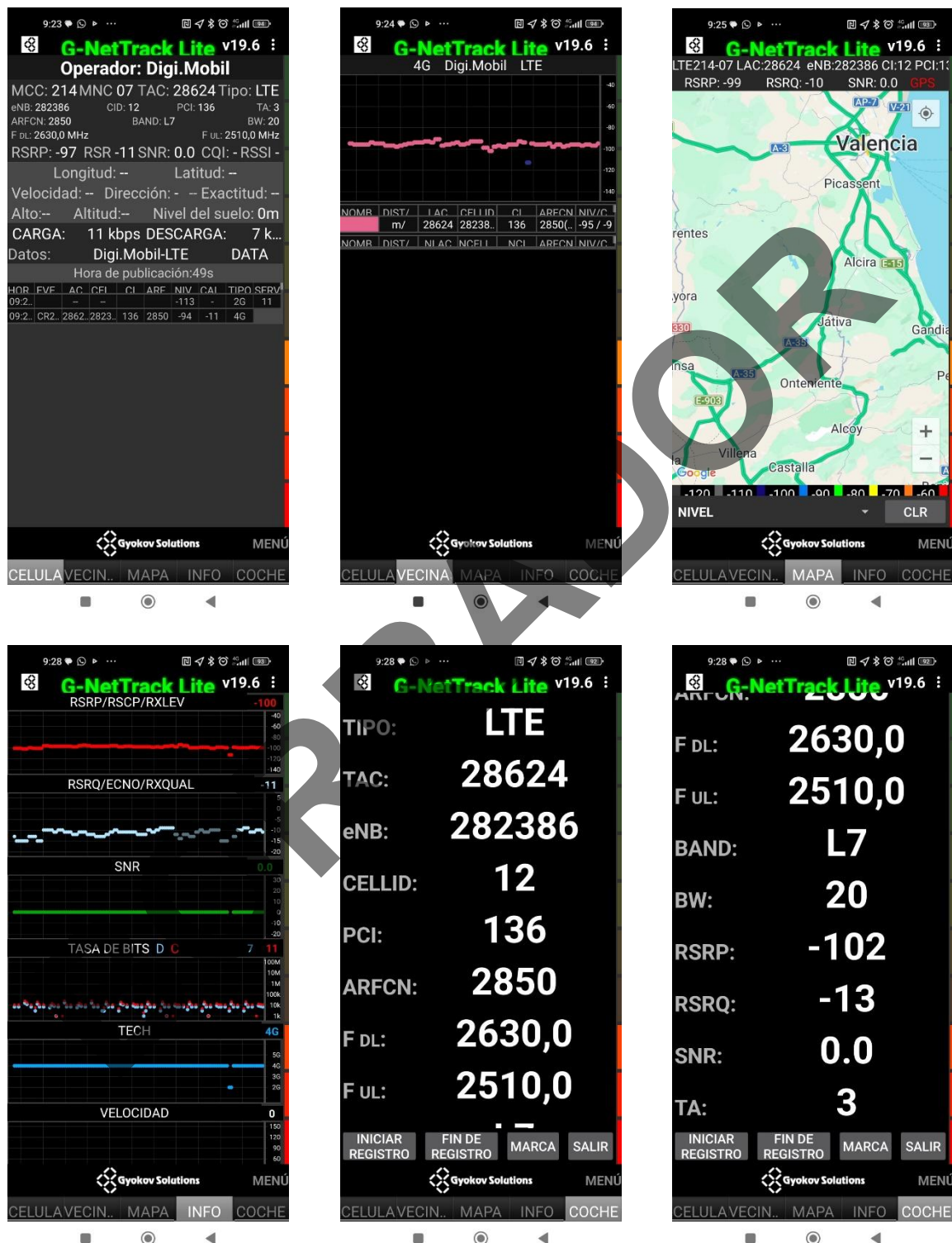


Imagen 17. Pantallas de la App G-Net Track

6.5 Aspectos relativos a la seguridad

En la implantación de cualquier Plan de Emergencia es imprescindible tener en cuenta la **seguridad tecnológica – informática** de la solución, como aspecto esencial a considerar para el diseño de ésta.

Por ese motivo, ha de tenerse presente lo siguiente:

- En el caso de que en la organización exista un **departamento específico dedicado a la tecnología/comunicaciones**, será preciso **establecer con éste las medidas de seguridad a implementar** para conseguir una solución suficientemente segura y acorde a los requisitos establecidos por el departamento que posteriormente deberá llevar su mantenimiento.
- Se procurará recurrir, preferiblemente, a **sistemas con conexiones VPN** que interconecten entre sí los elementos necesarios, que permitan controlar el tráfico que fluye desde y hacia internet, así como los que eviten su conexión directa a internet. En el caso de utilización de **redes móviles**, **los propios operadores disponen de capacidad para aislar las comunicaciones directamente** sin necesidad de añadir hardware o software adicional.
- Se procurará utilizar la **segmentación de redes**, cuando sea posible (auscultación, telecontrol, Plan de Emergencia o cualquier otra).
- Se procurará implementar una **topología de red que tenga múltiples capas**.
- Se emplearán **protocolos de red confiables y seguros**, y servicios donde sea posible (servicio de M2M, en redes móviles, TETRA en radio).
- En el caso de utilizar comunicaciones vía radio, se recomienda usar **radio digital con claves de codificación y encriptación**.
- Los equipos de **telecontrol deberán emplear protocolos de comunicaciones con encriptación**. En caso de no ser posible, se deberá asegurar que la comunicación queda encriptada y aislada de toda posible interceptación.
- Los **accesos desde el exterior** a los sistemas de control deberán ser siempre **a través de conexiones encriptadas** y mediante el uso de sistemas de **clave de seguridad**.
- Se deberán **catalogar y monitorizar todas las conexiones remotas a la red**.

6.6 Comunicaciones de la presa con el Centro de Gestión de Emergencias o con las oficinas situadas en las inmediaciones o servicios remotos en la Nube

En primer lugar, ha de recordarse que **en caso de que la gestión de la emergencia se realice desde un lugar que no esté en las inmediaciones de la presa**, es preciso asegurar que las **comunicaciones con el entorno de la presa** estén permanentemente **en condiciones de operatividad**, incluso en situaciones atmosféricas adversas. Por ello, la solución adoptada en el PIPE en estos casos debe analizar y **prever específicamente un sistema de comunicaciones que cumpla con estas premisas**, y dependiendo de la fiabilidad ofrecida por las alternativas disponibles, esto **podría requerir de la inclusión de un sistema secundario de seguridad** para dicho sistema.

No obstante, con carácter general para mejorar el conocimiento de todo lo que se hace alrededor de las presas, para facilitar la toma óptima de decisiones, o para realizar una adecuada gestión del Plan de Emergencia, por ejemplo, es muy necesario efectuar una **adecuada conexión de las oficinas situadas en las inmediaciones de la presa y los servicios dedicados en la Nube**, con todos los equipos que de una forma u otra van a permitir tener ese conocimiento, controlar esas situaciones, **facilitar esa toma de decisiones**, o **activar la declaración de los distintos escenarios de emergencia**: pluviómetros, limnímetros, posición de las compuertas, lecturas de elementos de auscultación, estado de baterías, de la conexión de las redes de comunicaciones, etc.

Por ello, las mejoras que puedan implementarse en las comunicaciones internas, frente a las externas para las conexiones con otros organismos, redundarán en una **mejor gestión de la explotación diaria** y, por lo tanto, de la **gestión de las situaciones de emergencia** contenidas en el Plan de Emergencia.

Si la presa dispone de una **red interna de fibra óptica**, se podrían incluir en ella, además, otros elementos necesarios (armarios, repartidores, convertidores, electrónica de red, etc.) para conectar e **integrar otros sistemas complementarios de la explotación**: videovigilancia o anti-intrusismo, por ejemplo, o elementos de comunicación en zonas sin cobertura.

La existencia de una red interna de fibra óptica permitiría, además, **enlazar teléfonos IP en el interior de las galerías con la centralita telefónica**, como medida de seguridad personal.

En caso de no disponer de dicha red, se indican a continuación unas características básicas y unos criterios sencillos para su adecuada definición.

- **Red de fibra óptica**

La **comunicación entre los armarios** distribuidos por la presa y el rack de las oficinas de la presa o el CGE, se realizará a través de una fibra óptica multimodo OM3 para intemperie, de 12/24/48 hilos. La elección del número de hilos se hará en previsión de futuras ampliaciones.

- **Equipo Switch**

Para la **correcta comunicación a través de la red de fibra óptica** entre el rack situado en las oficinas de la presa, o el CGE, y los armarios distribuidos por la presa, se dispondrá un Switch de red que cumpla las siguientes especificaciones mínimas:

- Conmutador *Fast Ethernet* (mínimo), con sistema de gestión que permita:
 - Redundancia mediante protocolos como RTSP IEEE 802.1W como mínimo, u otros más avanzados.
 - Implementación de VLAN mediante estándar IEEE 802.1Q
 - Número de puertos: 6x RJ45 + 2 puertos FO con conectores ST o SC.

Se trata de un conmutador/Switch gestionable que permite su funcionamiento en configuración tipo anillo entre el resto de Switches de fibra distribuidos.

- **Repartidores**

Se instalarán **en los puntos intermedios o finales** de la línea de fibra óptica, y cumplirán las siguientes especificaciones:

- **Repartidor puntos intermedios:**



Imagen 18. Repartidor intermedio fibra óptica

- Caja de fibra óptica mural.
 - Uso tanto en exterior como en interior (IP 65).
 - Puerta con mecanismo y cerradura de seguridad con llave.
 - Permitirá instalar en su interior hasta 12/24/48 hembras pasamuros SC o LC.
- **Repartidor rack:**



Imagen 19. Repartidor rack fibra óptica

- Alojará los extremos de los cables de fibra óptica, dando protección a los empalmes y permitiendo conexiones.
 - Extraíble y con sistema de apertura/cierre rápido.
 - Preparado para alojar en su interior hasta 48 fibras y 2 casetes de 24 empalmes cada uno.
- **Cable:**

Se utilizará cable del tipo UTP CAT6A mínimo.

6.7 Equipos repetidores para galerías y áreas sin cobertura

En entornos como **galerías de presas y áreas sin cobertura**, la comunicación es fundamental, pero a menudo deficiente debido a la falta de infraestructura y alcance por parte de los operadores. Para cubrir esta necesidad, la **instalación de equipos repetidores** surge como una solución vital. Estos dispositivos **amplían la cobertura**, permitiendo una comunicación fluida en áreas previamente inaccesibles, lo que no solo mejora la **seguridad** sino también la **eficiencia operativa** en estos entornos.

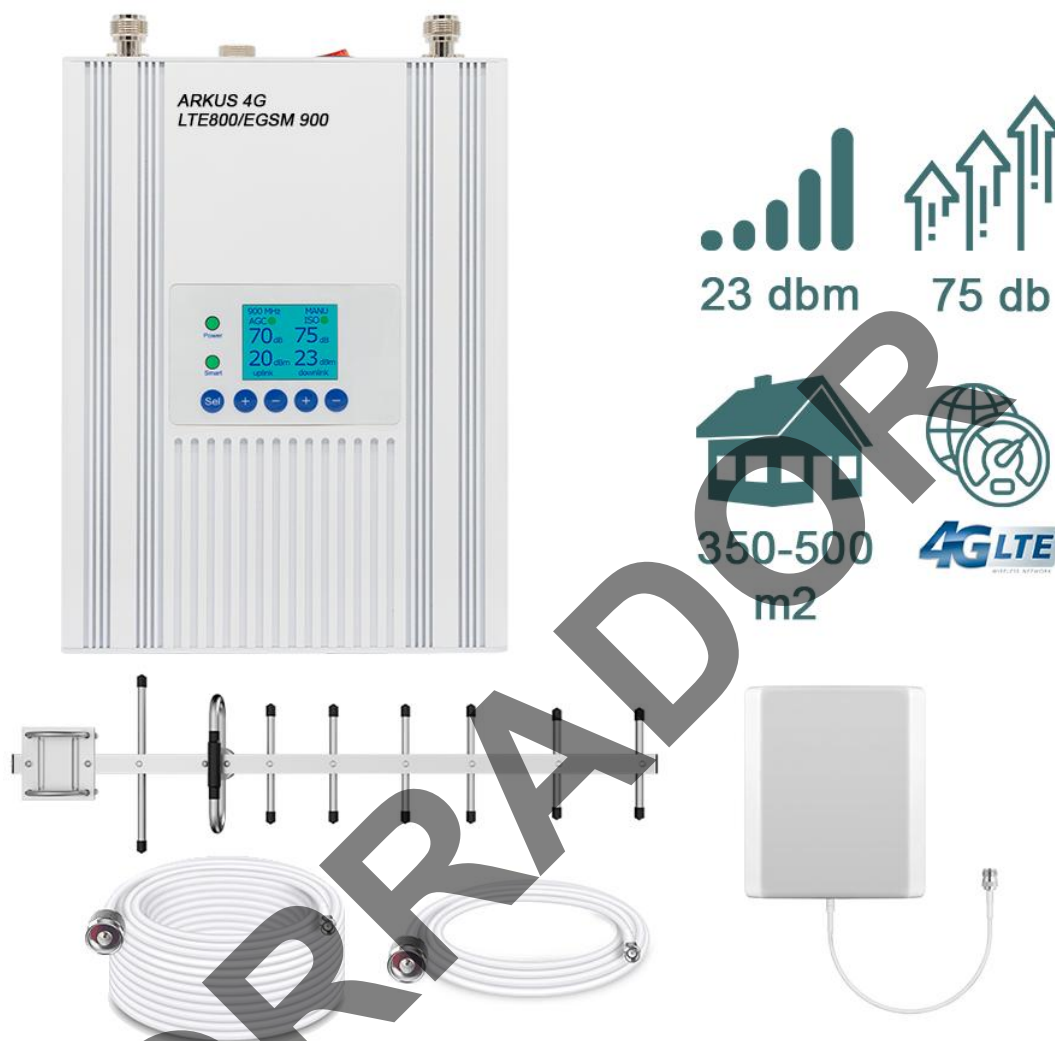


Imagen 20. Equipo repetidor de banda ancha para frecuencias de telefonía móvil

Siguiendo las indicaciones facilitadas por la **Secretaría General de Planificación y Gestión del Espectro Radioeléctrico (SGPGER)**, a continuación, se detallan los aspectos a tener en cuenta para abordar la instalación de estos sistemas:

- En el ámbito de la telefonía móvil convencional, **la solicitud y la instalación de equipos repetidores recae en las cuatro principales operadoras** establecidas en España, quienes son las propietarias del espectro radioeléctrico en esas frecuencias. Estas cuatro operadoras son actualmente **Orange España, Vodafone, Telefónica Móviles y Xfera Móviles**. Los demás operadores son operadores virtuales que se apoyan en la infraestructura proporcionada por estas cuatro compañías. Al operar los repetidores con las frecuencias de estas cuatro operadoras principales, **se debe solicitar autorización para la utilización de los repetidores a cada una de las operadoras** y, una vez concedido el permiso, comunicarlo a la SGPGER. En principio, puede ser beneficioso para las operadoras ya que aumentan su cobertura sin ningún coste.
- Como **alternativa a los repetidores** de frecuencias de telefonía móvil en galerías, se puede recurrir al uso de **WiFi**, dado que la utilización de **esta banda de frecuencia no plantea inconvenientes**, siempre y cuando se respeten las limitaciones de potencia para su uso común. Para las bandas de WiFi de 2,4 y 5,8 GHz, se aplica la normativa CNAF (Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias), la cual se encuentra detallada en la Orden Ministerial ETD/1449/2021 de 16 de diciembre⁴. En todos los casos es recomendable consultar la normativa vigente en todo momento para asegurar el cumplimiento adecuado de las regulaciones establecidas. Una vez que se haya contado con cobertura WiFi, **se deberán configurar los teléfonos móviles para realizar y recibir llamadas de voz a través de WiFi (VoWiFi: voz sobre WiFi)**.

⁴ <https://www.boe.es/eli/es/o/2021/12/16/etd1449/con>

- En el caso de presas estatales, se debe **reclamar al operador del Lote 2** (Móviles) que no se cuenta con cobertura en la zona. En el interior de las galerías no se contempla ofrecer cobertura móvil.
- Recurrir a **telefonía satelital** o comunicaciones de datos vía satélite de órbita geoestacionaria (GEO) o baja-media (LEO-MEO) contempladas en el CORA III para presas del Estado.
- Otra posibilidad sería **solicitar una licencia de Operador para infraestructuras críticas**, pero solo para uso en las presas (se paga en función de la cobertura en km²). Si se amplía a otras superficies, el retorno de inversión sería inviable.

Nota: Consultar Anejo 6 (Normativa).

BORRADOR

7 SISTEMAS DE AVISO

Tal y como establece la *Directriz básica de planificación de protección civil frente al riesgo de inundaciones*⁵, se utilizarán **sistemas de aviso a la población afectada en la zona correspondiente a la primera media hora** desde el inicio del fallo o rotura de la presa.

Actualmente se dispone de los **sistemas de aviso a la población que se enumeran a continuación**. La validación final del sistema utilizado le corresponderá al Comité de Implantación, en función de las características y realidad existente alrededor de cada Plan de Emergencia a implantar.

- Sirenas.
- Aplicaciones informáticas (APP).
- Avisos telefónicos mediante SMS.
- Avisadores Individuales.
- Sistemas compartidos con Protección Civil.
- Llamadas directas.

Además de los anteriores, **se podrá utilizar cualquier otro cuya efectividad haya quedado demostrada** en la práctica para prestar el servicio previsto para el mismo: avisar a la población situada en la zona de riesgo de la primera media hora. En este sentido, podrían mencionarse algunos intentos de innovación con sistemas como drones, cuya utilización no es viable por las limitaciones prácticas y legales existentes.

7.1 Sirenas (fijas y móviles)

Pueden ser de **tipo fijo o móvil**, debiéndose justificar en este segundo caso las ventajas de utilizar esta opción frente a la primera. De aceptarse esta posibilidad, deben estar **permanentemente disponibles y en estado de utilización inmediata**, y deben poder **instalarse en los puntos de aviso previstos en el Plan de Emergencia de forma inmediata** desde donde se encuentren almacenadas. Tanto el recorrido que se debe seguir para su instalación como sus características técnicas deben estar fijados y aprobados por parte del Comité de Implantación.

Actualmente se emplean de manera generalizada **sirenas electrónicas** para el aviso a la población, dado que las de tipo neumático han quedado obsoletas para poder cumplir con los requerimientos exigidos hoy en día.

Su tecnología se basa en la **reproducción de un sonido de alerta**, que la población situada en la zona cubierta por la misma debe reconocer.

El sistema de aviso por **sirenas electrónicas aporta muchas ventajas** en cuanto a seguridad, ya que están siempre disponibles para su activación con redundancia en canales de comunicación y requisitos de autonomía de las baterías (3 días), además del control de estas. Además de reproducir el sonido de alerta, las sirenas electrónicas **permiten reproducir alertas de voz o sonidos mudos** (en frecuencias no audibles para el oído humano) para **simulacros**.

Otras alternativas de avisos a la población como las APP, avisos por SMS, o llamadas directas dependen de un solo canal de comunicación. Además, los sistemas de alarmas por sistemas de sirenas electrónicas permiten ampliar la cobertura en el caso de que haya **nuevas afecciones** (p.e., nuevas viviendas) dentro de la zona inundable simplemente orientando y/o aumentando la potencia de las sirenas.

⁵ <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1995-3865>

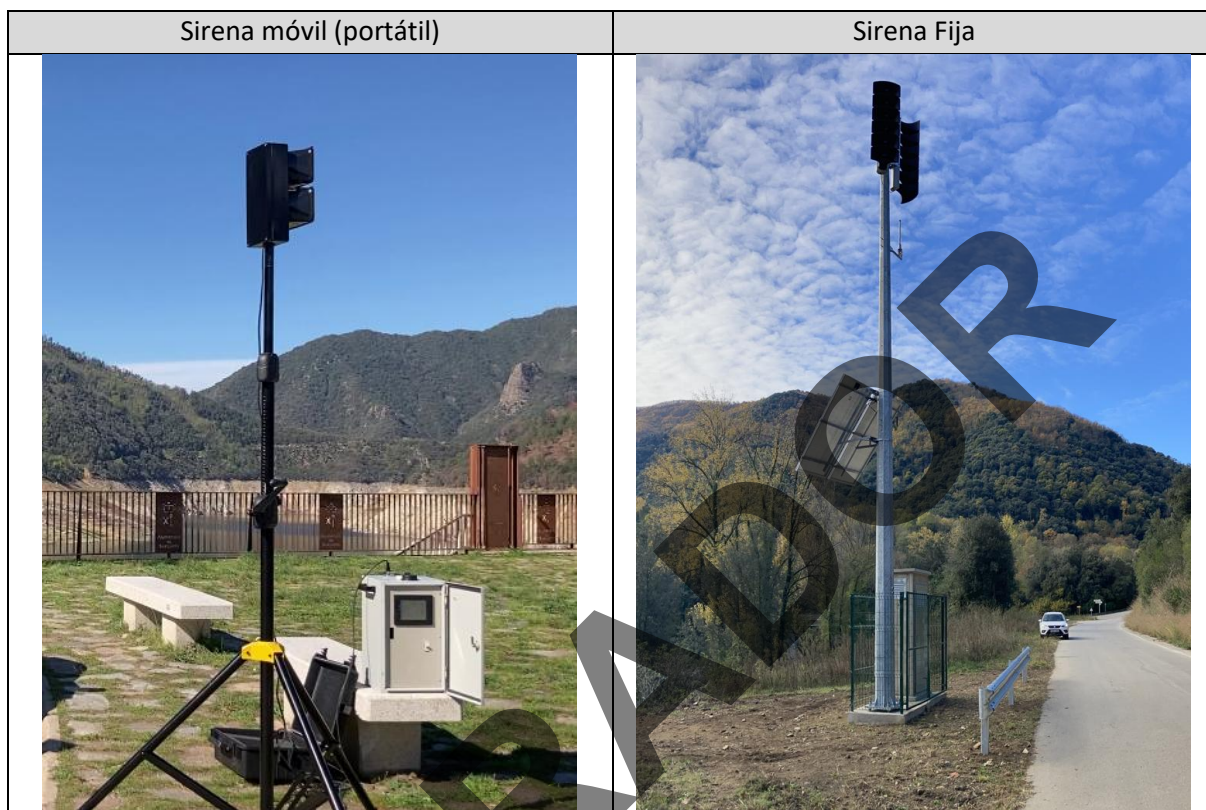


Imagen 21. Sistemas de aviso a la población por sirenas móviles y fijas

En cuanto a los sonidos que deben emitir, son los que, con carácter general, se recogen en la *Guía para la Implantación del Plan de Emergencia de Presa*⁶. Son los siguientes:

- **Sonido de inicio de emergencia:** Consiste en una secuencia de tramas de un minuto de duración formadas por 30 ciclos de 2 segundos, en los que durante el primer segundo el sonido asciende y durante el segundo siguiente se mantiene constante en una frecuencia aguda. Cada trama estará separada de la anterior por un intervalo de silencio de 5 segundos.

De forma gráfica, la señal sería la siguiente:

⁶ Elaborada por la Dirección General de Protección Civil y Emergencias y aprobada en la Permanente del Consejo Nacional de Protección Civil del 11 de mayo de 2017.
https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/seguridad-de-presas-y-embalses/guiaparalaimplantaciondelplandeemergenciadepresa_tcm30-444634.pdf

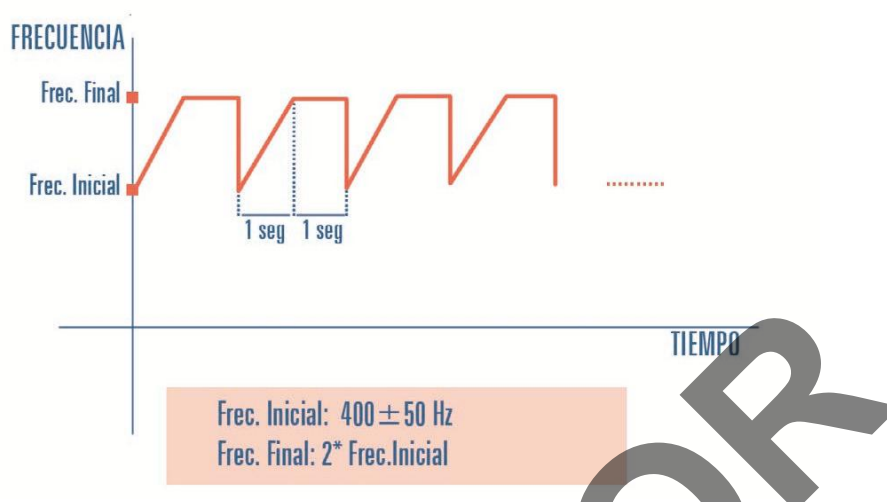


Imagen 22. Diagrama sonido de inicio emergencia

Diversos estudios han demostrado que el aviso de alarma con una frecuencia sonora ascendente se asimila mejor por parte de la población con una acción de evacuación, mientras que una frecuencia de tipo ascendente/descendente se relaciona mejor con un acto de confinación.

- **Sonido de fin de emergencia:** Consiste en una emisión sonora de frecuencia $500\text{Hz} \pm 50\text{Hz}$, de tipo lineal y continua con una duración de 30 segundos.

Señal que de forma gráfica sería así:



Imagen 23. Diagrama sonido fin de emergencia

- **Sonido Prueba Técnica:** Señal que se será usada por los técnicos / Comités de Implantación para la realización de pruebas sonoras, efectuar medidas o pruebas acústicas.

La señal constará de tres partes:



Imagen 24. Diagrama 1 sonido prueba técnica

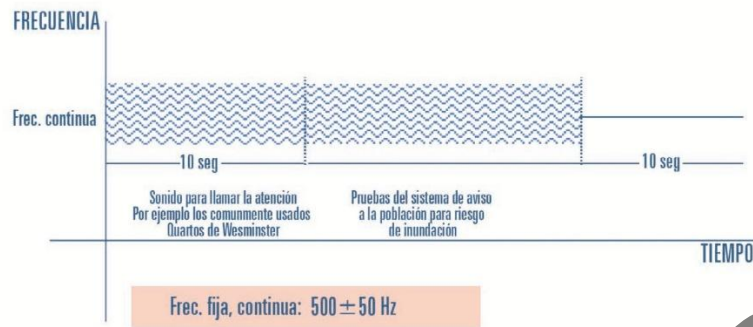


Imagen 25. Diagrama 2 sonido prueba técnica

- **Mensajes vocales pregrabados:** Además de los sonidos de inicio y fin de emergencia, las sirenas pueden disponer de **mensajes vocales pregrabados**. Estos mensajes estarán dispuestos en el espacio de silencio, en el caso de sonido de **inicio** de emergencia, y al final del de **fin de emergencia**.

Algunos ejemplos prácticos de este tipo de mensajes pueden ser los siguientes:

- Mensaje pregrabado en caso de Emergencia: "Atención. Atención. Emergencia por riesgo de inundación. Diríjanse al punto de concentración."
- Mensaje pregrabado en caso de Fin de Emergencia: "Atención. Atención. Se ha declarado el fin de la emergencia por riesgo de inundación."

Para las pruebas de **simulacros** donde sea necesario activar los sistemas de aviso a la población, los **sonidos a utilizar deberán ser los mismos que en la situación real**, para que así la población pueda asimilar los sonidos implantados.

Opcionalmente a los sonidos reales, en caso de realización de simulacros, se podrían añadir **mensajes vocales** pregrabados del tipo: "Atención. Atención. **Esto es un simulacro** del sistema de aviso a la población ante riesgo de inundaciones. **Esto es un simulacro.**"

Antes de la realización de cualquier simulacro **se debe haber avisado previamente a toda la población** situada en la zona de la media hora y cubierta por el sistema de sirenas.

También debe considerarse que las sirenas puedan realizar **pruebas silenciosas**, lo que permitirá verificar su correcto funcionamiento durante las **tareas de mantenimiento** sin generar un sonido audible para la población.

• ESTUDIO ACÚSTICO

Una vez revisadas, identificadas y ubicadas geográficamente todas las afecciones, es preciso realizar los correspondientes **estudios acústicos para definir y optimizar el número de puntos de aviso** a la población, así como la configuración más adecuada de estos, de modo que con todos se cubra acústicamente todas ellas, tal y como se establece en las normas técnicas.

Para la realización de esos estudios se utilizarán herramientas informáticas específicas adecuadas (software) cuyo objetivo es dar a conocer la **atenuación de las fuentes sonoras** en el exterior por la presencia de todos los obstáculos que puedan encontrarse durante su propagación.

Los estudios se realizarán **teniendo en cuenta la orografía** y las afecciones que a las ondas sonoras les produce ésta, así como todos aquellos obstáculos (edificios, carreteras, bosques, etc.) que puedan afectar a dicha transmisión.

De manera general, no se permitirá la realización de estudios acústicos simplificados bajo la hipótesis de orografía plana.

Se elaborarán **planos de situación** en los que se representen afecciones, puntos de aviso, cobertura acústica y potencia sonora recibida en las afecciones⁷, de modo que posteriormente se pueda **verificar el cumplimiento de esa cobertura teórica** con mediciones efectuadas in situ.

El objetivo básico de la realización de un estudio acústico para el Sistema de Aviso a la Población es definir con claridad los diferentes niveles de presión acústica en base a los criterios de **65 dBA en zonas rurales y 75 dBA en zonas urbanas**. Aunque se debe tener en cuenta que estos valores son una recomendación, y así se debe transmitir al Comité de Implantación, ya que lo que se busca es que los mensajes de alarma estén **por encima del nivel de ruido ambiente unos 10dB**, que es lo que se considera que el oído percibe como estado de alerta.

También debe quedar claro que el aviso es para las “**Zonas de Afección Exterior**”. No se debe tener en cuenta el interior de edificios ya que, como es lógico, no sería posible llegar a todos los edificios interiores. Para el **aviso interior hay otros sistemas** como: televisión, radio, redes sociales, SMS móvil, todos ellos gestionados por Protección Civil.

En el Anejo 2 se incluye un procedimiento para la realización de un estudio acústico.

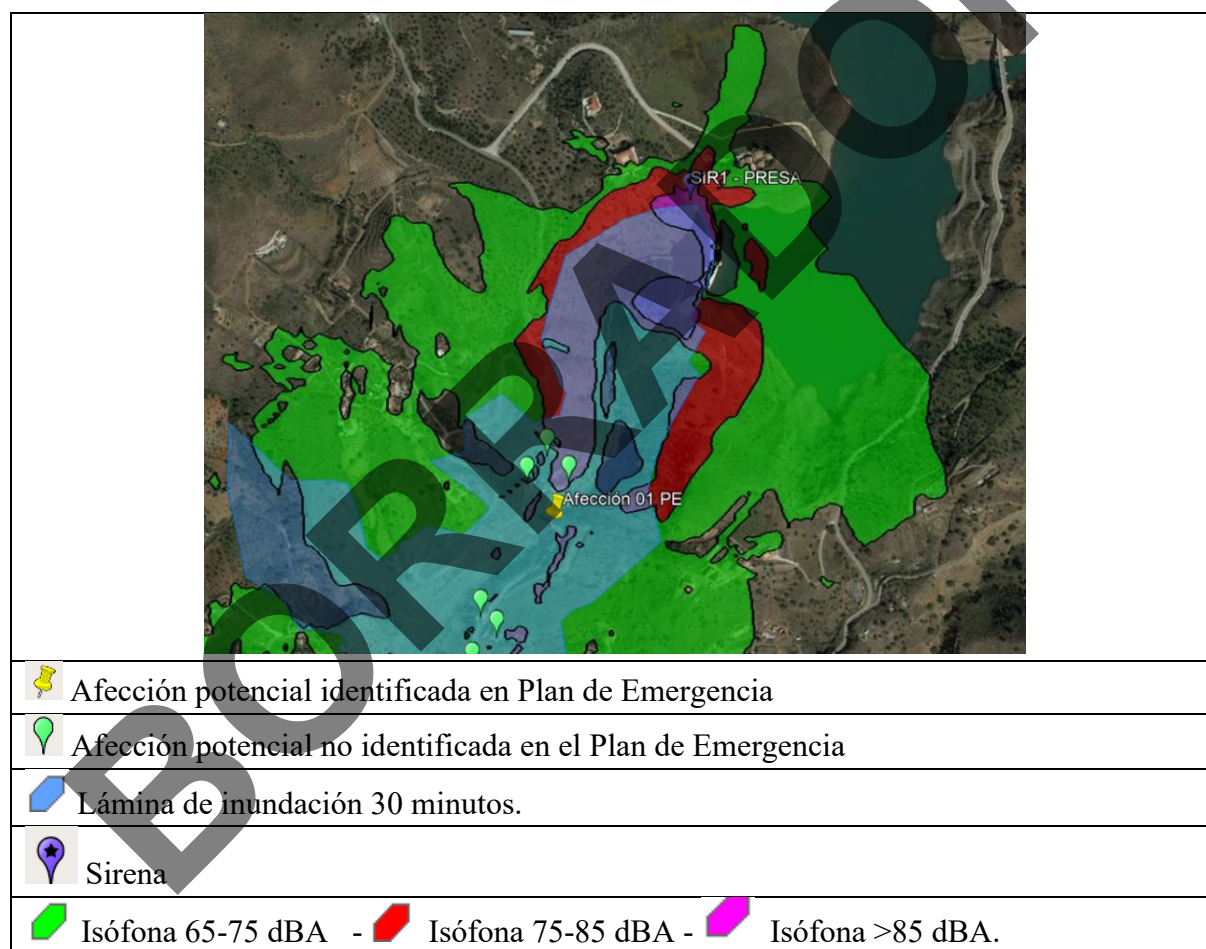


Imagen 26. Ejemplo de estudio acústico con la ubicación de las sirenas empleadas, niveles de presión acústica y zona inundable durante los 30 minutos después de la rotura

• UBICACIÓN DE PUNTOS DE AVISO A LA POBLACIÓN

En el caso de sirenas fijas, son frecuentes los siguientes emplazamientos y las siguientes **recomendaciones para lograr la máxima efectividad**:

⁷ En el caso de las edificaciones, en su exterior. Nunca en el interior de las mismas.

- **Junto al Centro de Gestión de Emergencias.** En este caso la electrónica de la sirena se ubicará dentro del edificio **aprovechando la infraestructura**. Los equipos de comunicaciones del Centro de Control de Emergencias y sirena podrán ser compartidos.
- **Zonas aisladas.** Debe procurarse que su situación sea **lo más próxima posible a caminos o carreteras**.
- **En poblaciones.** Se procurará instalarlas, en primer lugar, en **edificios municipales**. En caso de no disponer de estos o no ser viables técnicamente, se buscarán alternativas viables que eviten retrasos en su instalación.

También se pueden utilizar **sirenas móviles**, que se instalan en cualquier ubicación en **menos de dos minutos** y se transportan fácilmente en cualquier coche utilitario. Estas sirenas en términos de capacidades de telecontrol y activación, son **equivalentes a las sirenas fijas convencionales**.

Y complementariamente, en cualquier caso, se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- **Accesos.** Deberán tener fácil acceso tanto para facilitar su implantación como para su futuro mantenimiento.
- **Presencia de obstáculos.** Se deberá evitar, siempre que sea posible, cualquier obstáculo que pueda alterar la difusión natural del sonido.
- **Punto de ubicación.**
 - Deberán instalarse, de forma prioritaria, en **terrenos o instalaciones públicas** (ya sean del Estado, de la Administración autonómica o de la local), con el fin de evitar la tramitación de expedientes de expropiación, reducir el coste asociado y los posibles problemas añadidos.
 - Si se hace sobre torres, fachadas o cubiertas, se deberá incluir en el proyecto los correspondientes cálculos justificativos que garanticen la **seguridad estructural de los soportes**.

• DEFINICIÓN DE SIRENAS

Como resultado del estudio acústico **para cada punto de sirena** se detallarán:

- **Coordenadas** geográficas y UTM.
- Número de **sectores**.
- Número de **difusores** de cada sector.
- **Orientación** de cada sector.
- **Potencia sonora** (dB @30 m) de cada sector.
- **Altura** de los difusores.

En lo que se refiere a su **activación/desactivación/control**, se deberá poder realizar desde diferentes puntos de forma totalmente independiente:

- Desde el **Centro de Control de Cuenca**.
- Desde el PC Operador ubicado en el **CGE**. Esta activación se realizará **a través del Scada Local**.
- Desde el **Panel de activación** local ubicado en el CGE.
- Desde el **CGE móvil**, en el caso de que exista.
- Desde la **propia sirena**, mediante pulsadores programados con funciones. Para evitar posibles activaciones por error de pulsación, será imprescindible que estos pulsadores dispongan de una carencia temporizada en la pulsación de 2 segundos como mínimo.

• SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

Hoy en día, por las posibilidades que ofrecen en cuanto a movilidad y a su carácter renovable, los **sistemas de alimentación fotovoltaicos** son los que se utilizan con mayor frecuencia, junto **con baterías** de acumulación.

Para lograr un óptimo diseño de la instalación se deberán realizar los correspondientes **estudios de consumo eléctrico** de todos los elementos conectados al sistema (sirenas, comunicaciones, etc.) y, en base a ellos, y **en función de la radiación solar** de cada zona y su orientación, se determinará el **número de paneles** fotovoltaicos necesarios, así como las características y **número de las baterías** a disponer.

El sistema fotovoltaico garantizará, como **mínimo, una autonomía mínima de 3 días**, con una **reserva de al menos 10 minutos** para la activación de las sirenas.

En el caso de **sirenas ubicadas en las inmediaciones de las infraestructuras** de la presa, del CGE, o de edificios municipales, se utilizará, preferentemente, **alimentación eléctrica convencional** y las correspondientes protecciones eléctricas.

En el **Anejo 3** se incluye, un ejemplo de cómo abordar el **dimensionamiento de paneles fotovoltaicos** e, igualmente, en el **Anejo 4**, otro relativo a un estudio de **autonomía de baterías**.

- **ESTRUCTURA SOPORTE**

El proyecto de implantación debe definir la **estructura de soporte necesaria** para alojar el sistema de aviso, los detalles para montar difusores, placas solares, antenas de comunicaciones y demás aparataje.

Los **difusores se situarán por encima de los 11 metros** para garantizar la elevación del sonido y una mejor transmisión de este.

Se seleccionarán, preferentemente, **estructuras de tipo columna en vez de tipo torre**, por las facilidades de montaje y traslado que ofrecen.

Se realizarán los cálculos de solicitaciones sobre la columna que certifiquen que tiene las características mínimas para soportar los esfuerzos resultantes, así como los correspondientes **cálculos de estabilidad** exigidos frente a las acciones de carga y viento.

El proyecto incluirá el dimensionamiento y cálculo de la correspondiente **cimentación de la estructura**.

- **PROTECCIÓN DE EQUIPOS**

Todos los equipos asociados al sistema de aviso a la población quedarán instalados en el interior de un **armario de control** fabricado en acero inoxidable con protección IP65 y IK10, según la norma UNE-EN 50102.

Además, para aumentar el nivel de protección de los elementos instalados en su interior y de las baterías frente a los agentes atmosféricos y los actos vandálicos, el armario **se instalará, preferentemente, en el interior de una hornacina** prefabricada de hormigón armado.

La hornacina quedará cerrada por una puerta metálica con grado de protección IK10, según la norma UNE-EN 50102. La hornacina será diseñada para instalarse **a la intemperie**, deberá disponer protección contra la corrosión y elementos de seguridad contra la intrusión mediante cierre con llave.

En el caso de que no exista espacio suficiente para instalar el armario y la hornacina, situación muy frecuente en núcleos urbanos, **el armario se colgará sobre la columna como mínimo a 2 m de altura** sobre el suelo.

En el caso de que sea previsible la vandalización de los equipos, esa altura se podrá aumentar hasta la altura necesaria que minimice esa posibilidad.

- **MEDIDAS ANTIVÁNDALICAS**

Cuando los puntos de aviso a la población queden situados fuera de zonas urbanas, se recomienda disponer un **vallado perimetral** para aumentar su seguridad.

Ese cerramiento puede efectuarse con valla convencional de 5 mm de diámetro y 100x50 mm de abertura dispuesta sobre postes de acero de 50 mm de diámetro y 2 m de altura.

El cerramiento deberá tener **puerta de paso** de 1 x 2 m constituida por puerta metálica o de valla del mismo tipo que la del resto del cerramiento.

- **BATERÍAS**

Para mantenerlas permanentemente cargadas, **las baterías podrán ser alimentadas por un regulador de tensión (220V)**, en el caso de alimentación mediante energía eléctrica convencional, o por un **regulador fotovoltaico**, en el caso de alimentación vía paneles solares.

Las baterías deberán permitir, obligatoriamente, alimentar la sirena y disponer de una autonomía eléctrica de reserva para garantizar el accionamiento y funcionamiento de ésta durante un tiempo mínimo. Esa **autonomía será de 3 días en stand-by, con 10 minutos de reserva** para poder activarla y garantizar su funcionamiento durante ese tiempo.

Se utilizarán **baterías de ciclo profundo**, sin mantenimiento, de **12 V** en corriente continua y mínimo **75 Ah**, con tiempo de descarga prolongado.

Por otra parte, el **sistema de alimentación y el nivel de carga de las baterías serán controlados por la propia unidad de control** del sistema de aviso, disponiendo de la utilidad de **autocomprobación desde el software Scada** de Gestión del Plan de Emergencia, y que además deberá ser accesible desde cualquier dispositivo conectado a internet.

Para verificar la idoneidad de las baterías deberá realizarse un **estudio de consumo de los equipos durante 10 minutos a plena carga y 72 h en stand-by**. En función de los resultados de dicho estudio se instalarán 2/4 baterías de 75 Ah/100 Ah.

- **EQUIPAMIENTO DE COMUNICACIÓN 3G/4G/5G/LTE**

Estará compuesto por un **router y antena omnidireccional** tipo lapa (conector SMA standard, sin plano de tierra, polarización vertical, impedancia 50 ohms, potencia máxima 10 W y ganancia 1 dBd).

- **EQUIPAMIENTO DE COMUNICACIÓN RADIO**

En aquellos casos en los que sea viable la utilización de la **radio como canal de comunicación** de las sirenas se instalará un equipo de comunicaciones radio VHF/UHF o similar. Incluirá **emisora (25 W de potencia, IP54, MIL-STD-810, módem transparente, impedancia de antena 50 ohms, temperatura de funcionamiento -20 a 60°C)** y antena directiva de 3 dB mínimo (impedancia 50 ohms, potencia máxima 150 W, polarización vertical-horizontal).

Se tendrá que **solicitar el uso privativo de una red de dominio público radioeléctrico** (en banda estrecha), a la Dirección General de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información, con el pago de las tasas correspondientes y presentar la Autorización de Puesta en Servicio de la red solicitada.

7.2 Avisadores individuales

Siempre que se justifique adecuadamente, en el caso de **afecciones de tipo aislado** cuya cobertura mediante la instalación de sirenas fijas o móviles pueda ser complicada, podrá preverse la instalación de **avisadores acústicos individuales** de alta fiabilidad.

Los avisadores individuales dispondrán únicamente de **un canal de comunicación** (GPRS/3G o Radio Analógica/Digital) que, obligatoriamente, deberá reproducir completamente las señales definidas como emergencia, fin de emergencia y prueba técnica.

También deberá incluir un **panel** a base de LEDs que indique la **recepción de alertas** de emergencia, **estado de baterías** (cargadas o bajas) y **recepción de señal de prueba**.

Sus principales características serán las siguientes:

- Preferentemente conexión a placa solar y batería, que proporcione más de **8 horas de autonomía en stand-by y 10 minutos de activación**.
- **Alerta instantánea** en situaciones de emergencia.
- **Altavoz incorporado** de 85dB / 4".



Imagen 27. Ejemplos de zonas de afección pobladas y aisladas

Facilidades:

- Inversión baja (sin obra civil, equipamiento comunicaciones y aviso reducido).
- Mantenimiento muy bajo.
- Cumplimiento de la normativa de manera fácil.

Limitaciones:

- Potencia limitada
- Un solo canal de comunicación (sin redundancia)

7.3 Aplicaciones de aviso a la población para teléfonos móviles

Otro sistema posible para el aviso a la población, generalmente utilizado hasta ahora como complemento a los sistemas de aviso acústico convencionales, son las **aplicaciones para teléfonos móviles (APPs)** o de cualquier otro tipo, siempre y cuando su eficiencia haya sido previamente probada.

Las aplicaciones para teléfonos móviles tendrán **disponibilidad offline** y deberán disponer de un gestor de notificaciones que permita **alertar a la población en tiempo real**. Complementariamente, esa capacidad será de gran ayuda como apoyo a la fase de formación de las poblaciones potencialmente afectadas, y en las de difusión y alerta de situaciones de emergencia.

Las aplicaciones para teléfonos móviles estarán dotadas, como mínimo, de las siguientes **funcionalidades**:

- **Geolocalización de las infraestructuras** hidráulicas que pueden poner en riesgo a la población situada aguas debajo de ellas.
- **Instrucciones y consejos** para seguir durante la situación de emergencia.
- Integración del **audio de sirena** y descripción de cada tipo de señal sonora.
- Llamada directa al **112**.



Imagen 28. Funcionalidades de una APP para teléfono móvil

7.4 Aplicaciones de envío masivo de SMS

La posibilidad de comunicar mediante un **mensaje de alerta o de emergencias** utilizando la red móvil es una herramienta muy potente, que nos permite difundir entre la población de forma rápida, segura y eficiente los diferentes estados en que se encuentra la emergencia.

La **aplicación de SMS** en el terreno de las emergencias o de las alertas no es nueva, los organismos oficiales como Protección Civil vienen utilizándola desde hace años, su facilidad de configuración, baja inversión económica y de fácil gestión para el envío de las alertas, hace que sea un **sistema muy implantado** a nivel de Organismos de Emergencias o Seguridad.

No obstante, las **aplicaciones de envío masivo de SMS para la implantación de los Planes de Emergencia en las Presas del Estado** podrían contemplarse dentro del marco del sistema CORA III, aunque este servicio está orientado principalmente a los usos de Protección Civil. Además, en el caso de gestionar listas de distribución de gran tamaño, **pueden producirse retardos en la entrega de los mensajes**, por lo que su empleo deberá evaluarse considerando los tiempos de difusión requeridos en cada escenario de emergencia.

Existen muchas soluciones en el mercado que permiten desde una **integración en otros softwares ya existentes** que dispongamos mediante API (Application Programming Interface) o un paquete de servicio por necesidad donde podremos acceder a un servicio externo en la nube.

Algunas características de este sistema de aviso:

- Debe permitir **envío individual o masivo**.
- **Programado** o por día concreto.
- Puede ser interesante que los **mensajes sean certificados** (con validez legal), cuando se trata de comunicaciones oficiales.
- Envíos simulados, para poder realizar **pruebas de integración**.
- Consultar saldo en función de los **mensajes enviados**.

Una condición importante a la hora de escoger un sistema de envíos de SMS, es la **seguridad frente a ataques** que tiene implementada. Se recomienda que como mínimo incorpore estos procesos:

- Conexión a través de protocolos HTTPS.
- Creación de token API que preserve la contraseña principal de cuenta.
- Filtros IP.
- Acceso al panel de control de la cuenta con 2FA.

Aunque la mayor parte de ejemplos de sistemas implantados de envío de SMS masivos se encuentra en la industria del marketing digital, debido a que su éxito se basa en el envío masivo de SMS para disponer de una tasa de apertura del 98%, eso no significa que los mensajes se lean, pero sí que **el usuario lo ve antes de borrarlo**.

Los 10 casos de más usos:

- **Ventas Flash.** Sector marketing-ventas.
- **Recordatorio citas.** Sector sanidad, servicios.
- **Generar visitas.** Sector marketing-ventas.
- **Aumentar tráfico en web.** Sector marketing-digital.
- **Notificaciones sobre servicio.** Sector servicios, utilities.
- **Promoción eventos.** Sector marketing.
- **Cambio horarios.** Sector servicios.
- **Upselling.** Técnicas de venta.
- **Pedidos listos.** Sector Logística.
- **Códigos OTP.** Sector bancario.

A continuación, se presentan algunas soluciones de envío de SMS orientadas a los avisos de emergencias o seguridad.

- **Ayuntamiento de Pamplona.** Sistemas de envío de SMS por parte del Departamento de Protección Civil en caso de **riesgos de inundaciones del río Arga** a su paso por la ciudad de Pamplona. En este caso el Ayuntamiento combina un **sistema de WEB para darse de alta** a los ciudadanos con una plataforma de envío masivo.
- **Ayuntamiento de San Sebastián.** Sistemas de envío de SMS por parte del Departamento de Protección Civil en caso de **riesgos de inundaciones del río Urumea**. En este caso, utilizan la aplicación para envío de otras comunicaciones más enfocados a tramitaciones administrativas.

ALTA - Avisos SMS relacionados con Inundaciones

Procedimiento para darse de alta para avisos por SMS desde Protección Civil en caso de riesgos de inundaciones del río Arga a su paso por Pamplona.

Para darse de alta, introduzca su número de móvil en el que recibirá los avisos SMS. A continuación recibirá en su mismo móvil un código de verificación, que deberá introducir en la siguiente página. Para recibir su alta.

SMS alta

OHARRAK

¿Quieres recibir información sobre la actualidad de Donostia en tu móvil?

Apóyate, te ofrecemos esta nueva canal de información **GRATUITO!**

Formulario de Suscripción

DNI: Idioma: ☐ Euskara ☒ Castellano

Teléfono: Email:

Temas de interés

- ☐ Oferta de empleo
- ☐ Alerta de crecidas del Urumea
- ☐ Novedades relativas a Vivienda
- ☐ Alertas de Protección Civil
- ☐ Mis vehículos. Avisos sobre incidencias
- ☐ Avisos de Contratación
- ☐ Aviso por riesgo de incendio forestal

Desearé recibir avisos por: ☒ SMS ☐ EMAIL ☐ AMBOS

DARSE DE BAJA **ALTA/MODIFICACIÓN**

Imagen 29. Ejemplos de envíos masivos de los ayuntamientos de Pamplona y San Sebastián

7.5 Medios de Protección Civil

En la planificación de la Implantación se tendrán en cuenta los posibles **recursos de Avisos de Protección Civil** y que pueden complementar, y en algunos casos, suplir posibles zonas que, para el titular, es **difícil de cubrir por sus propios medios**. Estas propuestas deberán ser planteadas en las reuniones del Comité de Implantación y aprobadas para su implantación posterior.

Como ejemplos de medios habituales de Protección Civil se pueden señalar los envíos masivos de SMS, APPs de emergencias, redes sociales, medios de TV y radio, entre otros.

En el caso concreto del Cell Broadcast y el envío masivo de SMS, ambos métodos se utilizan para enviar mensajes a múltiples usuarios, aunque difieren significativamente en su funcionamiento, alcance y eficiencia. El **Cell Broadcast utiliza un canal de transmisión dedicado** dentro de la infraestructura de la red móvil, permitiendo **enviar mensajes unidireccionales a todos los dispositivos en un área geográfica específica de manera simultánea, sin necesidad de conocer los números de teléfono de los usuarios**. En contraste, el **envío masivo de SMS** emplea los mismos canales que los SMS regulares, **enviando mensajes secuencialmente a una lista de números de teléfono específicos**, lo cual puede causar retrasos significativos, especialmente durante emergencias. Además, el **Cell Broadcast es altamente escalable y eficiente**, capaz de alcanzar a miles de personas al mismo tiempo **sin verse afectado por la congestión de la red**, mientras que el envío masivo de SMS puede sufrir demoras y fallos de entrega bajo condiciones de alta demanda. Por estas razones, el Cell Broadcast es generalmente considerado superior para situaciones de emergencia y alertas públicas, ya que ofrece una comunicación rápida, fiable y amplia sin comprometer la privacidad de los usuarios ni depender de la disponibilidad de números de contacto específicos. Es particularmente útil para organismos públicos que necesitan avisar a la población sobre emergencias o situaciones críticas.

Otros ejemplos de tecnología utilizadas:

- **Ejemplo COMUNITAT VALENCIANA**

Incluye diversos tipos de riesgos y zonas para darse de alta. Permite conocer en todo momento el **estado de los avisos meteorológicos** en el territorio de la Comunidad. Dichos riesgos se clasifican en; Emergencias Meteorológicas, Pre-emergencias Meteorológicas y Riesgo de Incendios Forestales.

La aplicación permite ser configurada por el usuario para recibir notificaciones en tiempo real cuando el Centro de Coordinación emite avisos.

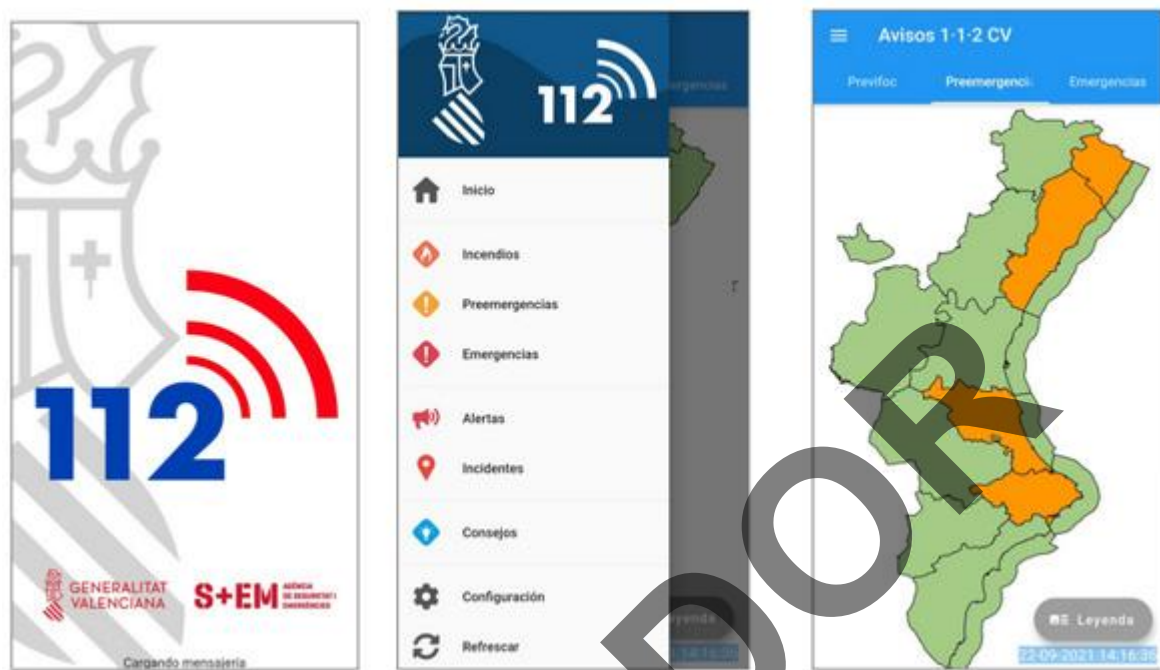


Imagen 30. Pantallas de la APP de la Comunitat Valenciana

- Ejemplo JUNTA DE ANDALUCÍA

Con tan solo pulsar el botón “112”, la APP conecta directamente con el Centro de Coordinación enviando la ubicación. También permite el envío de fotos, atención multilingüe, notificaciones y consejos con información asociada en zonas con emergencia mayor en curso.



Imagen 31. Pantallas de la APP de la Junta de Andalucía

8 OTROS SISTEMAS RELACIONADOS CON LA EXPLOTACIÓN

La **gestión de situaciones de emergencia** es una más de las muchas **actividades relacionadas con la explotación** que a diario efectúan los responsables de las presas: auscultación, control de niveles del embalse, análisis de la información hidrológica de todo tipo que influye en esa explotación, análisis del archivo técnico, de los documentos que contiene, o seguimiento continuo de la seguridad pública existente alrededor de la presa o de sus instalaciones.

Todas esas actividades tienen en común la **necesidad de disponer de un buen sistema de comunicaciones** que interconecte la realización de algunas de esas actividades, no sólo de la presa con las oficinas situadas en sus inmediaciones, sino también con las oficinas centrales de la Confederación Hidrográfica, tanto para su seguimiento constante por parte de los responsables de su supervisión, como para el almacenamiento de los resultados de esas mismas actividades en los correspondientes servidores.

8.1 Videovigilancia

En la actualidad, el acceso a imágenes tanto internas como externas de la presa e instalaciones auxiliares se ha convertido en un **elemento complementario e imprescindible de la gestión de la seguridad** que poco a poco se ha ido imponiendo en muchas presas y, especialmente, en las que requieren medidas de protección específicas. El apartado 1.1 del Anejo 6 trata con más detalle la **aplicación del Reglamento de Protección de Datos a la videovigilancia de presas**.

Su gran ventaja es la de **poder obtener información de manera muy rápida en cualquier momento**, tanto en situaciones de normalidad como especialmente en las extraordinarias o en las de emergencia.

El software encargado de la **gestión informática** de todo el sistema de videovigilancia **se integrará en el que gestione la explotación de la presa**, si existiese éste, e incluirá pantallas en las que figure la ubicación de todas las cámaras, que podrán ser fijas, domo, con/sin infrarrojos, etc., así como los elementos de grabación de las imágenes.

A título informativo, en caso de instalación de cámaras se advertirá de esta circunstancia a través de **carteles informativos** y se cumplirá, en todo caso, con la normativa interna de confidencialidad del centro de trabajo. Para ello, se recomienda la consulta de la *“Guía sobre el uso de videocámaras para seguridad y otras finalidades”*⁸, editada por la Agencia Española de Protección de Datos.

Toda esa instalación **se apoyará en la infraestructura de comunicaciones** definida en el Capítulo 6 de esta Guía.

Se puede encontrar más información sobre la normativa de videovigilancia en el **Anejo 6**.

En lo que se refiere a las características técnicas básicas del sistema, se recomienda adoptar las siguientes:

- **Cámaras fijas**
 - Campo de visión horizontal mínimo de 90°.
 - Resolución de imagen: A definir en función de ubicación y necesidad.
 - Función día y noche.
 - Protección IP66.
 - Protocolos: TCP / IP, UDP, ICMP, HTTP, HTTPS, FTP, DHCP, DNS, DDNS, RTP, RTSP, RTCP, PPPoE, NTP, UPnP, SMTP, SNMP, IGMP, 802.1X, QoS, IPv6.

⁸ <https://www.aepd.es/guias/guia-videovigilancia.pdf>



Imagen 32. Captura de video en modo diurno y nocturno

- Cámaras rotativas o domos
 - Tipo DOMO IP con PTZ remoto, con alimentación mediante POE, con movimiento de visualización de 360°, zoom mínimo de x16, protección IP66, función día / noche y funcionamiento en condiciones extremas.



Imagen 33. Captura de video en modo diurno y nocturno con cámara Domo

- Grabador
 - Será de tipo IP y sólo en el caso que se tengan que integrar cámaras ya existentes en la presa o alrededores se optará por grabadores Híbridos. En el caso del grabador IP, éste se integrará en el PC servidor del Centro de Gestión de Emergencias para evitar añadir nuevo hardware, mientras que para los grabadores híbridos se tendrá que añadir hardware nuevo que permita entradas de cámaras analógicas e IP.
 - El grabador tendrá que ser prácticamente “plug & play” y compatible con los modelos de cámaras IP instalados, para facilitar ampliaciones en un futuro sin estar obligados a una marca en concreto.
 - El acceso al grabador será posible mediante cualquier navegador de internet, ya sea de PC, iOS o Android.
 - El software del grabador deberá tener controles de ciberseguridad incorporados para evitar / defender de los ciberataques y/o accesos no autorizados. El sistema de grabación recibirá notificaciones de actualizaciones de software de forma que pueda descargarse las últimas mejoras de seguridad, cuando estas estén disponibles.
 - El sistema de grabación permitirá su visualización desde el CGE y desde el Centro de Control de Cuenca, así como desde cualquier dispositivo que sea preciso.

8.2 Intrusismo

Casi simultáneamente al anterior sistema, en muchas presas se han ido adoptando y disponiendo **elementos de seguridad anti-intrusismo**, especialmente en las zonas más delicadas de las instalaciones: accesos a cámaras de válvulas, sistemas de bombeo, ubicación de grupos electrógenos, sistemas eléctricos varios, oficinas, etc.

El sistema de detección de intrusismo estará formado por **sensores volumétricos y centralita de control multizonas**, que quedará conectada al sistema de videovigilancia descrito en el apartado anterior.

Los sistemas de intrusismo son una **solución de videovigilancia** cuando se dispone de comunicaciones de baja capacidad y sin necesidad de aplicar la Directiva de Protección de Datos.

8.3 Auscultación

La información aportada por los sistemas de auscultación resulta **vital para la gestión de la seguridad de la instalación y el posible cambio de escenarios** recogidos en el Plan de Emergencias. Por ello, se analizarán los elementos de auscultación existentes en cada instalación y se estudiará si están o no automatizadas. En caso de estarlo, se analizarán las prestaciones de los equipos existentes y si son adecuadas, tienen carencias o están obsoletas. En caso de necesitar mejorar la instalación o no disponer de automatización en la misma se estudiarán las ubicaciones y las unidades de concentración y adquisición adecuadas (Dataloggers, PLC, RTU, etc) adecuadas para recopilar toda la información susceptible de ser automatizada de los equipos de auscultación y, haciendo uso de las comunicaciones internas, centralizar la información en el Software de Gestión Integral de presas.

Aunque cada instalación tendrá sus peculiaridades, por norma general, **en cada presa se instalarán puntos de periferia distribuida que actuarán como centralizadoras de señales** y con comunicación mediante protocolos estándar de telemedida/telemando, como Profinet, ModBus, 104, OPC, FTP, etc. Serán instalados en armarios distribuidos por las instalaciones, principalmente galerías, y **recogerán las señales de los sensores instalados** en cada una de las zonas.

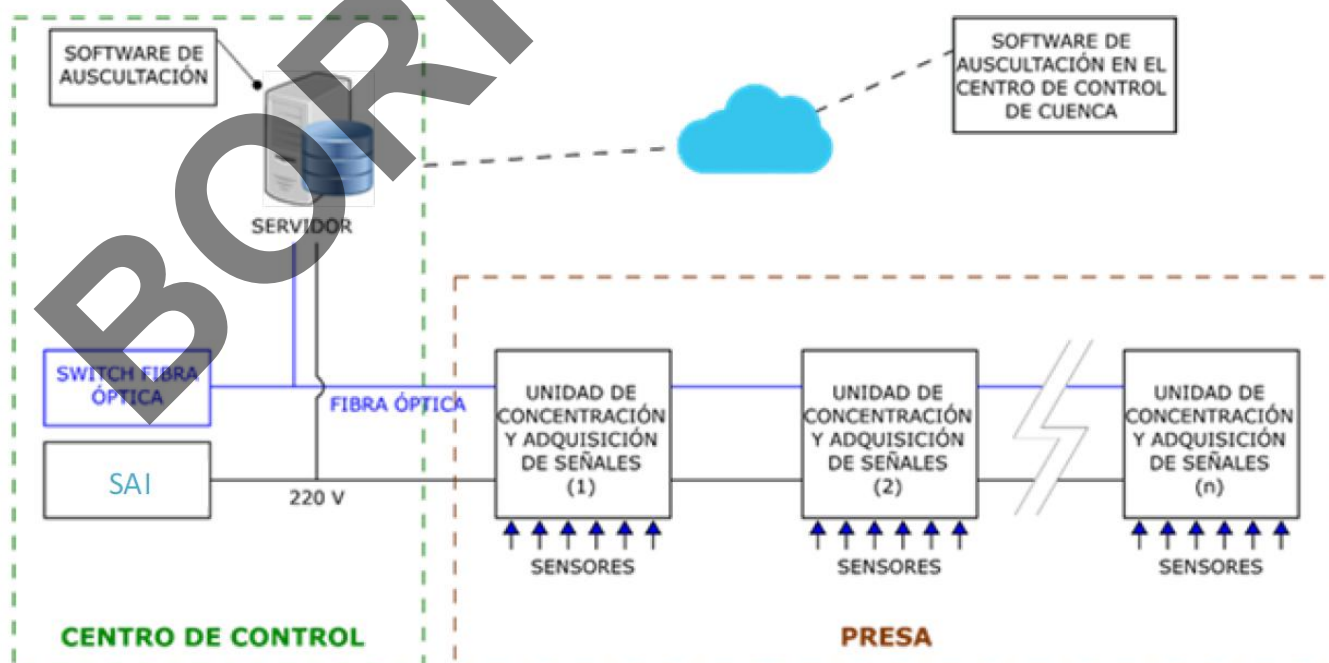


Imagen 34. Esquema de un sistema de auscultación en presa

9 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

La **puesta en funcionamiento de todos los sistemas** y elementos contenidos en el proyecto de implantación del Plan de Emergencia de la presa relacionadas con el centro de gestión de emergencias, con los sistemas de comunicación con los diferentes organismos públicos involucrados en la gestión de una eventual situación de emergencia, en especial con Protección Civil, y con los sistemas de aviso a la población, requerirá la **comprobación por parte del Comité de implantación de que todo funciona correctamente** y, por lo tanto, la realización de una serie de pruebas y la elaboración de un documento de pruebas y funcionamiento por parte del titular (Documento FAT) que así lo garantice.

Ese documento contemplará, como mínimo, los siguientes aspectos:

- **Comprobación cobertura acústica.** Se realizarán **dos medidas, una para el ruido de fondo y otra con la sirena activada**. Se detallará la climatología bajo la que se han hecho las pruebas, la fecha y la hora en la que se han efectuado las pruebas, la señal sonora emitida por el punto de aviso y las medidas calibradas de las señales recibidas, con indicación de coordenadas de los puntos donde se han realizado.
- **Comunicaciones con los puntos de aviso a la población.** Se comprobará el **correcto funcionamiento de los dos canales de comunicación**. Se desconectará el canal principal, se generará una señal que verifique el funcionamiento del canal secundario y se realizará, a continuación, la misma prueba para el canal principal desconectando el canal secundario. Se presentará, además, un listado que recoja todas las comunicaciones efectuadas durante una semana de tráfico normal.
- **Comunicaciones con el Centro de Gestión de Emergencias.** Se comprobará el **correcto funcionamiento de los dos canales de comunicación**. Se desconectará el canal principal y se generará una señal que verifique el funcionamiento del canal secundario, realizándose, a continuación, la misma prueba para el canal principal desconectando el canal secundario. Se presentará, además, un listado que recoja todas las comunicaciones efectuadas durante una semana de tráfico normal. Mediante el correspondiente *checklist* se verificará la velocidad de transmisión de cada uno de los dos canales.
- **Energía Puntos de Aviso.** El protocolo a seguir consistirá en la desconexión de la energía de cada punto de aviso, anotando la hora de desconexión y de conexión posterior, según las indicaciones del proyecto. Al finalizar ese periodo de tiempo se activarán las sirenas ubicadas en los puntos de aviso y se verificará completamente la **prueba de capacidad energética**.
- **Energía Centro de Gestión de Emergencias.** Se realizarán **pruebas** consistentes en la desconexión del centro de la energía de la red y la comprobación de cómo y cuándo entra en funcionamiento la red redundante (Grupo Electrógeno, SAI o panel solar), tomando los **tiempos de transición** entre unos y otros, y comparando los **consumos teóricos con los medidos**.

El proyecto describirá con todo detalle los **procedimientos** de la forma de controlar las pruebas a realizar, incluyendo los formularios a cumplimentar para documentar los resultados obtenidos de las mismas.

Por último, finalizadas las pruebas de funcionamiento y redactado el Documento FAT, éste debería concluir, basándose en lo apuntado en el siguiente apartado, las **necesidades de actualización** de las correspondientes Normas de Explotación de la presa.

10 MANTENIMIENTO

Tal y como se establece en el apartado 11.1 de la NTS I, es **responsabilidad del titular el mantenimiento** permanente de las condiciones de operatividad de todos los sistemas y elementos relacionados con el Plan de Emergencia.

Al tener los PIPEs una gran componente tecnológica, se considera muy conveniente que cualquier proyecto de este tipo incluya un apartado que proponga y valore económicamente las **actividades relacionadas con el futuro mantenimiento de todos los sistemas** que el proyecto incluye, para efectuar la elección más adecuada.

En ese sentido, es conveniente no olvidar que las diferentes propuestas de implantación de un determinado Plan de Emergencia pueden tener una cuantificación económica a realizar inicialmente muy similar pero que, sin embargo, el mantenimiento de esas distintas propuestas a 5 o 10 años vista sean significativamente diferentes.

Para valorar los costes de ese mantenimiento será necesario incluir en el proyecto un **Plan de Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Correctivo** que describa las distintas actuaciones a realizar, cada cuánto tiempo habrá que renovar equipos y componentes, una estimación de esos costes de renovación o de reparación por posibles averías, en un horizonte de unos 10 años, lo que permitirá cerrar un posible presupuesto.

A título indicativo, el Plan de Mantenimiento debería estar formado por:

- **Actividades** de mantenimiento y **frecuencia** de estas.
 - Mantenimiento Preventivo.
 - Mantenimiento Predictivo.
 - Mantenimiento Correctivo.
- Descripción detallada de las **actuaciones a efectuar** en cada grupo de elementos: Sistemas de aviso a la población, Centro de Gestión de Emergencias, sistema de comunicaciones, baterías, etc.
- Descripción de la **vida útil de los distintos equipos y componentes**, así como tiempo medio de avería de cada uno de ellos, de forma orientativa, según la experiencia de sus fabricantes o proveedores.
- Costes anuales de las **licencias de los softwares** a mantener anualmente.
- Coste anual del uso de las **comunicaciones propuestas** (tasas de todo tipo, mantenimiento de las líneas, costes de consumo).
- Costes de los **equipos / elementos a sustituir al terminar su vida útil** (baterías, por ejemplo).

11 RENOVACIÓN TECNOLÓGICA

Como cualquier proyecto tecnológico, muchos de los equipos necesarios para efectuar la implantación de un Plan de Emergencia de presa están obligados a la correspondiente **renovación tecnológica** en un determinado plazo de tiempo, mayor o menor **según del elemento de que se trate**: software, electrónica o sistemas de comunicaciones, entre otros.

En este sentido, dicha circunstancia **se debería tener en cuenta en la fase de diseño y definición de todos los equipos**, para facilitar esa futura renovación y sus inevitables perjudiciales efectos, efectuando en el proyecto de implantación cuantas recomendaciones sea posible hacer para tratar de paliar esas consecuencias.

BORRADOR

12 COSTE DEL CICLO DE VIDA

La Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de **Contratos del Sector Público**, mediante la que se traspone al ordenamiento jurídico español la Directiva 2014/24/UE incluye como una de sus principales **novedades la inclusión del coste del ciclo de vida (CCV)** como uno de los posibles medios de determinación de la oferta económicamente más ventajosa. Se convierte así el ciclo de vida, su coste, en un instrumento vinculado a la contratación verde y un criterio más de posible adjudicación a tener en cuenta en los procesos de licitación.

El artículo 67 de la Directiva establece que:

*La oferta económicamente más ventajosa desde el punto de vista del poder adjudicador se determinará sobre la base del precio o coste, utilizando un planteamiento que atienda a la relación coste-eficacia, como el **cálculo del coste del ciclo de vida** con arreglo al artículo 68, y podrá incluir la mejor relación calidad-precio, que se evaluará en función de criterios que incluyan aspectos cualitativos, medioambientales y/o sociales vinculados al objeto del contrato público de que se trate.*

El CCV es un concepto novedoso y descriptivo de todos los costes atendiendo a la secuencia «biográfica» de un objeto o servicio tan amplia que puede comprender aspectos previos a su propia existencia (investigación necesaria para su invención o el desarrollo técnico para su diseño y producción industrial), a su adquisición (precio, transporte, instalación y ensayos o pruebas iniciales), a su utilización (formación, consumos, reparaciones, repuestos, actualizaciones) y a su **retirada cuando ha acabado su vida útil** o aparecen **nuevas tecnologías que recomiendan su sustitución** (costes de retirada, transporte, transformación, desguace o inutilización).

Desde el punto de vista estrictamente económico, el objetivo básico del CCV es **facilitar la decisión de adquisición** de un objeto (un bien, una infraestructura, un servicio) de entre varias ofertas de este, teniendo en consideración no solo su precio de adquisición, sino también todos los **flujos financieros** —costes y posibles ingresos— que dicho objeto va a generar en un horizonte temporal determinado. Para su cálculo habrá de tenerse en cuenta, además del precio de compra, todos los costes futuros previstos dentro de dicho horizonte temporal o «ciclo de vida» debidos, por ejemplo, a la instalación, a la formación del personal, al funcionamiento, a los consumos, al mantenimiento, modernización, posibles gastos periódicos asociados, así como los eventuales gastos de eliminación o, por el contrario (en positivo: ingreso) el valor residual o remanente.

13 DIVULGACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA A LA POBLACIÓN

Finalizada la implantación material del Plan de Emergencia y cuando se haya comprobado que las instalaciones y los equipos son conformes con lo establecido en el Plan de Emergencia aprobado, y que funcionan correctamente, éste no se considerará, aunque esté totalmente implantado, en tanto no haya sido **divulgado a la población residente en la zona potencialmente inundable en la primera media hora**, así como a las autoridades municipales de los **Ayuntamientos potencialmente afectados por la onda de rotura en las dos primeras horas** y se haya levantado un **Acta de finalización de la implantación** firmada por todos los miembros del Comité de Implantación.

En realidad, esta divulgación no consiste tan sólo en la realización de uno o varios actos para darlo a conocer, sino que, como si de una estrategia de comunicación se tratara, se desarrollará una **campaña divulgativa del Plan** que, lógicamente, necesitará de la participación de numerosos actores, entre los que, obligatoriamente, se encontrarán organismos municipales, provinciales y, si procede, autonómicos.

Esta campaña de divulgación podrá incluir la realización de las siguientes actividades, y siempre ha de tenerse presente que la organización y convocatoria a las administraciones correspondientes para la divulgación así como el liderazgo en el diseño y programa de la campaña y documentos informativos **corresponde a las autoridades de Protección Civil**.

Es importante destacar que antes de proceder con la divulgación, es crucial **establecer límites claros y definir las acciones específicas** que se llevarán a cabo, como, por ejemplo:

- **Reuniones con los alcaldes de los Ayuntamientos** potencialmente afectados en el intervalo de las **dos primeras horas**, por ser ellos la principal autoridad en materia de protección civil a nivel local.
- **Campañas de información a la población** mediante anuncios en medios de comunicación locales, carteles divulgativos, trípticos o vídeos. En lo que se refiere a la cartelería, podrían elaborarse tantos carteles como puntos de reunión o encuentro se definan, y en cuanto a trípticos, deberían contemplarse los necesarios para informar a los habitantes afectados en la primera media hora. En la actualidad se está imponiendo la divulgación mediante **vídeos de unos 5 minutos** de duración, en los que se suele incluir, como mínimo, el siguiente contenido:
 - **Introducción.** Toma aérea de toda la infraestructura con explicación básica de sus principales elementos, características básicas (altura, longitud, capacidad de embalse, principales usos), ubicación, accesos, poblaciones situadas en las inmediaciones, etc.
 - **Relación de los principales equipos de control y gestión.** Se mostrarán, y explicarán en qué consisten y para qué se utilizan los equipos de auscultación, de telecontrol, de gestión del Plan de Emergencia, de videovigilancia y *scadas*.
 - **Explicación de en qué consiste y para qué sirve un Plan de Emergencia de presa.**
 - **Zonas potencialmente afectadas.** Se mostrarán las ubicaciones de las principales afecciones, la evolución del mapa de inundación, dónde se encuentran situados los puntos de aviso a la población, las distintas señales acústicas que emiten, qué se tiene que hacer en caso de oír la señal de sonido de inicio de emergencia o cuando se termina esta situación. En el caso de disponer como sistema de aviso aplicaciones para teléfonos móviles, se efectuará en el vídeo una descripción detallada de la misma y de todas sus potencialidades; información en tiempo real sobre los riesgos, recomendaciones de todo tipo (situación meteorológica, del tráfico en las inmediaciones, rutas de evacuación, situación gráfica de puntos de reunión o encuentro, etc.).

Las partidas habituales que se pueden incluir en un presupuesto en el PIPE para la divulgación son las siguientes. Las cantidades y mediciones pueden variar según las características de la población a la que se dirija la divulgación. A continuación, se detalla un presupuesto “tipo” analizado para una población de 500 habitantes.

Descripción partida	Medición	Importe aprox.
Diseño e impresión de 1500 trípticos y 50 carteles explicativos sobre la implantación del plan de emergencia.	1	350,00 €

Grabación y edición de un video explicativo (requiere uso de dron)	1	5.000,00 €
Buzoneo puerta a puerta.	1	420,00 €

Tabla 5. Unidades "tipo" divulgación



Imagen 35. Ejemplo 1 tríptico divulgación



Imagen 36. Ejemplo2 tríptico divulgación

14 ORGANIZACIÓN Y RESPONSABILIDADES DEL COMITÉ DE IMPLANTACIÓN

Se ha considerado necesario incluir en la presente guía este capítulo recordatorio que recoja de manera resumida ciertas **cuestiones inherentes al comité de implantación** que es importante tener presentes durante la elaboración del PIPE.

En primer lugar, con carácter general se definen las siguientes **etapas en el proceso cronológico de implantación**, que se van sucediendo de manera gradual desde la preparación hasta la operación ordinaria, pasando por una fase central de despliegue:

- **Actuaciones preliminares**
 - o Constitución del Comité de Implantación.
 - o Elaboración, por parte del titular, del Documento Técnico de Implantación (DTI).
 - o Programación del proceso de implantación.
- **Implantación del Plan**
 - o Dotación de infraestructuras.
 - o Divulgación a la población.
 - o Acta de finalización.
- **Gestión del Plan implantado**
 - o Formación del personal.
 - o Ejercicios y simulacros.
 - o Actualizaciones y revisiones del Plan.
 - o Mantenimiento.

Por otra parte, cabe recordar que la NTS I en su apartado 23 establece la **composición y las funciones del Comité de Implantación**, y distribuye entre sus miembros determinadas **competencias específicas para el proceso**, las cuales se resumen de manera muy sucinta a continuación:

- **Responsabilidad del Titular**
 - o Implantación efectiva del Plan de Emergencia, su mantenimiento y su actualización
 - o Asunción de los costes económicos que conlleve la implantación del Plan
 - o Redacción del DTI que incluya y defina las actuaciones que son necesarias para la implantación del Plan de Emergencia
 - o Edición de la Información divulgativa necesaria
 - o Participación junto a las administraciones Públicas en las labores de divulgación del Plan.
 - o Formación del personal propio de explotación ante situaciones de emergencia
- **Responsabilidad Administración Competente en materia de Protección Civil**
 - o Validación de los sistemas de comunicación, idoneidad de las instalaciones y sistemas de aviso a la población.
 - o Facilitar la tramitación de permisos para los sistemas de comunicación y aviso a la población.
 - o Elaboración del programa de divulgación del Plan de Emergencia a la población, en colaboración del titular y administración hidráulica competente.
 - o Organización y convocatoria a las Autoridades municipales para la divulgación del Plan de Emergencia.
- **Responsabilidad de la Administración Hidráulica Competente**
 - o Tramitación de los permisos que sean necesarios cuando la implantación afecte al Dominio Público Hidráulico.
 - o La comprobación de que la implantación efectuada incluye lo contemplado en el Plan de Emergencia aprobado.
 - o Participación junto con las administraciones competentes en materia de protección civil y el titular de la presa en la divulgación del Plan de Emergencia y en el desarrollo de los ejercicios y simulacros que se establezcan.

15 RECOMENDACIONES Y CASOS PRÁCTICOS

A modo de ejemplo, se incluyen y detallan en el **Anejo 5** unos cuantos **casos prácticos** y experiencias reales de implantaciones efectuadas por algunos organismos que pueden **facilitar la implantación del Plan de Emergencia**. En determinados casos se han conseguido **soluciones innovadoras** propuestas por los propios miembros del Comité de Implantación, de los servicios técnicos del titular o de empresas externas, que han mejorado este proceso de implantación de una manera más sencilla o económica.

Algunas de las **experiencias** que se han considerado interesantes recoger en dicho Anejo son las siguientes:

- Implantaciones de Planes en los que **no hay afecciones a vidas humanas en la primera media hora** de la rotura.
- Uso de **dispositivos de aviso individual** como sistemas de aviso.
- **Expropiación de terrenos** para la instalación de los puntos de aviso a la población.
- Problemas con las **comunicaciones**.
- Sistemas de **comunicación de Protección Civil**.
- **Otros sistemas de aviso a la población** distintos a las sirenas.
- **Sistemas colaborativos** de implantación de Planes.

ANEJO 1 - ESTUDIO RADIOELÉCTRICO

BORRADOR

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ANEJO 1 - ESTUDIO RADIOELÉCTRICO.....	70
1 ESTUDIO RADIOELÉCTRICO	72
1.1 METODOLOGÍA EN EL CÁLCULO DE PROPAGACIÓN RADIOELÉCTRICA.....	72
1.1.1 <i>MODELO DE PROPAGACIÓN EN EL ESPACIO LIBRE</i>	72
1.2 METODOLOGÍA EN EL CÁLCULO DE PROPAGACIÓN RADIOELÉCTRICA (BANDA VHF/UHF).....	75

1 ESTUDIO RADIOELÉCTRICO

El objeto básico de la realización de un estudio radioeléctrico para el Sistema de Alerta a la Población es **validar que las comunicaciones con sistemas de Radio VHF/UHF, son viables** entre los puntos de sirena y el Centro de Gestión de Emergencias.

Para determinar la propagación radioeléctrica **se utilizarán aplicaciones específicas** para este tipo de cálculos.

1.1 Metodología en el cálculo de propagación radioeléctrica

Una vez se tengan definidos los puntos finales de sirenas para cubrir acústicamente la zona de inundación, se procederá a realizar el **estudio radioeléctrico entre los puntos de sirena y el CGE**.

El **procedimiento** para garantizar la viabilidad de las comunicaciones es el siguiente:

- **Identificar el CGE respecto los puntos de sirena.** Comprobar la posibilidad de instalar una antena omnidireccional o directiva con ganancia variable.
- Comprobar la **distancia de cada punto de sirena con el CGE** para adaptar la ganancia de la antena y su dirección.
- Introducir los datos a la **aplicación de cálculo de propagación radioeléctrica** con la cartografía y altimetría correspondiente. Los datos más relevantes en transmisión y recepción son:
 - Coordenadas UTM (x,y,z)
 - Cota antena respecto del suelo (m)
 - Tipos de antena y ganancia (dBi)
 - Potencia del Transmisor (dBm)
 - Sensibilidad del receptor (μ V)
 - Pérdidas de transmisión y recepción (cable, conectores, etc.) (dB)
 - Características del terreno (rural, vegetación abundante, urbano, etc.), condiciones climatológicas, pérdidas adicionales, etc.
 - Frecuencia central de trabajo (MHz)
- Con estos datos se extrae un **resultado con el nivel de recepción**, y el margen de desvanecimiento del enlace.
- Si con todos los puntos de sirena se tiene **viabilidad de enlace** hasta el CGE, se puede afirmar que el diseño propuesto es correcto y óptimo.

En las simulaciones, siempre que se pueda, se dejará un **margen de seguridad** en la potencia del transmisor, sensibilidad de los receptores y la ganancia de la antena. En caso de que sea necesario, se puede aumentar la potencia del transmisor, la ganancia de la antena, e incluso, la altura de la antena (en el caso de obstáculos próximos a la antena).

1.1.1 Modelo de Propagación en el espacio libre

La propagación de la **banda VHF / UHF a cortas distancias** se puede resumir con un modelo de Propagación en el **Espacio libre**. Como se puede ver en la figura siguiente:

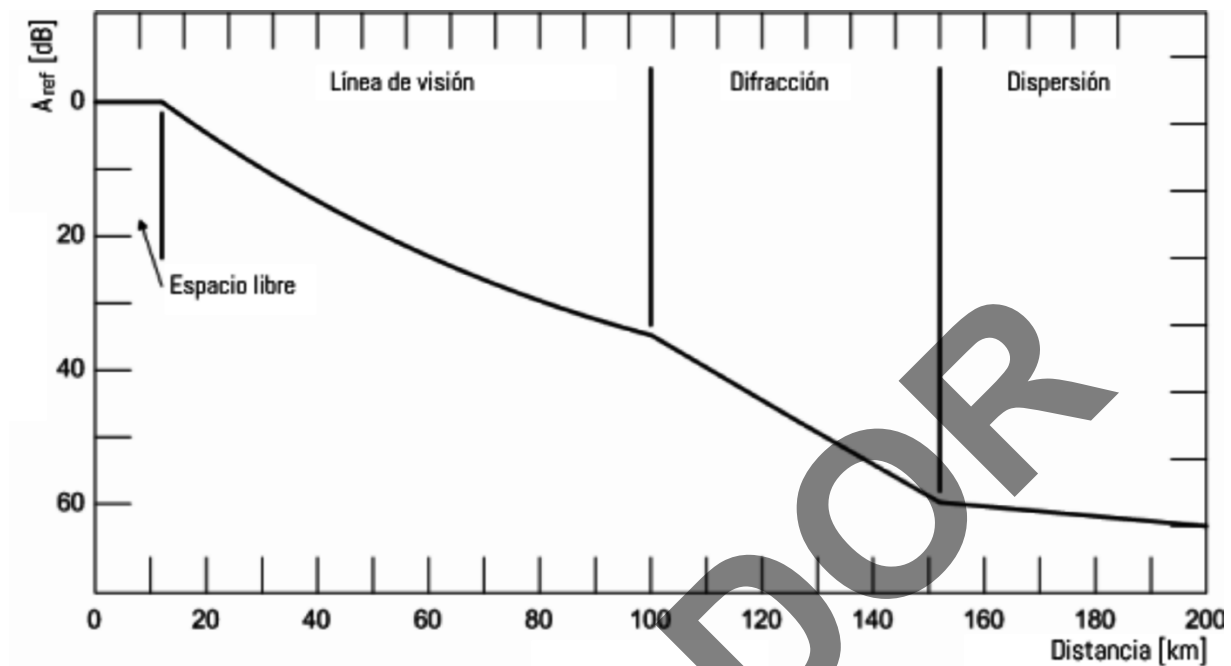


Imagen 37. Gráfico propagación espacio libre

Este modelo es utilizado para predecir la potencia de la señal cuando entre el transmisor y el receptor existe una clara **línea de visión directa** (en nuestro caso todos los vanos).

La **potencia recibida** en el espacio libre entre una antena receptora y una transmisora es una distancia d , que viene definida por la ecuación:

$$P_r(d) = \frac{P_t \cdot G_t \cdot G_r \cdot \lambda^2}{(4\pi)^2 \cdot d^2 \cdot L}$$

Donde:

P_t es la potencia transmitida

P_r es la potencia recibida la cual es función de la separación TX-RX (transmisor – receptor).

G_r es la ganancia de la antena receptora

d es la distancia de separación de TX-RX en metros

L es el factor de pérdidas del sistema no relacionado a la propagación

λ es la longitud de onda en metros

La **ganancia de la antena** viene dada por:

$$G = \frac{4\pi \cdot Ae}{\lambda^2}$$

La apertura efectiva de la antena A_e se relaciona con el tamaño físico de la antena y λ se relaciona con la frecuencia de la portadora mediante:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Donde:

f es la frecuencia de la portadora en Hz

c es la velocidad de la luz en m/s

Los valores P_t y P_r tienen que ser expresados en las mismas unidades.

Las **pérdidas** L son usualmente debidas a la atenuación de la línea de transmisión, pérdidas por filtros, y a las pérdidas de la antena en los sistemas de comunicación. Cuando $L=1$ significa que no hay pérdidas en el sistema.

La ecuación
$$P_r(d) = \frac{P_t \cdot G_t \cdot G_r \cdot \lambda^2}{(4\pi)^2 \cdot d^2 \cdot L}$$
 muestra que la potencia de la señal

recibida se atenúa con el cuadrado de la distancia entre el transmisor y el receptor, lo que implica que se atenúe 20 dB / década.

Las **pérdidas por trayectoria** que representan la atenuación de la señal con una cantidad positiva medida en dB, y puede o no incluirse el efecto de la ganancia de las antenas.

Cuando se incluye la ecuación es la siguiente:

$$P_L(d) = 10 \log \frac{P_t}{P_r \log \left[\frac{G_t \cdot G_r \cdot \lambda^2}{(4\pi)^2 \cdot d^2} \right]}$$

También se puede expresar de la siguiente manera:

$$L_p(dB) = 20 \log d + 20 \log f - 10 \log G_t - 10 \log G_r - 147.55 dB$$

Cuando se excluye la ganancia de las antenas, se asume que tienen ganancia unitaria y la ecuación se convierte en:

$$P_L(d) = 10 \log \frac{P_t}{P_r \log \left[\frac{\lambda^2}{(4\pi)^2 \cdot d^2} \right]}$$

La **ecuación de Friis** sólo es válida para predecir P_r para valores de d que estén dentro de la *región “far-field”* de la antena transmisora. La *región “far-field”* o **región de Fraunhofer** de una antena transmisora se define como la distancia más lejana de la distancia d_f , la cual se relaciona con la dimensión mayor de abertura numérica de la antena transmisora y con la longitud de onda de la portadora. La distancia de Fraunhofer viene dada por la siguiente ecuación:

$$d_f = \frac{2 \cdot D^2}{\lambda}$$

Donde:

D es la dimensión física mayor de la antena. Adicionalmente, para estar en la *región farfield* tiene que cumplir que $d_f \gg D$ y $d_f \gg 1$.

Además, queda claro que la ecuación no es válida para $d=0$. Por esta razón la distancia d_0 (*close-in distance*) se define como un punto de referencia con una potencia recibida conocida. La potencia recibida $P_r(d)$ a cualquier distancia $d > d_0$ puede relacionarse a P_r con d_0 . $P_r(d_0)$ puede predecirse de la ecuación de Friis o puede ser medida tomando el promedio de las potencias recibidas en cualquier punto a una distancia d_0 del transmisor, la distancia d_0 se deberá escoger de tal manera que esté dentro de la *región far-field* y debe ser menor que cualquier distancia práctica utilizada en sistemas de comunicación móvil.

1.2 Metodología en el cálculo de propagación radioeléctrica (Banda VHF/UHF)

Una vez se tienen definidos los puntos finales de sirenas para cubrir acústicamente la zona de inundación y las afecciones durante la primera media hora, se procede a realizar el **estudio radioeléctrico entre los puntos de sirena y el CGE**.

El procedimiento para garantizar la viabilidad de las comunicaciones es el siguiente:

- **Identificar el CGE** respecto los puntos de sirena. Comprobar la posibilidad de instalar una antena omnidireccional o directiva con ganancia variable.
- Comprobar la **distancia de cada punto de sirena con el CGE** para adaptar la ganancia de la antena y su dirección.
- **Entrar los datos** a la aplicación de cálculo de propagación radioeléctrica con la cartografía y altimetría correspondiente. Los datos más relevantes en transmisión y recepción son:
 - Coordenadas UTM (x,y,z)
 - Cota antena respecto al terreno (m)
 - Tipos de antena y ganancia (dBi)
 - Potencia del Transmisor (dBm)
 - Sensibilidad del receptor (μV)
 - Pérdidas de transmisión y recepción (cable, conectores, etc.) (dB)
 - Características del terreno (rural, vegetación abundante, urbano, etc.), condiciones climatológicas, pérdidas adicionales, etc.
 - Frecuencia central de trabajo (MHz)
- Con estos datos se extrae un resultado con el **nivel de recepción**, y el **margen de desvanecimiento** del enlace.
- Si con todos los puntos de sirena se tiene **viabilidad de enlace** hasta el CGE, se puede afirmar que el diseño propuesto es correcto y óptimo.

En las **simulaciones**, siempre que se pueda, es aconsejable prever un **margen de seguridad** en la potencia del transmisor, sensibilidad de los receptores y la ganancia de la antena. En caso de que sea necesario se puede aumentar la potencia del transmisor, la ganancia de la antena, e incluso, la altura de la antena (en el caso de obstáculos próximos a la antena).

ANEJO 2 - ESTUDIO ACÚSTICO

BORRADOR

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ANEJO 2 - ESTUDIO ACÚSTICO	76
1 DISEÑO ACÚSTICO.....	78
1.1 CÁLCULOS TEÓRICOS	78
1.1.1 CÁLCULO TEÓRICO DE LA ATENUACIÓN ACÚSTICA ISO-9613.....	78
1.1.2 ATENUACIÓN POR DIVERGENCIA GEOMÉTRICA.....	79
1.1.3 ATENUACIÓN ATMOSFÉRICA	80
1.1.4 ATENUACIÓN DEBIDO AL TERRENO.....	83
1.1.5 ATENUACIÓN MISCELÁNEA.....	84
1.1.6 PERCEPCIÓN SONORA DEL OÍDO HUMANO.....	85
1.1.7 ERROR DE CÁLCULO.....	86
1.1.8 CÁLCULO DE COBERTURA FINAL.....	86
1.2 RESULTADOS	87

1 DISEÑO ACÚSTICO

El objeto de la “Simulación de Cobertura Acústica” es definir el **número de puntos de sirena necesarios para cubrir la zona de afección** potencial por riesgo de rotura o avería grave de la presa.

Para optimizar el número de sirenas y su potencia, se utilizará un **software específico de cálculo de propagación de señales acústicas** en el exterior, se basará en el estándar ISO-9613.

El estudio acústico se fundamentará en la utilización de **sirenas electrónicas** diseñadas específicamente para el aviso acústico a la población. Este tipo de sirenas permiten optimizar el espectro acústico y difundir la señal acústica en las zonas donde realmente es necesario (zonas o puntos de afección).

1.1 Cálculos Teóricos

Con la finalidad de determinar la cobertura acústica de las sirenas, es necesario tener en cuenta las características de **propagación de las ondas sonoras** en el entorno geográfico que se desea cubrir, así como el **nivel sonoro ambiental** y el nivel máximo de presión acústico permitido para el entorno. Otro factor importante es el **meteorológico** (vientos dominantes, temperatura, humedad, etc.).

La señal acústica de un foco puntual se **atenúa proporcionalmente con el cuadrado de la distancia**, es decir, al duplicar la distancia se divide por cuatro la intensidad sonora. Utilizando la **escala logarítmica** supone que la **señal sonora se reduce en 6 dB**. Además de la atenuación por la dispersión espacial de la energía, existen otros factores que influyen en las características de propagación de la señal, tal como la absorción atmosférica, del terreno, de los edificios y las ondas reflectadas.

Como norma, **se establece en el área de cobertura que la señal de alerta supera en 10 decibelios (dB) el ruido ambiente**. De esta manera, el sonido tiene un nivel suficiente para ser percibido de forma clara por la población como una señal de emergencia. Subjetivamente, un aumento de 10 dB se percibe como una **señal el doble de intensa que el ruido ambiente** o de conversación.

El nivel de ruido ambiente varía si la zona es industrial, urbana o rural. **En zonas urbanas se considera un ruido ambiente de unos 60 dBA**, por el que la señal de aviso acústico tendría que llegar a los **70-75 dBA**. En una **zona rural** el ruido ambiente es menor, por lo que un valor de señal de **60-65 dBA** puede ser suficiente para que se perciba la señal. En **zonas industriales** el nivel necesario puede ser tan alto como **80-85 dBA**.

Por otro lado, el nivel máximo sonoro de la sirena tendrá que estar limitado por seguridad de los edificios circundantes, **no siendo conveniente exceder los 127 dBA acústicos a la distancia normalizada de 30,5 m (100 pies)**. Se escogen **valores entre 111 dB y 127 dBA a 30,5m (equivalente a 150,5 dBA a 1 m)** como valores nominales de las sirenas.

Para poder determinar de la forma más exacta posible, el despliegue del número de sirenas necesarias se tiene que calcular cuál es la **cobertura de cada punto de sirena** y del conjunto de la red de Sirenas que se compone el Sistema de Alerta a la Población. La cobertura efectiva depende de la propagación del sonido y es en función de un conjunto de variables tales como la distancia, la frecuencia, las condiciones atmosféricas, el terreno, etc. Como procedimiento de cálculo se utiliza la norma ISO-9613-1 y ISO-9613-2, “Acoustics, - Attenuation of sound during propagation outdoors”.

1.1.1 Cálculo teórico de la atenuación acústica ISO-9613

La **propagación del sonido**, como cualquier otra onda mecánica o electromagnética, responde a la siguiente fórmula general:

$$Pr = Pe - A$$

Siendo la **Potencia recibida (P_r)** en un punto igual a la **potencia emitida (P_e)** menos las **pérdidas de propagación o atenuación (A)**. Los factores que contribuyen en la atenuación de la señal acústica son las siguientes:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{misc}$$

A_{div} . Es la atenuación debido a la **divergencia geométrica**, causada por la propagación espacial de la onda sonora. La señal reduce su nivel a la cuarta parte al doblar la distancia.

A_{atm} . Es la atenuación debido a la **absorción atmosférica** causada por la vibración de las moléculas del aire. Depende fundamentalmente de la densidad del aire y de la concentración de vapor de agua.

A_{gr} . Es la atenuación debido a la **absorción del terreno**. Según el tipo de terreno (duro o poroso) y la distancia de la fuente sonora al terreno, la onda sonora se ve afectada de forma significativa.

A_{misc} . Es la atenuación **miscelánea**, causada por diversos factores, como son la vegetación y los edificios.

Utilizando la fórmula anterior, se puede llegar a obtener un valor en dB referidos a una potencia de 0 a 20 μ Pa.

Además de los factores anteriores que contribuyen en la propagación sonora, es necesario también un último factor, no contemplado en la ISO-9613, que se refiere a la **percepción sonora** por parte del sistema de audición humana. En función de la frecuencia y del nivel de presión sonora, el oído introduce factores de atenuación adicionales que se debe de considerar, sobre todo a frecuencias bajas, ya que provocan que una señal acústica de idéntico nivel sea percibida de forma mucho más atenuada o llegue, incluso, a ser inaudible.

El factor auditivo se obtiene un valor en **dBA (decibelios acústicos)** y con todos ellos es posible calcular de forma aproximada la cobertura de una fuente sonora, como puede ser una sirena de emergencia de aviso a la población.

1.1.2 Atenuación por divergencia geométrica

La atenuación por divergencia geométrica A_{div} responde a la fórmula siguiente:

$$A_{div} = 20 \log\left(\frac{d}{d_0}\right)$$

Normalmente se utiliza como **distancia de referencias** $d_0=30,5$ m (100 pies), la cual proporciona el valor nominal de emisión de la sirena. Como se puede apreciar, la divergencia geométrica aporta una atenuación de aproximadamente 6 dB cada vez que se duplica la distancia.

Atenuación por divergencia geométrica

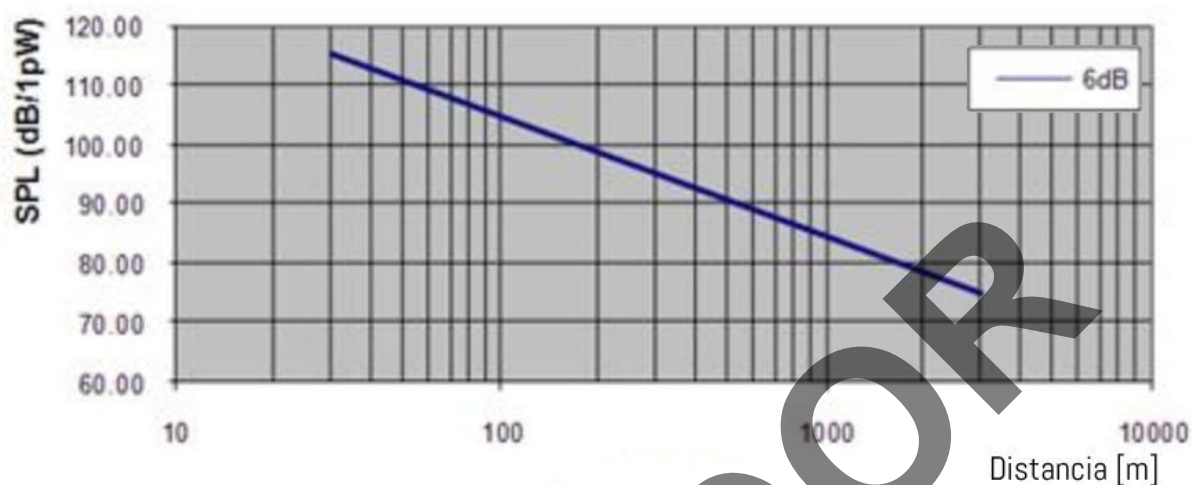


Imagen 38. Atenuación por divergencia geométrica

Si únicamente existiera este factor de atenuación sobre la propagación acústica, el alcance sería superior a los 30 km, para una sirena como a valor nominal de 117dB a 30,5 m, y por una señal recibida de 75 dBA. No obstante, como se verá a continuación, el resto de los factores hacen que la cobertura real sea mucho inferior, quedándose del orden de unos 1.800 m aproximadamente, para frecuencias inferiores a 1 kHz. El alcance de una señal sonora depende mucho de la frecuencia de la señal y de las condiciones atmosféricas.

1.1.3 Atenuación atmosférica

La atenuación debido a la absorción atmosférica viene dada por la ecuación siguiente:

$$A_{atm} = \alpha * d$$

Donde α es el **coeficiente de la atenuación atmosférica** en dB/km y d es la distancia en km. El coeficiente de atenuación $\alpha = f(h_r, P_a/P_r, T, f)$ es función de los siguientes parámetros:

h_r : Humedad relativa del aire en %

P_a/P_r : Presión relativa referida a $P_r=101,325$ kPa

T/T_0 : Temperatura relativa a $T_0=293,15^\circ\text{K}$ (20°C)

f: frecuencia del sonido en Hz

Los elementos que contribuyen a la absorción atmosférica son altamente no lineales y se pueden calcular con la fórmula siguiente:

$$\alpha \left(\frac{dB}{km} \right) = 8,868$$

$$\begin{aligned} & * f^2 \left(\left[1,84 * 10^{-11} \left(\frac{P_a}{P_r} \right)^{-1} \left(\frac{T}{T_0} \right)^{1/2} \right] + \left[\frac{T}{T_0} \right]^{-5/2} \right. \\ & * \left\{ 0,01275 * \left(e^{\frac{-2239,1}{T}} \right) * \left(f_{r0} + \left(\frac{f^2}{f_{r0}} \right) \right)^{-1} + 0,1068 * \left(e^{\frac{-3352,0}{T}} \right) \right. \\ & * \left. \left. \left(f_{rN} + \left(\frac{f^2}{f_{rN}} \right) \right)^{-1} \right\} \right) \end{aligned}$$

En la anterior fórmula aparecen dos frecuencias de relación del oxígeno f_{rO} y del nitrógeno f_{rN} , los valores de los cuales dependen de la humedad, la presión y la temperatura, según las siguientes fórmulas:

$$f_{rO} = \frac{Pa}{Pr \left(24 + 4,04 * 10^4 h \frac{0,02 + h}{0,391 + h} \right)}$$

$$f_{rN} = \frac{Pa}{Pr \left(\frac{T}{T_0} \right)^{-1/2} \left(9 + 280h * e^{\left\{ -4,170 \left[\left(\frac{T}{T_0} \right)^{-1/3} - 1 \right] \right\}} \right)}$$

El parámetro h es la concentración molar de vapor de agua, que se relaciona con la humedad relativa (hr) de la siguiente forma:

$$h = hr * \frac{\left(\frac{P_{sat}}{P_r} \right)}{\left(\frac{P_a}{P_r} \right)} \quad \frac{P_{sat}}{P_r} = 10^c$$

$$c = -6.8346 \left(\frac{T_0}{T} \right)^{1,261} + 4,6151$$

P_{sat} es la presión atmosférica en kPa

P_r es la presión atmosférica de referencia (101,325 KPa)

T_0 es la temperatura en Kelvin a 0,01°C (273,16 K)

A frecuencias bajas (por ejemplo, 370 Hz), la atenuación atmosférica tiene un valor aproximado de 2 dB/km. Esto supone una reducción de un del alcance efectivo. Para $d=2$ km, esto supone una cobertura efectiva del 63%.

En las dos gráficas siguientes se aprecia la **contribución de la absorción atmosférica para una frecuencia de 370 Hz.**

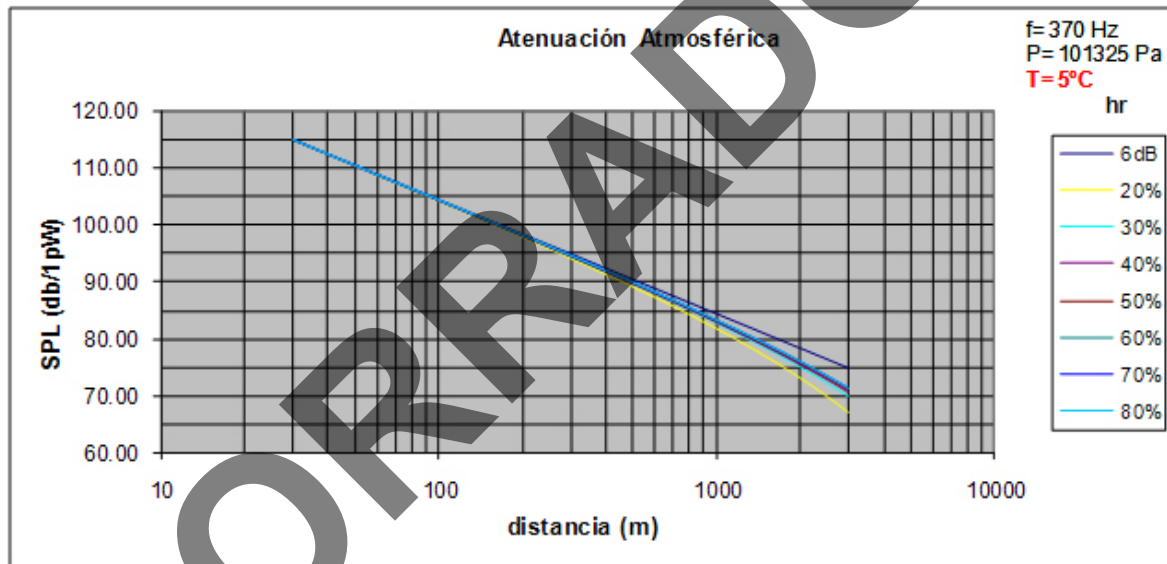


Imagen 39. Atenuación Atmosférica $T=5^{\circ}\text{C}$

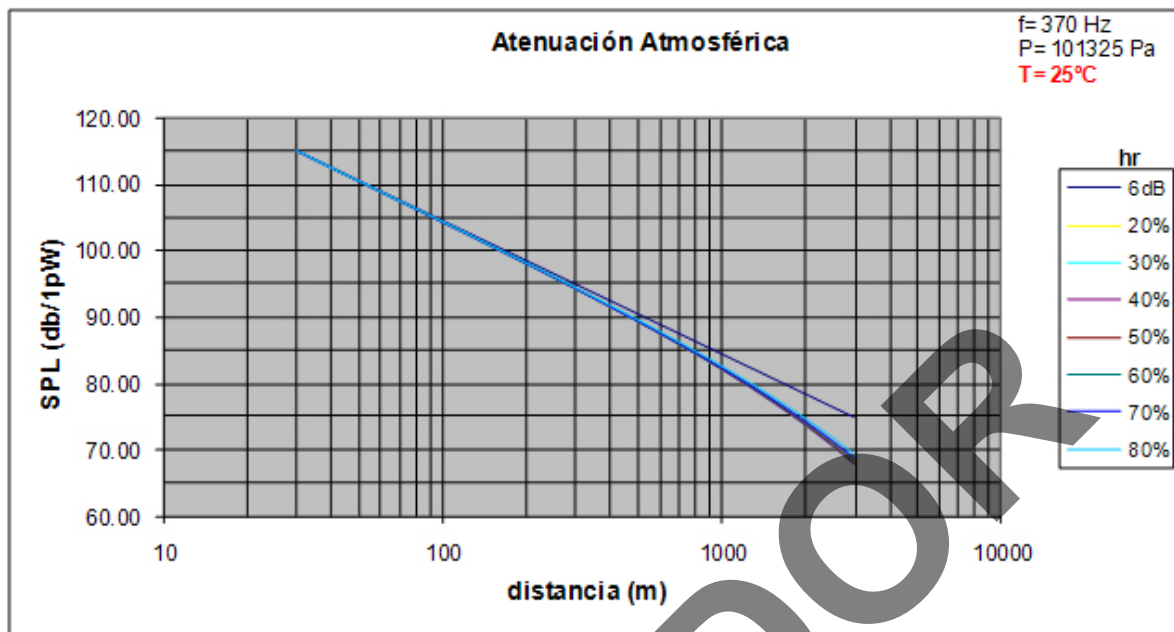


Imagen 40. Atenuación Atmosférica T=25°C

Para frecuencias más altas, como pueden ser la voz humana (por encima de 1.000 Hz), el factor de atenuación α puede tomar unos valores entre 5 y 13 dB/km.

La absorción atmosférica es la responsable de que se elijan frecuencias bajas para maximizar el alcance en sistemas de alerta a la población. Evidentemente, en el caso de reproducir señales vocales por el sistema de alerta, el alcance que permitiría con un mínimo de inteligibilidad se reduce de forma considerable.

1.1.4 Atenuación debido al terreno

La atenuación debido al efecto del terreno se cuantifica con la suma de tres factores:

$$A_{gr} = A_s + A_m + A_r$$

A_s es la absorción en las proximidades de la fuente sonora, entre la fuente sonora y a una distancia de 30 veces la altura de la fuente.

A_r es la absorción en las proximidades del receptor, entre el receptor del sonido y una distancia de 30 veces la altura del receptor.

A_m es la absorción en la zona intermedia.

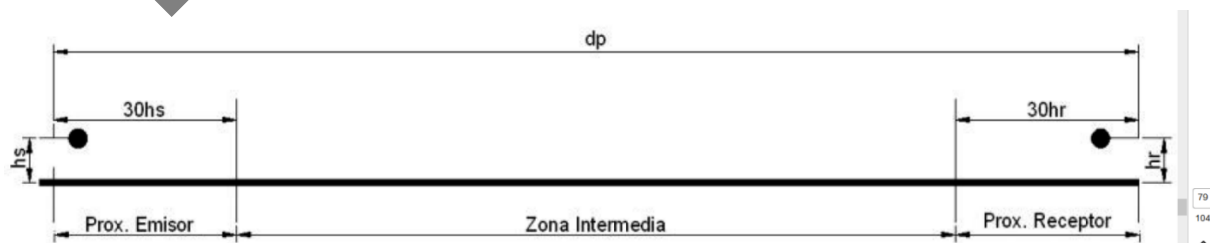


Imagen 41. Absorción debido al terreno

Los parámetros que influyen en los anteriores factores son la altura respecto al terreno de la onda sonora y la dureza relativa del terreno, es decir:

h_s = Altura de la fuente sonora

h_r = Altura del receptor

G = dureza del terreno (duro = 0, poroso / suave = 1)

Considerando $h_s = 12$ m, $h_r = 1,75$ m y $G_s = 0,2$ y $G_r = G_m = 0,9$ y una frecuencia de 370 Hz, el valor obtenido se calcula con la siguiente fórmula:

$$A_s = -1,5 + G_s \left[1,5 + 14 * e^{(-,046 * h_s^2)} * \left(1 - e^{\frac{-dp}{50}} \right) \right]$$

$$A_r = -1,5 + G_r \left[1,5 + 14 * e^{(-,046 * h_s^2)} * \left(1 - e^{\frac{-dp}{50}} \right) \right]$$

$$A_m = -3 * \left[1 - \frac{30(h_s + h_r)}{dp} \right] * (1 - G_m)$$

Donde d_p es la distancia entre la fuente y el receptor proyectada sobre el terreno, siendo. El valor de A_{gres} aproximadamente 1,55 dB, de forma bastante independiente de la distancia entre 800 y 1800 m.

1.1.5 Atenuación miscelánea

La atenuación miscelánea tiene en cuenta factores de absorción adicionales, tales como la **corrección meteorológica**, la **absorción por edificios** y la **absorción por la vegetación**.

La **corrección meteorológica** se realiza por medio de las fórmulas de la ISO-9613 donde suponen condiciones de propagación favorables (viento cero o a favor). Estas condiciones no siempre son favorables, por este motivo se aplica un factor de corrección según la siguiente fórmula:

$$C_{met} = 0; \quad \text{si } dp \leq 10(h_s + h_r)$$

$$C_{met} = C_0 \left[1 - \frac{10(h_s + h_r)}{dp} \right]; \quad \text{si } dp > 10(h_s + h_r)$$

C_0 es un factor que varía entre 0 y +5 dB, siendo excepcionales los valores superiores a 2 dB. Para ello, si se escoge $C_0 = 2$ dB, se obtiene un valor de C_{met} entre 1,76 y 1,86 entre 1.000 y 2.000 m. Para ellos, la corrección meteorológica supone 1,8 dB adicionales.

La **absorción por vegetación** en principio no se considera, ya que la fuente sonora no se encuentra en un entorno con una vegetación espesa, tal que impida la visión directa.

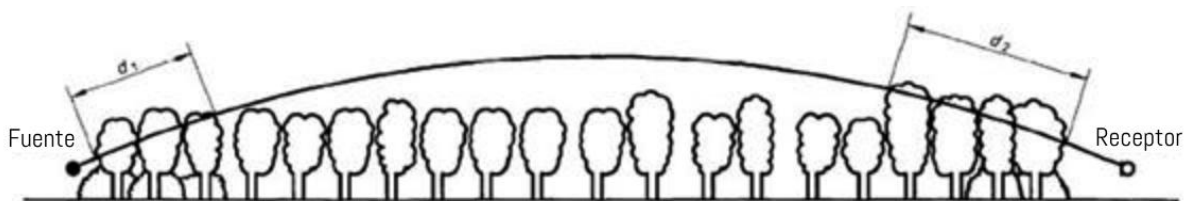


Imagen 42. Absorción por vegetación

Donde $d_t = d_1 + d_2$

Para elegir la distancia d_1 y d_2 se traza una línea desde el origen con un ángulo de 15° hasta tener visibilidad sobre de la vegetación. El mismo procedimiento se aplica con el receptor.

A continuación, se muestra una tabla con la atenuación respecto a la frecuencia y a la distancia d_f .

Propagación distancia d_f		Banda de frecuencias							
m		Hz							
		63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
		Atenuación dB							
$10 \leq d_f \leq 20$		0	0	1	1	1	1	2	3
$20 \leq d_f \leq 200$		Atenuación dB/m							
		0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,12

Tabla 6. Atenuación frecuencia y distancia

En este caso, se supone que las sirenas están montadas en unas columnas de $h = 12$ m y, por tanto, sobre cualquier vegetación. La absorción por vegetación en este caso no es aplicable.

La absorción por edificios, en cambio, ha de ser considerada, ya que hay zonas con afecciones que sufrirán el apantallamiento por las construcciones. Este efecto, se ve compensado en gran parte por la propagación entre las casas y por las múltiples reflexiones.

El efecto neto se calculó, de forma aproximada, por la siguiente fórmula:

$$A_{hous} = A_{hous,1} + A_{hous,2}$$

Donde

$$A_{hous} = 0,1Bd_b$$

Siendo B la densidad de los edificios y d_b la distancia en metros compuesto por edificios entre el camino de la fuente sonora y el receptor.

Suponiendo que $B = 0,6$ y $d_b = 50$ m, se tiene una atenuación adicional de 3 dB debido al efecto de los edificios, siempre hablando del exterior de los edificios. Dentro de los edificios se producen factores de atenuación de hasta 35 dB adicionales.

1.1.6 Percepción sonora del oído humano

Es conocido que el oído humano no presenta una respuesta uniforme a las diferentes frecuencias acústicas, realizando una atenuación de las frecuencias bajas y de las frecuencias muy altas, con una alta no-linealidad.

Las curvas de respuesta del sistema de audición humana se presentan en la siguiente figura:

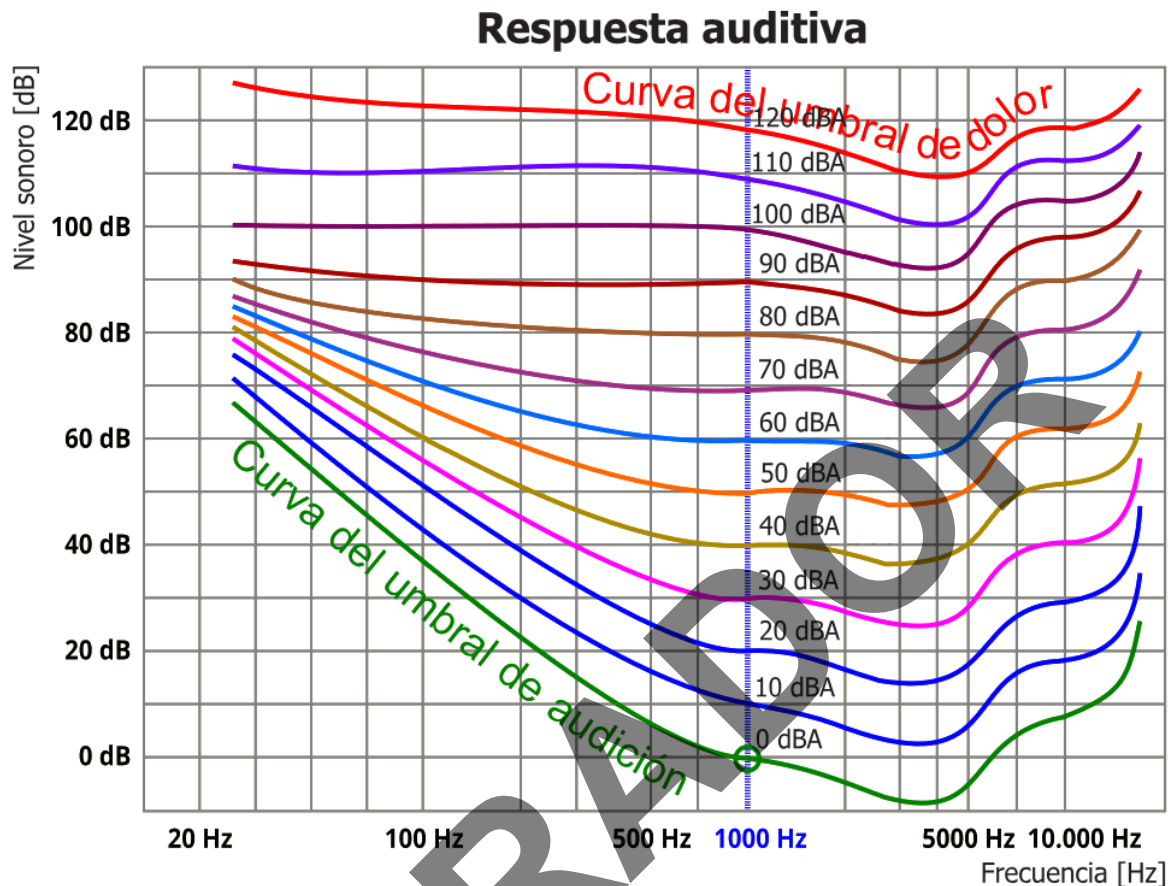


Imagen 43. Curvas de respuesta auditiva

Para las frecuencias de 200 Hz, se observa que el oído introduce una atenuación de 10,9 dB.

Para frecuencias más bajas (por ejemplo, 100 Hz), esta atenuación puede llegar a alcanzar los 15 ó 20 dB, lo que la convierte en prácticamente inaudible.

Por este motivo, aunque la propagación mejora al bajar la frecuencia, no es posible la utilización práctica como señal de alerta por debajo de los 200 Hz, ya que el oído no es sensible a estas frecuencias.

En el caso contrario, aunque el oído es más sensible a las frecuencias entre 2.000 y 4.000 Hz, la absorción atmosférica es considerablemente superior como para evitar el uso como señal de alerta. Estas frecuencias se pueden utilizar en pequeñas distancias.

1.1.7 Error de cálculo

El error del procedimiento de cálculo se estima en 3 dB

1.1.8 Cálculo de cobertura final

Teniendo en cuenta todos los parámetros especificados anteriormente, la cobertura teórica efectiva es de unos 1.800 m, con un nivel sonoro de 65 dBA y de unos 800 m por un nivel sonoro de 75 dBA.

Ya que el ruido ambiente es relativamente bajo, por tratarse de la mayor parte de zona rural, se considera que con un nivel de 65-70 dB puede ser suficiente para alertar a la población.

En la gráfica se establece la curva de atenuación teniendo en cuenta todos los factores (divergencia geométrica, absorción atmosférica, absorción del terreno, corrección meteorológica, corrección por edificios y respuesta auditiva del oído). Se ilustran los factores de atenuación en condiciones atmosféricas de 5°C y 20% de humedad.

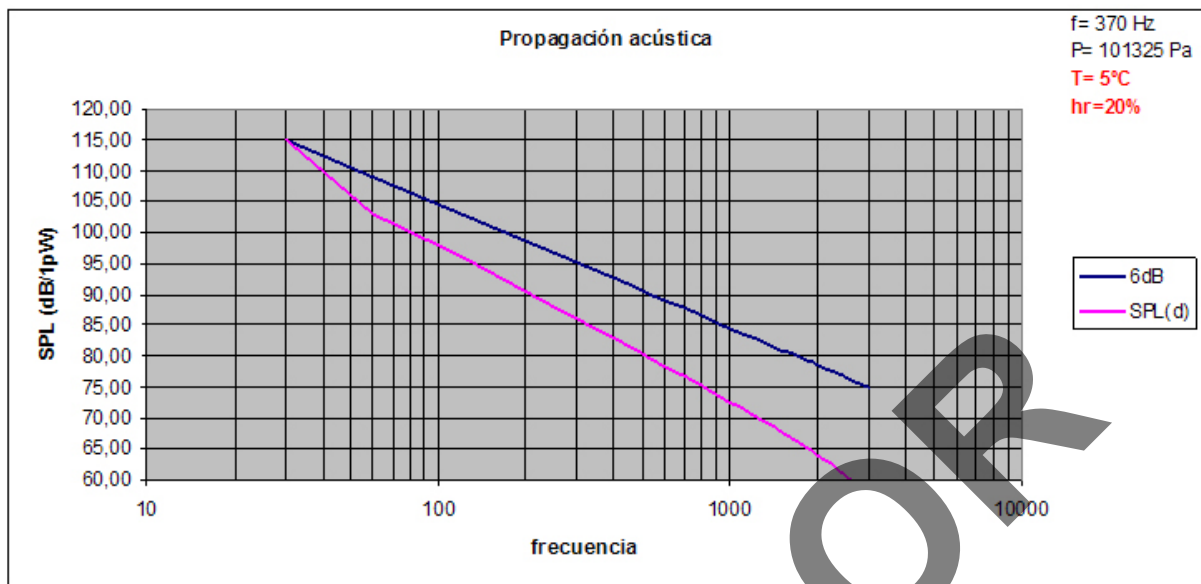


Imagen 44. Comparativa atenuación teórica vs real

1.2 Resultados

Los **resultados del estudio acústico se presentarán sobre plano**, quedando representadas:

- Lámina de inundación 30 minutos.
- Afecciones potenciales.
- Ubicación de sirenas.
- Isófonas (65 dB-75 dB, 75 dB-85 dB, >85 dB)

Igualmente deberá incluirse una **tabla con las características básicas de cada sirena**:

- Identificación sirena.
- Número de sectores.
- Número de difusores de cada sector.
- Orientación de cada sector (en grados).
- Presión sonora (dB@30 m)
- Número de amplificadores.
- Altura

ANEJO 3 - CÁLCULO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA

BORRADOR

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ANEJO 3 - CÁLCULO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA	88
1 ESTUDIO RADIACIÓN SOLAR	90

BORRADOR

1 ESTUDIO RADIACIÓN SOLAR

El objeto de este documento es calcular la **radiación solar** y la **capacidad de generación de energía** en los puntos de sirenas que son alimentados por **paneles solares**.

Existen diferentes programas, en este caso concreto se ha utilizado **JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)** - European Commission (europa.eu), obteniéndose los siguientes resultados:

BORRADOR



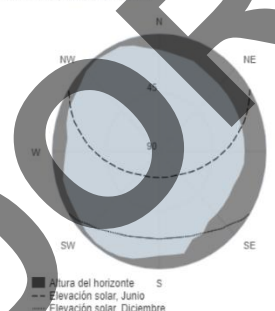
PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar

Datos proporcionados

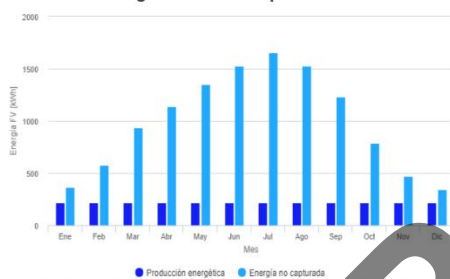
Latitud/Longitud: 42.849, -5.859
Horizonte: Calculado
Base de datos: PVGIS-SARAH
FV instalado: 400 Wp
Capacidad de la batería: 1800 Wh
Limitador de descarga: 25 %
Consumo diario: 219.08 Wh

Ángulo de inclinación: 35 °
Ángulo de azimut: 58 °
Resultados de la simulación
Porcentaje días batería cargada: 93.43 %
Porcentaje días batería descargada: 0.05 %
Energía media no capturada: 1065.24 Wh
Energía media que falta: 32.71 Wh

Perfil del horizonte:



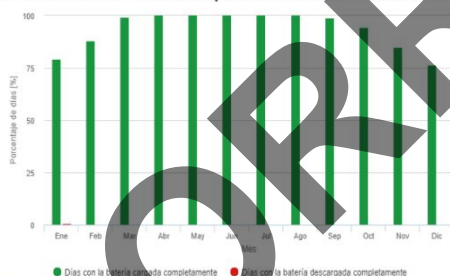
Producción energética estimada para un sistema FV autónomo:



Rendimiento medio mensual

Mes	E_d	E_l	f_f	f_e
Enero	219.7	363.2	79.2	0.5
Febrero	219.4	580.8	88.1	0.0
Marzo	219.4	933.8	99.2	0.0
Abril	219.1	1141.3	100.0	0.0
Mayo	219.3	1351.6	100.0	0.0
Junio	219.3	1529.7	100.0	0.0
Julio	218.9	1654.0	100.0	0.0
Agosto	218.8	1530.9	100.0	0.0
Septiembre	218.8	1229.4	98.9	0.0
Octubre	218.3	785.4	94.3	0.0
Noviembre	219.1	474.6	85.0	0.0
Diciembre	218.4	346.2	76.3	0.0

Rendimiento de la batería para un sistema FV autónomo:



Probabilidad del estado de carga de la batería al final del día:



Cs	Cb
25-32	0.0
32-40	0.0
40-48	0.0
48-55	0.0
55-62	0.0
62-70	0.0
70-78	0.0
78-85	1.0
85-92	12.0
92-100	86.0

Cs: Estado de carga al final de cada día [%].
Cb: Porcentaje de días con este estado de carga [%].

La Comisión Europea mantiene esta web para facilitar el acceso público a la información sobre sus iniciativas y las políticas de la Unión Europea en general.
Nuestro propósito es mantener la información precisa y al día.
Trataremos de corregir los errores que se nos señalen.
No obstante, la Comisión declina toda responsabilidad en relación con la información incluida en esta web.
Dicha información:
i) es de carácter general y no aborda circunstancias específicas de personas u organismos concretos,
ii) no es necesariamente exhaustiva, completa, exacta o actualizada,
iii) contiene en algunas ocasiones enlaces a páginas externas sobre las que los servicios de la Comisión no tienen control.

Joint
Research
Centre

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2021.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged,
save where otherwise stated.

Datos mensuales de irradiación 2021/12/01

Imagen 45. Resultado rendimiento sistema FV autónomo

Teniendo en cuenta que el consumo medio diario en reposo (calculado en el Anejo nº4) es de 219,08 Wh (considerando el rendimiento general del sistema en un 88,2%), se considera que los paneles seleccionados son adecuados para esta instalación.

ANEJO 4 - CÁLCULO DE LA AUTONOMÍA DE LAS BATERÍAS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ANEJO 4 - CÁLCULO DE AUTONOMÍA DE BATERÍAS	92
1 ESTUDIO DE CONSUMO DE EQUIPOS	94
1.1 OBJETO	94
1.2 CONSUMO DE LOS EQUIPOS.....	94
1.2.1 SIRENA EJEMPLO.....	94

BORRADOR

1 ESTUDIO DE CONSUMO DE EQUIPOS

1.1 Objeto

Establecer una metodología para evaluar el **diseño de las baterías en las sirenas** y minimizar su impacto en la instalación y mantenimiento.

1.2 Consumo de los equipos

Antes de diseñar el sistema de energía (dimensiones de las placas fotovoltaicas y de las baterías), es necesario conocer el **consumo general de los equipos instalados**.

En cada punto de sirena se deberán considerar los equipos existentes, a modo de ejemplo:

- Controladora de la sirena.
- Módulo de comunicaciones.
- Emisora radio analógica – digital.
- Módem GPRS/3G/4G.
- Amplificadores (el número de amplificadores dependerá de la potencia de la sirena).
- Regulador solar.

A continuación, se muestra detalladamente el cálculo de consumo para una sirena ejemplo.

1.2.1 Sirena ejemplo

Se calculará el consumo de una **sirena con una potencia de 1.600 W** y para una hipótesis de fallo de energía se debe disponer de carga suficiente para soportar **3 días en stand by y 10 minutos de activación**.

SIRENA TIPO - 4 AMPLIFICADORES							
	Consumo en REPOSO						Consumo en Funcionamiento
	Controladora Sirena	Gestión Comunicaciones	Equipo RADIO	Router GPRS/3G/4G/5G	4 Amplificadores	Regulador Solar MPPT 75/15	4 Amplificadores
Alimentación	24V	12V	12V	12V	24V	24V	24V
Wh (media)	1,3	1,4	1,18	2,3	0	0,24	1920
Tiempo (h)	72	72	72	72	72	72	0,17

Tabla 7. Ejemplo consumo sirena

Consumo de los equipos 12V: 4,88 Wh; si se aplica la eficiencia del DC/DC (75%) el consumo real corresponde a 6,51 Wh

Consumo de los equipos 24V: 1,54 Wh

Consumo de activación (10 minutos constantes): 320 W

Con estos consumos:

- El consumo total en 3 días en reposo es de: 579,69 W
- El consumo total en 3 días en reposo + 10 minutos de activación es de: 899,69Wh

Para ser más restrictivos se tendrá en cuenta el **rendimiento global del sistema acumulador de energía (baterías)** que se define como:

$$R = (1 - Kb - Kc - Kv) * \left(1 - \frac{Ka \cdot N}{Pd}\right)$$

Donde se considera:

- Pérdidas en batería (K_b) 5,0%
- Pérdidas en inversor (K_c) 0,0% (no existe)
- Auto descarga batería (K_a) 0,5%
- Pérdidas varias (K_v) 5,0%
- Días de autonomía (N) 3
- Profundidad de descarga (P_d): 75%

Se obtiene un **Rendimiento global del sistema acumulador** de 88,20%. Esto significa que se pasa a tener:

%88,2 Rendimiento		
	Wh	Ah a 24Vdc
Total consumo 72h en reposo	657,24	27,39
Total consumo 10' activación	362,81	15,12
Total	1020,05	42,50

Tabla 8. Rendimiento global sistema acumulador

Considerando una **profundidad de descarga del 75% de las baterías** es necesario disponer de unas baterías de como mínimo 56,67 Ah (42,50Ah /0,75).

ANEJO 5 - EXPERIENCIAS Y OTRAS CASUÍSTICAS

BORRADOR

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ANEJO 5 - EXPERIENCIAS Y OTRAS CASUÍSTICAS.....	96
1 OBJETO	98
2 IMPLANTACIONES SIN AFECCIONES A VIDAS HUMANAS EN LA PRIMERA MEDIA HORA	99
3 AVISADORES INDIVIDUALES	100
4 EXPROPIACIONES PUNTOS DE AVISO	101
5 PROBLEMAS DE COMUNICACIONES	102
6 PROBLEMAS CON LAS COMUNICACIONES REDUNDANTES.....	103
7 COMUNICACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL	104
8 OTROS SISTEMAS DE AVISOS	105
9 SISTEMAS COLABORATIVOS.....	106
10 INFORME CALADOS.....	107
11 DIVULGACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA EN DIVERSAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS Y MUNICIPIOS DE VARIAS PRESAS	108

1 OBJETO

Las implantaciones de los Planes de Emergencia realizadas hasta ahora han dotado de un **conocimiento que se ha ido recogiendo en las diversas experiencias** o, dicho de otra manera, cómo cada titular ha conseguido resolver los conflictos particularizados para cada situación que, por motivos obvios, la normativa no recogía.

Las casuísticas que se pueden encontrar en cada implantación pueden ser muy variadas y el mejor método para resolverlas es disponer de **información de otras implantaciones**, ejemplos, propuestas de diseño, mejoras o variantes, que permitan disponer de un conjunto de soluciones para escoger la que más interese.

En muchos casos se han dado **soluciones innovadoras** propuestas por los propios miembros del Comité de Implantación, o por parte de los servicios técnicos del titular, o por empresas externas, que han mejorado la implantación de una **manera más sencilla o económica**.

A continuación, se recogen algunas de las experiencias que se han considerado interesantes, que pueden ayudar a facilitar y mejorar la implantación de los Planes de Emergencia.

2 IMPLANTACIONES SIN AFECCIONES A VIDAS HUMANAS EN LA PRIMERA MEDIA HORA

En el conjunto de las implantaciones de Planes de Emergencia existen casos concretos en los cuales la **clasificación en categoría A o B** de la presa o balsa **no se debe a afecciones graves a núcleos urbanos o a viviendas aisladas**, sino únicamente a servicios esenciales, daños materiales (especialmente a carreteras o ferrocarriles), o medioambientales, histórico-artísticos o culturales. En estos casos tan concretos es aconsejable tratar su implantación con unos criterios específicos.

De forma general, se deberá realizar un análisis de la zona de inundación en la primera media hora y, **si no se observan condiciones en las que exista una presencia ocasional**, y no previsible en el tiempo, de personas en la llanura de inundación, **no sería necesario prever ningún sistema de aviso a la población**. Únicamente se deberá tener en cuenta la gestión de los escenarios para la comunicación de cada uno de ellos a las autoridades indicadas y según los medios de comunicación previstos.

No puede admitirse como presencia ocasional las afecciones a residencias establecidas permanentes, áreas de acampada estables, invernaderos, zonas en las que habitualmente se produzcan **concentraciones de personas** por cualquier motivo, etc.

En el caso particular de que las únicas afecciones identificadas en la primera media hora de la rotura fuesen **carreteras o ferrocarriles**, en el Acuerdo de la Comisión Nacional de Protección Civil en relación con el desarrollo de determinados contenidos de la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones del año 2003, se indicaba que ante esta casuística el titular debía instalar como sistema de aviso paneles con energía solar en los que se materializarían los mensajes de aviso necesarios emitidos desde la Sala de Emergencia (en la actualidad, el Centro de Gestión de Emergencias).

Sin embargo, la experiencia en las implantaciones realizadas desde entonces ha llevado a la conclusión de la **no conveniencia de instalar señales luminosas ni en carreteras ni en vías de ferrocarril**, tanto por las dificultades de permisos para su instalación como por la problemática para su mantenimiento, con independencia de la competencia para su activación. Por lo tanto, no es necesario prever ningún sistema de aviso a la población, **únicamente se deberá tener en cuenta la gestión de los escenarios** para comunicación de cada uno de ellos (0-1-2-3) a las autoridades indicadas y según los medios de comunicación previstos a efectos de información para posibles cortes de tráfico de los tramos afectados por parte de los organismos competentes en cada caso.

3 AVISADORES INDIVIDUALES

Con el objetivo de avisar a las afecciones identificadas dentro de la media hora, en algunos casos se pueden encontrar algunas de ellas en **zonas aisladas** del resto. Para cumplir con el aviso en toda la zona obligaría a instalar un punto de aviso, con todo el coste que ello conllevaría.

En estos casos se ha planteado la instalación de **avisadores individuales** (sirena de baja potencia, con un único canal de comunicación con el CGE para su activación).

Estos avisadores son muy útiles en situaciones donde sólo es necesario cubrir acústicamente un **pequeño grupo de casas aisladas**, albergue, etc., donde el avisador garantice esta función.



Imagen 46. Ejemplo de avisador individual para pequeños grupos de viviendas o vivienda única

Facilidades:

- Inversión baja (sin obra civil, equipamiento comunicaciones y aviso reducido).
- Mantenimiento muy bajo.
- Cumplimiento de la normativa de manera fácil.

Limitaciones:

- Potencia limitada.
- Un solo canal de comunicación.

4 EXPROPIACIONES PUNTOS DE AVISO

En las diversas experiencias en relación con las expropiaciones o cesiones de los terrenos para implantación de los puntos de aviso, se ha dado una situación recurrente en cuanto a la dificultad de tramitar estos permisos, encarecimiento de la instalación y retraso en la propia ejecución.

Pero también ha habido experiencias positivas, donde el titular y las diversas Administraciones municipales han encontrado un **punto de colaboración a la hora de ceder infraestructuras municipales** para facilitar la implantación de los puntos de aviso.

Algunos ejemplos:



Imagen 47. Ejemplos de instalaciones de puntos de aviso en colaboración con ayuntamientos e iglesias

Facilidades:

- Se genera mayor confianza en la implantación del PIPE.
- Se reduce el tiempo de tramitaciones administrativas.
- Inversión más baja (sin obra civil).
- La infraestructura queda más protegida.

Limitaciones:

- Acceso a las instalaciones para el mantenimiento posterior.

5 PROBLEMAS DE COMUNICACIONES

Como es sabido, existen muchas infraestructuras hidráulicas en **zonas geográficas aisladas** de los operadores principales o con dificultades de comunicaciones por su compleja orografía.

En diversas propuestas de Proyectos de Implantación, se han estudiado sistemas de comunicaciones muy complejos para solventar estas problemáticas, pero que su repercusión en una implantación representa un peso económico del capítulo de comunicaciones muy alto.

Ejemplo de una implantación:

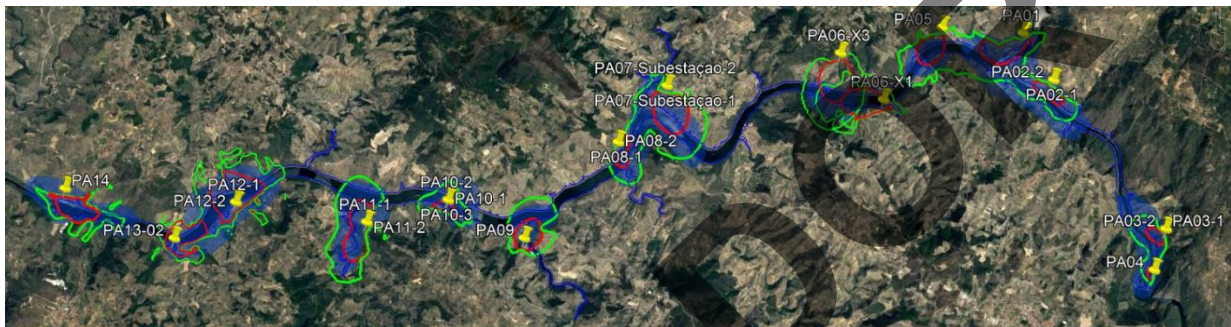


Imagen 48. Ejemplo implantación

En este caso la zona de inundación de los 30 minutos correspondía a una extensión de más de 30 kilómetros en una zona orográfica muy compleja. El primer estudio proponía utilizar una **red de repetidores adicional**.

Nueva propuesta:

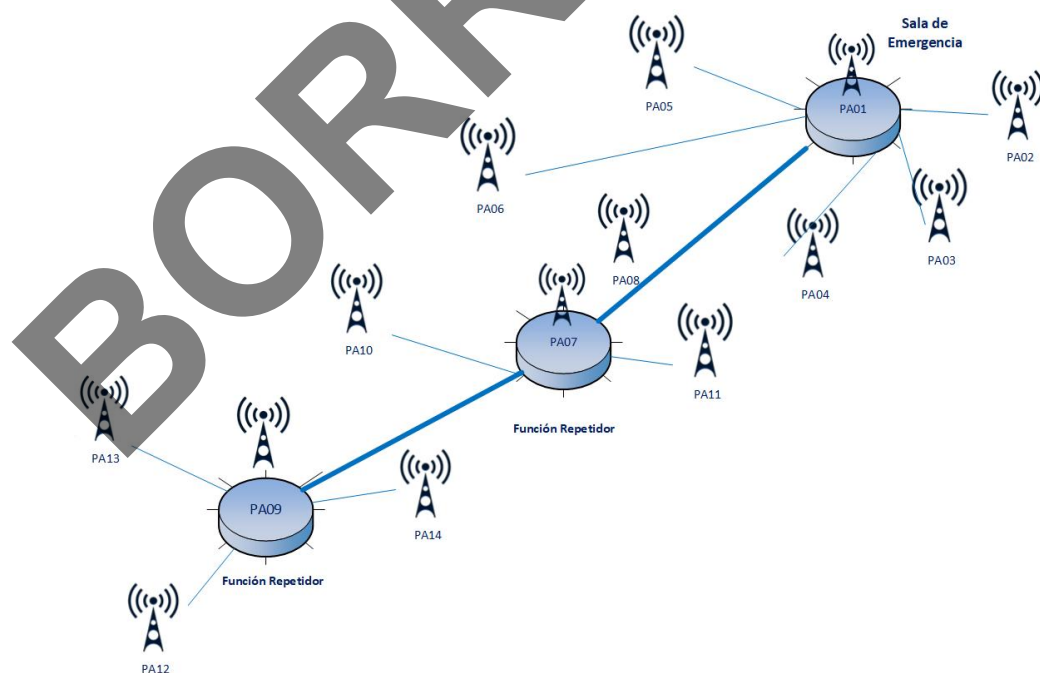


Imagen 49. Ejemplo arquitectura comunicaciones

Se diseñó una mejora en la electrónica de las sirenas para que **los propios puntos de sirena realizaran función de repetidor** y, de esta manera, no fue necesaria ninguna **red adicional de repetidores**, mejorando considerablemente la inversión inicial y el coste de mantenimiento a largo plazo.

6 PROBLEMAS CON LAS COMUNICACIONES REDUNDANTES

Se puede dar el caso de que, durante el estudio de las comunicaciones redundantes de los puntos de aviso, **no se disponga de un canal GPRS/3G de operador o no exista cobertura radioeléctrica para un sistema de radio convencional.**

Se podría resolver el problema de **cobertura de radio, con un diseño en el que se incluyan repetidores**, pero esto **encarecería la solución** tanto a nivel de inversión como de mantenimiento en el futuro.

Una segunda solución sería dotar de **comunicaciones satelitales como segundo canal**, ya que se sabe que la cobertura satelital es prácticamente del 99% en todo el territorio.

El **coste de los servicios de comunicación satelital ha disminuido notablemente** en los últimos años, dejando de ser una alternativa económicamente restrictiva. Actualmente existen **soluciones específicas para aplicaciones IoT** y de transmisión de datos, basadas en constelaciones como **Iridium o Inmarsat BGAN** (entre otras), que permiten establecer enlaces de comunicación seguros y estables con un coste razonable y adecuado para entornos de emergencia o monitorización remota.

El único requisito esencial para su correcto funcionamiento es **disponer de visión directa con los satélites**, evitando obstáculos físicos que puedan interferir en la línea de visión y comprometer la calidad de la comunicación.

En las diversas implantaciones realizadas se han presentado situaciones como las descritas anteriormente. En aquellos **casos en los que se detectaron limitaciones de cobertura o inviabilidad técnica** en alguno de los canales de comunicación previstos, **el Comité de Implantación analizó cada caso de forma individual y autorizó soluciones alternativas** justificadas técnicamente.

- Cuando el **problema de comunicaciones afectaba al canal de radio**, se autorizó la implantación de **dos canales GPRS/3G/LTE independientes** como alternativa de respaldo, siempre que se garantizara la redundancia operativa y la **independencia entre operadores o infraestructuras**.
- Por el contrario, cuando las **dificultades se producían en el canal GPRS/3G**, se optó por la implantación de **dos canales de radio (analógica, digital, DMR, NEXEDGE u otras tecnologías equivalentes), configurados en frecuencias distintas** para asegurar la continuidad de las comunicaciones.

En todos los casos, **la solución adoptada debía estar debidamente argumentada**, demostrando su viabilidad técnica y su adecuación a los principios de redundancia establecidos, así como contar con el visto bueno del Comité de Implantación antes de su ejecución definitiva.

7 COMUNICACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL

Las Comunidades Autónomas han venido desarrollando **sistemas de comunicaciones seguros para emergencias y seguridad**. Estos sistemas se basan en cubrir cerca del 100% de todo el territorio, garantizar la seguridad en las comunicaciones y no colapso del sistema por eventos de emergencias.

La tecnología que se ha usado en todas ellas es un estándar, que lo conocemos como “**Sistemas TETRA**”, y en cada comunidad tiene un nombre diferente, algunos ejemplos; Rescat (Catalunya), RedComdes (C. Valenciana), Enbor-Sarea (P. Vasco), Resgal (Galicia).

Las **presas**, por su obligatoriedad de implantación del Plan de Emergencia, cumplen con las **consideraciones para poder adherirse a los servicios de esta red**, además de que, en ciertos casos, se tratan de **infraestructuras críticas**.

Se han dado varios casos de implantación en los que ya se ha implementado este tipo de colaboración entre titulares de presas y servicios de protección civil, para cesión de sus comunicaciones para el Servicio de los Planes de Emergencia.

Casos

Presa de Ibiur

Canal Principal Red TETRA de Protección Civil del Gobierno Vasco.

Además, se integra en el sistema de alerta del 112 para otros riesgos.

Presa de Mequinenza, Caspe-Los Moros, Baserca y Llauset

Canal Principal Red TETRA Rescat de Protección Civil de la Generalitat de Catalunya.

Además, se integra en el sistema de alerta del 112 para otros riesgos.

8 OTROS SISTEMAS DE AVISOS

En **entornos urbanos con afecciones de grandes edificios** es difícil garantizar un nivel de cobertura sonoro en toda la zona de aviso sin implantar un **número excesivo de sirenas**, con la consiguiente inversión que eso significa.

Se han dado casos donde **se ha acordado con Protección Civil instalar un número limitado de sirenas**, donde se busca que la señal se “oiga” y por otra parte se ha puesto **a disposición de la población una APP para recibir las alertas** vinculadas al Plan de Emergencia.



Imagen 50. Zona urbana con gran densidad de edificios



Imagen 51. Ejemplo de pantallas de la APP para recibir alertas de cambios de escenario, activación del Plan de Emergencia y procedimientos a seguir

9 SISTEMAS COLABORATIVOS

Se tiende a planificar la Implantación de los Planes de Emergencia desde una perspectiva global con el conjunto de las infraestructuras que dispone el titular, ya que permite **aprovechar infraestructura o desarrollos para los diversos planes** y, por lo tanto, bajar el impacto económico por plan.

Pero el **caso de titulares con pocas infraestructuras** no permite aplicar esta metodología y provoca el efecto contrario, penalizando negativamente la inversión.

Se han dado varios casos de titulares que, motivados por buscar soluciones que simplifiquen la implantación, han establecido **colaboraciones entre ellos con el fin de compartir recursos**.

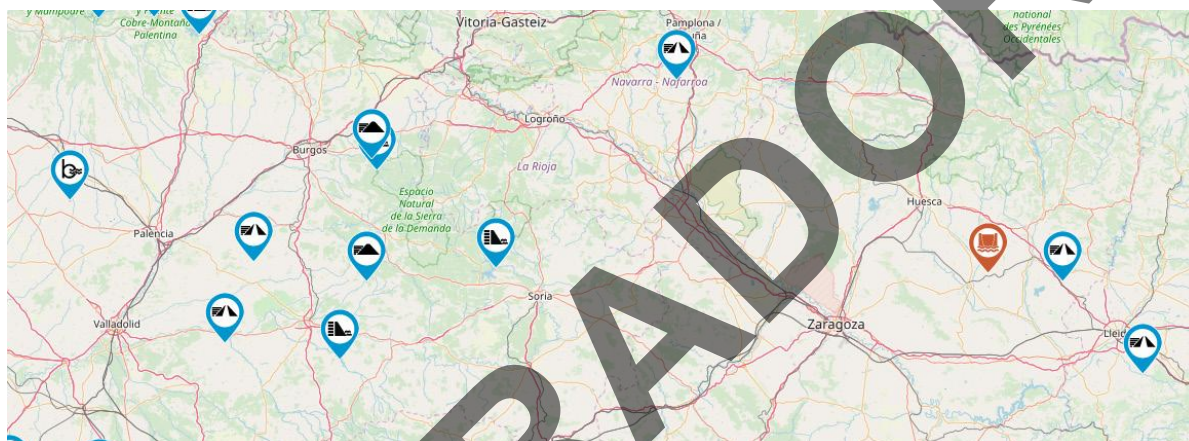


Imagen 52. Mapa localización varias infraestructuras

Compartir Centro de Control

C.C.C. ubicado en un **servidor en la nube**, con software adaptado para cada titular, gestión externa de las actualizaciones y acceso a soluciones innovadoras.

Compartir Centro de Control Móvil

El C.C.M. permite **gestionar diversas infraestructuras**, únicamente se debe planificar su ubicación y utilización entre los titulares.

10 INFORME CALADOS

Como norma no se venía prestando mucha atención a la **evolución de los calados sobre las diferentes afecciones en el tiempo** y como eso afectaba a cada uno de los municipios, se daba por hecho que siempre se debía evacuar a la población.

En una experiencia reciente, a raíz de la propuesta por parte de **Protección Civil de realizar un “Estudio de los calados” para cada uno de los municipios** identificando los siguientes parámetros; afección potencial, termino municipal, cota del cauce, cota del elemento, nivel máximo, calado sobre el cauce, tiempo de llegada.

Esta información era de sumo interés para la planificación de Protección Civil porque, de esa manera, se podía **determinar si la alerta por emergencia de inundación sería “confinar” o “evacuar”** a la población, siendo mucho menores los recursos planificados para “confinar a la población”.

Esto lleva a que, en la difusión a la población, se deba explicar si se confina o evacúa, siendo una mejora considerable en los aspectos de recursos por parte de Protección Civil y se traslada menor impacto de riesgo a la población.

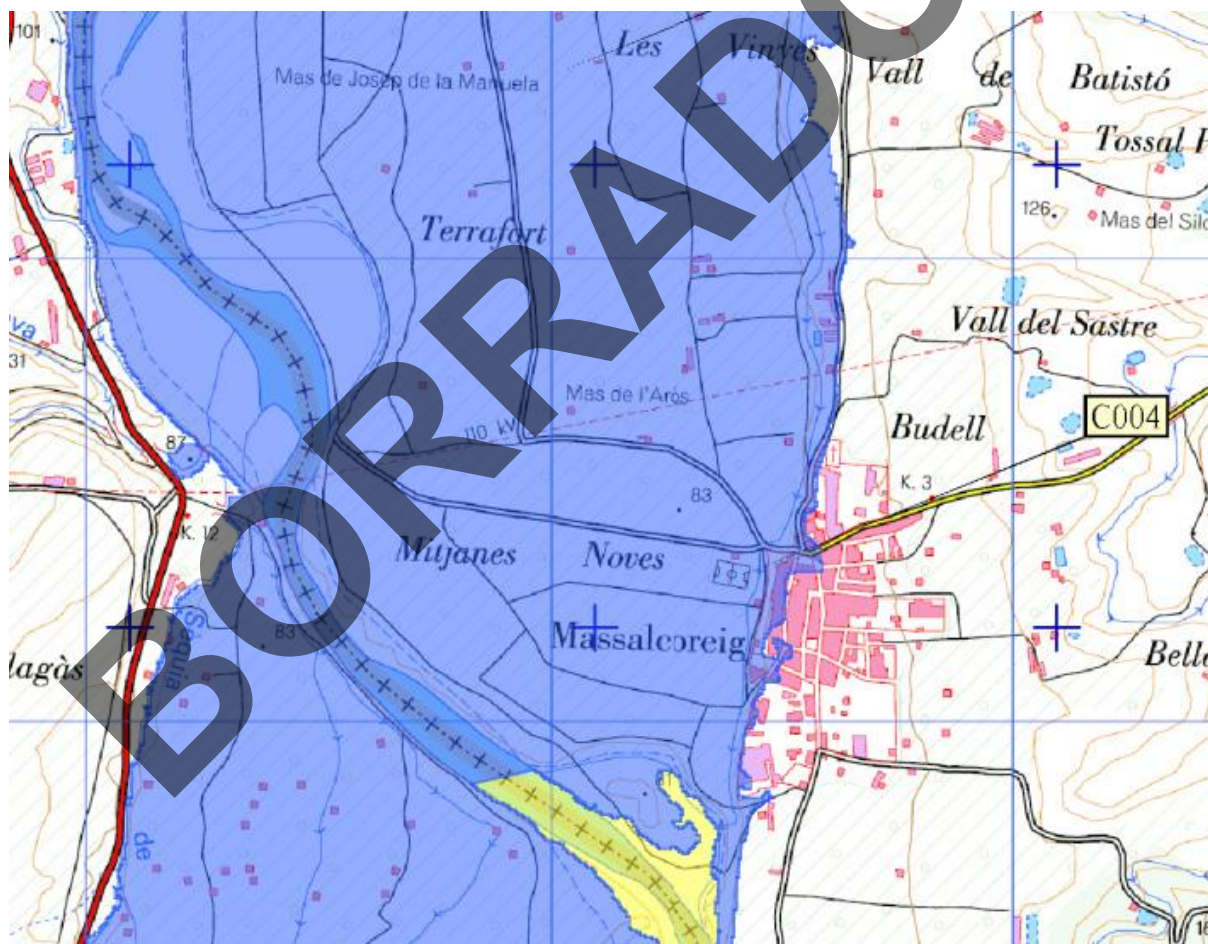


Imagen 53. Ejemplo de estudio de calados para la población de Massalcoreig

La afección al núcleo urbano de **Massalcoreig se limita únicamente a algunas viviendas**, quedando el núcleo urbano prácticamente fuera de la zona de inundación. La llegada de la onda de rotura se produce dentro de la primera hora (0,52 h) desde la rotura, sin embargo, el calado máximo se alcanza a las 4,04 horas siendo de 10,88 m.

11 DIVULGACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA EN DIVERSAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS Y MUNICIPIOS DE VARIAS PRESAS

A continuación, se detalla la implantación del Plan de Emergencia de la Presa de Mequinenza, Caspe y Los Moros, destacado no solo por la amplia gama de situaciones que aborda, sino también por su **complejidad al involucrar a dos comunidades autónomas con normativas y requisitos técnicos distintos**. Por ejemplo, en Aragón, se establecieron **sistemas de alerta con dos canales redundantes GPRS/3G**, mientras que en Cataluña se requirió un **canal GPRS/3G y otro de Radio TETRA**, y este último que se utilizara para la integración de los equipos con el sistema de Protección Civil de la Generalitat de Catalunya. Este plan abarca un total de 10 municipios con una densidad de población moderada, para cuya implantación se instalaron 14 sirenas electrónicas, todas remotas y alimentadas por paneles solares.

Para difundir el plan, se llevaron a cabo diversas acciones, entre las cuales destacan:

- **Divulgación presencial a los municipios afectados** y a los **organismos encargados de la gestión de las emergencias** (Guardia Civil, Mossos d'Esquadra, Bomberos de ambas comunidades, UME, Voluntarios de Protección Civil, la Agencia Estatal de Meteorología AEMET, entre otros).
- Envío de **trípticos informativos** en formato digital y físico.
- Colocación de **carteles informativos** en los diferentes ayuntamientos.
- Distribución de **trípticos mediante buzono** puerta a puerta en las principales áreas urbanas.

A continuación, se adjunta captura de pantalla de la noticia publicada en el medio online *EuropaPress Aragón*. Fuente: <https://www.europapress.es/aron/noticia-jornada-divulgacion-difunde-plan-emergencia-presas-mequinenza-caspe-moros-20231005124359.html>

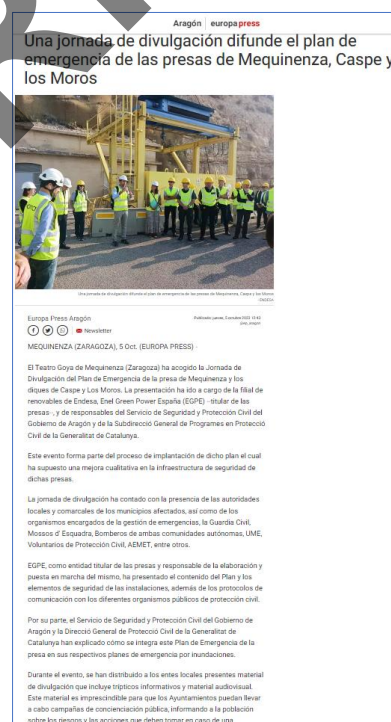


Imagen 54. Noticia

ANEJO 6 - NORMATIVA

BORRADOR

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ANEJO 6 - NORMATIVA	109
1 NORMATIVA	111
1.1 VIDEOVIGILANCIA	111
1.1.1 INTRODUCCIÓN	111
1.1.2 SUPUESTOS NO SUJETOS AL TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES	113
1.1.3 PRINCIPIOS PARA EL USO DE VIGILANCIA CON FINES DE SEGURIDAD	116
1.1.4 CAPTACIÓN DE IMÁGENES EN LA VÍA PÚBLICA	117
1.1.5 INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS	118
1.1.6 CARTELES DE AVISO	118
1.1.7 FIGURAS	119
1.1.8 RESPONSABILIDAD PROACTIVA	120
1.2 LEGALIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES	124
1.3 ESQUEMA NACIONAL DE SEGURIDAD (ENS)	125

1 NORMATIVA

A continuación, se detallan las principales **recomendaciones en relación con las normativas aplicables**. No obstante, dado que la normativa está sujeta a cambios y actualizaciones, **se recomienda consultar las fuentes oficiales** y, si es necesario, buscar asesoramiento legal especializado para garantizar el cumplimiento de todas las obligaciones legales pertinentes.

1.1 Videovigilancia

1.1.1 Introducción



Imagen 55. Cámara Domo controlando la entrada a la galería principal de una presa

La **imagen de una persona** (incluso la voz) se considera un **dato de carácter personal** que puede ser objeto de **tratamiento**, como lo es el uso de **cámaras de vídeo** para garantizar la seguridad de personas, bienes o instalaciones. El tratamiento de las imágenes por **video vigilancia** está regulado por el **Reglamento General de Protección de Datos (RGPD, Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016)**⁹.

⁹ <https://www.boe.es/doue/2016/119/L00001-00088.pdf>



Imagen 56. Portada de la guía de videovigilancia editada por la Agencia Española de Protección de Datos (AEPD)

La **Agencia Española de Protección de Datos (AEPD)**¹⁰ se ocupa de velar por el cumplimiento de la RGPD y controlar su aplicación. En cuanto a la videovigilancia, la AEPD cuenta con un apartado específico¹¹ en el que se recoge diversa información sobre el tema con informes específicos. De ese apartado, se recomienda consultar la **“Guía sobre el uso de videocámaras para seguridad y otras finalidades”**¹² en la que se trata también el caso de las presas.

La mayoría de las medidas del RGPD están dirigidas a la Mercadotecnia y no son aplicables a la Videovigilancia de infraestructuras. No obstante, existen otras medidas que sí afectan a la Organización/Confederación Hidrográfica titulares/gestores de presas que conciernen a otras actividades que manejan datos de particulares/empresas, o videovigilancia para el control laboral que, en esta guía, no se contemplan.

1.1.2 Supuestos no sujetos al tratamiento de datos personales

Al margen de emplear la videovigilancia como sistema de seguridad en presas, hay otros casos donde **no es necesario aplicar el RGPD** al no haber captación de personas

Nota: Si bien es cierto que el RGPD no se aplica cuando no hay captación de personas, sería recomendable matizar que no se trata de “excepciones” sino de supuestos no sujetos a tratamiento de datos personales.

1.1.2.1 Control de accesos a instalaciones



Imagen 57. Control de acceso a instalaciones por tarjeta identificativa

Lleva otro tratamiento diferente. Básicamente se podría **asimilar al uso de videoporteros** de una comunidad de vecinos. En este caso, ya que serían captadas imágenes de los trabajadores que accedan a las instalaciones, se deberá **informar a los propios trabajadores y a la representación sindical**. Las imágenes no podrán grabarse y solo se visualizarán en tiempo real.

Lo más sencillo sería emplear una tarjeta identificativa que automáticamente diera acceso a la instalación con un interfono para comunicarse con el vigilante. No obstante, esto podría llevar a que el intruso coaccionara al empleado para acceder a la instalación, y se convertiría de nuevo en un problema de seguridad que es el tema principal que se trata.

¹⁰ <https://www.aepd.es>

¹¹ <https://www.aepd.es/areas-de-actuacion/videovigilancia>

¹² <https://www.aepd.es/guias/guia-videovigilancia.pdf>

1.1.2.2 Cámaras “dummies”



Imagen 58. Cámara falsa o “Dummy”

Las cámaras simuladas, falsas o “dummies” son una medida disuasoria que **no atenta contra el tratamiento de la imagen a personas**. No se consideran falsas cámaras, aquellas cámaras reales que estén desactivadas o no conectadas. En este caso, sí que se entrarán en el RGPD si pueden ser activadas sin esfuerzo excesivo.

1.1.2.3 Control de intrusismo

Las **alarmas que se activan al abrir un acceso sin recurrir a cámaras de video** también quedan al margen del RGPD. Es importante combinar el control de intrusismo a través de (NB-IoT; Internet de las Cosas en banda estrecha) con la videovigilancia al emplear dos canales de comunicación diferentes con el fin de **duplicar la seguridad** y avisar al operador de videovigilancia de un posible acceso a la instalación para que se pueda centrar en el monitor correspondiente.

1.1.2.4 Falsos carteles informativos



Imagen 59. Cartel falso de una videovigilancia inexistente como medida de disuasión

Otra **medida disuasoria** es emplear **carteles de aviso de videovigilancia en formato estándar con contenido falso** cuando no se emplean cámaras de video. El RGPD no contempla la utilización de falsas advertencias, por lo que se puede considerar como un recurso legal.

1.1.2.5 Gestión de explotación



Imagen 60. Cámara Domo para la explotación de una presa controlando la apertura de compuertas

Las cámaras de video empleadas en la **monitorización de avenidas, compuertas y aliviaderos**. Obviamente, en estos escenarios no aparecen personas y, por tanto, no están sujetos al RGPD.

1.1.2.6 Lectores de matrículas



Imagen 61. Cámara empleada para la lectura de matrículas con apertura automática de barreras

Si bien las cámaras que leen matrículas **no captan la imagen de las personas**, esa matrícula está asociada a una persona y pueden infringir la normativa de protección de datos. No obstante, se podrían considerar como **cámaras de seguridad para el acceso restringido a las instalaciones de la presa** con el único tratamiento de verificar si la matrícula está registrada para la apertura de la barrera de entrada.

1.1.3 Principios para el uso de vigilancia con fines de seguridad

El RGPD parte de unos **principios de licitud, lealtad y transparencia** (apartado a) del Art. 5 del RGPD) que se deben cumplir para el tratamiento de imágenes de personas con fines de seguridad.

La finalidad de la videovigilancia consiste en garantizar la seguridad de personas, bienes o instalaciones, en el interés público que legitima dicho tratamiento. Al respecto, el apartado b) del Art. 5 del RGPD cita que **las imágenes captadas no deben ser tratadas posteriormente con otros procedimientos** como pueden ser la grabación (del que se tratará posteriormente) o reconocimiento facial.

Por su parte, el apartado c) aplicado a la videovigilancia requiere la **minimización**, empleando para la videovigilancia el mínimo de cámaras necesarias para este fin (evitando, lógicamente, en baños, vestuarios, zonas de descanso o lugares análogos), incluso su tipología (cámaras “Domo”).

El Artículo 6 cita varias condiciones de las que, al menos se debe cumplir una, para que el **tratamiento sea lícito**. En el caso de videovigilancia de presas, bastaría con la condición e) (Tratamiento necesario para el cumplimiento de una misión realizada en interés público o en el ejercicio de poderes públicos conferidos al responsable del tratamiento).



Imagen 62. Cámaras para la vigilancia de la vía pública en la coronación de una presa

Como regla general, la **captación de imágenes en las vías públicas es competencia de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad** (Ley Orgánica 4/1997, de 4 de agosto¹³). En muchos casos, las vías públicas discurren por la coronación de la presa (o vías públicas de acceso a infraestructuras o instalaciones), resultando imprescindible la necesidad de controlar el paso de vehículos y personas mediante videovigilancia, lo que se convierte en una excepción más que justificada.

El 26 de abril de 2024, se firmó un **Acuerdo Ministerial entre la Secretaría de Estado de Seguridad del Ministerio del Interior y la Secretaría de Estado de Medio Ambiente del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico**, en materia medioambiental terrestre y marina. El Acuerdo tiene una duración de cuatro años desde que resulte eficaz y antes de su finalización podrán acordar una prórroga por un período de hasta cuatro años adicionales. En la Cláusula Segunda, apartado VIII sobre Actuaciones a Desarrollar Específicas en materia de dominio público hidráulico, en los ámbitos competenciales atribuidos a la Dirección General del Agua y a las Confederaciones Hidrográficas en las cuencas intercomunitarias, se cita en diferentes puntos:

- 5. La **inspección y vigilancia de las explotaciones de todos los aprovechamientos de aguas públicas**, cualquiera que sea su titularidad y el régimen jurídico al que estén acogidos.
- 7. Mediante el despliegue extraordinario del personal que sea necesario, efectuar las labores de **prevención de riesgos y amenazas sobre las obras hidráulicas estatales clasificadas como infraestructuras críticas** cuya gestión efectúan las Confederaciones Hidrográficas, así como las **actividades de vigilancia** necesarias de las mismas.
- 8. Colaboración en la **revisión de los planes de seguridad** de aquellas Confederaciones Hidrográficas considerados como operador de infraestructuras hidráulicas de titularidad estatal clasificadas como críticas, así como de los planes específicos de seguridad de estas últimas.
- 9. Colaboración en la implantación, gestión y seguimiento de las medidas de protección derivadas de la puesta en práctica de los planes de seguridad del operador y de los de **protección de las infraestructuras hidráulicas estatales clasificadas como críticas** gestionadas por las Confederaciones Hidrográficas.

¹³ <https://www.boe.es/boe/dias/1997/08/05/pdfs/A23824-23828.pdf>

1.1.5 Infraestructuras críticas

La Ley 8/2011, de 28 de abril¹⁴, establece una serie de **medidas para la Protección de las Infraestructuras críticas** entre las que se incluyen muchas presas de titularidad estatal o privada.

El Real Decreto 704/2011, de 20 de mayo¹⁵, por el que se aprueba el **Reglamento de protección de las infraestructuras críticas**, desarrolla, concreta y amplía los aspectos contemplados en la Ley 8/2011, al tener carácter interdepartamental y complejo las medidas de protección a utilizar.

La Secretaría de Estado de Seguridad del Ministerio del Interior es quien tiene la competencia para **clasificar una infraestructura como estratégica, crítica o crítica europea** (art. 2 de la Ley 8/2011) e incluirla en el **Catálogo Nacional de Infraestructuras Críticas**.

Por otra parte, el **Centro Nacional de Protección de Infraestructuras Críticas (CNPIC)** es el Órgano del Ministerio del Interior encargado del impulso, la coordinación y supervisión de todas las actividades que tiene encomendadas la Secretaría de Estado de Seguridad en relación con la Protección de Infraestructuras Críticas en el territorio nacional. Y en ese sentido, **todas las medidas de protección a adoptar en las infraestructuras que sean clasificadas en esa categoría por parte del CNPIC deben quedar recogidas tanto en el Plan de Seguridad del operador**, cuando a este se le haya considerado crítico, como en el Plan de protección específico de cada una de ellas. Ambos documentos deben ser aprobados por ese mismo Órgano.

1.1.6 Carteles de aviso



Imagen 63. Cartel de aviso de advertencia de videovigilancia a la entrada de la coronación de una presa

Se exige mostrar un **cartel informativo** (derecho de información) en la zona donde se encuentran las cámaras (Artículo 13 del RGPD). El contenido del cartel incluirá:

- Existencia del tratamiento de **videovigilancia**
- Identidad del **Responsable del tratamiento** o del sistema de videovigilancia y dirección de este
- **Fines del tratamiento**: garantizar la seguridad de las personas, bienes e infraestructuras públicas.
- **Posibilidad de ejercer los derechos** reconocidos en los artículos 15 a 22 del RGPD. Para el caso de presas, no es necesario si solo se tratan las imágenes para vigilancia en tiempo real y con grabación para consulta de posibles delitos (se suprimen al cabo de un mes). Art. 15: derecho de acceso del interesado. Art. 16: Derecho de rectificación. Art. 17: Derecho de supresión (derecho al olvido). Art. 18: Derecho a la

¹⁴ <https://www.boe.es/buscar/pdf/2011/BOE-A-2011-7630-consolidado.pdf>

¹⁵ <https://www.boe.es/boe/dias/2011/05/21/pdfs/BOE-A-2011-8849.pdf>

limitación de tratamiento. Art. 19: Obligación de notificación relativa a la rectificación o supresión de datos personales o la limitación del tratamiento. Art. 20: Derecho a la portabilidad de los datos. Artículo 21: Derecho de oposición. Art. 22: Decisiones individuales automatizadas, incluida la elaboración de perfiles.

- Dónde obtener **más información**: por ejemplo, en la **página web donde se publica el RAT** (Registro de Actividades de Tratamiento).

No existe ningún criterio en la AEPD sobre las **dimensiones del cartel**; tan solo que deben ser acordes con el espacio en el que se vayan a ubicar. Respecto a la **ubicación del cartel**, será suficiente colocarlo en un lugar suficientemente visible, aconsejándose en los accesos del espacio donde se encontrarán las cámaras.

1.1.7 Figuras



Imagen 64. Centro de control donde se visualización todas las cámaras de videovigilancia

El tratamiento de vigilancia de presas lo puede llevar directamente el titular de la presa o contratarlo a una empresa de videovigilancia. En cualquier caso, se requiere el nombramiento de un personal especializado que podrá ser de la empresa contratada.

1.1.7.1 Responsable del tratamiento

Es la persona o entidad que **decide cómo y para qué se procesan los datos** “sin que conste que actúa por cuenta de otro”¹⁶ garantizando y pudiendo demostrar que el tratamiento es conforme con el RGPD.

1.1.7.2 Encargado del tratamiento

El Encargado del Tratamiento **ejecuta las decisiones del responsable del Tratamiento**. La elección de los encargados y sub encargados de tratamiento corre a cargo del responsable del Tratamiento escogiendo los que ofrezcan garantías suficientes para aplicar medidas técnicas y organizativas apropiadas de manera que el tratamiento sea conforme con los requisitos del RGPD.

¹⁶ <https://www.boe.es/buscar/pdf/2018/BOE-A-2018-16673-consolidado.pdf> (Artículo 33.2)

1.1.7.3 Delegado de Protección de Datos (DPD)

Figura clave en el tratamiento de la videovigilancia. Se contempla en el Artículo 37 del RGPD. **Designado por el responsable y Encargado del tratamiento** siempre que el tratamiento lo realice una autoridad u organismo público, o cuando se requiera una observación habitual y sistemática de interesados a gran escala. El DPD será una persona con **conocimiento especializado en Derecho y la práctica en materia de protección de datos**. Con independencia de que las Administraciones Públicas utilicen la videovigilancia, están obligadas a nombrar un DPD. Este DPD se deberá registrar en la AEPD¹⁷.

1.1.7.4 Operador de seguridad (TIP)

La **Tarjeta de Identificación Profesional (TIP)** es un documento expedido por la Policía Nacional que certifica que el titular está cualificado para trabajar como **operador o vigilante de seguridad** en un sistema de videovigilancia. Se ocupa de supervisar las cámaras de seguridad, detectar conductas sospechosas, avisar a la policía, llevar un registro de sus visualizaciones e incidencias, mantenimiento e inspección de los equipos y almacenar las grabaciones. La ley de Enjuiciamiento Criminal¹⁸ (Artículos 259, 262 y 264) obliga a quien **presencie la comisión de un delito** (además de otros delitos ajenos a la protección de la infraestructura) a comunicarlos a la Policía, Fiscalía o Tribunales.

1.1.8 Responsabilidad proactiva

Para asegurar el **cumplimiento de los principios esenciales en el tratamiento de datos personales**, se establece un catálogo de medidas que demuestren y proporcionen su cumplimiento.

1.1.8.1 Registro de las actividades de tratamiento (RAT)



Imagen 65. Ejemplo de Registro de Actividades de Tratamiento (RAT) publicado en la página web de un organismo

Contemplado en el Artículo 30 del RGPD. Se trata de un **documento interno en el que se registra toda la información sobre el tratamiento de datos personales**, obligatorio para empresas y entidades públicas. Está

¹⁷ <https://www.aepd.es/la-agencia/transparencia/informacion-en-materia-de-proteccion-de-datos/inventario-actividades-tratamiento-aepd/delegados>

¹⁸ <https://www.boe.es/buscar/pdf/1882/BOE-A-1882-6036-consolidado.pdf>

elaborado y mantenido por responsables y Encargados del Tratamiento, y a disposición en todo momento de la Autoridad de Control de protección de datos. La AEPD requiere un contenido mínimo¹⁹.

Los sujetos enumerados en el Art. 77.1 de la ley orgánica 3/2018, de 5 de diciembre²⁰, harán público un inventario de sus actividades de tratamiento **accesible por medios electrónicos** (publicado en la página web de la organización) en el que constará la información del Registro de las Actividades del Tratamiento. Para las Administraciones Públicas, y vinculado al principio de transparencia administrativa, su registro de actividades de tratamiento debe estar **publicado además en el correspondiente Portal de Transparencia**.

Ejemplo de RAT para Videovigilancia de Presas, SAIHs y oficinas de una Organización:

Registro de Actividades de Tratamiento - Videovigilancia	
Base jurídica del tratamiento	Reglamento General de Protección de Datos UE 2016/679 , de 27 de abril de 2016. Legitimación 6.1.e) Tratamiento necesario para el cumplimiento de una misión realizada en interés público o en el ejercicio de poderes públicos conferidos al tratamiento. Ley Orgánica 3/2018 , de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.
Responsable del tratamiento	Organización/Empresa Privada de Seguridad. responsable.tratamiento@organizacion.com
Finalidad del tratamiento	Control de seguridad en instalaciones, embalses y otras infraestructuras hidráulicas de la Organización.
Categoría de interesados	Personal de la Organización y ciudadanía en general
Categoría de datos personales	Imagen y voz
Categoría de destinatarios a quienes se comunicarán los datos personales	Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado cuando sea necesario para la investigación de hechos presuntamente delictivos que pudieran cometerse, en virtud del artículo 4 de la Ley Orgánica 2/1986, de 13 de marzo , de Fuerzas y Cuerpos de Seguridad. Juzgados y Tribunales.
Transferencias internacionales	No están previstas transferencias internacionales de los datos, salvo cuando sea necesaria para la formulación, el ejercicio o la defensa de reclamaciones.
Período de conservación de los datos	Las imágenes y sonido se conservarán por un plazo de un mes a contar desde la fecha de su recogida, sin perjuicio de conservarse bloqueadas a disposición de las autoridades competentes, en caso de haber captado hecho ilícitos o irregularidades.
Medidas de seguridad	Según lo establecido en el Real Decreto 311/2022, de 3 de mayo , por el que se regula el Esquema Nacional de Seguridad, le corresponden medidas de nivel MEDIO. (Anexo I.3 Determinación del nivel de seguridad requerido)
Observaciones	-
Última actualización	XXXX 2025

Tabla 9. Contenido estándar para publicar como RAT justificando los tratamientos de videovigilancia en presas para organismos y empresas

¹⁹ <https://www.aepd.es/derechos-y-deberes/cumple-tus-deberes/medidas-de-cumplimiento/actividades-tratamiento>

²⁰ <https://www.boe.es/buscar/pdf/2018/BOE-A-2018-16673-consolidado.pdf>

1.1.8.2 Análisis de riesgos y medidas de seguridad



Imagen 66. Cámara de videovigilancia en el interior de la galería de una presa

Tarea que debe llevar a cabo el responsable del Tratamiento, evaluando los **riesgos tecnológicos, legales y organizativos** para las personas físicas que pudiera afectar el tratamiento en derechos y libertades.

En el caso particular de la videovigilancia, los principales riesgos se deben al emplear como medio de transmisión internet para las señales de las videocámaras. Es importante contar con una buena **securización de la conexión a internet** impidiendo **ciberataques** y, al emplear **cámaras IP**, se deberán cambiar de inmediato las **contraseñas** que vienen fijadas por defecto e, incluso, cambiarlas con cierta periodicidad y **actualizando el firmware**. Otras medidas que se pueden adoptar para la protección son:

- La **segmentación de la red** con zonas y conductos independizados. Aislar el sistema de videovigilancia del resto de la red corporativa mediante una DMZ (zona desmilitarizada) o VLAN específica, reduciendo el riesgo de movimientos laterales en caso de intrusión.
- Autenticación robusta para el **control de accesos** (autenticación multi factor).
- Copias de seguridad y datos cifrados.

Importante también el **acceso no autorizado a las grabaciones** por personas no autorizadas que pudieran causar filtraciones de las imágenes bien por accesos externos o el personal encargado del sistema de videovigilancia.

Otra importante medida a tomar es el **Esquema Nacional de Seguridad (ENS)**, definido por el Real Decreto 311/2022 de 3 de mayo²¹, que agrupa un paquete **de actuaciones urgentes para reforzar las capacidades de defensa frente a los ciberataques sobre el sector público** y las entidades colaboradoras que suministran tecnologías y servicios al mismo.

1.1.8.3 Comunicaciones de imágenes a terceros

Al emplear cámaras en carreteras públicas que discurren por la coronación de la presa o accesos a instalaciones en vías públicas, es muy frecuente que se soliciten **imágenes grabadas para esclarecer otros casos o delitos**.

²¹ <https://www.boe.es/buscar/pdf/2022/BOE-A-2022-7191-consolidado.pdf>

VIDEOGRABACIÓN

Control de copias

Datos de grabación:

Instalación: _____

Fecha de grabación: _____

Cámaras / horarios: _____

Cámaras	Inicio	Final

Edición de Copia:

Fecha de edición: _____

Soporte de entrega: _____

Datos de entrega a exterior:

Entrega:

Por ██████: D _____ Firma: _____

Recibe:

Organismo solicitante: _____

Persona: D _____ Firma: _____

Madrid, a _____ de _____ de 2025

Conforme la normativa de protección de datos, los datos personales, como por ejemplo, las firmas que pudieran incluirse en el presente documento, serán tratados por ████████████████████ con la finalidad de registrar la entrega y recepción de copias de grabaciones realizadas en instalaciones gestionadas y/o vigiladas por ████████████████████ previa solicitud. Los datos serán tratados mientras no transcurran los plazos de prescripción y no serán comunicados a terceros, salvo obligación legal. Pueden acceder, rectificar, oponerse o suprimir sus datos y ejercer los demás derechos reconocidos en la normativa de protección de datos mediante escrito dirigido a la ████████████████████ con la referencia RGPD, o bien enviar un correo electrónico a ████████████████████

Imagen 67. Ejemplo de escrito para la entrega de imágenes grabadas a Tribunales o Fuerzas y Cuerpos de Seguridad

Solo se podrán ceder las imágenes a Jueces o Tribunales y a las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad. Se recibirá la solicitud a través de un **oficio policial o judicial**, y se entregará el video en soporte digital físico acompañado de un informe de control con el detalle de las cámaras utilizadas y sus ventanas de tiempos con **total trazabilidad del uso de las grabaciones** por las personas que han realizado la copia. Este informe también se le hace llegar al delegado de Protección de datos.

1.2 Legalización de los sistemas de comunicaciones

Para la legalización de sistemas de comunicaciones en España, es esencial cumplir con una serie de requisitos establecidos por las autoridades competentes, entre los que se incluye el **Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF)**. Estos requisitos pueden variar dependiendo del tipo de sistema de comunicaciones y su uso previsto. Aquí hay algunos puntos generales que suelen aplicarse. No obstante, dado que la normativa está sujeta a cambios y actualizaciones, se recomienda consultar las fuentes oficiales y, si es necesario, buscar asesoramiento legal especializado para garantizar el cumplimiento de todas las obligaciones legales pertinentes.

- **Registro y Licencias:** La mayoría de los sistemas de comunicaciones que no operen en banda libre deben registrarse y obtener las licencias correspondientes antes de su uso. Esto incluye servicios de telecomunicaciones, como redes móviles, redes inalámbricas, servicios de VoIP, entre otros.
- **Seguridad y Privacidad:** Garantizar la seguridad y privacidad de las comunicaciones es crucial. Los sistemas deben cumplir con las leyes de protección de datos y privacidad, así como implementar medidas de seguridad adecuadas.
- **Interferencias y Radiaciones Electromagnéticas:** Es fundamental que los sistemas no causen interferencias perjudiciales a otros servicios de telecomunicaciones y cumplan con los límites de exposición a campos electromagnéticos establecidos por la normativa.

Se puede consultar la regulación de Telecomunicaciones y Digital del Ministerio para la Transformación Digital y de la Función Pública en los enlaces del Portal MTDFP | Telecomunicación e Infraestructuras Digitales²²

²² <https://digital.gob.es/telecomunicaciones-infraestructuras-digitales>

1.3 Esquema Nacional de Seguridad (ENS)

El Esquema Nacional de Seguridad (ENS), regulado por el Real Decreto 311/2022, es un marco normativo establecido en España para **garantizar la seguridad de la información en las administraciones públicas** y en aquellas entidades que prestan **servicios electrónicos a la ciudadanía**. Su objetivo principal es **proteger la información sensible y los sistemas** que la procesan, asegurando la **confidencialidad, integridad, disponibilidad y autenticidad de dicha información**.

En él se establecen una serie de **medidas de seguridad** que deben ser implementadas por las entidades sujetas a su ámbito de aplicación, incluyendo organismos públicos, empresas proveedoras de servicios electrónicos y **cualquier otra entidad que maneje información clasificada**. Estas medidas abarcan aspectos como la gestión de riesgos, la seguridad física y lógica, la protección de datos personales, la continuidad del negocio y la respuesta ante incidentes de seguridad, entre otros.

El ENS se basa en **principios y normativas internacionales y europeas**, como la norma ISO/IEC 27001 de gestión de la seguridad de la información, y se adapta a las particularidades del contexto español. Su cumplimiento es **obligatorio para todas las entidades incluidas en su ámbito de aplicación**, y su supervisión y control corresponden al Centro Criptológico Nacional (CCN) y a la Agencia Española de Protección de Datos (AEPD).

Adicionalmente, el ENS establece **tres niveles de clasificación** para los sistemas de información: básico, medio y alto. Estos niveles dependen de la **criticidad de los sistemas y de los datos** que se manejan, lo que implica que se apliquen diferentes medidas de seguridad en función de la naturaleza y el contexto de los servicios. Cuando las administraciones públicas contratan servicios externos, como los relacionados con software, servicios en la nube u otros servicios tecnológicos, la clasificación del sistema determina el nivel de seguridad requerido. En la mayoría de los casos, especialmente en contratos que implican información sensible o de carácter crítico, se exige un nivel de seguridad medio o alto para garantizar la protección adecuada de los sistemas y datos gestionados.

ANEJO 7 - LÍNEAS DE FUTURO

BORRADOR

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ANEJO 7 - LÍNEAS DE FUTURO	126
1 LÍNEAS DE FUTURO	128
1.1 SIM ELECTRÓNICA (ESIM/ISIM)	128
1.2 NARROW BAND (NB).....	129
1.3 SATÉLITES DE BAJA ÓRBITA (LEO – LOW EARTH ORBIT).....	130

BORRADOR

1 LÍNEAS DE FUTURO

En este punto se analizan **nuevas tecnologías y soluciones** que en el momento de redacción de este documento aún no están lo suficientemente probadas para ser incluidas en los puntos principales. Sin embargo, su potencial sugiere la necesidad de seguir de cerca su evolución para **futuras actualizaciones o revisiones** del estado del arte.

1.1 SIM electrónica (eSIM/iSIM)

La **tarjeta SIM electrónica**, en concreto la **eSIM** (2016) y la **iSIM** (2018) son **versiones digitales de la tarjeta SIM física tradicional**, pero que están **integradas directamente en los dispositivos**. Estas tecnologías **eliminan la necesidad de insertar una tarjeta física**, y existen varias soluciones técnicas para dar formato a esta integración. A continuación, se presenta un diagrama de la evolución de las tarjetas:

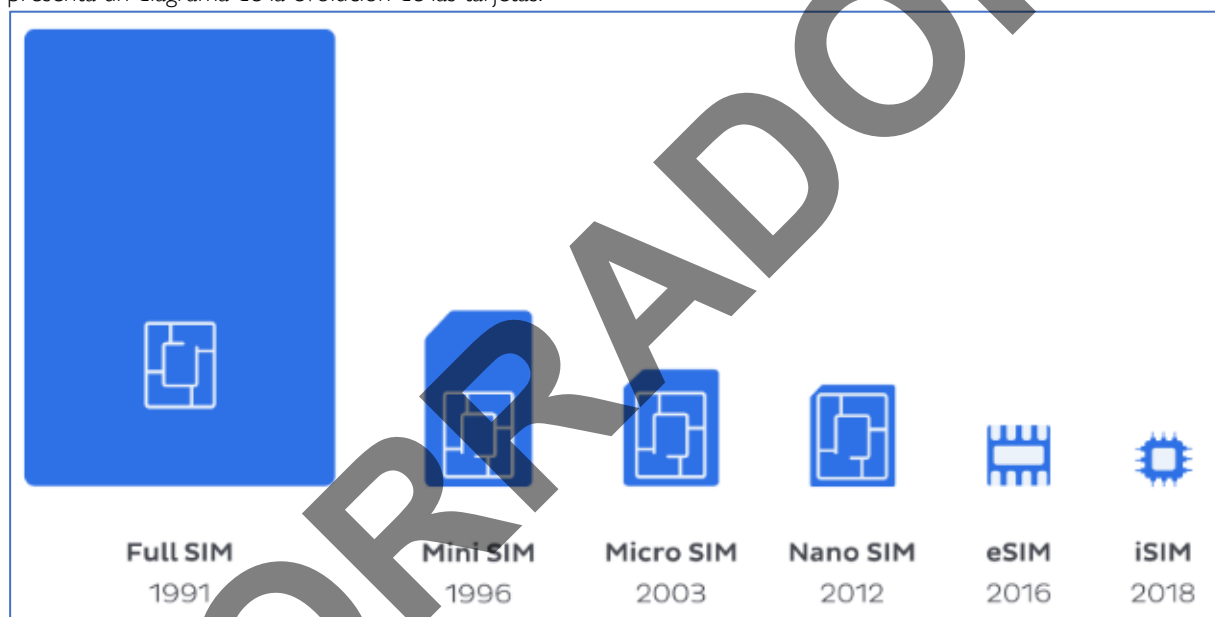


Imagen 68. Evolución del tamaño de las tarjetas SIM empleadas en aplicaciones móviles

Actualmente existen **dos tecnologías** que dan formato a las tarjetas electrónicas:

- En 2016 se lanzó el **MFF2** (M2M Form Factor 2), la primera versión de tarjetas electrónicas que se basa en un **chip soldado** directamente en los propios dispositivos. A esta tecnología se le conoce como eSIM.
- En 2018 se presentó la **iSIM** (integrated SIM). Se puede considerar una evolución de la eSIM, pero en lugar de ser un chip soldado a la placa base, éste ya está **integrado en el propio procesador del dispositivo**.

En cualquier caso, a nivel funcional ofrecen prestaciones similares y, aunque a primera vista la **integración de los chips en las placas** pueda parecer una desventaja, en realidad aporta múltiples beneficios. Sus principales **ventajas** son:

- Permiten la **gestión remota de la conectividad**, lo que facilita la **activación o el cambio de operadores sin necesidad de intervención física**, una ventaja para dispositivos desplegados en ubicaciones remotas o, simplemente, en grandes cantidades. Cabe indicar que, al estar en una fase temprana de implementación, hay algunos puntos pendientes de evolucionar ya que en el caso que sea necesario modificar los parámetros de conexión de los equipos a la red móvil (APN, usuario, contraseña, IP, etc.), sigue siendo necesario el desplazamiento in-situ.
- Al eliminar los pines de contacto de las SIM tradicionales, se optimiza el espacio interno de los equipos permitiendo **diseños más compactos** y, como consecuencia, permitiendo dotar de conectividad a dispositivos que antes no podían disponer de una SIM física debido a sus dimensiones (muy útil en **entornos de IoT**).
- Ofrecen más fiabilidad en condiciones extremas y entornos hostiles.

Nota: Aunque esta evolución de la SIM ya está ampliamente disponible en muchos dispositivos móviles de uso cotidiano, su despliegue en el sector industrial aún está en una fase temprana. Actualmente, son pocos los fabricantes que han adoptado esta tecnología en sus equipos, pero se espera que su implementación crezca en los próximos años, impulsada por las necesidades de conectividad en estos entornos.

1.2 Narrow Band (NB)

NarrowBand (**NB**), o NarrowBand IoT (**NB-IoT**), es una tecnología de comunicación diseñada específicamente para dispositivos de **Internet de las Cosas (IoT)** que requieren **conectividad a baja velocidad, reducida capacidad** con transmisiones esporádicas, con **bajo consumo de energía y gran cobertura**. Se basa en infraestructuras de **redes móviles terrestres** (como las redes 4G LTE), y utiliza el espectro de frecuencias que ya está asignado a las operadoras de telefonía móvil existentes. Sus principales características son que:

- Sus protocolos se centran en proporcionar comunicación eficiente para aplicaciones que requieren **transmitir pequeñas cantidades de datos de forma intermitente**.
 - Tiene un **consumo muy bajo de energía** ya que se ha diseñado para dispositivos que funcionan con pilas o baterías.
 - El **alcance de NB-IoT es ligeramente superior** al de las redes móviles convencionales, gracias a su optimización para **baja potencia y bajo ancho de banda**, lo que permite una mejor penetración de la señal en áreas de difícil acceso. Sin embargo, **utiliza las mismas celdas que las redes móviles tradicionales**, siempre que estas estén equipadas con la tecnología NB-IoT. Es decir, no requiere una infraestructura completamente nueva, sino que se integra en las estaciones base existentes que soportan esta tecnología, lo que facilita su despliegue en áreas ya cubiertas por las redes móviles convencionales.
- Nota: Para su funcionamiento **es necesario que los operadores doten las celdas correspondientes de tecnología específica para poder trabajar en NB**, no todas las celdas de la red móvil permiten su uso. Son los operadores quienes deciden las ubicaciones dónde se implanta e incluso la reorientación de las celdas para optimizar la transmisión..
- Debido a las características de este diseño, existe un inconveniente heredado y es que **no permite la conmutación inmediata entre celdas (handover)**. Cuando un dispositivo pierde la conexión con una celda, aunque esté dentro del alcance de una segunda celda, el proceso de reconexión no es instantáneo. A diferencia de otras tecnologías móviles que pueden hacer un handover casi sin interrupciones, NB/NB-IoT requiere un **tiempo adicional para reestablecer la conexión con la nueva celda**.
 - La **velocidad de transmisión de datos** es relativamente baja (generalmente en el rango de **kbps**), lo que es suficiente para la mayoría de las aplicaciones IoT que no requieren altas tasas de transferencia de datos.
 - **Permite la conexión de un gran número de dispositivos** en una única celda de la red móvil de los operadores. Esto otorga viabilidad tanto para su aplicación en ciudades, donde hay un gran número de dispositivos y varias celdas, y también en entornos rurales dónde habrá menos dispositivos, pero también menos celdas.
 - Permite utilizar las **mismas medidas de ciberseguridad** que se pueden encontrar en las redes móviles convencionales.
 - Según el fabricante, permite el uso de **tarjetas SIM electrónicas**, con las ventajas que esto conlleva.



Imagen 69. Piezómetro OTT Ecolog 1000 con tarjeta de comunicación SIM. Dependiendo de la frecuencia de muestreo, la autonomía de su batería puede llegar a durar de 5 a 10 años

1.3 Satélites de baja órbita (LEO – Low Earth Orbit)

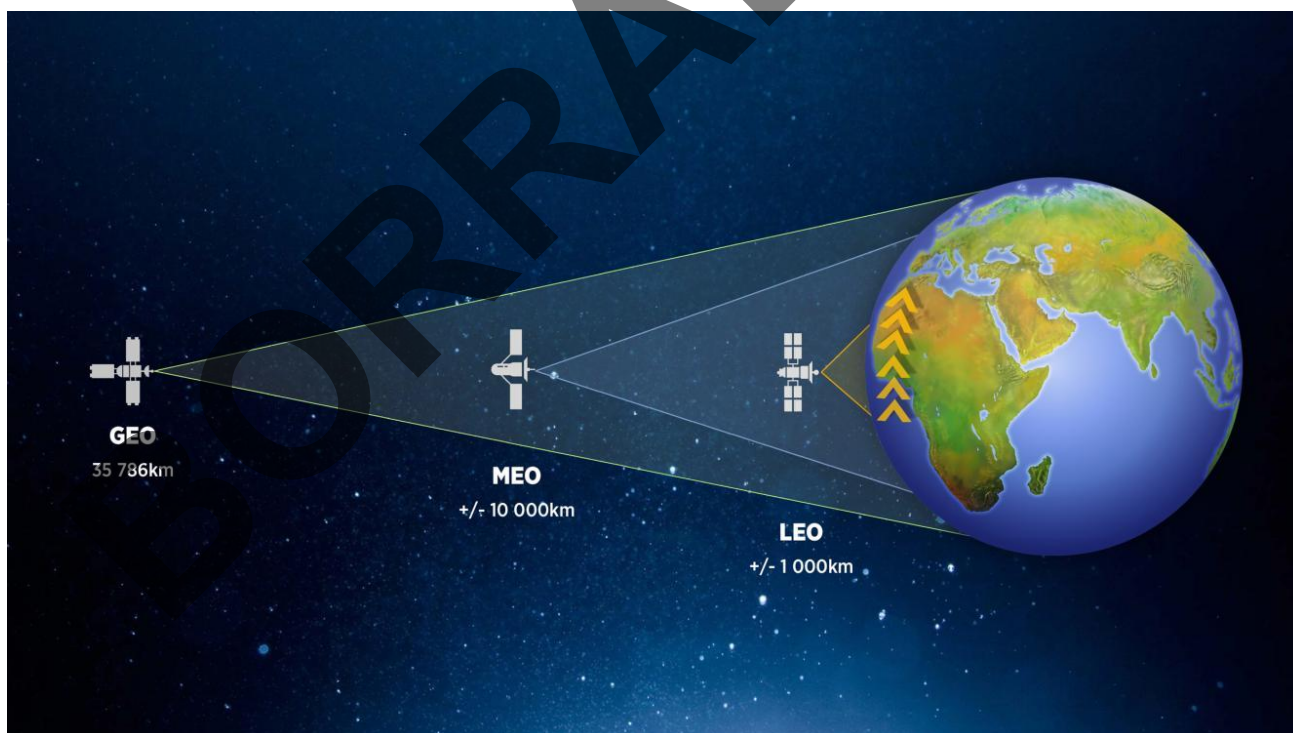


Imagen 70. Las tres órbitas de satélites empleados en comunicaciones, GEO, MEO y LEO, mostrando gráficamente sus respectivas órbitas con distancias a la superficie de la tierra y su cobertura

Los satélites de baja órbita (LEO) son una tecnología de comunicación que utiliza **satélites que orbitan a altitudes relativamente bajas, generalmente entre 180 y 2.000 kilómetros** sobre la superficie de la Tierra. Estos satélites están diseñados para proporcionar **alta conectividad, especialmente en áreas remotas** donde la infraestructura de telecomunicaciones terrestre es limitada o inexistente. Sus principales características son:

- **Baja Latencia:** La proximidad de los satélites a la Tierra **reduce significativamente el retardo o latencia en la transmisión de datos** en comparación con los satélites de órbita geoestacionaria (GEO) o de media órbita (MEO) que se encuentran a unos 10.000 y 36.000 km sobre la superficie de la Tierra, lo que permite el uso de cualquier aplicación que requiera de datos en tiempo real.

- **Alta Capacidad de Ancho de Banda:** Los satélites LEO pueden proporcionar **mayores velocidades de transferencia de datos**, lo que permite aplicaciones que requieren un alto ancho de banda, como streaming de video y acceso a internet de alta velocidad.
- **Robustez:** La conectividad proporcionada al **no depender de infraestructura terrestre**, es robusta frente a posibles **desastres naturales o apagones**, donde las infraestructuras terrestres pueden verse afectadas.
- **SIM electrónica:** Permite integrar tecnologías como **eSIM/iSIM** para la gestión de conectividad de manera más eficiente, facilitando la **activación y el cambio de proveedores** de servicios sin intervención física.

Entre los principales operadores de las tecnologías satelitales en órbitas bajas (LEO) podemos encontrar:

- Starlink (SpaceX).
- OneWeb.
- Kuiper (Amazon).
- Lightspeed (Telesat)
- Globalstar.
- Iridium Communications.

1.4 Apagón 2G/3G

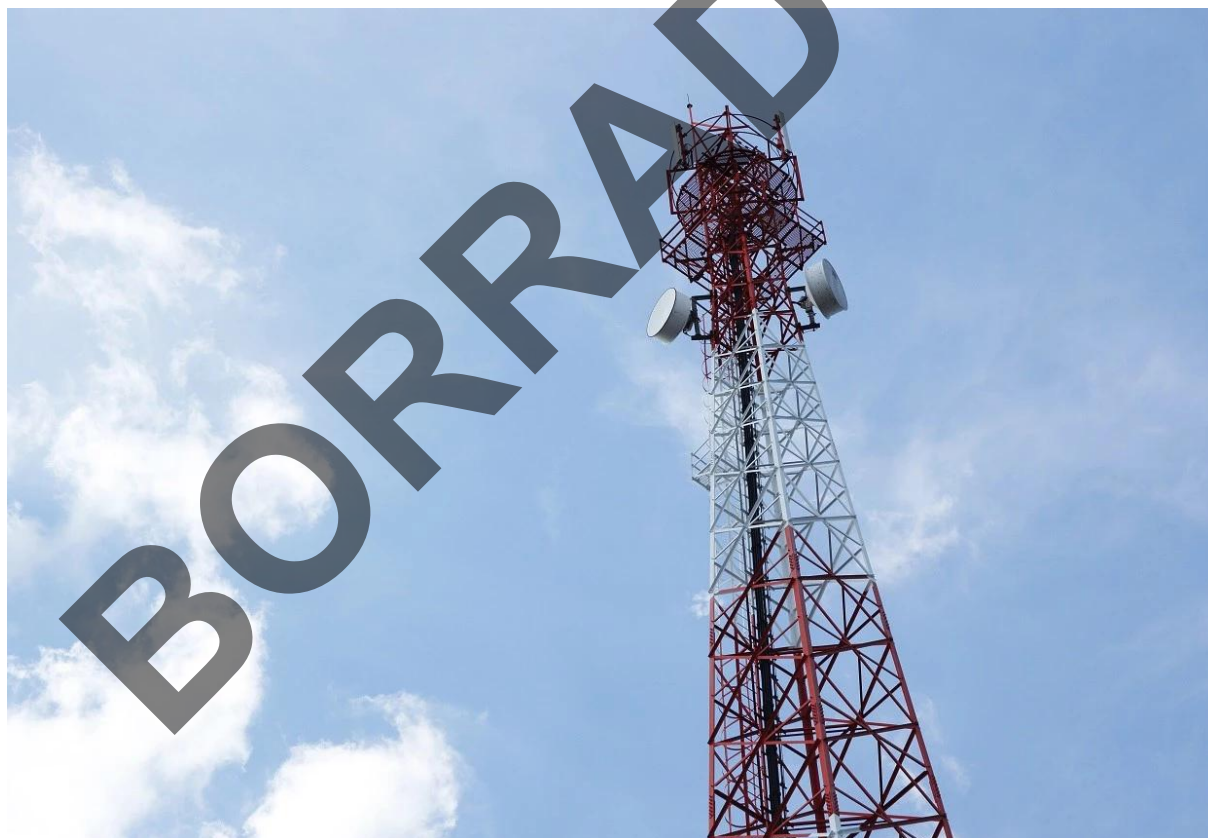


Imagen 71. Torre de comunicaciones con antenas para la difusión de comunicaciones móviles y de radioenlace con la estación base

El principal motivo de extinguir estas generaciones de comunicación móvil se debe a la necesidad de **liberar las frecuencias que utilizan estas tecnologías para reutilizarlas en las redes 4G/5G de manera más eficiente** en cuanto a velocidad y calidad de la transmisión de datos como en consumos energéticos. El proceso de migración tecnológica implica la **retirada progresiva de equipamiento radioeléctrico basado en tecnologías heredadas (2G/3G)**, instalado en estaciones base, cuyo ciclo de vida se encuentra en fase de finalización y cuyo mantenimiento presenta crecientes dificultades por falta de soporte industrial y disponibilidad de repuestos. Además, por su antigüedad, **las redes 2G tienen vulnerabilidades de seguridad** al permitir ataques de suplantación de identidad (spoofing) o degradación de red. Las comunicaciones de voz 2G/3G ofrecen

mayor calidad a través del VoLTE en 4G (además de utilizar datos mientras que se habla), aunque todo ello requiere emplear terminales compatibles con 4G.

Proceso de apagado

La red 3G será la primera en desaparecer. La AGE, a través del contrato CORA que empleaba la red móvil 3G de Vodafone en su fase II antes de diciembre de 2025, ya experimentó el apagado 3G, aunque las comunicaciones de algunas instalaciones controladas por empresas de mantenimiento pudieran seguir empleando el 3G a través de otros operadores. El proceso de apagado se está llevando a cabo de forma progresiva y planificada por los operadores, priorizando aquellas zonas donde la penetración de terminales 4G/5G es mayor y donde el refarming de las bandas 1 (2,1 GHz) y 3 (1,8 GHz) hacia LTE/5G permite optimizar la eficiencia espectral, la capacidad y la seguridad de la red.

En entornos rurales e infraestructuras críticas, la transición requiere una planificación específica debido a la existencia de dispositivos M2M e IoT que aún dependen de tecnologías 3G o 2G.

Orange España ha establecido el apagón definitivo de su **red 3G** para el **31 de diciembre de 2027**, mientras que la **red 2G se mantendrá hasta el 31 de diciembre de 2030**. Por su parte, como ya se ha comentado, **Vodafone** inició el proceso de desconexión de la **red 3G** a finales de 2022 y ya lo ha dado por **concluido en el cuarto trimestre de 2024**; para el **2G**, Vodafone tiene la intención de **mantenerlo en toda Europa hasta 2030**. **Movistar** inició la transición 3G a 4G/5G a finales de 2025 y lo irá haciendo progresivamente hasta que **desaparezca la red 3G el año 2026**; **para la red 2G no hay fecha concreta** y se mantendrá más tiempo. Por último, el cuarto operador **MásMóvil** ha iniciado su fusión con **Orange**, y por tanto mantendrá los **mismos plazos que Orange**.

Afecciones del apagado 2G/3G



Imagen 72. Evolución de los terminales de móviles de voz y datos desde la generación 1G (Moviline) hasta la actual 5G

Si bien, la mayoría de los **usuarios de comunicaciones de voz ya han actualizado sus antiguos terminales 3G fabricados antes de 2015 a más actuales compatibles con 4G/5G**, no ocurre lo mismo con las conexiones de datos principalmente de **IoT** de bajo caudal y velocidad. Esto afecta a las conexiones **M2M**, mensajes SMS y alertas, obligando a **sustituir los módems o dispositivos de conexión** por otros más actuales compatibles con 4G/5G.

Como ejemplo de aplicaciones que usan la red 2G en infraestructuras hidráulicas, está el canal de resguardo en SAIHs, SAICAs, piezómetros digitales, auscultación de pequeñas presas, sensores, sirenas u otros sistemas de avisos a la población, detección de fugas en conducciones, detectores de intrusismo en instalaciones, etc. La red 2G también se emplea en sistemas de seguridad de ascensores, primeros vehículos conectados (eCall) y rastreadores en flotas de vehículos.

Soluciones 4G/5G

Las nuevas tecnologías 4G/5G ofrecen soluciones alternativas a las conexiones de datos 2G/3G no sólo en lo que respecta a la transmisión de datos con caudales y velocidades similares a las de la fibra óptica, sino también en IoT aumentando la cobertura.

El **LTE-M** ofrece **coberturas amplias** (hasta 11 km de alcance), velocidades de **hasta 1 Mbps, baja latencia** y cambio de celdas (repetidores) **sin caídas de conexión** para dispositivos en movimiento.

Otra tecnología actual es el **NB-IoT** (Narrow Band Internet of Things) es una solución más indicada que el LTE-M para **sensores fijos que requieren pocos datos transmitidos**, proporcionando una **mayor cobertura** que permite una **mejor penetración en interiores y subterráneos** y **consumos energéticos muy bajos** con baterías tipo pila-botón que pueden durar hasta 10 años sin ninguna atención. Se emplean **frecuencias más bajas** (200 kHz frente a 1,4 MHz) repercutiendo en una **velocidad de transmisión lenta de 128 kbps**

(suficiente para caudales de datos bajos) y una **latencia** o retardo de la señal elevada que **puede llegar a los 10 segundos** (no adecuado para soluciones en tiempo real).

Adelantándose al apagón



Imagen 73. Módem 2G

En la práctica, el apagón 2G/3G se resuelve principalmente mediante la **sustitución del módem o equipo de comunicaciones por otro compatible con tecnologías 4G/5G**. Además del cambio físico del equipo, es posible que sea necesario **configurar correctamente los parámetros de red** (APN, direccionamiento IP, VPN, autenticación) y **realizar pruebas de funcionamiento** para garantizar la continuidad del servicio.



Imagen 74. El uso de módems compatibles con tecnologías 2G/3G/4G permite afrontar el apagón tecnológico sin problemas

En equipos relativamente recientes suele bastar con **sustituir el módem y ajustar la configuración**. Sin embargo, en **dispositivos antiguos o sistemas embebidos** puede ser necesario **actualizar firmware, adaptar la programación** del equipo o **incluso sustituir el dispositivo completo** si no es compatible. También, en determinados casos **puede ser necesario reemplazar la antena** si la existente no cubre adecuadamente las bandas de frecuencia empleadas por 4G/5G o no ofrece un rendimiento radioeléctrico óptimo.

El **coste orientativo por punto de instalación** suele situarse entre **300 y 1.000 euros**, incluyendo el nuevo equipo de comunicaciones, la configuración y la mano de obra. En entornos remotos, presas, etc., el importe puede incrementarse debido a desplazamientos, pruebas adicionales y validaciones técnicas específicas.

BORRADOR

ANEJO 8 - ARQUITECTURAS DE COMUNICACIÓN

BORRADOR

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ANEJO 8 - ARQUITECTURAS DE COMUNICACIÓN	135
1 ARQUITECTURAS DE COMUNICACIÓN.....	137

BORRADOR

1 ARQUITECTURAS DE COMUNICACIÓN

En este anejo, se presentan **ejemplos representativos** de arquitecturas de comunicaciones habitualmente empleadas en la implementación de planes de emergencia:

- **Ejemplo 1: Centro de Gestión de Emergencias en presa con canales de fibra óptica, 3G/4G/5G y Radio UHF.** Para obtener redundancia tanto de datos como de voz con los sistemas de aviso y los organismos implicados. El sistema de aviso dispone de canales Radio UHF y 3G/4G/5G.

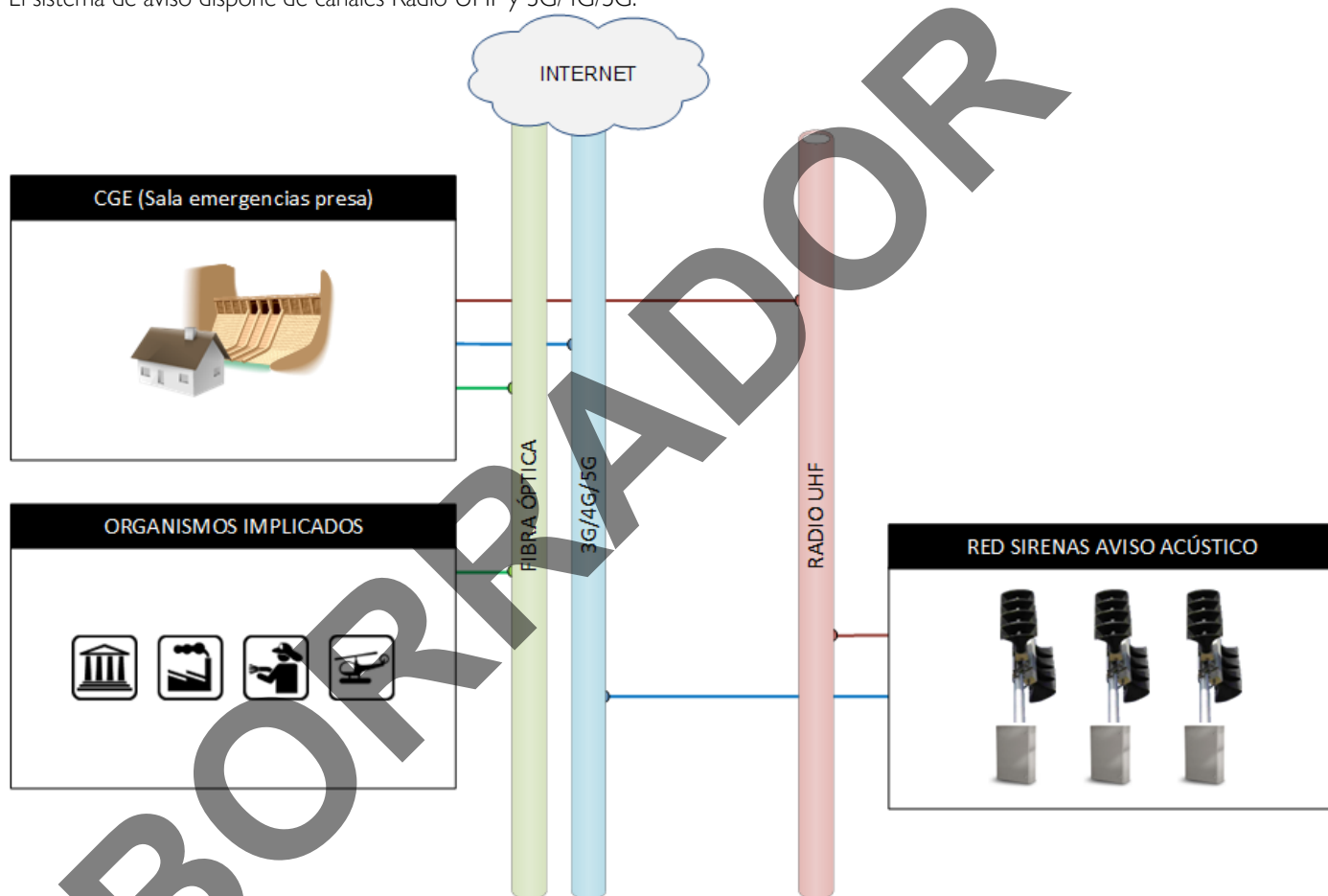


Imagen 75. Arquitectura de comunicación para un Centro de Gestión de Emergencias dotado de comunicaciones por fibra óptica, móvil y radio

- **Ejemplo 2: Centro de Gestión de emergencias móvil con canales de Satélite, 3G/4G/5G y Radio UHF.** Para obtener redundancia tanto de datos como de voz con los sistemas de aviso y los organismos implicados. El sistema de aviso dispone de canales Radio UHF y 3G/4G/5G. Este centro de gestión móvil es usado para cubrir los requerimientos de implantación del plan de emergencia de 3 balsas cercanas.

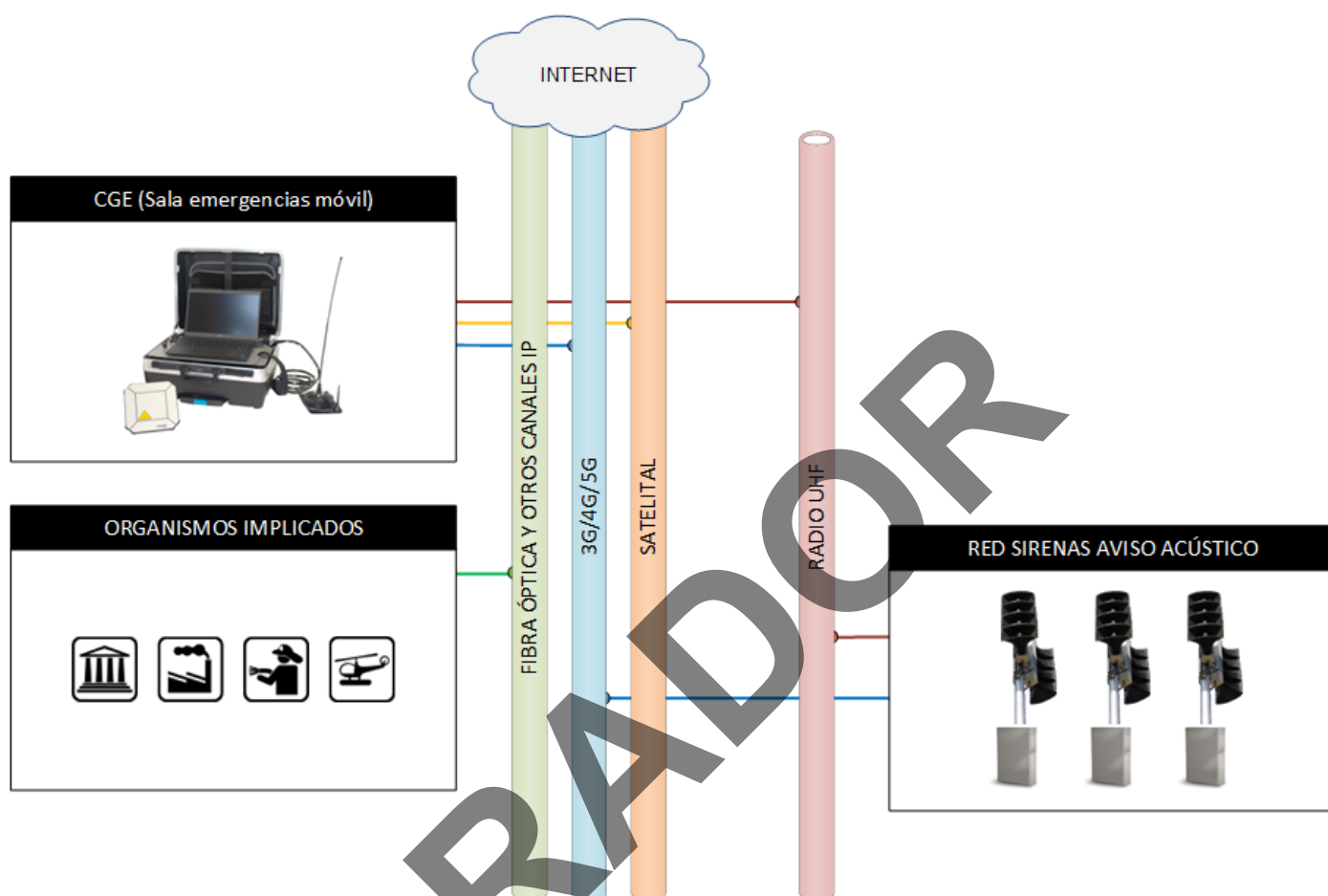


Imagen 76. Arquitectura de comunicación para un Centro de Gestión de Emergencias dotado de comunicaciones por fibra óptica, satélite, móvil y radio

- **Ejemplo 3: Centro de Gestión de emergencias en presa con canales de Satélite, 3G/4G/5G y Radio UHF.**
Para obtener redundancia tanto de datos como de voz con los sistemas de aviso y los organismos implicados. El sistema de aviso dispone de canales Radio UHF y 3G/4G/5G. Este CGE no dispone de equipamiento más que un PC con conexión a la nube para la gestión del todo el software específico.

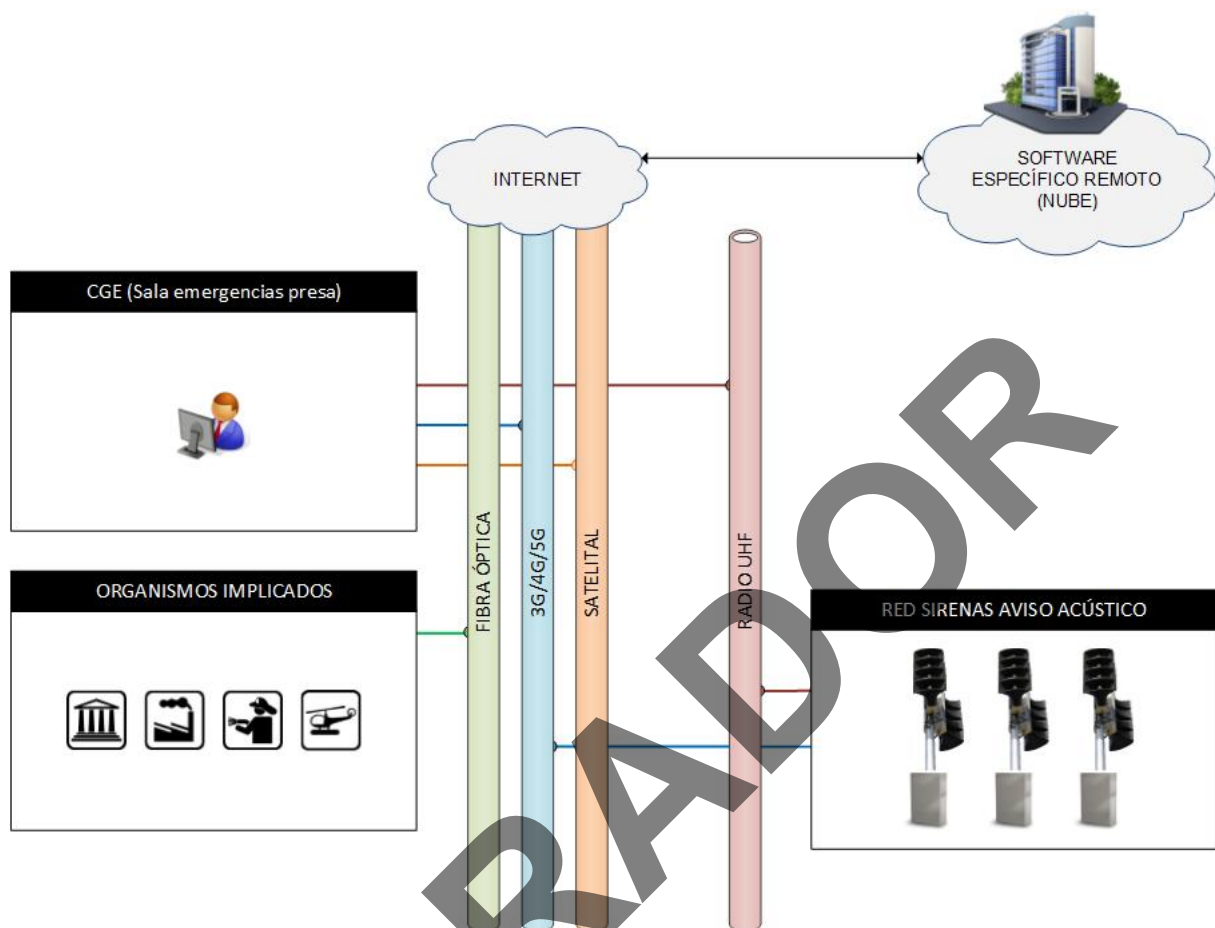


Imagen 77. Arquitectura de comunicación para un Centro de Gestión de Emergencias dotado de comunicaciones por satélite, móvil y radio

ANEJO 9 - CONTRATO UNIFICADO DE COMUNICACIONES (CORA III)

BORRADOR

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ANEJO 9 - CONTRATO UNIFICADO DE COMUNICACIONES (CORA III).....	140
1 INTRODUCCIÓN.....	142
1.1 LOTE 2	144
1.1.1 REQUISITOS DEL SERVICIO	146
1.1.2 DISPOSITIVOS MÓVILES DE VOZ Y DATOS	146

BORRADOR

1 INTRODUCCIÓN



Imagen 78. Pliego de Prescripciones Técnicas del contrato unificado de comunicaciones (CORA III) para la AGE

En este punto se quiere hacer referencia a la licitación del “PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DEL PROCEDIMIENTO ABIERTO DE CONTRATACIÓN DE SERVICIOS CONSOLIDADOS DE TELECOMUNICACIONES DE LA ADMINISTRACIÓN GENERAL DEL ESTADO Y OTRAS ENTIDADES PÚBLICAS. FASE III.”²³

Mapa de Lotes y Servicios

Lote 1 – Datos Nacional	Lote 2 – Comunicaciones móviles y Voz Fija	Lote 3– Internet, Interconexión CPD y Seguridad	Lote 4– Comunicaciones internacionales
109.140.142,29 €	102.098.060,38€	66.865.845,54 €	61.068.699,73 €
Datos Nacional SDWAN Seguro Nacional, Estaciones Remotas SDWAN Seguro - Orquestador Líneas Especiales FTTH, VSAT LAN Nacional Gestor de Direccionamiento IP Gestión y Autenticación LAN	Voz Nacional a Sedes Conexión a PTD, centralitas distribuidas, centralitas remotas, líneas fuera centralita, PNP Global, securización red voz Servicios de Comunicaciones móviles Líneas de Voz y Datos, de Datos y Satélites, Servicios telefónicos, Comunicaciones Seguras. Refuerzos de Cobertura Refuerzos en sedes/domicilios, de emergencia y para eventos. Acceso Remoto Seguro en Movilidad M2M / IoT Mensajería Móvil Mensajería móvil corporativa (masivo) Gestión Integral de Dispositivos UEM, MTD, XDR, Inscripción y Plataformas, Monitorización, Recuperación de datos de dispositivos, Auditorías, Ventas de vulnerabilidades Suministro de Dispositivos Móviles y Accesorios Dispositivos de Voz y Datos, de Datos y Satélites, Accesorios. Videoconferencia Segura	Salida a Internet para Entidades Solución Centralizada, AGREBA Conversor IPv6 - IPv4 Interconexión de CPD xMGM Tip81 y xMGM Tip8 Conexión a proveedores de nube pública Servicios de Seguridad Gestión avanzada de RedSARA	Datos Internacional Optimización SDWAN Seguro, Salidas a Internet. Voz Internacional Conexión con operadores locales, softphone Comunicaciones de Emergencia Internacional Tarifificador Internacional Directorio Telefónico Internacional Conexiones Satelitales Especiales Buques de Investigación, Bases Antárticas Españolas

Imagen 79. Los cuatro lotes que reúnen todos los tipos de comunicaciones de la AGE con los precios de licitación y servicios

Esta licitación consolida en un único marco los **servicios de telecomunicaciones** que la **Administración General del Estado** y otros organismos públicos necesitan para trabajar con garantías dentro y fuera de España. Su propósito es **modernizar y unificar las redes legadas** —fijas, móviles y de datos— en una infraestructura multiservicio de alta capacidad, segura por diseño y operada bajo estrictos niveles de servicio. El adjudicatario deberá implantar, gestionar y mantener la red, los equipos y los centros de gestión técnica necesarios, proporcionando **conectividad nacional e internacional**, acceso seguro a **Internet**, comunicaciones para la **Red SARA** y una plataforma convergente de voz, datos y movilidad corporativa que favorezca el teletrabajo y reduzca costes operativos. La duración estimada es de 4 años.

Gestión del Servicio – Ciclo de vida



Apartado del Pliego de Prescripciones Técnicas: 2.1 Gestión del Ciclo de Vida



Imagen 80. Cronograma de Contrato unificado de comunicación de las Fases II y III

Para lograrlo, el pliego se divide en **cuatro grandes lotes** que se complementan entre sí. El **Lote 1** configura una **red de datos nacional** que actúa como columna vertebral segura y de alto rendimiento para todas las sedes. El **Lote 2** cubre las necesidades de **telefonía móvil de voz y comunicaciones móviles** a nivel nacional. El **Lote 3** concentra los **servicios de interconexión** de centros de proceso de datos, filtrado de seguridad e integración con Internet, mientras que el **Lote 4** extiende la misma filosofía de red a las **delegaciones exteriores**, garantizando que el tráfico internacional se encamine de forma eficiente y sin coste adicional entre sedes. Juntos, estos servicios permitirán a la administración disponer de una comunicación homogénea, resiliente y fácil de gobernar, con capacidad de crecimiento y adaptación a nuevas necesidades digitales.

1.1 Lote 2

El Lote 2 se centra en suministrar a toda la Administración General del Estado un **servicio corporativo de voz que engloba telefonía fija, comunicaciones móviles y una capa de servicios de valor añadido**, todo ello bajo un mismo contrato y con alcance nacional. Su objeto abarca la implantación de una Plataforma de Telefonía Centralizada, la provisión de líneas fijas —incluidas las fuera de centralita— y la entrega de **soluciones móviles de voz y datos** con cobertura horizontal sobre la red pública, refuerzos verticales en edificios y **soporte satelital** para zonas remotas. Además, integra servicios de voz fija segura mediante equipos cifradores transportables, mensajería móvil corporativa plenamente gestionada y un entorno de movilidad protegido con defensa frente a amenazas, túneles IP seguros y gestión unificada de dispositivos y políticas.

Lote 2 Comunicaciones móviles y voz fija – Aspectos generales

Integración de los Servicios de Voz fija y móvil

- Plan por Entidad de reducción de teléfonos fijos por dispositivos móviles.
- Integración de numeración geográfica y PNP Global Fijo-Móvil.
- Tarifa plana de voz fija y móvil.
- Implantación y despliegue de servicios de convergencia Fijo-Móvil.

Nuevas capacidades de integración de dispositivos M2M/IoT

Mejora en las capacidades de la Gestión Integral de la Movilidad

- Gestión mejorada de dispositivos y nuevos servicios de detección y respuesta extendida ante amenazas móviles (XDR) y de monitorización de dispositivos.

Mejoras en la red de voz fija

- Consolidar en la PTC multifabricante las centralitas distribuidas provenientes de Fase II y de nuevas Entidades.
- Implantación del Plan de Numeración Privado Global (PNPG) 6 dígitos de la AGE y direccionamiento IP GTA.
- Conservación de la numeración pública geográfica (DDIs 9 dígitos).
- Disponibilidad de Softphone transversal.
- Reacondicionamiento de terminales.
- Continuidad y ampliación de servicios transversales de valor añadido.

Servicio de comunicaciones seguras

- Comunicaciones de voz fija seguras (Servicio ISC MallaB y Videoconferencia Segura)
- Comunicaciones móviles seguras

Elementos principales demandados

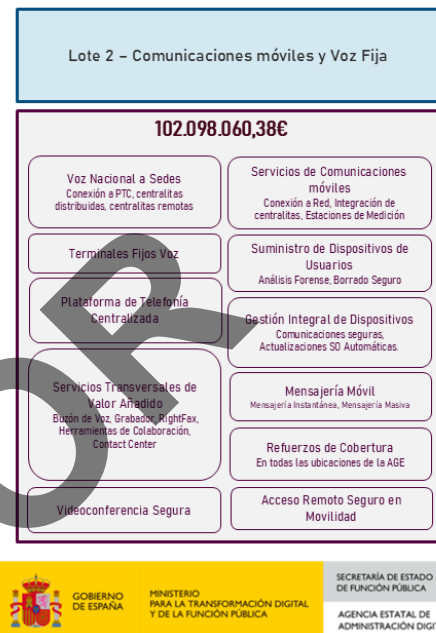


Imagen 81. El Lote 2 es el más importante para la comunicación con presas ofreciendo múltiples posibilidades de conexión

Para la telefonía fija, el adjudicatario debe migrar progresivamente las centralitas de las sedes a la plataforma centralizando, manteniendo las centralitas locales sólo cuando sea imprescindible y conectándolas mediante troncales SIP redundadas a su NGN. Este diseño exige garantizar caudales y canales suficientes, avalados por la Administración, y enlazar la infraestructura con los CPD definitorios a través de circuitos de alta disponibilidad. También se obliga a integrar sin coste la numeración corta en todas las centralitas, cifrar el tráfico sensible extremo a extremo y proporcionar un stock de teléfonos IP, softphones y accesorios, reutilizando terminales reacondicionados siempre que sea posible.

En la parte móvil, el pliego impone una red privada virtual plenamente integrada con la red de datos corporativa y la red fija, de modo que las extensiones cortas funcionen de igual forma sobre terminales móviles que sobre teléfonos de sobremesa. La cobertura debe alcanzar el 100 % del territorio con 5G como mínimo, incluyendo refuerzos verticales planificados y refuerzos urgentes con tiempos máximos de despliegue de 5h o 12h según el caso; en ausencia de red terrestre, se exige capacidad GEO y LEO satelital. El servicio contempla líneas de voz, datos y M2M/IoT, así como modalidades de acceso remoto seguro, herramientas de defensa móvil (MTD y XDR), auditorías de vulnerabilidades y monitorización continua de dispositivos.

La convergencia fijo-móvil descansa en el Plan de Numeración Privado Global, que unifica la marcación corta de todas las sedes nacionales e internacionales y obliga al adjudicatario a gestionar la coexistencia y migración de los planes privados existentes, proporcionando pilotos, calendarios, plan de marcha atrás y una base de datos centralizada de numeración. Además, se aplica una tarifa plana que cubre sin restricciones todas las llamadas internas entre fijos y móviles, así como el tráfico saliente nacional, internacional y en itinerancia, sin posibilidad de limitación de velocidad ni cortes de servicio.

El pliego incorpora servicios transversales —Fax virtual, Contact Center, Buzón y grabación de voz, Directorio, Tarificador, videoconferencia segura y gestor IP de voz— que deberán ser desplegados o integrados por el adjudicatario manteniendo la compatibilidad con infraestructuras preexistentes y posibilitando la evolución tecnológica durante todo el contrato.

La operación se rige por un Centro de Gobierno del Servicio estructurado en cuatro grupos (voz, servicios transversales, móvil y gestión/seguridad de movilidad) con perfiles y experiencia mínimos definidos; este órgano será responsable de coordinar la resolución end-to-end de incidencias, la obra civil, los permisos y la interoperabilidad con plataformas externas como el número 060, para las que deberá aportar enlaces y SBC redundados.

Los acuerdos de nivel de servicio fijan disponibilidades de entre el 99 % y el 99,95 % según la criticidad del activo (por ejemplo, 99,95 % para la PTC, líneas móviles o refuerzos de cobertura) y establecen tiempos de respuesta de

15 minutos y restauración de 2 horas para incidencias muy graves, con métricas pormenorizadas para peticiones, degradaciones y caudal garantizado.

Entre los aspectos críticos figuran la compleja migración sin pérdida de servicio, la necesidad de asegurar cobertura vertical en edificios históricos, la convergencia SIP con la plataforma 060, el cumplimiento de los altos niveles de cifrado y defensa móvil y la reducción gradual de la planta fija mediante softphones, todo ello bajo penalizaciones por incumplimiento y controles de calidad continuos.

En síntesis, el Lote 2 articula una red convergente de voz fija y móvil, cifrada y tarifada en plano, que permitirá a la administración comunicarse con homogeneidad y resiliencia dentro y fuera de sus sedes, incorporar servicios avanzados sobre una única arquitectura y gobernar la movilidad y la voz bajo parámetros de disponibilidad y seguridad propios de infraestructuras críticas.

A continuación, se enumeran detalles importantes a considerar del Lote 2 aplicados a los Proyectos de implantación de Planes de Emergencia.

1.1.1 Requisitos del servicio

- **Cobertura en todo el ámbito nacional** o por acuerdos con otros operadores nacionales (el adjudicatario proporcionará líneas de otros dos operadores móviles nacionales con cobertura complementaria a la del adjudicatario → 4.3.3.7.1).
- **Garantía de funcionamiento de las antenas** 24 horas del día los 365 días del año (frangas de tiempo para solucionar problemas de indisponibilidad).
- **Reserva de recursos del ancho de banda de la red 5G** para discriminar y priorizar los diferentes servicios.
- **Cobertura horizontal:** Aportar mapas de cobertura 2G/3G/4G/5G, LPWA, NB-IoT, LTE-M y Satelital GEO/LEO en tarifa plana.
- **Coberturas horizontales específicas para Agentes de Campo y Estaciones Remotas** (M2M, NB-IoT, LTE-M y LPWAN con capacidad multioperador) previamente detalladas en anexos.
- **Refuerzo cobertura vertical en instalaciones e interior de edificios** de las entidades especificadas en 5G.
- **Refuerzo cobertura vertical multioperador** para que puedan ser utilizados en futuras fases.
- **Redes privadas 5G portátiles** para ampliar la cobertura.
- **Refuerzo Urgente de Cobertura temporal** (permanente en las ubicaciones en las que la AGE considere necesario).
- **Cobertura satelital geoestacionaria** (GEO) para voz y datos desde terminales portátiles.
- **Cobertura satelital de órbita baja** (LEO) para ubicaciones en las que la comunicación terrestre no ofrezca la cobertura necesaria.
- **Geolocalización de terminales móviles** de la AGE.
- Tecnologías **VoLTE** (Voz sobre LTE), **ViLTE** (Video sobre LTE), **VoWifi** (voz sobre Wifi) y **VoNR** (voz sobre nueva radio, requiere 5G SA)
- **Acceso seguro remoto en movilidad.**
- **Plataforma de gestión M2M/IoT.**

1.1.2 Dispositivos móviles de voz y datos

El adjudicatario deberá crear para la Administración un catálogo de dispositivos (móviles y accesorios). Se consideran 11 tipos:

- **Tipo 0** (Teléfono inteligente de gama alta con prestaciones particulares). Precio mercado > 1.300 € (IVA incluido)
- **Tipo 1** (Teléfono inteligente de gama alta). Precio mercado > 900 € (IVA incluido)
- **Tipo 2** (Teléfono inteligente de gama media). Precio mercado > 350 € (IVA incluido)
- **Tipo 3** (Teléfono inteligente de gama baja). Precio mercado > 250 €. (IVA incluido)
- **Tipo E** (Especial). Fuera del catálogo. Se mantiene la clasificación 0-3.
- **Tipo F** (Teléfono de sobremesa). Aspecto y dimensiones similares a los teléfonos fijos. Capacidad para conectarse a redes móviles a través de una SIM (posibilidad dual SIM). Pantalla >3.5". Agenda > 300 contactos. Marcación rápida > 7 teclas. Manos libres. Ajuste de volumen. Aviso luminoso llamada entrante. Multiconferencia > 5 personas. Funciones Mute, espera, desví y redirección. Reloj

y alarmas. Bloqueo. Envío y recepción SMS. Batería recargable > 2 horas. Conexión auriculares cable/Bluetooth. Idioma español.

- **Tipo R** (Teléfono ruggedizado). Resistente a caídas, agua, cambios de temperatura (estándares IP68 y MIL-STD 810H). Conexión red móvil por SIM a tecnologías 4G y 5G. Posibilidad banda 68 de emergencia.
- **Tipo S1** (Teléfono satelital). Autonomía 80 horas en espera y/o 6 horas en conversación. Pantalla > 2.5". Servicio GPS de precisión. Caudal mínimo 60 kbps. Precio mercado > 1.000 € (IVA incluido)
- **Tipo S2** (Adaptador satelital ajustable para teléfonos inteligentes). Pequeño tamaño para ajustar a dispositivos móviles de voz y datos permitiendo comunicaciones por satélite. Caudal mínimo 60 kbps, Autonomía mínima 3 horas de uso continuado y 9 en standby. Compatibilidad con el terminal inalámbrica o cable. Adaptador adecuado si no existe compatibilidad. Precio mercado > 600 € (IVA incluido)
- **Tipo S3** (Unidad satelital portátil de pequeño tamaño para dispositivos móviles). Posibilidad de complementar las funcionalidades del móvil con comunicaciones por satélite por voz y datos. Caudal mínimo 2,5 kbps. Autonomía mínima 6 horas uso continuo y 16 en standby. Compatibilidad garantizada vía inalámbrica/cable o bien con adaptador. Precio mercado 600 € (IVA incluido).
- **Tipo S4** (Unidad satelital de alta capacidad para dispositivos móviles). Posibilidad de complementar las funcionalidades del móvil con comunicaciones por satélite por voz y datos. Posibilidad de conexión de múltiples dispositivos con funcionamiento simultáneo. Compatibilidad garantizada vía inalámbrica/cable. Precio mercado 600 € (IVA incluido). Caudal mínimo 384 kbps. Compatibilidad garantizada vía inalámbrica/cable o bien con adaptador. Precio mercado 2.000 € (IVA incluido).