



PROYECTO DE EJECUCIÓN

Adecuación de itinerarios peatonales en el estuario de la ría de Oka. Tramos Enderika (Kortezubi) y Ozollo (Gautegiz-Arteaga).

Reserva de la Biosfera de Urdaibai
Bizkaia

Promotor Servicio de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. *Dirección de Patrimonio natural y Cambio climático. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda.*

Arquitecto Arkaitz Lasa Adot (COAVN nº3.986)

Agosto 2020



19/10/2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS VASCO-NAVARRO
EUSKAL HERRIKO ARKITEKTOEN ELKARGO OFIZIALA
DELEGACION EN BIZKAIA
BIZKAIAK OREZKARITZA

VISADO BISATUA



PROYECTO DE EJECUCIÓN

Adecuación de itinerarios peatonales en el estuario de la ría de Oka. Tramos Enderika (Kortezubi) y Ozollo (Gautegiz-Arteaga).

ÍNDICE GENERAL

- A. MEMORIA
- B. PLANOS
- C. PRESUPUESTO
- D. PLIEGO DE CONDICIONES
- E. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
- F. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD
- G. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS





A MEMORIA

PROYECTO DE EJECUCIÓN

Adecuación de itinerarios peatonales en el estuario de la ría de Oka. Tramos Enderika (Kortezubi) y Ozollo (Gautegiz-Arteaga).

Reserva de la Biosfera de Urdaibai
Bizkaia

Promotor Servicio de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. *Dirección de Patrimonio natural y Cambio climático. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda.*

Arquitecto Arkaitz Lasa Adot (COAVN nº3.986)

Agosto 2020



19/10/2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS VASCO-NAVARRO
EUSKAL HERRIKO ARKITEKTOEN ELKARGO OFIZIALA
DELEGACION EN BIZKAIA
BIZKAIKO ORDEZKARITZA

VISADO BISATUA



A MEMORIA

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. Autor y Promotor del Proyecto 3
 1.2. Información previa..... 3
 1.3. Descripción del proyecto 5
 1.4. Justificación urbanística..... 6

2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS. MEMORIA CONSTRUCTIVA

2.1. Limpieza y desbroce..... 13
 2.2. Movimientos de tierras 13
 2.3. Pavimentos y firmes..... 13

3. PLAN DE OBRA

3.1. Actuaciones a realizar..... 15
 3.2. Cronograma de obra..... 15

4. CUMPLIMIENTO DEL CTE. Código Técnico de la Edificación

4.1. Seguridad de Utilización y Accesibilidad DB-SUA..... 16

5. RESUMEN DEL PRESUPUESTO 17

5.1. Resumen de presupuesto. Tramo 1 Enderika 17
 5.2. Resumen de presupuesto. Tramo 2 Ozollo 18

6. ANEJOS A LA MEMORIA

6.1. Evaluación ambiental del proyecto..... 19
 6.2. Estudio Paisajístico..... 27
 6.3. Fichas accesibilidad..... 31

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS VASCO-NAVARRO
 EUSKAL HERRIKO ARKITEKTOEN ELKARGO OFIZIALA
 DELEGACION EN BIZKAIA
 BIZKAIAK OREZKARITZA
VISADO BISATUA
 19/10/2020

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 PROMOTOR Y AUTOR DEL PROYECTO. OBJETO.

El promotor del proyecto es el Servicio Técnico de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, dependiente de la Dirección de Patrimonio natural y Cambio climático, del Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda del Gobierno Vasco.

El arquitecto encargado de la redacción del proyecto es Arkaitz Lasa Adot, con D.N.I.:30.656.236-L y nº de colegiado del COAVN: 3.986, perteneciente a la Delegación de Gipuzkoa. Con estudio profesional en Okendo 6-6d, Donostia-San Sebastián 20.004. Teléfono: 619405821. Correo electrónico: arkaitzlasa@coavn.org

El objeto del proyecto es completar en dos puntos la red de itinerarios peatonales existente en el estuario superior de la ría de Oka, mediante palafitos de madera.

1.2 INFORMACIÓN PREVIA

ENTORNO FÍSICO

Los itinerarios proyectados se encuentran en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, en Bizkaia. La Reserva de la Biosfera de Urdaibai se sitúa en la vertiente Atlántica del País Vasco, en el norte de la Península Ibérica, apartada del Océano y al abrigo del golfo de Bizkaia. Un ámbito geográfico comprendido por la cuenca hidrográfica del río Oka, formada por varios valles escuetos, volcados al mar a través del estuario de Mundaka.

Sus 22000 hectáreas de extensión están divididas en 22 términos municipales (11 de ellos en su totalidad) y su población es de 44000 habitantes. El 70% de la población vive en los dos mayores núcleos de población de la Reserva (Gernika y Bermeo) mientras que el resto habita principalmente de forma dispersa en núcleos de población de menores dimensiones o en caseríos aislados.

El estuario de la ría puede ser considerado como uno de los mayores valores naturales que se encuentran en Urdaibai, y así fue declarado junto a su cuenca hidrográfica como Reserva de la Biosfera por el consejo Internacional del programa MAB de la Unesco en 1984, quedando incluido dentro de su zona núcleo como Área de Especial Protección de la Ría de Oka. En 1992, el Área de Especial Protección de la Ría fue incluida en la relación de Humedales de Importancia Internacional del convenio RAMSAR. En 1994, fue declarada Zona de Especial Protección para las Aves, ZEPA.

Dentro de Urdaibai existen tres lugares de Importancia Comunitaria (LIC) designados según criterios de la Directiva de Hábitats (92/43/CEE) que están integrados en la Red Natura 2000 junto con la ZEPA ya declarada. El LIC "Zonas litorales y Marismas de Urdaibai", de 1.010 Ha (LIC ES2130007), se solapa parcialmente con la ZEPA y es, por su extensión y grado de conservación, el ecosistema más importante de la costa vasca. Próximamente, mediante la aprobación de su Plan de Gestión pasará a ser Zona de Especial Conservación (Z.E.C.s) de la citada Red Natura 2000.

19/10/2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS VASCO-NAVARRO
EUSKAL HERRIKO ARKITEKTOEN ELKARGO OFIZIALA
DELEGACION EN BIZKAIA
BIZKAIAK OREZKARITZA

VISADO BISATUA

COAVN

Para impulsar el desarrollo sostenible en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai así como para proteger su integridad y recuperar el conjunto de sus ecosistemas, el 6 de julio de 1989, el pleno del Parlamento Vasco aprobó la Ley 5/1989, de Protección y Ordenación de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai.

Como desarrollo de la citada Ley 5/1989 se aprobó el Plan Rector de Uso y Gestión de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (P.R.U.G) en 1993 (Decreto 242/1993, de 3 de agosto), que fue posteriormente modificado en el año 2003 (Decreto 27/2003, de 11 de febrero) y en 2016 (Decreto 139/2016, de 27 de septiembre)

En 1998 se aprobó el Programa de Armonización y Desarrollo de Actividades Socioeconómicas (P.A.D.A.S) (Decreto 258/1998, de 29 de septiembre) que, al igual que el P.R.U.G., es un instrumento de desarrollo de la Ley 5/1989. Este documento establece las Directrices, Estrategias y Líneas de Actuación prioritarias para el desarrollo sostenible de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai.

El Estuario Superior ha sido cultivado desde la Edad Media, intensificándose su puesta en cultivo a partir del siglo XIX. Estas tierras fueron desecadas y rellenadas para permitir su explotación, lo que conllevó la pérdida de su funcionalidad ecológica y de los juncales y carrizales que antes los ocupaban de forma natural. El abandono de la agricultura y la falta de encharcamiento permanente de los terrenos antes cultivados han provocado, desde la segunda mitad de la década de los 80 del siglo XX, la proliferación excesiva de especies invasoras como la *Baccharis halimifolia*, en detrimento de la vegetación autóctona adaptada a estos ambientes (juncales y carrizales hidrófilos). Entre 2009 y 2010 el Patronato de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai llevó a cabo el Proyecto de Mejora Ambiental de Marismas, mediante encharcamiento en este paraje de Barrutiabaso (Kortezubi). La inundación permanente que se consigue con el recrecimiento de las munas, conlleva la erradicación de estas especies invasoras. Previamente, en 2007, comenzaron los trabajos de erradicación de la planta invasora anteriormente mencionada, mediante la aplicación de herbicida y posterior tala y quema de restos vegetales. Al ser imposible retornar a la situación original (la cota del terreno es demasiado alta por el relleno de tierras realizado para su puesta en cultivo), el proyecto de naturalización se ha basado en el recrecimiento de las munas existentes y en la creación de otra. Así se ha conseguido crear una lámina de agua continua de agua salobre (procedente de influjo mareal) y de aportes de agua dulce: el arroyo de Uzendaerreka y el manantial de Iturbide) y recuperar el ecosistema. Los resultados de la restauración en Barrutiabaso han provocado la colonización y expansión de especies vegetales autóctonas típicas de aguas salobres (carrizales, juncales...), mejorando el hábitat propicio para la nidificación de numerosas especies de aves, el descanso y alimentación de las aves migratorias, y la conservación de otras especies de fauna de gran interés y vulnerabilidad, como por ejemplo el pez espinoso (*Gasterosteus gymnurus*).

EMPLAZAMIENTO

El tramo nº1 se sitúa en el término municipal de Kortezubi, discurre en el barrio de Enderika, en la parte baja del caserío Iturrietabeaskoa, comunicando el itinerario ya ejecutado proveniente de Elexalde, Forua, con el tramo también existente que discurre hasta el ayuntamiento de Kortezubi. El tramo nº2, de 210 m de longitud, en Gautegiz-Arteaga, discurre en el entorno del Molino de mareas de Ozollo, comunicando el sendero a base de todo-uno que viene del barrio de Ozollo, con el camino público que se dirige a la Ermita San Lorenzo Mártir.





Tramo nº1. Enderika.Kortezubi.



Tramo nº2. Ozollo. Gautegiz-Arteaga

MARCO NORMATIVO

Estatal

- Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.
- Real Decreto 400/2013, de 7 de junio, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental
- R.D. 2/2008 Texto Refundido de la Ley de Suelo.
- Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Código Técnico de la Edificación.
- Normativa Sectorial de aplicación en los trabajos de edificación.

Autonómicas

- Decreto 139/2016, de 27 de septiembre, de Plan Rector de Uso y Gestión de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai
- Ley 2/2006 del suelo y urbanismo de la CAPV.
- Ley 20/1997, del 4 de diciembre para la promoción de la accesibilidad y sus normas técnicas de desarrollo.

Municipal

- Normas Subsidiarias del planeamiento municipal de Kortezubi.
- Normas Subsidiarias del planeamiento municipal de Gautegiz Arteaga.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

OBJETO

El objeto del proyecto es la definición técnica y económica de las obras de adecuación de itinerarios peatonales en el estuario de la ría de Oka, con el objetivo de mejorar la movilidad peatonal y ciclable del área, así como la puesta en valor del estuario. Se trata de completar los itinerarios existentes mediante palafitos de madera en dos tramos.

El tramo nº1, de 318,40 m de longitud, en el término municipal de Kortezubi, discurre en el barrio de Enderika, en la parte baja del caserío Iturriabeaskoa, comunicando el itinerario ya ejecutado proveniente de Elexalde, Forua,



con el tramo también existente que discurre hasta el ayuntamiento de Kortezubi. De esta manera se completa este recorrido sin salir del estuario, ya que actualmente es necesario subir hasta el barrio de Enderika para volver a bajar por un tramo de escaleras hasta la cota del estuario.

El tramo nº2, de 216,91 m de longitud, en Gautegez-Arteaga, discurre en el entorno del Molino de mareas de Ozollo, comunicando el camino público que viene del barrio de Ozollo, con el sendero a base de todo-uno que se dirige a la Ermita San Lorenzo Mártir.

SOLUCIÓN ADOPTADA

Los senderos se realizarán a base de palafito de madera, según el catálogo de elementos para intervenciones en el suelo rústico de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, denominado “Camino Palafito Estuario Superior”, referencia C-2. En la tramo nº2 Ozollo, para la transición de camino de asfalto a palafito de madera se propone una zona de unos 3 m² denominado “Camino Todouno Estuario Superior” referencia C-3.

El tramo nº1, Enderika, en Kortezubi, de 318,40 m de longitud, parte a cota +3.00 m desde el sendero existente que viene de Elexalde. Comienza con una pasarela de 4,5 m de longitud para salvar un arroyo, y a continuación continúa a cota +2.80 m , bordeando las 5 parcelas agrícolas existentes , para luego subir y discurrir paralelamente a la línea del Dominio Público Marítimo Terrestre hasta conectar a cota +4.15 m con el itinerario que viene del Ayuntamiento de Kortezubi.

El tramo nº2, Ozollo, en Gautegez Arteaga, de 216,91 m de longitud, bordea el límite de la finca del Molino de mareas de Ozollo, comunicando el camino público que viene del barrio de Ozollo, con el sendero a base de todo uno que se dirige a la Ermita San Lorenzo Mártir.

Partiendo del camino que une el barrio de Ozollo con el Molino de mareas. El itinerario arranca a cota +2.53 m, y termina a +2.67 m, se mantiene una cota lo más constante posible y mínimas pendientes adaptándose a la orografía del lugar. El último tramo del itinerario, discurre sobre la parte norte de la presa del molino, donde existen dos puentes que salvan una luz de 1 m aproximadamente cada uno. Uno de ellos conserva una esclusa que se pretende restaurar en una futura actuación de restauración del molino, por lo que se conserva en su estado actual. El otro puente ubicado en la antepara del molino, se sustituye por una pasarela de 6,5 metros de longitud, ampliando la luz de 1 m actual, de manera que se facilita la recuperación de la antepara y el aliviadero a su diseño original.

1.4. JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA

Los itinerarios peatonales proyectados discurren por suelos clasificados como no urbanizables por la normativa urbanística de los municipios de Kortezubi y Gautegez-Arteaga, y por lo tanto están sometidas al Plan Rector de Uso y Gestión de la reserva de la biosfera de Urdaibai (PRUG), publicado en el BOPV núm. 226 (lunes, 28 de noviembre de 2016).



Plan Rector de Uso y Gestión de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai

Según las clasificaciones establecidas por El Plan Rector de Uso y Gestión de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (en adelante PRUG), el tramo nº1 (Enderika) discurre en su totalidad dentro de la supracategoría de Núcleo -N-, pertenece al área de la ría, como N1.2, *Zonas intermareales o supramareales constituidas con fangos con y sin vegetación y zonas de marisma, aisladas del sistema de circulación hídrica mediante el empleo de lezones, munas o muros de contención.*

Clasificación de la zona por el que discurre el tramo 1: Enderika.



Zona N1.2 *Zonas intermareales o supramareales constituidas con fangos con y sin vegetación y zonas de marisma, aisladas del sistema de circulación hídrica mediante el empleo de lezones, munas o muros de contención.*

El tramo nº2 (Ozollo) discurre dentro de la supracategoría de Núcleo -N-, en su mayor parte pertenece al área de la ría, como N1.1, *Zonas intermareales o supramareales constituidas por fangos con o sin vegetación y zonas de marisma,* y la parte final del tramo discurre por zona N1.2, *Zonas intermareales o supramareales constituidas con fangos con y sin vegetación y zonas de marisma, aisladas del sistema de circulación hídrica mediante el empleo de lezones, munas o muros de contención.*

19/10/2020
 COL·LE·GIO OFI·CIAL DE AR·QUITEC·TOS VAS·CO·NA·VAR·RO
 EUSKAL HERRIKO ARKITEKTOEN ELKARGO OFIZIALA
 DELEGACION EN BIZKAIA
 BIZKAIAK O·RD·EZ·KAR·ITZA
VISADO BISATUA



 Zona N1.2 Zonas intermareales o supramareales constituidas con fangos con y sin vegetación y zonas de marisma, aisladas del sistema de circulación hídrica mediante el empleo de lezones, munas o muros de contención.

 Zona N1.1, Zonas intermareales o supramareales constituidas por fangos con o sin vegetación y zonas de marisma

Los itinerarios proyectados tienen la consideración de *Camino de conexión D.1.4.*, y cumplen con las características que se recogen en el artículo 4.4.4.5. del PRUG :

1.– *Tendrán la consideración de camino de conexión las vías que permitan la conectividad exclusivamente peatonal o ciclable entre Núcleos de Población o lugares de interés natural o cultural.*

2.– *En el caso del uso de bicicleta, la velocidad máxima de circulación será de 10 km/h. Podrán, además, emplear estas infraestructuras vehículos a motor autorizados en aquellos tramos en los que su anchura y conformación sea la suficiente para ello. También podrán emplearlas jinetes a caballo, exclusivamente al paso, en aquellos tramos ejecutados a base de acabado de todo-uno. Asimismo, será compatible con estos usos el de senderismo.*

3.– *Para la implantación de nueva planta de un camino de conexión será necesaria la aprobación del correspondiente proyecto. En todo caso, se procurará adecuar los itinerarios de los caminos de conexión a las pistas, sendas o viales existentes, siendo necesaria una justificación apropiada para la apertura de nuevos*

19/10/2020

 COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS VASCO-NARRRO
 EUSKAL HERRIKO ARKITEKTOEN ELKARGO OFIZIALA
 DELEGACION EN BIZKAIA
 BIZKAIAK OREZKARITZA

VISADO BISATUA

caminos de conexión que será evaluada en virtud de los objetivos del presente Plan. Se extremarán las medidas preventivas de preservación del entorno. Su implantación podrá realizarse en las siguientes calificaciones:

a) En la Supracategoría Núcleo:

i) A través de cualquiera de sus características constructivas identificadas en el Apartado 5 del presente artículo, en suelos con las calificaciones de Zonas supramareales aisladas mediante el empleo de lezones, munas o muros de contención del sistema de circulación hídrica, con ocupación urbana –N1.3–, Área del Litoral –N2– y Área de Encinares Cantábricos –N3–.

ii) Mediante palafito de madera y/o elementos para salvar pasos de agua o cauces en suelos calificados como Zonas intermareales o supramareales constituidas por fangos con o sin vegetación, y zonas de marisma –N1.1–, y Zonas intermareales o supramareales constituidas por fangos o zonas de marisma, aisladas del sistema de circulación hídrica mediante el empleo de lezones, munas o muros de contención –N1.2– del Área de la Ría.

b) En todas las incluidas en las Supracategorías de Protección de Núcleo y de Transición.

4.– Dentro del ámbito de estos caminos, podrán instalarse instalaciones no permanentes, del tipo panel o señal, que permitan profundizar en la educación para la sostenibilidad de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai.

5.– Estas infraestructuras deberán ejecutarse bajo la siguiente regulación, según las características de su ubicación:

a) En el caso de que se ejecuten sobre terrenos estos podrán ser a base de palafito de madera o todo-uno:

i) Caminos a base de palafito de madera:

- Palafitos de madera tratada, de 1,5 m de anchura de paso, directamente apoyados sobre el terreno previamente regularizado manualmente. Estará constituido por traviesas o tabloncillos de madera de 200 x 100 mm a modo de pórticos, anclados al terreno con elementos metálicos de diámetro 8 mm y longitud 80 cm. Sobre estas traviesas se disponen 3 durmientes de madera de 75 x 150 mm, dispuestas todo el ancho de la pasarela y unidas individualmente. En la parte superior se dispondrán tablas rasgadas de 45 x 145 x 1.000 mm antideslizantes separadas 1 cm entre ellas. Dispondrá de rodapié lateral de 70 x 70 mm en toda su longitud.

- Toda la madera estará protegida contra la acción fúngica y de insectos mediante tratamiento en autoclave (Clase de Riesgo IV) para todas sus partes según la norma UNE-EN 335-1. Todos los herrajes empleados en la unión de los elementos de madera serán de acero inoxidable calidad A2 (AISI304).

- En el caso de que sea necesario, por cuestiones de altura o grado de compactación del terreno existente, y con el objetivo de evitar la necesidad de introducir maquinaria pesada en las zonas en las que se dispondrá el palafito de madera, se preverá el hincado de traviesas o tabloncillos ecológicos de madera de sección 100 x 200 x 1.000 mm hasta el enrase con el terreno. La madera estará protegida contra la acción fúngica y de insectos mediante tratamiento en autoclave (Clase de Riesgo IV).

- En cualquier caso, este acabado se empleará en aquellas zonas en las que no se prevea una alteración del terreno que les sirva de soporte.

ii) Caminos a base de todo-uno:

- Se ejecutarán con una anchura de 1,50 m. Estarán constituidos a base de dos tabloncillos de madera sin cepillar de 50 x 150 mm enterrados en el terreno 5 cm y anclados al terreno con elementos metálicos de diámetro 8 mm y longitud 80 cm, que irán instalados a ambos lados del camino y que confinarán en su interior una capa de gravas 20/40 de 5 cm y otra capa de todo-uno ofítico ACT-0/25-B de 5 cm.

19/10/2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS VASCO-NAVARRO
EUSKAL HERRIKO ARKITEKTOEN ELKARGO OFIZIALA
DELEGACION EN BIZKAIA
BIZKAIAK OREZKARITZA

VISADO BISATUA

COAVN

b) En el caso de que resulte necesaria la ejecución de elementos para salvar pasos de agua o cauces, estos se ejecutarán de acuerdo con lo establecido en el Plan Hidrológico en vigor, con las siguientes condiciones:

- i) Se conformarán de tal forma que permita salvar la distancia precisa para unir ambos márgenes sin necesidad de colocación de ningún elemento intermedio que interrumpa el curso natural del agua.
- ii) Con carácter general, se colocarán a la rasante necesaria para garantizar su no afección en el caso de avenidas de agua por inundaciones. En el caso de que sea necesaria la colocación de algún sistema de conexión entre los caminos sobre firme y la rasante necesaria, se dispondrán rampas de acceso, de tal forma que se garantice un mínimo de accesibilidad.
- iii) Su diseño deberá de prever su integración en el paisaje en el que se encuentra, por lo que se evitará el empleo de acabados de acero inoxidable o elementos estructurales que precisen grandes secciones y esquemas masivos, como podría serlo el hormigón o la madera. Se buscará la construcción de elementos que resulten livianos y próximos a las cualidades de su entorno.
- iv) El acabado de su pavimento deberá ser a base de tablas rasgadas de madera tratada de 45x145x1.000 mm o 45x145x1.150 mm, antideslizantes separadas 1 cm entre ellas.
- v) Toda la madera estará protegida contra la acción fúngica y de insectos mediante tratamiento en autoclave (Clase de Riesgo IV) para todas sus partes según la norma UNE-EN 335-1. Todos los herrajes empleados en la unión de los elementos de madera serán de acero inoxidable como mínimo calidad A2 (AISI304).

6.– En el caso de caminos en los que se prevea un uso ciclista y peatonal intenso, se podrá analizar la posibilidad de ampliar la anchura de estos caminos hasta 4,5 metros, fuera de la Supracategoría de Núcleo y Protección de Núcleo, así como los acabados con mezclas bituminosas en colores rojo o verde. El proyecto para su implantación justificará la necesidad de estas medidas.

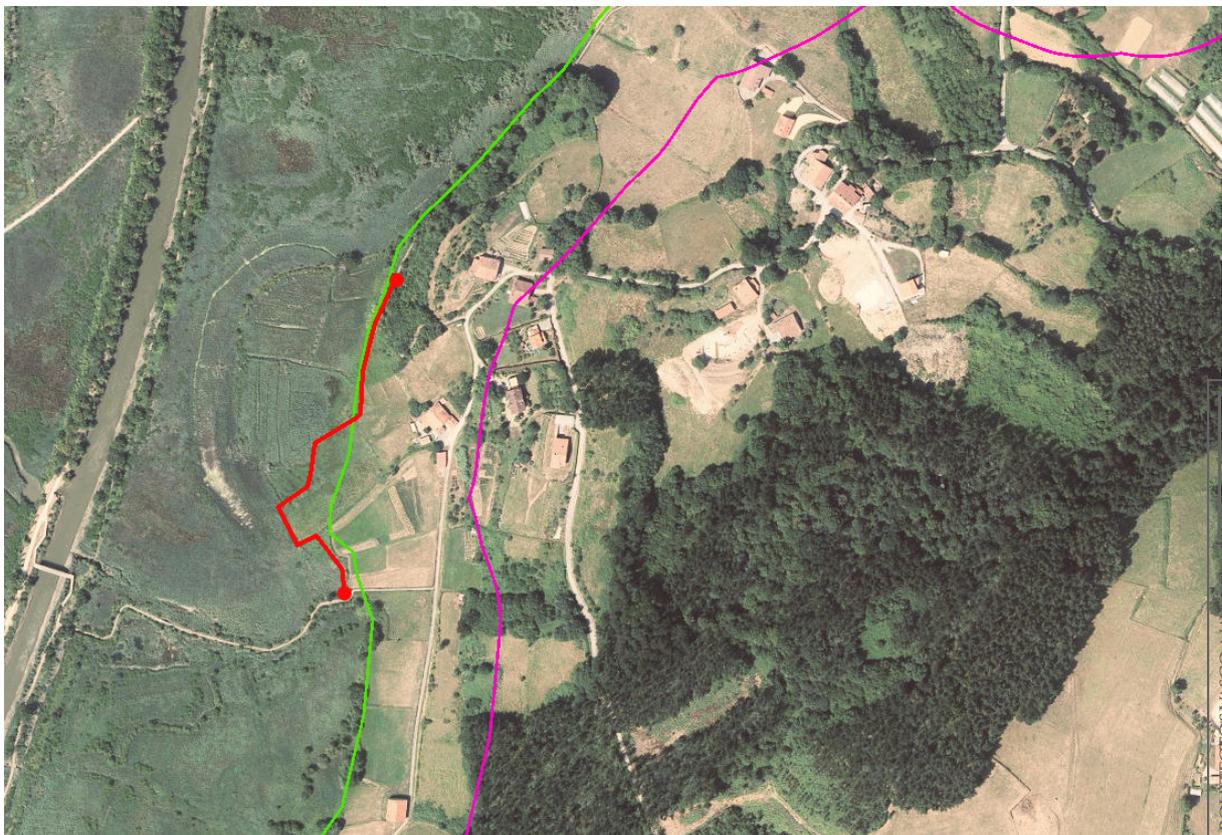


Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas

En cumplimiento del artículo 44.7 de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas se declara expresamente que el presente proyecto cumple las disposiciones de dicha Ley y su Reglamento.

El tramo nº1 Enderika del presente proyecto discurre en la medida de lo posible sobre el límite del Dominio Público Marítimo Terrestre, adentrándose dentro del dominio únicamente para no alterar el uso de las parcelas agrícolas adyacentes.

La superficie que se ocupa dentro del Dominio Público Marítimo Terrestre con el trazado propuesto en Enderika, es de 204,37 ml x 1,5 m = **306,55 m²**.



- DPMT aprobado
- DPMT en tramitación
- Ribera del mar
- Servidumbre de protección
- Itinerario nº1 Enderika



El tramo nº2 Ozollo discurre íntegramente dentro del Dominio Público Marítimo Terrestre. Por lo que ambos trazados se deberán tramitar el proyecto en la Demarcación de Costas del País Vasco y en la Agencia Vasca del Agua, URA.

La superficie que se ocupa dentro del Dominio Público Marítimo Terrestre con el trazado propuesto en Ozollo, es de $216,90 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 325,35 \text{ m}^2 + 6,32 \text{ m}^2 = 331,67 \text{ m}^2$.



- DPMT aprobado
- DPMT en tramitación
- Ribera del mar
- Servidumbre de protección
- Itinerario nº2 Ozollo

Real Decreto 400/2013, de 7 de junio, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental

Según el artículo 55.3 del Real Decreto 400/2013, las pasarelas sobre arroyos tendrán las siguientes características que se muestran en el plano D01 DETALLES.

- Tendrá mayor capacidad de desagüe que los tramos inmediatamente aguas arriba y aguas abajo.
- Siendo la luz inferior a 20 m se salvará con un solo vano.

19/10/2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS VASCO-NAVARRO
EUSKAL HERRIKO ARKITEKTOEN ELKARGO OFIZIALA
DELEGACION EN BIZKAYA
BIZKAKO ORDEZKARITZA

VISADO BISATUA



- La parte inferior del tablero quedará a 25 cm por encima de los terrenos colindantes, no así el camino de acceso que hasta las inmediaciones del puente se establecerá al nivel de los terrenos, de manera que se inunde antes el camino que el puente.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS. MEMORIA CONSTRUCTIVA.

Las obras de construcción de los caminos peatonales comprenden las siguientes actuaciones.

2.1. Limpieza y desbroce

Se limpiará la zona de maleza y vegetación y se realiza el replanteo topográfico.

2.2. Movimientos de tierras

Una vez efectuado el desbroce del terreno se replanteará el camino peatonal y se realizarán pequeños movimientos de tierra y la compactación de la misma para la construcción de los caminos.

2.3. Pavimentos y firmes

Se proyectan los siguientes firmes y pavimentos para las distintas zonas señaladas en los planos:

2.3.1. Palafito de madera apoyado sobre el terreno

Según el catálogo de elementos para intervenciones en el suelo rústico de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, denominado "Camino Palafito Estuario Superior", referencia C-2. Se trata de un palafito de madera de 1,50 m de anchura de paso, compuesto de traviesas de madera de 200x100 mm dispuestas a modo de pórticos, cada 2 metros, ancladas al terreno mediante barras de acero de 8mm de diámetro y 80 cm de longitud. Sobre estas traviesas se disponen perpendicularmente 3 durmientes de madera de 75x150 mm. En la parte superior se disponen tablas rasgadas de 45x145x100 mm antideslizantes con separación de 1 cm entre ellas. Esta superficie se cubrirá con malla de simple torsión, de 8 mm de paso de malla y 1,1 mm de diámetro, acabado galvanizado. Se rematará lateralmente con rodapié de madera de 35x200 mm en toda la longitud. La madera estará protegida contra la acción fúngica y de insectos mediante tratamiento en autoclave (clase de riesgo IV) para todas sus partes según norma UNE-EN 335-1. Todos los herrajes empleados en la unión de los elementos de madera serán de acero inoxidable calidad A2 (AISI304).

En los casos en los que el palafito discurre elevado sobre el terreno, se prevé el hincado de traviesas de 100x200 mm de sección. Estas traviesas deberán quedar empotradas en el terreno un mínimo de 1,5 metros.

2.3.2. Zona de todo uno ofítico

Estará constituida a base de tabloncillos de madera sin cepillar de 50 x 150 mm enterrados en el terreno 5 cm y anclados al terreno con elementos metálicos de diámetro 8 mm y longitud 80 cm, que irán instalados en el perímetro de la zona y que confinarán en su interior una capa de gravas 20/40 de 5 cm y otra capa de todo uno ofítico ACT-0/25-B de 5 cm.

2.3.3. Pasarelas sobre arroyos



Las 2 pasarelas de madera son de 1,5m de anchura y 4,5m y 6,5 m de longitud. Constituidas a base de vigas y viguetas de madera. Están formadas por:

- Pilotes de madera de 20 cm de diámetro y 3 metros de longitud: Pinus Radiata procedente de España, clase resistente C24 según UNE-EN 338 y UNE-EN 1912, calidad estructural MEG según UNE 5654; para clase de uso 5 según UNE-EN 335 con protección frente a agentes bióticos que se corresponda con la clase de penetración NP6 según UNE-EN 351-1

-Entablado a base de tablas de madera maciza de pino pinaster (Pinus pinaster) rasgadas de 45x145x1500mm antideslizantes con separación de 1cm entre sí. Tratada en autoclave, para clase de uso 4 según UNE-EN 335, atornillada a solivería con tornillo con cabeza avellanada TX30 apto para madera, de acero inoxidable AISI 316, 8x120.

-Rodapie a base de tablas de madera maciza de pino pinaster (Pinus pinaster) de 35x200mm. Tratada en autoclave, para clase de uso 4 según UNE-EN 335, atornillada a solivería con tornillo con cabeza avellanada TX30 apto para madera, de acero inoxidable AISI 316, 8x120.

-Solivería de madera aserrada de pino insigne (Pinus radiata) procedente de España, de 75 x 150 mm de sección. Clase resistente C24 según UNE-EN 338 y UNE-EN 1912, calidad estructural MEG según UNE 56544; para clase de uso IV según UNE-EN 335, con protección frente a agentes bióticos que se corresponde con la clase de penetración NP5 según UNE-EN 351-1, fijadas con tornillo estructural con cabeza avellanada TX30 apto para madera, de acero inoxidable AISI 316, 12x320 a vigas principales.

-Traviesas de madera aserrada de pino insigne (Pinus radiata) procedente de España, de 100 x 200 mm de sección. Clase resistente C24 según UNE-EN 338 y UNE-EN 1912, calidad estructural MEG según UNE 56544; para clase de uso IV según UNE-EN 335, con protección frente a agentes bióticos que se corresponde con la clase de penetración NP5 según UNE-EN 351-1, fijadas con tornillos estructurales de acero inoxidable AISI 316, con doble arandela, de 20 mm de diámetro, de cabeza hexagonal, para atornillar directamente sobre el elemento de madera. Incluido la p.p. de piezas especiales y medios auxiliares para su correcto montaje.

-Vigas de madera aserrada de pino insigne (Pinus radiata) procedente de España, de 150 x 200 mm de sección, en atado de cabeza de pilotes. Clase resistente C24 según UNE-EN 338 y UNE-EN 1912, calidad estructural MEG según UNE 56544; para clase de uso IV según UNE-EN 335, con protección frente a agentes bióticos que se corresponde con la clase de penetración NP5 según UNE-EN 351-1, fijadas con tornillos estructurales de acero inoxidable AISI 316, con doble arandela, de 20 mm de diámetro, de cabeza hexagonal, para atornillar directamente sobre el elemento de madera. Incluido la p.p. de piezas especiales y medios auxiliares para su correcto montaje.

-Vigas de madera laminada encolada de 200x480 mm de sección y 4,5 metros y 6,5 metros de longitud. Clase resistente GL-24 con resistencia a flexión 24 N/mm², para clase de uso IV según UNE-EN 335, con protección frente a agentes bióticos que se corresponde con la clase de penetración NP5 según UNE-EN 351-1., con lasur de imprimación. Incluye p.p. de tornillos, arandelas, soportes y pequeño material en acero inoxidable AISI 316, cortes y entalladuras para su correcto acoplamiento.

-Barandilla de pino tratada en autoclave con sales hidrosolubles, con clase de uso 4 según UNE-EN 335, clase resistente C-24 (ME-3) con resistencia a flexión 24 N/mm² formada por montantes rectangulares de 9x9 cm y 180 cm de altura separados 2 metros entre sí (a eje de montante), arriostrados con travesaños y pasamanos de 4x14,5 cm, y listones verticales de 4x4 cm separados 10 cm entre ejes, encastrados en el montante y fijada con tornillos estructurales de acero inoxidable AISI 316 y con varilla roscada de acero inoxidable A4-80, con arandela, de 16 mm de diámetro y 190/230 mm de longitud, de cabeza hexagonal, para fijación y anclaje

19/10/2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS VASCO-NAVARRO
EUSKAL HERRIKO ARKITEKTOEN ELKARGO OFIZIALA
DELEGACION EN BIZKAIA
BIZKAIAK OREZKARITZA

VISADO BISATUA



directamente sobre el elemento de madera.

3. PLAN DE OBRA

El Plan de Obra supone la asignación de un periodo de tiempo durante el cual se desarrollará cada actividad del proyecto. El plazo previsto en el Plan de Obra, que se iniciará a partir de la firma del Acta de Replanteo, será de 3 meses.

3.1. Actuaciones a realizar

Las actuaciones que contempla el proyecto se dividen en tres fases para cada uno de los dos tramos previstos:

FASE 1: ACTUACIONES PREVIAS

- Acondicionamiento de accesos para maquinaria
- Limpieza y desbroce del terreno
- Movimiento de tierras. Perfilado

FASE 2: MONTAJE DE PALAFITO

- Ejecución de la cimentación
- Montaje de Palafito
- Montaje pasarelas
- Ejecución zona todo-uno

FASE 3: ACABADOS

- Barandillas y remates

3.2 Cronograma de Obra

PLAN OBRA		meses	M1				M2				M3		
FASE	TAREA	DURACION	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª
1. ACTUACIONES PREVIAS		4 sem											
	Acondicionamiento accesos	1 sem											
	Limpieza, desbroce y tala	1 sem											
	Movimiento de tierras y perfilado	2 sem											
2. MONTAJE PALAFITO		8 sem											
	Cimentación	2 sem											
	Montaje Palafitos	6 sem											
	Montaje pasarelas	2 sem											
	Ejecución todo uno	1 sem											
3. ACABADOS		2 sem											
	Barandillas remates	2 sem											

19/10/2020
 COL·LEGIO DE ARQUITECTOS VASCO·NAVARRO
 EUSKAL HERRIKO ARKITEKTOEN ELKARGO OFIZIALA
 DELEGACION EN BIZKAIA
 BIZKAIAK OREZKARITZA
VISADO BISATUA

4. CUMPLIMIENTO DEL CTE CODIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

4.1. Seguridad de Utilización y Accesibilidad DB-SUA

Aunque no sea de obligado cumplimiento, se tendrán en cuenta las siguientes especificaciones de la Sección SUA 1 Seguridad frente al riesgo de caídas.

1 Resbaladidad de los suelos

Los pavimentos serán de clase 3 según la clasificación del suelo en función de su grado de deslizamiento UNE ENV 12633:2003.

2 Discontinuidades en el pavimento

El pavimento no presentará imperfecciones o irregularidades que supongan riesgo de caídas como consecuencia de traspies o de tropiezos (diferencia de nivel < 6 mm).

No habrá perforaciones o huecos en suelos con $\varnothing \leq 15$ mm.

3 Desniveles

A lo largo de las pasarelas sobre los arroyos y cuando los desniveles sean ≥ 550 mm, se colocarán barreras de protección ≥ 900 mm. Las barreras de protección cumplirán las características constructivas indicadas en el apartado SUA 3.2.3 del C.T.E.:

a) No serán fácilmente escaladas por los niños, para lo cual:

- En la altura comprendida entre 30 cm y 50 cm sobre el nivel del suelo o sobre la línea de inclinación de una escalera no existirán puntos de apoyo, incluidos salientes sensiblemente horizontales con más de 5 cm de saliente.
- En la altura comprendida entre 50 cm y 80 cm sobre el nivel del suelo no existirán salientes que tengan una superficie sensiblemente horizontal con más de 15 cm de fondo.

b) No tendrán aberturas que puedan ser atravesadas por una esfera de 10 cm de diámetro, exceptuándose las aberturas triangulares que forman la huella y la contrahuella de los peldaños con el límite inferior de la barandilla, siempre que la distancia entre este límite y la línea de inclinación de la escalera no exceda de 5 cm.



5. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

TRAMO 1 ENDERIKA.....	131.739,43 €
TRAMO 2 OZOLLO.....	97.946,71 €
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL.....	229.686,14 €
19 % GASTOS GENERALES+ BENEFICIO INDUSTRIAL	43.640,37 €
21% I.V.A.....	57.398,57 €
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL.....	330.725,08 €

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de TRESCIENTOS TREINTA MIL SETECIENTOS VEINTICINCO EUROS con OCHO CÉNTIMOS.

5.1 RESUMEN DE PRESUPUESTO TRAMO 1 ENDERIKA

CAPÍTULO	RESUMEN	EUROS	%
END _00	ACTUACIONES PREVIAS	7.579,41	5,75
END _01	CIMENTACIONES.....	16.285,52	12,36
END _02	PALAFITOS Y SENDEROS	104.669,22	79,45
END _03	SEGURIDAD Y SALUD	1.422,00	1,08
END _04	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	509,81	0,39
END _05	CONTROL DE CALIDAD	1.273,47	0,97
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL TRAMO 1 ENDERIKA	131.739,43		
19 % GASTOS GENERALES+ BENEFICIO INDUSTRIAL	25.030,50		
21% I.V.A.....	32.921,62		
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL TRAMO 1 ENDERIKA.....	189.691,62		



5.2 RESUMEN DE PRESUPUESTO TRAMO 2 OZOLLO

CAPÍTULO	RESUMEN	EUROS	%
OZO_00	ACTUACIONES PREVIAS	8.232,09	8,40
OZO_01	CIMENTACIONES.....	15.101,76	15,42
OZO_02	PALAFITOS Y SENDEROS	71.830,18	73,34
OZO_03	SEGURIDAD Y SALUD	948,00	0,97
OZO_04	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	561,21	0,57
OZO_05	CONTROL DE CALIDAD	1.273,47	0,97
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL TRAMO 2 OZOLLO		97.946,71	
19 % GASTOS GENERALES+ BENEFICIO INDUSTRIAL		18.609,87	
21% I.V.A.....		24.476,88	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL TRAMO 2 OZOLLO.....		141.033,46	

En Donostia, agosto de 2020



Fdo. Arkaitz Lasa Adot
Arquitecto col. Nº 3.986 COAVN



6. ANEJOS A LA MEMORIA

6.1. EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO

El objetivo principal de la evaluación ambiental del proyecto es la valoración de los efectos que pueda tener la ejecución del proyecto sobre el medio ambiente, así como la definición de cuantas medidas sean necesarias para la minimización de los impactos previstos.

El presente proyecto se enmarca dentro del Proyecto de Recuperación Ambiental y para la puesta en valor del patrimonio natural y cultural del Estuario Superior de la Ría de Oka. persigue el objetivo de fomentar la movilidad peatonal y ciclable del área e impulsar una actividad económica turística sostenible, cultural y medioambiental, poniendo, a su vez, en valor las marismas del Estuario Superior de la Ría del Oka en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai.

6.1.1. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS DERIVADOS DE LAS ACCIONES DEL PROYECTO

El proceso metodológico general sigue el procedimiento marcado por la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. El Anexo VI de la citada Ley describe los conceptos técnicos necesarios para la realización de la evaluación de los efectos significativos de los planes, programas o proyectos. A través de esta metodología, se identifican las acciones del proyecto que puedan ser fuente de impactos ambientales y los elementos del medio susceptibles de ser alterados. Partiendo de esta información, se elabora una matriz de causa-efecto (matriz 1) que posibilite posteriormente la caracterización y la valoración final de los posibles impactos.

La valoración de impactos, según lo establecido en el anteriormente mencionado Anexo VI de la Ley 21/2013, se clasifican en:

- IMPACTO AMBIENTAL COMPATIBLE: Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa medidas preventivas o correctoras.
- IMPACTO AMBIENTAL MODERADO: Aquel cuya recuperación no precisa medidas preventivas o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- IMPACTO AMBIENTAL SEVERO: Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige medidas preventivas o correctoras y en el que, aún con esas medidas, aquella recuperación precisa un periodo de tiempo dilatado.
- IMPACTO AMBIENTAL CRÍTICO: Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

Identificación de las acciones inductoras de posibles impactos

Los impactos se corresponden principalmente con la fase de obras ya que, una vez ejecutado el itinerario, las afecciones son mínimas.

Fase de construcción:

- Movimientos de tierras para regularización del terreno
- Desbroce de la vegetación



- Cruce sobre cauces fluviales
- Circulación de vehículos de obra
- Funcionamiento de maquinaria
- Ocupación temporal por acopios y elementos de obra

Fase de explotación:

- Tránsito de usuarios
- Mantenimiento de la infraestructura

6.1.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE SER ALTERADOS

Según se desprende del resultado de la Matriz de impactos, se identifican un único impacto SIGNIFICATIVO relacionado con el desbroce de la vegetación de marisma durante la fase de obras. No se identifican impactos MUY SIGNIFICATIVOS. Por otra parte, los impactos previsibles en la fase de funcionamiento relacionados con el mantenimiento del itinerario y el tránsito de visitantes se consideran POCO SIGNIFICATIVOS, mientras que el funcionamiento del nuevo servicio tendrá efectos POSITIVOS para la movilidad peatonal y para el control de accesos desordenados a los hábitats más sensibles.

MATRIZ DE IMPACTO		FACTORES AMBIENTALES										
		AGUA AUMENTO SÓLIDOS SUSPENSIÓN	SUELO OCUPACIÓN DEL SUELO	AIRE RUIDO	CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	VEGETACIÓN ELIMINACIÓN VEGETACIÓN	ELIMINACIÓN ARBOLADO	FAUNA	PAISAJE	RED NATURA 2000	RESIDUOS GENERADOS	MEDIO SOCIAL
ACCIONES DEL PROYECTO	FASE CONSTRUCCIÓN	DESBRUCE DEL TERRENO					POSITIVO					
		MOVIMIENTOS DE TIERRAS										
		EJECUCIÓN ESTRUCTURA										
		CRUCES CAUCES										
		FUNCIONAMIENTO MAQUINARIA										
ACCIONES DEL PROYECTO	FASE EXPLOTA CIÓN	MOVIMIENTO VEHICULOS										
		OCUPACIÓN ACOPIOS										
		TRANSITO PERSONAS									POSITIVO	POSITIVO
		MANTENIMIENTO									POSITIVO	POSITIVO

■ POSITIVO
 ■ POCO SIGNIFICATIVO
 ■ SIGNIFICATIVO
 ■ MUY SIGNIFICATIVO

6.1.3. CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

Aguas superficiales

Este impacto se producirá en la regularización del terreno, así como la perforación e introducción de pilotes para las pasarelas presenta el riesgo de que se produzca un aumento de sólidos en suspensión en las aguas del río Oka y los otros arroyos existentes, especialmente si las obras coinciden con episodios de lluvias importantes. Este impacto se identifica como POCO SIGNIFICATIVO y se valora como COMPATIBLE debido a que admite medidas preventivas efectivas y que, en principio, la regularización del terreno no supondrá movimientos de tierras significativos y tampoco se estima gran formación de polvo ya que las perforaciones se realizan en terreno blando.

El montaje del palafito se realizará mediante estructuras de madera. Este impacto se considera POCO SIGNIFICATIVO y se valora como COMPATIBLE, siempre y cuando las instalaciones de las pasarelas cumplan con los requisitos establecidos en el Real Decreto 400/2013, de 7 de junio, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental.

19/10/2020
 COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS VASCO-NAVARRO
 EUSKAL HERRIKO ARKITEKTOEN ELKARGO OFIZIALA
 DELEGACION EN BIZKAIA
 BIZKAKO ORDEZKARITZA
VISADO BISATUA

El impacto a las aguas superficiales por un posible aumento de los sólidos en suspensión será temporal y durará el tiempo en el que transcurran las obras. Se trata de un impacto reversible, ya que, una vez finalizada la ejecución del proyecto, el agua retornará a las características anteriores a la obra.

Ocupación y regularización del terreno

La ejecución del trazado proyectado requiere la regularización del terreno y asimismo, la instalación de los elementos de uso público (pasarelas, etc.) que supondrá una ocupación permanente del terreno que ocupe el palafito. Por otro lado, durante el trascurso de la obra, se producirá también una ocupación temporal del suelo por el acopio de materiales y elementos de la obra a lo largo del itinerario. Debido a las características de las pasarelas que se asentarán manualmente directamente sobre el terreno previamente regularizado, la afección sobre el suelo se considera POCO SIGNIFICATIVA y se valora como COMPATIBLE ya que la ocupación tendrá carácter reversible y recuperable.

Contaminación atmosférica

La obra podría suponer un ligero aumento de contaminantes atmosféricos en la fase de obras debido al funcionamiento de la maquinaria y la circulación de camiones. En principio, estas emisiones no serán importantes, ya que no se prevé un elevado número de vehículos y que todos los trabajos posibles se realizarán manualmente. Por ello y por el carácter temporal de las emisiones, las posibles alteraciones se consideran POCO SIGNIFICATIVAS y se valoran como COMPATIBLES.

Ruido

El incremento del nivel sonoro durante la fase de construcción no será muy elevado debido a la ubicación del itinerario, alejado de núcleos de población, por lo que la población que pueda verse afectada es baja y al carácter temporal de la utilización de maquinaria y circulación de vehículos.

Durante la fase de funcionamiento, se considera que podría haber un ligero aumento del ruido durante las épocas de mantenimiento de la infraestructura. Las posibles alteraciones se consideran POCO SIGNIFICATIVAS y se valoran como COMPATIBLES.

Vegetación

El trazado propuesto en Enderika transcurre por el estuario, por lo que el desbroce de la vegetación tendrá un impacto SIGNIFICATIVO sobre ésta. El impacto sobre la vegetación existente, será SIGNIFICATIVO. De todos modos, teniendo en cuenta la temporalidad y la magnitud de las afecciones, se considera que el entorno podrá recuperarse en un periodo relativamente corto de tiempo, por lo que la afección se valora como MODERADA.

Fauna

La afección sobre la fauna será directa (posibles molestias por ruido y presencia de maquinaria) e indirecta sobre los hábitats que la acoge (eliminación de la vegetación), y se producirá, principalmente durante la fase de obras.

Dado que el impacto sobre la fauna será reversible y de baja magnitud, se considera POCO SIGNIFICATIVO y se valora como COMPATIBLE. Para minimizar la posible afección sobre el visón europeo, que podría estar presente en arroyos junto a los emplazamientos, se debe de tener en cuenta la época que se elija para la ejecución de las obras, es decir, fuera de la época de cría (mediados de marzo a finales de julio), así como el resto de consideraciones detalladas en el apartado de medidas correctoras.

19/10/2020

 COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS VASCO-NAVARRO
 EUSKAL HERRIKO ARKITEKTOEN ELKARGO OFIZIALA
 DELEGACION EN BIZKAIA
 BIZKAIAK OREZKARITZA

VISADO BISATUA



Paisaje

El movimiento de tierras, el desbroce de la vegetación o el acopio de materiales que se llevará a cabo en la fase de construcción del itinerario, afectarán levemente a la percepción del paisaje.

Por ello, el impacto se identifica como POCO SIGNIFICATIVO y se valora como COMPATIBLE, debido a su temporalidad, a su reversibilidad y a su baja visibilidad por tratarse de un entorno con baja presencia de personas y con vegetación alta que enmascara los efectos que sobre el paisaje pueda ocasionar a obra del itinerario.

Generación de residuos

En la fase de obras se generarán residuos vegetales derivados del desbroce de la vegetación, tierras procedentes de la excavación o embalajes. Todos los residuos que se generen, serán retirados de manera selectiva asegurando su gestión adecuada.

Durante la fase de funcionamiento, los residuos que se generen estarán relacionados con las tareas de mantenimiento, principalmente, la sustitución de los materiales empleados. El impacto, que será temporal y no prolongado, se identifica como POCO SIGNIFICATIVO, y se valora como COMPATIBLE, debido a que la mayor parte de los residuos serán de carácter vegetal.

Calidad de vida

En la fase de construcción, la afección a la habitabilidad de la zona y por tanto a la calidad de vida de los habitantes próximos, se verá afectada debido a la circulación de vehículos y maquinaria, así como el aumento del ruido. Debido a su carácter temporal y su baja magnitud el impacto se considera POCO SIGNIFICATIVO y se valora como COMPATIBLE. Durante el funcionamiento podría haber afecciones para el uso del itinerario por el corte de la senda para su mantenimiento. El tránsito de visitantes, en cambio, se valora de manera POSITIVA por la mejora de la conectividad peatonal y la puesta en valor del estuario.

Red Natura 2.000

Los itinerarios discurren por la ZEC Zonas litorales y Marismas de Urdaibai y la ZEPA Ría de Urdaibai. El impacto sobre estos espacios será directo y producido durante la fase de construcción por el desbroce de vegetación, movimiento de tierras y colocación de la estructura de madera. No obstante, al tratarse de un impacto temporal, reversible, recuperable y que no afecta a una superficie elevada, la afección a priori se identificó como POCO SIGNIFICATIVA y se valora como COMPATIBLE siempre y cuando se tomen las medidas preventivas y correctoras adecuadas que se señalan en el siguiente apartado.

6.1.4. MEDIDAS PROTECTORAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS

Minimización de la afección por la franja de obras

Como primera medida para reducir el impacto introducido por la obra en el entorno, se propone una de carácter preventivo consistente en el jalonado de la franja de obras a la anchura estrictamente necesaria, reduciendo así la superficie afectada. Así pues se jalonará la franja de obras restringiéndola al ancho de ocupación del palafito y a los caminos estrictamente necesarios para ejecutar las obras, así como las instalaciones auxiliares protegiendo de este modo las formaciones vegetales y suelos anejos a dicha franja.

19/10/2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS VASCO-NAVARRO
EUSKAL HERRIKO ARKITEKTOEN ELKARGO OFIZIALA
DELEGACION EN BIZKAIA
BIZKAIAK OREZKARITZA

VISADO BISATUA

Medidas correctoras contra la emisión de contaminantes atmosféricos y ruido

Las actividades asociadas a las obras de construcción de un itinerario peatonal de madera implican varios tipos de molestias con efectos sobre la atmósfera. Estas molestias son de muy variada naturaleza, pudiéndose destacar las debidas al ruido de los vehículos y maquinaria utilizadas en obra, las debidas a emisiones de polvo de la obra y de gases de combustión y maquinaria, las debidas al aumento de tráfico pesado.

Las medidas preventivas que se proponen para reducir estos efectos incluyen:

- La maquinaria de obra ha de estar homologada según el R.D. 212/2002 de 22 de febrero, que regula los niveles de emisión de ruidos de la maquinaria de obra. Se aplicarán las medidas pertinentes de mantenimiento de la maquinaria, haciendo especial incidencia en el empleo de silenciadores, utilización de revestimientos elásticos en tolvas y cajas de volquetes y el paso por la Inspección Técnica de Vehículos en los plazos reglamentarios, a la maquinaria que lo precise (>25 km/h).
- Se realizarán las revisiones y labores de mantenimiento en la maquinaria de obra para asegurar una emisión de ruido dentro de los niveles aceptables. Asimismo, se limitará la velocidad de los vehículos y se señalará adecuadamente la zona de obras.
- Los trabajos se planificarán de forma que se eviten los trabajos nocturnos.
- Los movimientos de tierras y la circulación de vehículos y maquinaria sobre superficies sin pavimentar dan lugar a la generación de polvo y partículas con el consiguiente deterioro de la calidad del aire. Este efecto está relacionado con la humedad del suelo, aumentando su intensidad al disminuir ésta, por lo que se recomienda regar los accesos a la zona de obras y los viales de circulación de maquinaria pesada, de forma periódica, para evitar la emisión de polvo y sólidos en suspensión que podrían afectar a personas, vegetación, fauna y cultivos circundantes.

La época y frecuencia de los riegos se determinará por la Dirección Ambiental de Obra, en función de las inclemencias meteorológicas existentes pero como media se realizarán dos riegos diarios durante los periodos secos (a las 10.00 h y a las 15.00 h, por ejemplo) y uno diario en la época más húmeda siempre y cuando no existan precipitaciones (desde el 1 de octubre al 30 de abril).

Los riegos se realizarán empleando camiones cisterna, los cuales efectuarán riegos de 2,5 l/m². Estos riegos se intensificarán en épocas de calor o de recolección de productos agrícolas.

- Se cubrirá con una malla adecuada la caja de los camiones en tránsito que transporten cualquier tipo de "tierras", para evitar la emisión de partículas de polvo, especialmente cuando circulen por las carreteras de la zona fuera del área de obras.
- Con el objeto de minimizar la generación de polvo en los acopios de materiales, ya sean excedentes o acopios de tierra vegetal, así como de las operaciones de puesta en obra de estos materiales, se procederá a su humidificación en las épocas de mayor generación de viento, o cuando por cualquier otra circunstancia sea aconsejable realizar esta operación. Esta humidificación puede utilizarse para disminuir las emisiones de polvo de los camiones que circulen por el interior de la obra, evitando de esta manera la necesidad de utilizar malla. Para ello se mojarían los materiales que transportan una vez que han sido cargados en la máquina.
- Las emisiones de gases y partículas de la maquinaria de obra (partículas en suspensión, SO₂, NO_x, CO, etc.) se encontrarán dentro de los límites legalmente establecidos, para lo que se realizarán las inspecciones reglamentarias y se controlará el adecuado mantenimiento de los sistemas incorporados a las máquinas para limitar las emisiones. Será de obligado cumplimiento lo reglamentado sobre la Inspección Técnica de Vehículos (I.T.V.) establecido por la Dirección General de Tráfico, cuidando de no sobrepasar en ningún caso la fecha límite establecida para cada vehículo.

19/10/2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS VASCO-NAVARRO
EUSKAL HERRIKO ARKITEKTOEN ELKARGO OFIZIALA
DELEGACION EN BIZKAIA
BIZKAIAK OREZKARITZA

VISADO BISATUA

Esto se hará en cumplimiento de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera y del Real Decreto 711/2006, de 9 de junio. Será necesario realizar un archivo con las fechas en las que cada vehículo debe cumplimentar la I.T.V., lo que permitirá realizar un seguimiento de los vehículos.

_ Previamente, mediante la selección de maquinaria con características ambientales favorables, se establece el primer control sobre las emisiones de la maquinaria de obra.

_ Así mismo es aconsejable efectuar riegos periódicos sobre la vegetación arbórea próxima a la obra, en especial en épocas de estío, que eviten la obturación de las estomas por la acumulación de polvo evitando las horas de más calor (se realizará esta operación durante las primeras o últimas horas del día).

Por los posibles daños que durante el periodo de construcción se pudiera causar a la población se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

_ Respetar las ordenanzas municipales, provinciales y estatales para la preservación de las condiciones sonoras.

_ Seleccionar la maquinaria teniendo en cuenta el ruido emitido. Utilizar exclusivamente maquinaria que cumpla la normativa vigente relativa a la limitación de los niveles de potencia sonora.

_ Disponer de revestimientos elásticos en tolvas y volquetes.

_ Exigir un mantenimiento correcto de la maquinaria, en especial de los sistemas de insonorización, y evitar la realización de ruidos innecesarios.

_ La limitación de velocidad a la maquinaria expuesta es asimismo una medida de prevención de ruido.

_ Se evitará en la medida de lo posible la producción de ruido mediante la limitación del horario, la velocidad y la frecuencia del tráfico de obra.

_ Las actividades más ruidosas se evitarán en los meses de primavera en los que las especies son más vulnerables.

Medidas correctoras sobre la generación de residuos

_ Previo al inicio de las obras se recabarán las autorizaciones necesarias relacionadas con la generación y gestión de residuos.

_ Todos los residuos generados en obra, en su caso, deberán ser gestionados de acuerdo con la legislación en vigor en esta materia (Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados y Decreto 49/2009, de 24 de febrero, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero y la ejecución de los rellenos), implantándose un sistema de recogida y almacenamiento temporal de residuos, hasta que sean recogidos por gestor autorizado. El punto limpio de recogida estará habilitado sobre un sistema que garantice la seguridad frente a vertidos o escapes accidentales y se ubicará fuera de las zonas sensibles del espacio natural.

_ En caso de que ocurriese un vertido accidental, se procedería a su limpieza y se le daría el tratamiento adecuado en función de la naturaleza del mismo. Se respetarán los plazos de revisión de motores y maquinaria realizando el repostaje y los cambios de aceite según un plan de gestión de residuos previamente establecido y en el lugar indicado anteriormente, de modo que se recojan los residuos para su transporte a la planta de tratamiento. Todos estos aspectos se recogerán en un Plan de Vigilancia de las Tareas de Mantenimiento y en un Plan de Gestión de Residuos acorde con la normativa aplicable en cada caso (residuos tóxicos y peligrosos, residuos sólidos urbanos, residuos inertes, etc.). Este Plan de recogida de residuos sólidos y líquidos contemplará:

_ Las fechas de revisión de la maquinaria a utilizar en obra.

_ La empresa autorizada que se deba hacer cargo de los residuos tóxicos producidos en la obra en condiciones normales.



_ Las acciones a realizar en caso de que se produzcan vertidos accidentales no previstos. Se propone la creación de un cordón de tierra procedente de excavación en la zona de maquinaria que conduzca el vertido hacia la balsa de decantación. Asimismo se puede tener acopios de tierra de excavación en estas zonas que pueda utilizarse para retener el vertido o utilizarla como absorbente echado sobre el vertido.

Medidas en relación a los impactos sobre los recursos hídricos

Como medidas para la protección del sistema hidrológico se definen además las siguientes:

_ Se prescribe la prohibición de vertidos de residuos sólidos y líquidos directamente a los cauces o a zonas desde las cuales pudiera verse alterada la calidad del agua por escorrentía.

_ Para ello ha de ejercerse un control de los vertidos de materiales, lubricantes y combustibles para evitar que sean arrojados a ríos o arroyos, lo que podría provocar la contaminación de cursos de agua con efectos negativos sobre la fauna de medios acuáticos, incluso de zonas alejadas del Proyecto. Todo tipo de residuos deberán ser almacenados y tratados por empresa especializada y autorizada en este tipo de desechos. Estos aspectos se definirán en un Plan de Gestión de Residuos a elaborar por el Contratista.

_ Durante la fase de obra la ubicación de elementos auxiliares ha de ajustarse a las zonas definidas para tal fin en este documento, habiendo evitado su localización en las inmediaciones de los cauces y en zonas que, a pesar de estar alejadas de los cursos fluviales, pudieran incidir en el mismo por escorrentía o por erosión.

_ Se contemplarán asimismo medidas para reducir la generación de polvo en suspensión y deposición de los mismos utilizando únicamente agua como agente reductor.

Medidas en relación a la vegetación

De forma general, se consideran oportunas las siguientes medidas respecto a la vegetación:

_ La ubicación de los acopios se hará donde la afección a la vegetación de interés sea menor.

_ Cuando las obras discurran cercanos al pinar, se deberán extremar las precauciones a modo de minimizar la afección sobre los mismos.

_ En el caso de que los trabajos de anclaje de las traviesas afecten a las raíces de algún árbol, se dejarán cortes limpios, aplicando un producto fitosanitario que favorezca la cicatrización y evite el ataque de plagas.

_ Las herramientas que se utilicen deberán estar limpias, sin restos de barro o tierra que puedan ser portadores de propágulos o semillas de especies invasoras.

_ Se procederá a la eliminación de la flora exótica invasora (*Baccharis halimifolia*, *Cortaderia selloana*) presente a lo largo del trazado y los residuos vegetales generados se gestionarán de manera adecuada para evitar la propagación de estas especies.

Además, antes de que los suelos vayan a ser ocupados por el nuevo itinerario y por los elementos auxiliares de las obras, en varias zonas se debe extraer la capa de tierra vegetal. Es necesario un manejo cuidadoso de estos suelos debido al elevado número de semillas, pertenecientes a plantas herbáceas propias de la zona, y de microorganismos que poseen, siendo por ello un substrato óptimo para el asentamiento de especies vegetales.

Cabe señalar que el mayor contenido de materia orgánica y elementos nutritivos se encuentra en la capa de tierra vegetal o cobertera, correspondiente al horizonte A, mientras que el resto de los horizontes infrayacentes son más pobres, por lo que la capa de tierra vegetal siempre deberá ser conservada. El almacenamiento debe efectuarse con cuidado para evitar su deterioro por compactación y de esta manera preservar la estructura del suelo, evitar la muerte de microorganismos aerobios, los riesgos de erosión eólica e hídrica, etc. Se enumeran las siguientes recomendaciones:



- _ Depositar estos materiales en capas delgadas evitando la formación de grandes montones. Su altura, así como el período de tiempo que pueden permanecer acopiados, dependen de la textura del terreno.
- _ Evitar el paso reiterado de maquinaria sobre los depósitos.
- _ Se formarán ligeros ahondamientos en la capa superior para evitar el lavado del suelo y la erosión lateral.
- _ En caso de almacenamiento, los materiales deben ser protegidos del viento, de la erosión hídrica y de la compactación.
- _ El acopio de suelo deberá realizarse a lo largo de la traza en caso de no efectuarse el re extendido simultáneo de forma que sea inmediato el re extendido sobre los taludes, o en su defecto en la zona prevista para la implantación de las instalaciones auxiliares de obra.
- _ Si los montones acopiados no son utilizados para la reconstrucción del suelo en un periodo corto de tiempo (menos de 6 meses) se deberá sembrar dicha superficie con una mezcla de semillas.

Medidas en relación a la fauna

- _ Las medidas tomadas en relación a los cauces fluviales se consideran a priori suficientes para minimizar la afección que podría darse sobre la fauna.
- _ Como medida general, se ejecutarán las obras especialmente molestas para la fauna en épocas de mínima actividad biológica, procurando no coincidir con los periodos de reproducción, cría y nidificación de las especies más significativas presentes en la zona de actuación. Se propone que las obras se lleven a cabo en los meses comprendido entre agosto y abril (ambos inclusive).
- _ Durante toda la ejecución de la obra se asegurará el no aporte de sustancias que incorporen al río compuestos que supongan un riesgo para la fauna acuática o para el equilibrio del ecosistema aguas abajo.

Medidas para la fase de funcionamiento

Durante la fase de funcionamiento se instalarán en los puntos de acceso carteles con una serie de normas de comportamiento dirigidas a un comportamiento cívico y respetuoso con el entorno frágil que atraviesa el itinerario.

A priori podrían ser los siguientes:

- _ Los animales de compañía deben ir atados
- _ No gritar ni dar voces
- _ No salir de los caminos acondicionados
- _ No coger plantas ni animales
- _ No tirar residuos



6.2. ESTUDIO PAISAJÍSTICO

El presente Estudio de Integración Paisajística, se redacta con el objeto de reducir los impactos visuales y ambientales que pueda causar el proyecto de ejecución de itinerarios peatonales descrito en la memoria descriptiva.

Fuentes de impacto paisajístico y visual

Para analizar estas acciones se consideran las dos fases siguientes: Fase de Construcción y Fase de Funcionamiento.

Las acciones y elementos susceptibles de generar impacto paisajístico durante la fase de ejecución y construcción son fuentes de impacto que tienen una duración corta.

Son las siguientes:

- _ Presencia de maquinaria especializada.
- _ Desbroce del terreno
- _ Consumo de recursos

Durante la fase de funcionamiento las acciones que se desarrollarán y son origen de impacto visual se detallan a continuación:

- _ Instalación de estructuras, redes y explanaciones permanentes

Los posibles impactos en la modificación del paisaje que podrá recibir el medio como consecuencia de estas actuaciones, tanto en la fase de construcción como en la fase de funcionamiento, son los siguientes:

- _ Pérdida o erosión del suelo, y consecuente transformación del paisaje.
- _ Protección de la vegetación, así como su desarrollo.
- _ Influencia sobre la fauna.

Calidad del paisaje

La calidad visual ponderada de la unidad de paisaje analizada se corresponde con la CLASE A, lo que indica que esta unidad paisajística tiene una singularidad especial con respecto al resto.

La sensibilidad a la actuación es media (M) puesto que su intensidad de uso no es tan alta, y la actitud de los usuarios respecto este paisaje es media-alta, ya que es una zona que destaca paisajísticamente.

La CLASE 2 de gestión visual indica que la zona de actuación no sufre modificaciones derivadas de la gestión del territorio aunque con matices ya que la calidad visual del entorno tiene aspectos singulares a considerar.

Además, para realizar esta afirmación se necesita integrar el análisis del paisaje desde el punto de vista de la fragilidad de este.

Por lo dicho anteriormente, a parte de esta valoración se realiza otra basada en métodos cualitativos donde se valora la calidad y la fragilidad visual valorándose distintos componentes del paisaje.

Fragilidad del paisaje

Para determinar la fragilidad visual de un entorno, existen una serie de factores que deben ser tenidos en cuenta. Estos se incluyen en tres grandes grupos: factores biofísicos, factores de visualización y factores histórico-culturales. Estos factores definen la fragilidad visual intrínseca del entorno considerado. Para valorar la fragilidad visual de un punto, de forma global, debe ser tomada en cuenta además la accesibilidad de la observación. Los factores que determinan la fragilidad visual intrínseca de un entorno son:



_ **Factores Biofísicos.** Estos factores se derivan de los elementos característicos de cada punto: pendiente, orientación, vegetación y suelo, etc.

_ **Vegetación y suelo.** Una gran densidad de vegetación, por ejemplo, disminuye la fragilidad, mientras que un contraste cromático entre suelo y vegetación la aumenta. En este sentido las situaciones de mayor fragilidad vienen definidas por manchas monocromáticas como pueden ser pinares o secanos.

_ **Pendiente.** Las pendientes bajas poseen una mayor capacidad de absorción visual, y por lo tanto menor fragilidad visual.

_ **Orientación.** La orientación S-W es más frágil debido a que existe un periodo mayor de iluminación de la zona.

_ **Factores de visualización.** Derivados de la configuración del entorno de cada punto; entran aquí los parámetros de cuenca visual, en tamaño, opacidad y forma, así como la altura del punto respecto de su cuenca visual.

_ **Factores histórico-culturales del territorio.** Esta serie de factores tienden a explicar el carácter y las formas de los paisajes en función de los procesos históricos que los ha producido y son, por tanto, determinantes en la compatibilidad de forma y función de las futuras actuaciones con el medio. Los criterios que se siguen para determinar la singularidad paisajística, y consecuentemente su fragilidad son los valores tradicionales, el interés histórico y la unicidad en edificios y parajes.

Valoración

La valoración se realizó sobre la Unidad de Paisaje definida a través de métodos cualitativos que evalúan el paisaje analizando y describiendo sus componentes, considerando las categorías alto (3), medio (2) y bajo (1). La ponderación y clasificación final (realizando la media aritmética y redondeando a la baja) se realiza de acuerdo a los siguientes rangos de escala:

VALORACIÓN	
RANGOS DE ESCALA	VALOR
BAJO	1-1,2
BAJO-MEDIO	1,3-1,5
MEDIO-BAJO	1,6-1,8
MEDIO	1,9-2,1
MEDIO-ALTO	2,2-2,4
ALTO-MEDIO	2,5-2,7
ALTO	2,8 - 3

La valoración de la calidad visual es la siguiente:



CALIDAD VISUAL		
COMPONENTE VALORADO	DESCRIPCIÓN	VALOR
MORFOLOGÍA	Relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes y excepcionales.	3
VEGETACIÓN	Variación de vegetación	2,4
AGUA	Muy presente	2,8
COLOR	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes del agua y vegetación.	3
FONDO ESCÉNICO	El fondo del mar y las montañas ejercen influencia en la calidad del conjunto.	2,8
RAREZA	No es tan común en la región	2,5
ACTUACIONES HUMANAS	La calidad escénica está afectada por modificaciones armoniosas y poco armoniosas	1,9
CALIDAD VISUAL MEDIA 2,62 (ALTO-MEDIO)		

La fragilidad visual es la siguiente:

FRAGILIDAD VISUAL		
COMPONENTE VALORADO	DESCRIPCIÓN	VALOR
PENDIENTE	Topografía plana, costera	1,5
CUENCA VISUAL	Pequeña cuenca visual	1
FORMA CUENCA VISUAL	Valle	1
COMPACIDAD	Capacidad de ocultamiento medio-alto	1,5
UNICIDAD	Los elementos paisajísticos son de singularidad moderada	2
VALOR TRADICIONAL	Alto	2,8
ACCESIBILIDAD FÍSICA	Baja	1
FRAGILIDAD VISUAL MEDIA 1,54 (BAJO-MEDIA)		

El itinerario peatonal propuesto no tendrá efectos relevantes sobre el paisaje, pudiéndose considerar que está bien integrada en el paisaje del entorno. No altera negativamente la composición del paisaje o sus elementos percibidos desde los puntos de observación principales; y no tiene un contraste significativo en el entorno donde se ubica ni reduce el valor visual del paisaje.



En resumen, y conforme a lo anterior, esta actividad cumple con las circunstancias que indican que existe integración con el paisaje. Por otra parte, la integración de la valoración de la calidad y fragilidad visual de la actuación tiene por resultado la definición de un paisaje de *calidad visual alta-media* y una *fragilidad visual baja-media*. Llegando a la una valoración de la integración paisajística: **leve**

Efecto de la actuación sobre el paisaje.

Aunque el impacto sobre el paisaje del conjunto que compondrá del palafito será leve, tal como se ha puesto de manifiesto, en todo caso, teniendo en cuenta las características visuales y la situación paisajística del entorno, se deben plantear una serie de medidas preventivas y/o correctoras para mitigar los escasos efectos negativos existentes.

_ Diseño del itinerario con elementos de madera.

_ No realizar estructuras o pasarelas que por su excesiva altura den síntomas de desarmonía dentro del paisaje.

Con todo ello, se tiene que la actuación resultante puede asumirse desde el punto de vista del paisaje, ya que si bien un cambio en la configuración espacial de la zona es inevitable, los criterios utilizados para su diseño e implantación son aquellos que minimizan cualquier impacto que sobre el medio pudiera producirse.

Conclusiones

La actuación se integra dentro de un territorio que, teniendo un alto grado de calidad, no supone ninguna singularidad paisajística relevante en el entorno donde se ubica. Debido a la situación propuesta, mayormente la zona visible corresponde a barrios cercanos.

Además de lo mencionado, la zona es poco susceptible de sufrir cambios en su fisonomía sin que suponga una gran pérdida en términos de paisaje, ya que presenta una calidad del paisaje mayor que otras, por lo que se ha minimizado dicha afección empleando elementos naturales como la madera, ocultándolo en la medida de lo posible.

Finalmente, respecto a los Recursos Paisajísticos existentes en el entorno, puede decirse que la actuación no supone un deterioro de los mismos, ni su desaparición, ni impedirá la visibilidad de los mismos.

En Donostia, agosto de 2020



Fdo. Arkaitz Lasa Adot
Arquitecto col. Nº 3.986 COAVN



6.3 ANEJO ACCESIBILIDAD

En relación al cumplimiento de accesibilidad, hay que mencionar que los puntos de acceso para llegar al ámbito de actuación no cumplen con la normativa de accesibilidad. Dentro del ámbito, el camino propuesto tampoco cumple los parámetros de accesibilidad. Por un lado, la anchura del sendero es de 1,50 porque así lo indica la Normativa vigente. Por otro lado, y debido a la orografía del lugar, la inclinación del camino peatonal varía del 0 al 6 %, no cumpliendo con la normativa de accesibilidad en cuanto a la existencia de rellanos cada 10 metros como máximo, pero se considera suficiente para garantizar la practicabilidad del sendero.

Se adjuntan a continuación las fichas de accesibilidad en el entorno urbano.



AMBITO DE APLICACIÓN: El diseño de planos y la redacción de determinaciones de los instrumentos de planeamiento, y la redacción y ejecución de proyectos de Urbanización, así como el diseño, características y colocación de mobiliario urbano.

ELEMENTOS DE URBANIZACIÓN: Se considerarán como tales; La pavimentación, abastecimiento y distribución de aguas, saneamiento y alcantarillado, distribución de energía eléctrica, gas, telefonía y telemática, alumbrado público, jardinería y aquellas otras que materialicen las indicaciones de los instrumentos de planeamiento urbanístico.



APARTADO	NORMATIVA. Decreto 68/2000 de 11 de Abril. Anejo II	PROYECTO
ITINERARIOS PEATONALES (Anejo II, Art.3.2) Públicos y Privados de uso comunitario.	ANCHO Min. General Si densidad. $d \leq 12 \text{viv/ha}$ PENDIENTE Longitudinal Transversal ALTURA Libre de paso BORDILLO acera Altura máxima. Excepcionalmente, cuando en la construcción de itinerarios peatonales aparezcan contradicciones con la normativa urbanística o sectorial concurrente en el área o sean de difícil materialización por razones topográficas, será preciso justificar la solución en un informe de los Servicios Municipales, previo a la concesión de licencia.	A = 150 cm P = 6% P = 1,5% h = >2,20m h =
PAVIMENTO (Anejo II, Art.3.3.)	Pavimentos Duros. Antideslizante y sin resaltos. Pavimentos Blandos. Suficientemente compactados, que impidan deslizamientos y hundimientos. Rejas y registros de los itinerarios y pasos peatonales, enrasados con el pavimento circundante de material antideslizante aún en mojado, serán de cuadrícula de apertura $\leq 1,0 \times 1,0$ cm, si invade el ancho mínimo. del itinerario peatonal y sino de 2,5x2,5cm. Alcorques. Serán elementos enrasados al pavimento y no deformables. De ser enrejados cumplirán con lo anteriormente dispuesto para Rejas y registros. SEÑALIZACIÓN Anejo IV: De Desniveles, Depresiones y Cambios de Cota, mediante Franjas Señalizadoras , Perpendiculares al sentido de marcha, de Anchura $\geq 1\text{m}$ y con Pavimento de textura y color diferentes.	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Rejilla=
VADOS DE VEHÍCULOS (Anejo II, Art.3.4)	El itinerario peatonal que atraviesen no debe verse afectado por pendientes superiores a las definidas para los itinerarios peatonales. Cuando lo anteriormente expuesto no pueda darse, al menos 150cm de acera respetarán dichas pendientes. Si la acera fuese de 150cm, se deberá rebajar el bordillo.	
PASO DE PEATONES (Anejo II, Art.3.5)	VADO PEATONAL. Planos inclinados: ANCHO mínimo a cota de calzada = Paso peatones PENDIENTE Longitudinal $P \leq 8\%$ Transversal $P \leq 1,5\%$ ACERA a respetar de anchura $A \geq 150$ cm En aceras estrechas rebajar la acera en todo el ancho del paso peatonal con planos inclinados que respeten las pendientes fijadas ISLETA ANCHO A nivel de calzada $A \geq 2\text{m}$. en viales con doble sentido y tres o más carriles: SEÑALIZACIÓN Anejo IV: El pavimento en las isletas y en el ancho del vado peatonal ampliado en un metro en todo su perímetro será igual a la franja señalizadora , materializado a través de baldosas u otro tipo de material con protuberancias o tetones de 25mm de \varnothing , 6mm de altura y 67mm de separación entre centros, antideslizantes y contrastadas en color.	A = P = P = A = A =
PARQUES, JARDINES, PLAZAS (Anejo II, Art.3.6)	ANCHO (CAMINOS y SENDAS) $A \geq 2,00$ m DESNIVELES Mediante Itinerario Peatonal DESNIVELES $\geq 0,40\text{m}$ Elementos continuos de protección	A = A = P =
ESCALERAS (Anejo II, Art.3.7)	DIRECTRIZ recta Directriz caracol o abanico, si huella mínima ≥ 35 cm ANCHO $A \geq 200$ cm HUELLA $h \geq 35$ cm CONTRAHUELLA $t \leq 15$ cm Prohibido sin contrahuellas Nº PELDAÑOS mínimo -máximo $3 \leq N \leq 12$ Extremo libre escalón resalto $h \geq 3$ cm DESCANSILLO. FONDO $B \geq 150$ cm PASAMANOS Para cualquier ancho Obligatorio a ambos lados Para ancho ≥ 240 cm Además intermedio uno a $H = 100 \pm 5$ cm otro a $H = 70 \pm 5$ cm Prolongación en los extremos $L = 45$ cm $H \geq 220$ cm ALTURA LIBRE bajo escalera Cerrarlo hasta 220cm Intrados del tramo inferior Antideslizante PAVIMENTO $A = 5-10\text{cm}$, antideslizantes y de BANDAS en borde peldaño textura y color diferentes	Directriz = A = h = t = Nº = h = B = H = H = L = H = A =

19/10/2020
 COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE NAVARRA
 EUSKAL HERRIKO ARKITEKTEN ELKARTEGIA
 DELEGACION EN BIZKAIA
 BIZKAKO ORDIZGARITZA
 VISADO BISATUA

SEMAFOROS (Anejo II, Art.4.2.2.1)	Contarán con señal acústica, con emisores orientados hacia el otro lado de la calzada, recomendable emisor de activación a distancia por el discapacitados. h = 90-120cm Semáforos manuales , pulsador h = 90-120cm	<input type="checkbox"/>
TELEFONOS (Anejo II, Art.4.2.2.2)	RESERVA Si se instalan aislados Accesibles Minusválidos Si hay agrupación 1 /10 o fracción. En los Locutorios Un teléfono adaptado (a personas con problemas de comunicación) Cabinas y Locutorios Cumplirán parámetros accesibilidad en los edificios TELEFONO ACCESIBLE Acceso frontal a su uso, espacio libre $\varnothing \geq 180\text{cm}$ Aparatos, diales, monederos y tarjeteros h = 90cm Repisa h = 80cm Bajo libre h = 70cm Baterías Teléfonos Laterales primero y último hasta el suelo	Nº reservas = $\varnothing =$ h = <input type="checkbox"/>
MAQUINAS EXPENDEDORAS (Anejo II, Art.4.2.2.4)	Incorporarán sistema Braille, altorrelieve y macrocaracteres Diales y Monederos h = 90cm Recogida de billetes o productos h = 70cm	<input type="checkbox"/>
CONTEDORES, PAPELER., BUZON, o análogos (Anejo II, Art.4.2.2.5)	BOCAS h = 90cm CONTENEDORES Fuera del itinerario peatonal	h = <input type="checkbox"/>
FUENTES y BEBEDE. (Anejo II, Art.4.2.2.6)	Aproximación a cota Rejillas antideslizantes en seco y mojado $\geq 2,5\text{cm} \times 2,5\text{cm}$ Si el accionamiento es manual h $\leq 90\text{cm}$	<input type="checkbox"/>
BANCOS (Anejo II, Art.4.2.2.7)	Asiento con respaldo y reposabrazos h = 40-50cm Reposabrazos h = 20-25cm Distancia máxima entre varios bancos d = 50m Complementariamente a los anteriores y ajustándose a las condiciones ergonómicas para sentarse y levantarse se podrán utilizar otros.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> d =
BOLARDOS (Anejo II, Art.4.2.2.8)	Los Bolardos o Mojones serán visibles por color y volumen, no susceptibles de enganches.	
P. INFORMACION (Anejo II, Art.4.2.2.9)	Sistemas de Información Interactivo (Anejo IV) Acceso con espacio libre $\varnothing \geq 180\text{cm}$ Teclado, ligeramente inclinado h = 90-120cm Pantalla entre 30-40º inclinación h = 100-140cm	$\varnothing =$ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
PARADA AUTOBUS MARQUESINA (Anejo II, Art.4.2.2.10)	En zona de espera y andén un lateral de ancho libre 180cm Si tiene asientos h = 40-50cm Si tiene elementos transparentes: 2 Bandas señal a = 20cm, colocadas una a h = 90cm otra a h = 150cm Parada por plataforma desde la acera, tendrá mismo pavimento que esta y podrá tener bordillo a 20cm.	A = <input type="checkbox"/>
MOSTARDOS y VENTANILLAS (Anejo II, Art.4.2.2.11)	Altura máxima h $\leq 110\text{cm}$ Dispondrá de un tramo de mostrador de: L = 120cm h = 80cm F = 50cm h = 70cm con hueco libre inferior de	h = <input type="checkbox"/>
ELEMENTOS PROVISIONALES. Protección y Señalización (Anejo II, Art.4.3)	La protección será mediante vallas estables y continuas que no tengan cantos vivos, no autodeslizantes y resistan al vuelco. Prohibido la sustitución de vallas por mallas, cuerdas, cables o similares Distancia del vallado a zanjas, acopios, etc d $\geq 50\text{cm}$ Luces Rojas , deberán tener los elementos de protección y permanecerán encendidas en horarios de iluminación insuficiente. Itinerario peatonal garantizado a $\geq 150\text{cm}$ Si la acera fuese menor de 150cm a = Acera Elementos de andamiaje arriostrando a h $\leq 220\text{m}$, deberán ser señalizados y protegidos adecuadamente hasta el suelo en longitudinal al itinerario.	d = a =
OBSERVACIONES		

COAVN
 COLLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS VASCO-NAVARRO
 EUSKAL HERRIKO ARKITEKTEN ELKARTEGIA OFIZIALA
 DELEGACION EN BIZKAIA
 BIZKAKO ORDEZKARITZA
 9/10/2020
 VISADO BISATUA

Fdo. EL ARQUITECTO: Arkaitz Lasa Adot. Coavn nº 3.986



B PLANOS

PROYECTO DE EJECUCIÓN

Adecuación de itinerarios peatonales en el estuario de la ría de Oka. Tramos Enderika (Kortezubi) y Ozollo (Gautegiz-Arteaga).

Reserva de la Biosfera de Urdaibai
Bizkaia

Promotor Servicio de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. *Dirección de Patrimonio natural y Cambio climático. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda.*

Arquitecto Arkaitz Lasa Adot (COAVN nº3.986)

Agosto 2020



19/10/2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS VASCO-NAVARRO
EUSKAL HERRIKO ARKITEKTOEN ELKARGO OFIZIALA
DELEGACION EN BIZKAIA
BIZKAIAK OREZKARITZA

VISADO BISATUA



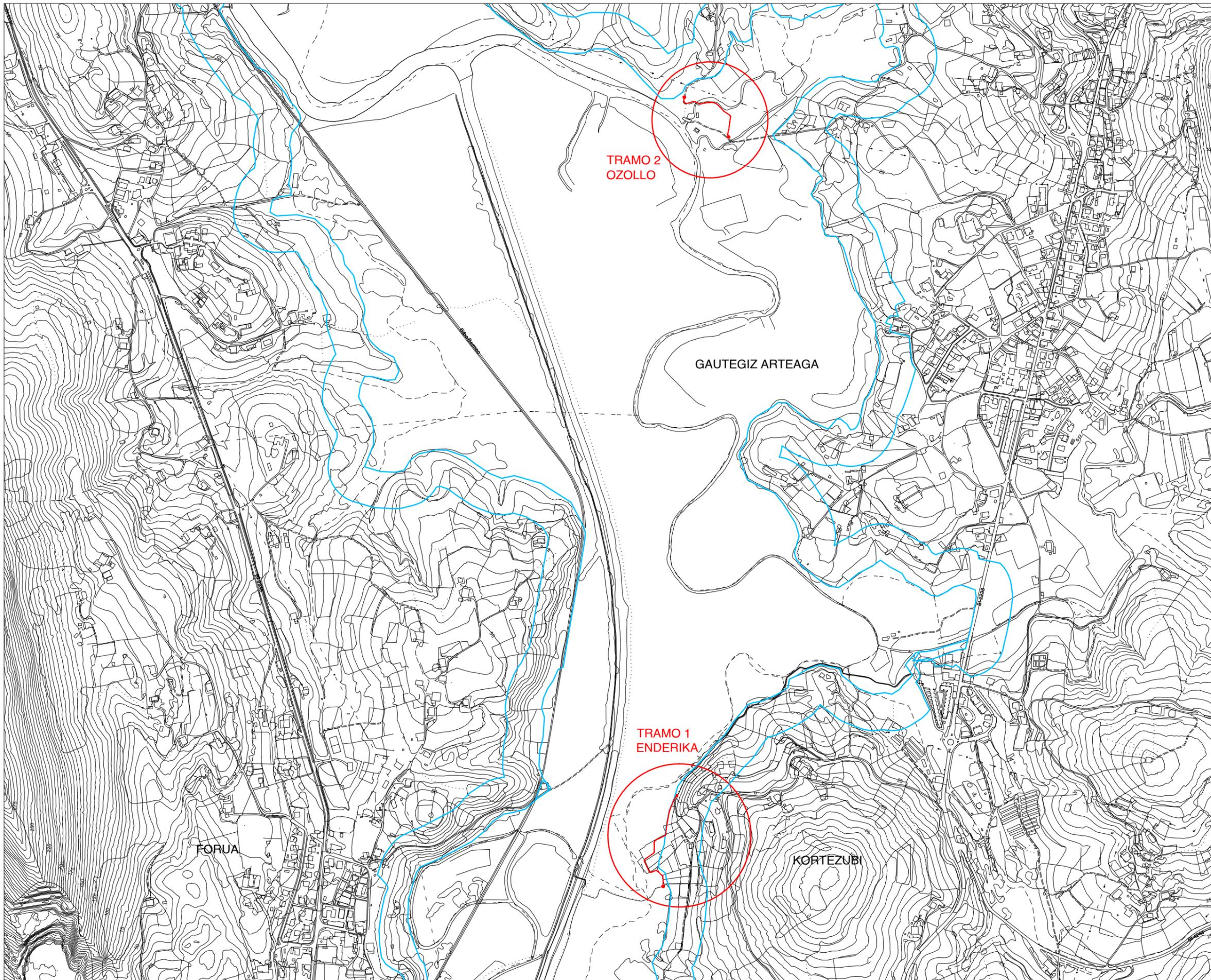
B PLANOS**INFORMACION PREVIA**

IP01 SITUACIÓN	1/10.000
IP02 EMPLAZAMIENTO TRAMO 1 ENDERIKA	1/2.000
IP03 EMPLAZAMIENTO TRAMO 2 OZOLLO.....	1/2.000
IP04 TOPOGRÁFICO ESTADO ACTUAL ENDERIKA	1/250
IP05 TOPOGRÁFICO ESTADO ACTUAL OZOLLO	1/250

ARQUITECTURA

E01 TRAMO 1-A ENDERIKA.....	1/250
E02 TRAMO 1-B ENDERIKA.....	1/250
O01 TRAMO 2-A OZOLLO	1/250
O02 TRAMO 2-B OZOLLO	1/250
D01 DETALLES.....	1/15





SITUACIÓN e: 1/10.000

IP01



INF. PREVIA
SITUACIÓN
A3: 1/10.000

ADECUACIÓN DE ITINERARIOS
PEATONALES EN EL
ESTUARIO DE LA RÍA DE OKA.
TRAMOS
ENDERIKA (KORTEZUBI) Y
OZOLLO
(GAUTEGIZ-ARTEAGA)

Gauzatzte Proiektua | Proyecto Ejecución

Reserva de la Biosfera de Urdaibai
Bizkaia

2020 Abuztua | Agosto 2020

Eragilea | Promotor
Servicio técnico de la RBU.
Dirección de Patrimonio Natural y
Cambio Climático. Departamento de
Medio Ambiente, Planificación
Territorial y Vivienda.

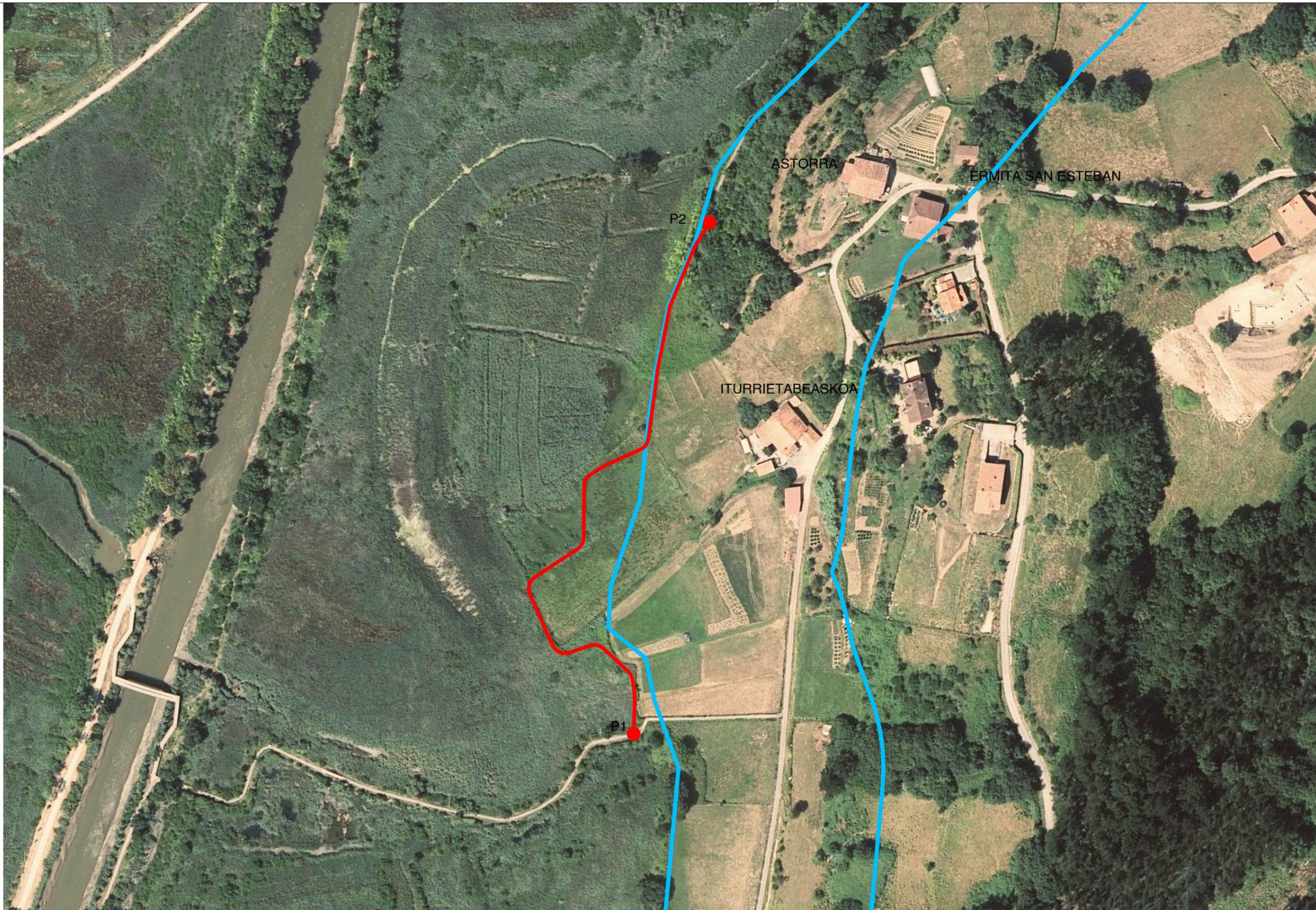


Arkitektoa | Arquitecto
ARKAITZ LASA ADOT
e-mail: arkaizlasa@coavn.org
tel 619405821

Arkaiz



19/10/2020
COAVN
EUSKAL HERRIKO ARKITEKTEN ELKARGO OFIZIALA
DELEGACION EN BIZKAIA
BIZKAIA ORDEZKARITZA
VISADO BISATUA



SITUACIÓN TRAMO 1 e: 1/2.000

 DOMINIO PÚBLICO MARITIMO TERRESTRE
 TRAMO 1 ENDERIKA

P1



P2



IP02



INF. PREVIA
EMPLAZAMIENTO
TRAMO 1

A3: 1/2.000

ADECUACIÓN DE ITINERARIOS
PEATONALES EN EL
ESTUARIO DE LA RÍA DE OKA.
TRAMOS
ENDERIKA (KORTEZUBI) Y
OZOLLO
(GAUTEGIZ-ARTEAGA)

Gauzatez Proiektua | Proyecto Ejecución

Reserva de la Biosfera de Urdaibai
Bizkaia

2020 Abuztua | Agosto 2020

Eragilea | Promotor
Servicio técnico de la RBV.
Dirección de Patrimonio Natural y
Cambio Climático. Departamento de
Medio Ambiente, Planificación
Territorial y Vivienda.



Arkitektoa | Arquitecto
ARKAITZ LASA ADOT
e-mail: arkaitzlasa@coavn.org
tel 619405821

Arkaitz



COAVN
 COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS VASCO-NAVARRO
 EUSKAL HERRIKO ARKITEKTEN ELKARGO OFIZIALA
 DELEGACION EN BIZKAIA
 BIZKAIA ORDEZKARITZA
 19/10/2020
 VISADO BISATUA



SITUACIÓN TRAMO 2 e: 1/2.000

 DOMINIO PÚBLICO MARITIMO TERRESTRE
 TRAMO 2 OZOLLO



P1



P2

IP03



INF. PREVIA
EMPLAZAMIENTO
TRAMO 2 OZOLLO
A3: 1/2.000

ADECUACIÓN DE ITINERARIOS
 PEATONALES EN EL
 ESTUARIO DE LA RÍA DE OKA.
 TRAMOS
 ENDERIKA (KORTZUBI) Y
 OZOLLO
 (GAUTEGIZ-ARTEAGA)

Gauzatez Proiektua | Proyecto Ejecución

Reserva de la Biosfera de Urdaibai
Bizkaia

2020 Abuztua | Agosto 2020

Eragilea | Promotor
 Servicio técnico de la RBU.
 Dirección de Patrimonio Natural y
 Cambio Climático. Departamento de
 Medio Ambiente, Planificación
 Territorial y Vivienda.



Arkitektoa | Arquitecto
 ARKAITZ LASA ADOT
 e-mail: arkaitzlasa@coavn.org
 tel 619405821

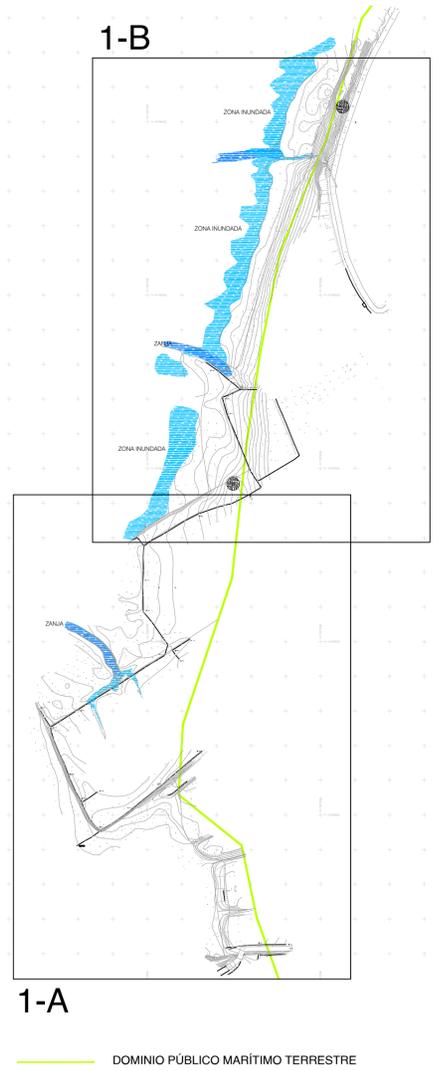
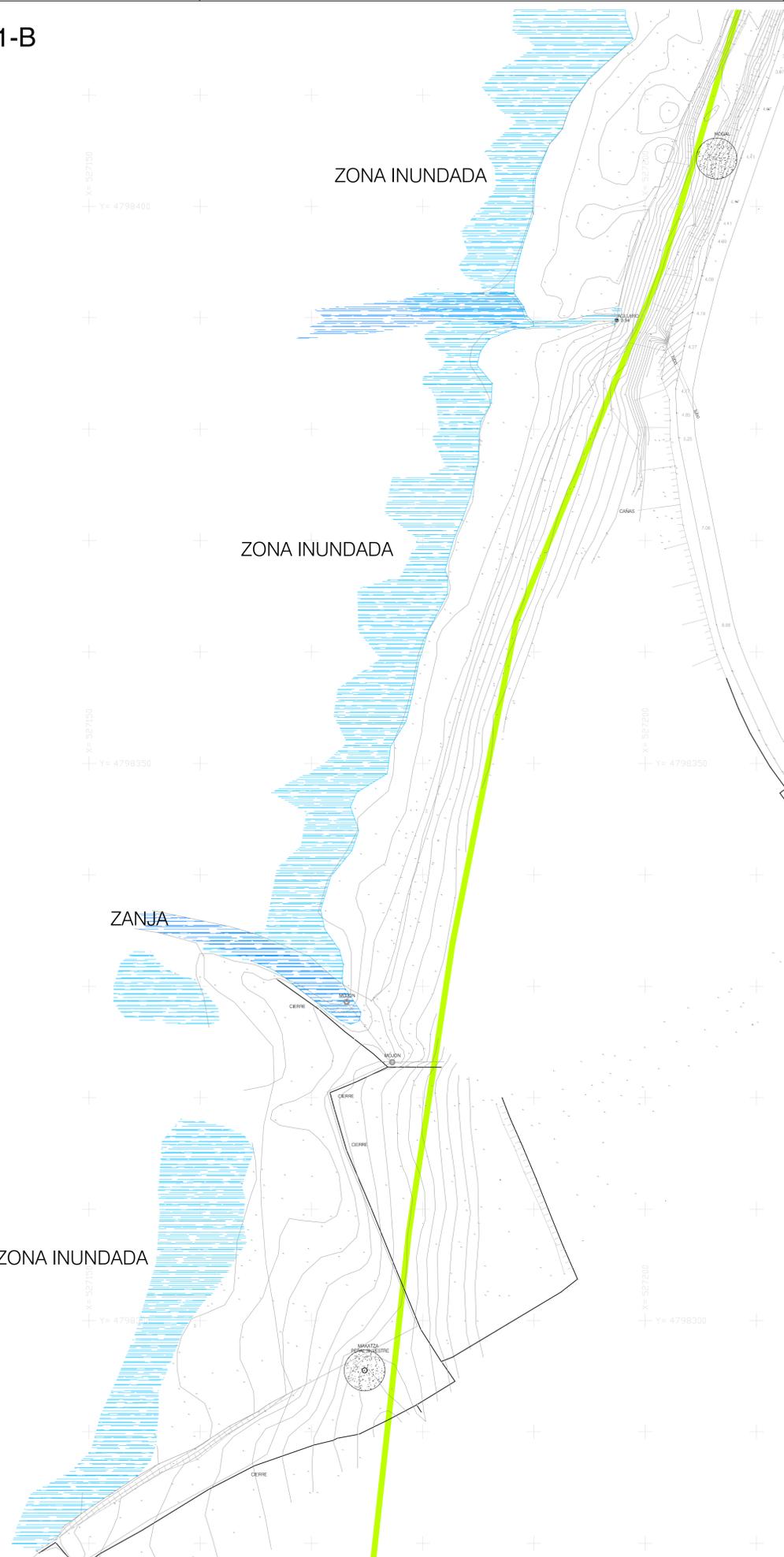
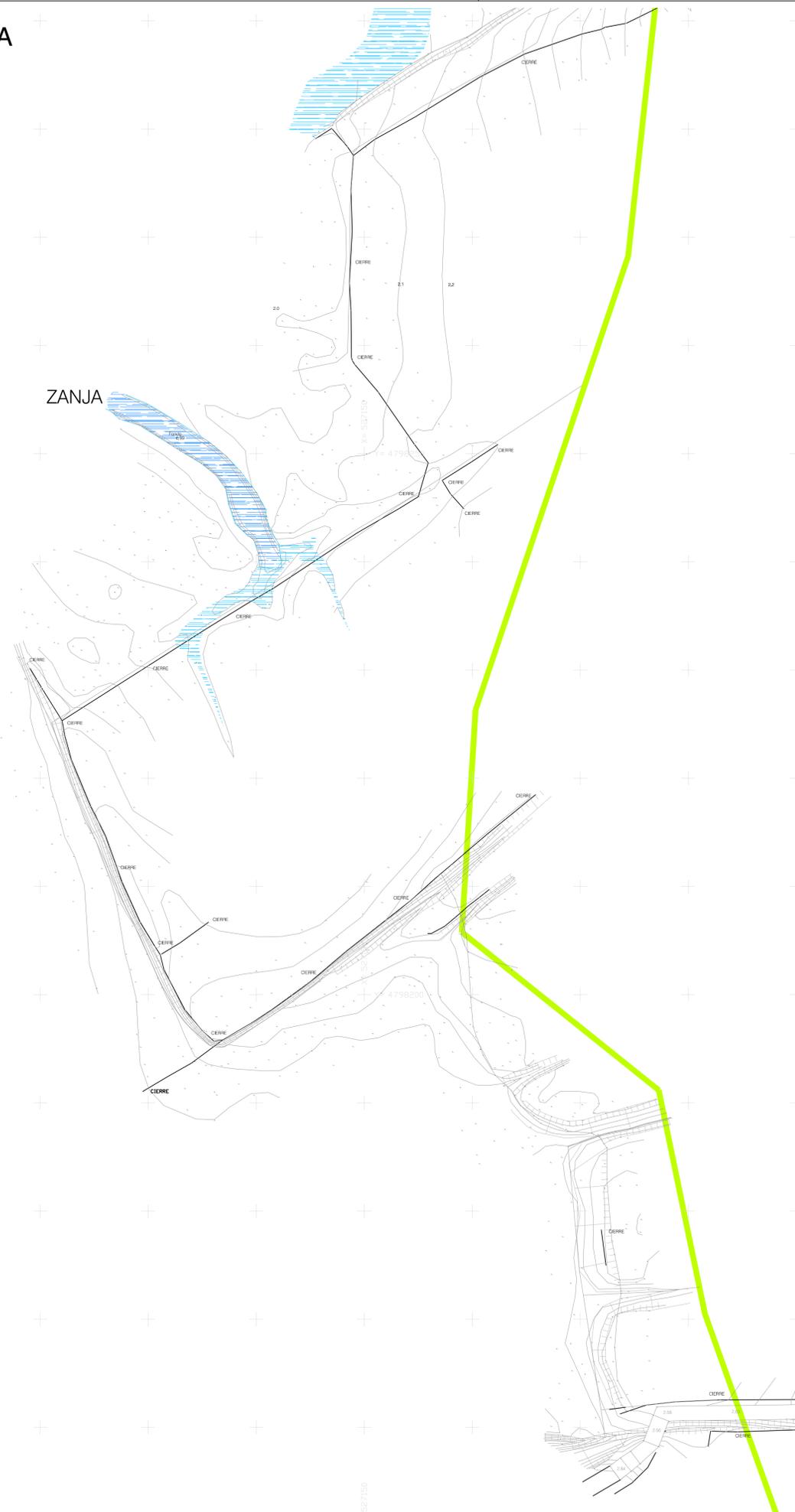
Arkaitz



COAVN
 COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS VASCO-NAVARRO
 EUSKAL HERRIKO ARKITEKTEN ELKARGO OFIZIALA
 DELEGACION EN BIZKAIA
 BIZKAIA ORDIZABARITZA
 19/10/2020
VISADO BISATUA

1-A

1-B



1-A

DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE

IP04

ESTADO ACTUAL
TRAMO ENDERIK

A1:1/250

ADECUACIÓN DE ITINERARIOS
PEATONALES EN EL
ESTUARIO DE LA RÍA DE OKA.
TRAMOS
ENDERIK(KORTEZUBI) Y
OZOLLO
(GAUTEGIZ-ARTEAGA)

Gauzatez Proiektua | Proyecto Ejecución

Reserva de la Biosfera de Urdaibai
Bizkaia

2020 Abuztua | Agosto 2020

Eragilea | Promotor
Servicio técnico de la RBU.

Dirección de Patrimonio Natural y
Cambio Climático. Departamento de
Medio Ambiente, Planificación
Territorial y Vivienda.

Arkitektoa | Arquitecto
ARKAITZ LASA ADOT
e-mail: arkaitzlasa@coavn.org
tel 619405821

Arkaitz

COAVN
CONSEJO REGULADOR DE ANÁLISIS TECNOLÓGICOS Y CALIDAD
EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN Y EL BARRIO
EJECUCIÓN DEL BARRIO
BARRIO OZOLLO
BARRIO OZOLLO

18/10/2020
VISADO BISATUA



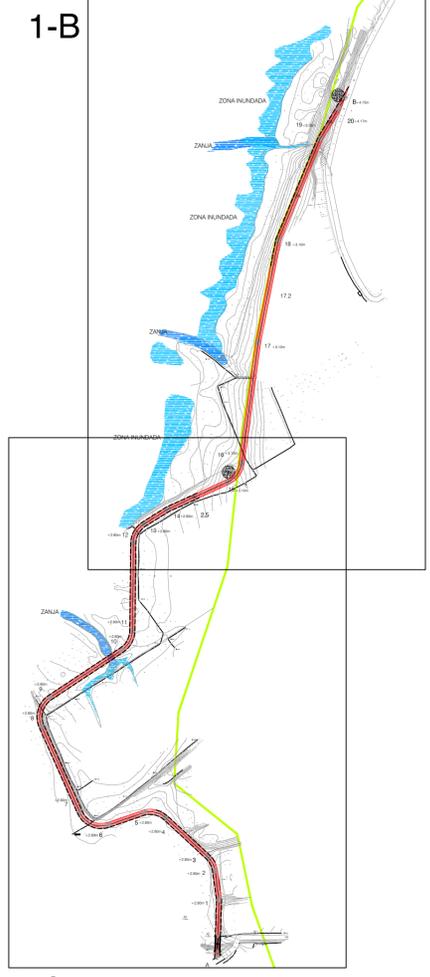
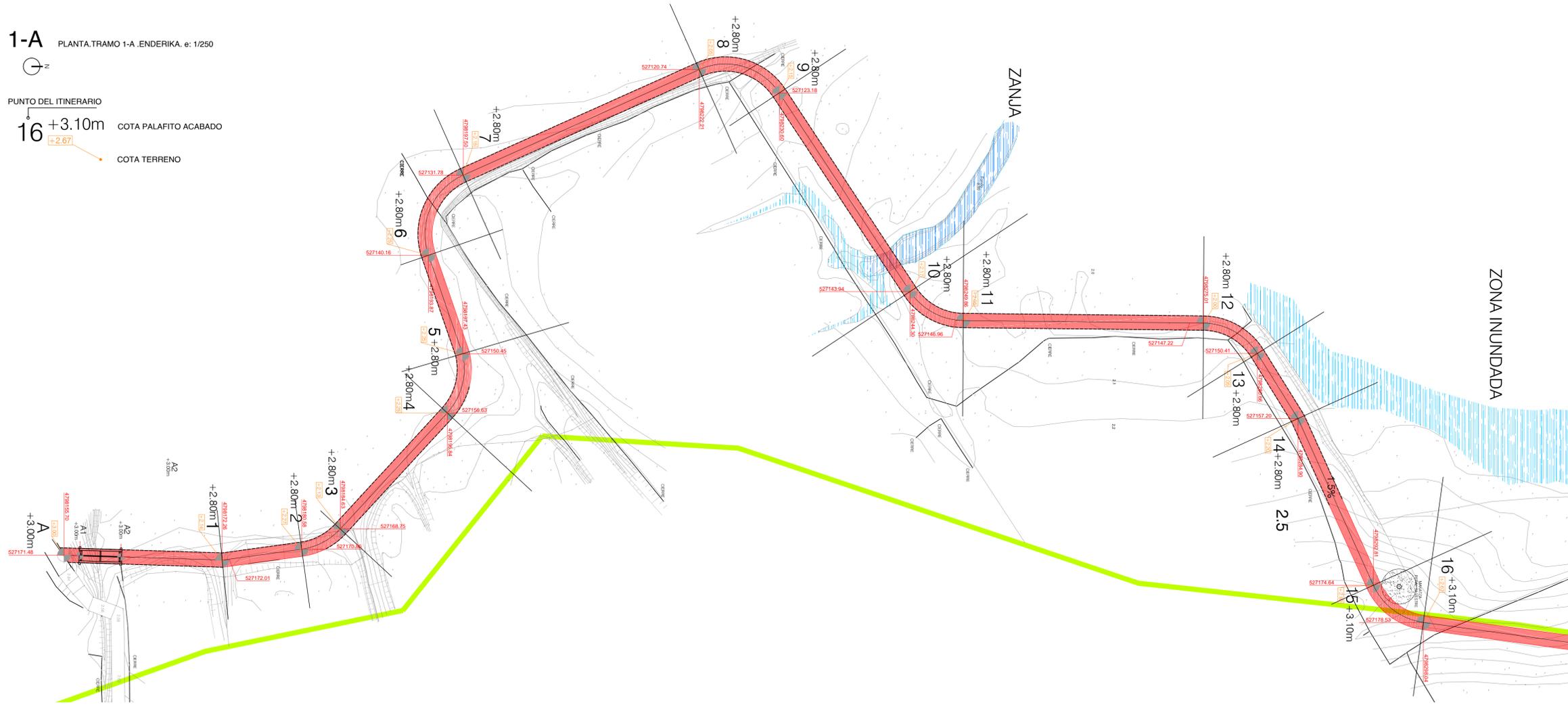
1-A PLANTA TRAMO 1-A. ENDERIK. e: 1/250



PUNTO DEL ITINERARIO

16 +3.10m COTA PALAFITO ACABADO

+2.67 COTA TERRENO

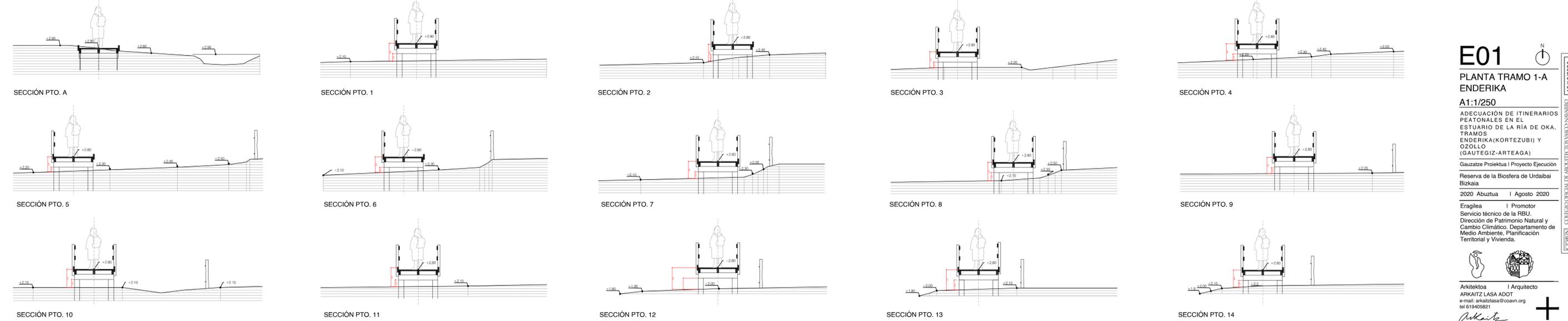


1-A
 — DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE
 — TRAZADO PROPUESTO
 - - - BARANDILLA

SECCIÓN LONGITUDINAL EJE PALAFITO. TRAMO 1-A. ENDERIK. e: 1/250



SECCIONES TRANSVERSALES e: 1/75



E01

PLANTA TRAMO 1-A
 ENDERIK

A1:1/250

ADECUACIÓN DE ITINERARIOS PEATONALES EN EL ESTUARIO DE LA RÍA DE OKA. TRAMOS ENDERIK (KORTEZUBI) Y OZOLLO (GAUTEGIZ-ARTEAGA)

Gauzate Proiektua | Proyecto Ejecución

Reserva de la Biosfera de Urdaibai Bizkaia

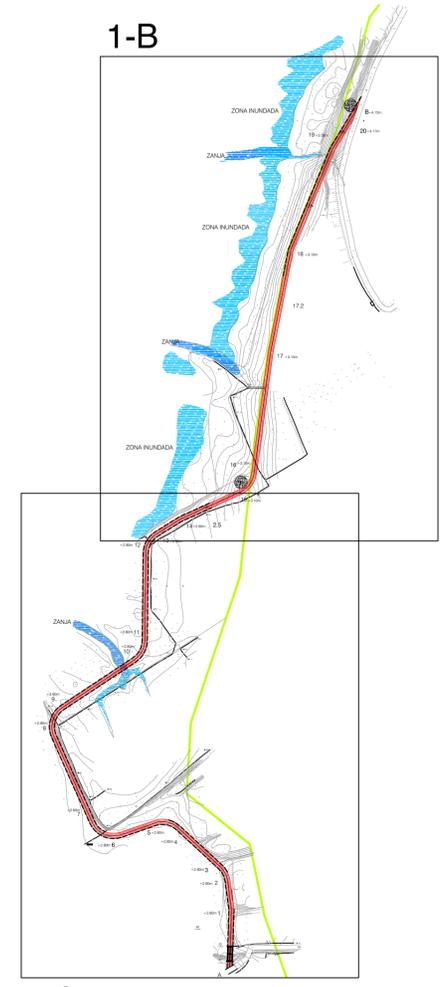
2020 Abuztua | Agosto 2020

Eragilea | Promotor

Servicio técnico de la RBV.
 Dirección de Patrimonio Natural y Cambio Climático. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda.

Arkitektoa | Arquitecto
 ARKAITZ LASA ADOT
 e-mail: arkaitzlasa@coavn.org
 tel 619405821

Arkaitz



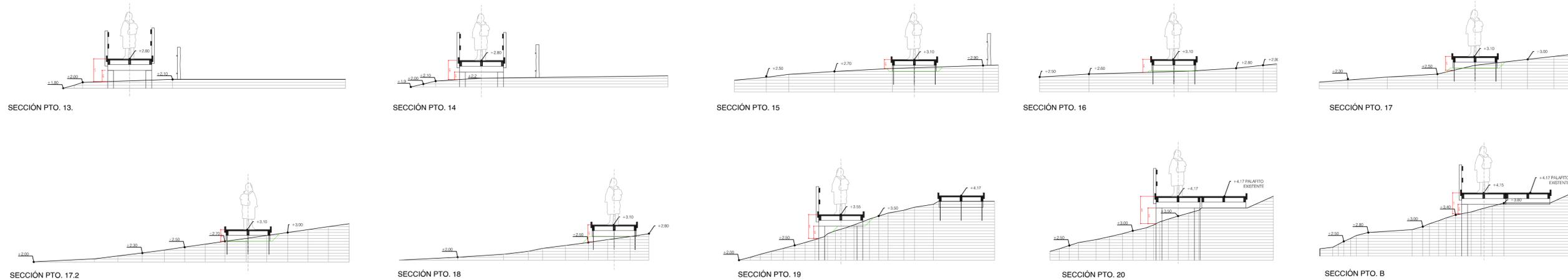
PLANTA TRAMO 1-B. ENDERIKA. e: 1/250

PUNTO DEL ITINERARIO
16 +3.10m COTA PALAFITO ACABADO
 +2.67 COTA TERRENO

SECCIÓN LONGITUDINAL EJE PALAFITO. TRAMO 1-A. ENDERIKA. e: 1/250



SECCIONES TRANSVERSALES e: 1/75



E02

PLANTA TRAMO 1-B
 ENDERIKA

A1:1/250

ADECUACIÓN DE ITINERARIOS
 PEATONALES EN EL
 ESTUARIO DE LA RÍA DE OKA.
 TRAMOS
 ENDERIKA (KORTEZUBI) Y
 OZOLLO
 (GAUTEGIZ-ARTEAGA)

Gauzatzeko proiektua / Proyecto de Ejecución

Reserva de la Biosfera de Urdaibai
 Bizkaia

2020 Abuztua / Agosto 2020

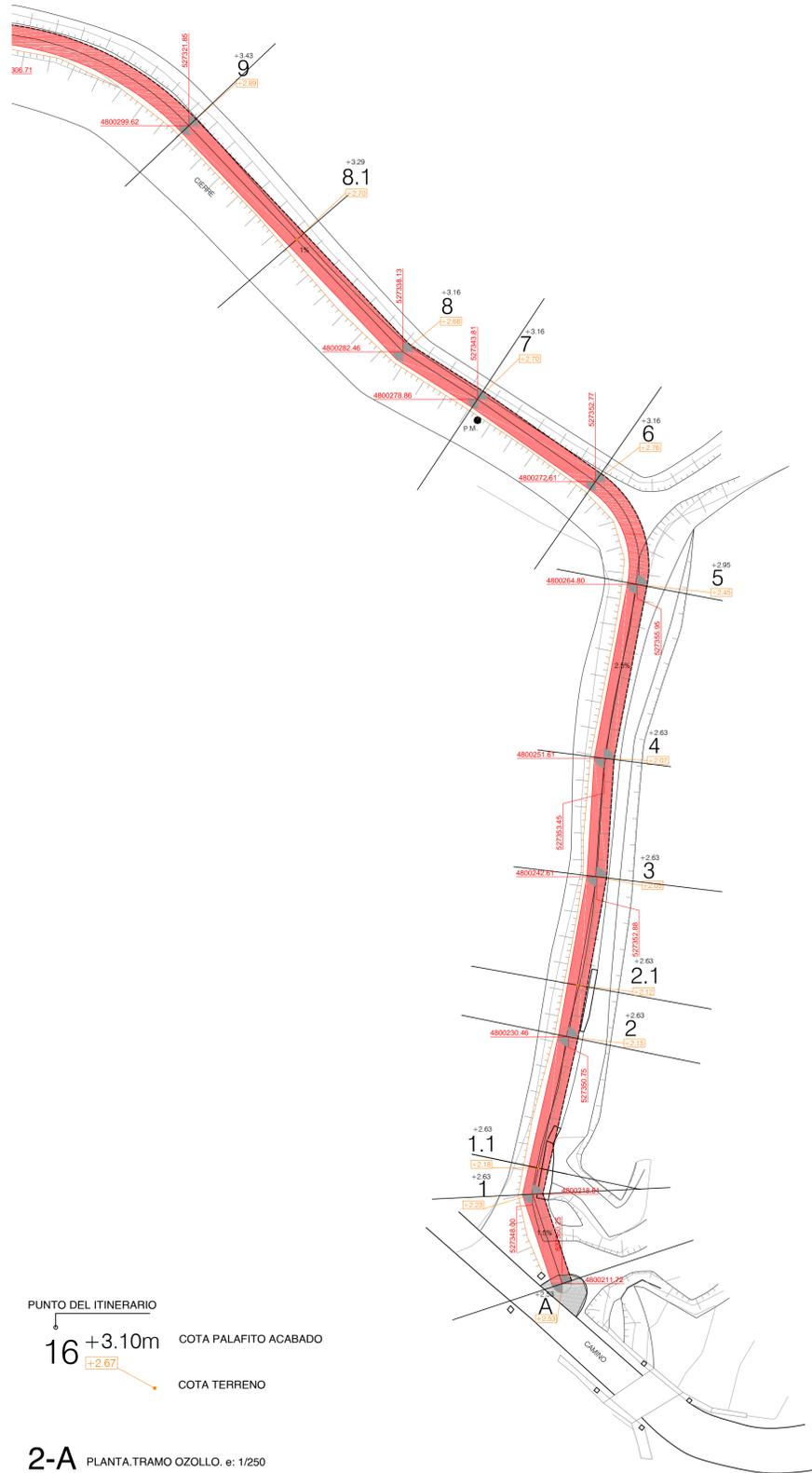
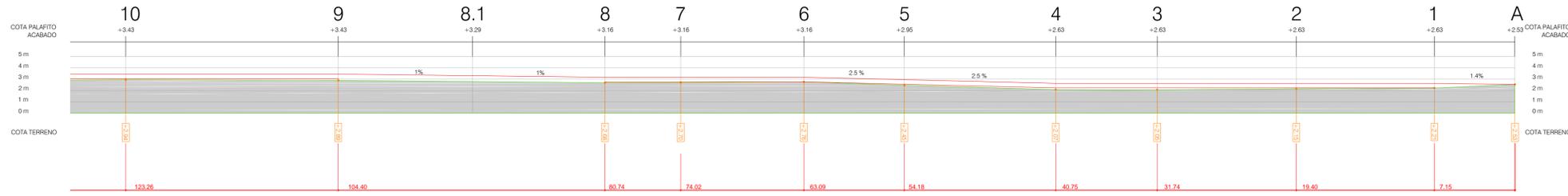
Eragilea / Promotor
 Servicio técnico de la RBU.
 Dirección de Patrimonio Natural y
 Cambio Climático. Departamento de
 Medio Ambiente, Planificación
 Territorial y Vivienda.



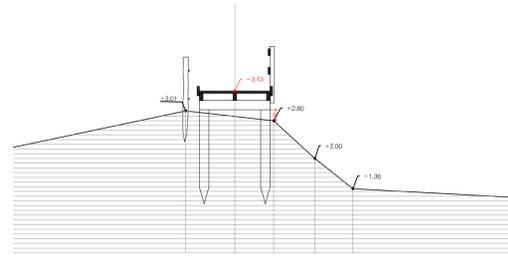
Arkitektoa | Arquitecto
 ARKAITZ LASA ADOT
 e-mail: arkaitzlasa@coavn.org
 tel 619405821

COAVN
 CONSEJO REGULADOR DE OBRAS DE INGENIERIA CIVIL
 EUSKAL HERRIKO INGENIERIAZKO OBRERAKO ENBARKO OZTUNA
 DELEGACION EN BIZKAIA
 EDIFICIO ORIZABE
 18/10/2020
VISADO BISATUA

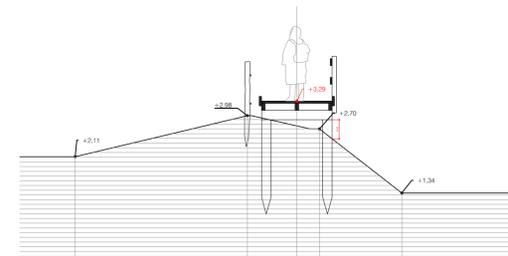
SECCIÓN EJE CAMINO B-A. ESCALA: 1/250 .TRAMO OZOLLO.



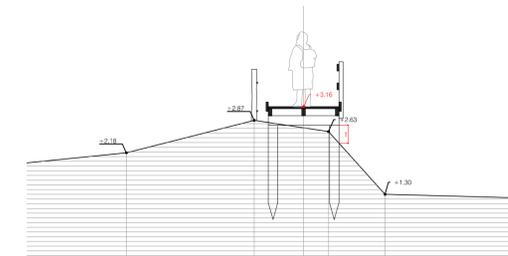
— TRAZADO PROPUESTO
 - - - - - BARANDILLA.



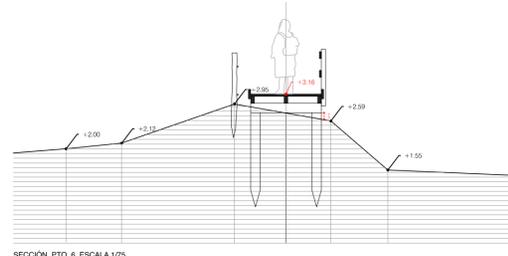
SECCIÓN PTO. 9 ESCALA 1/75



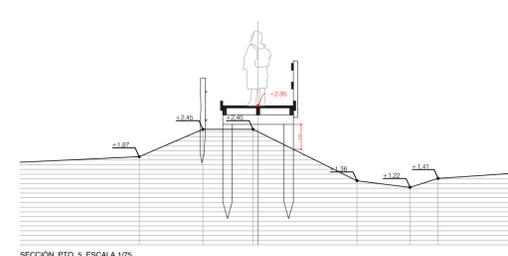
SECCIÓN PTO. 8.1 ESCALA 1/75



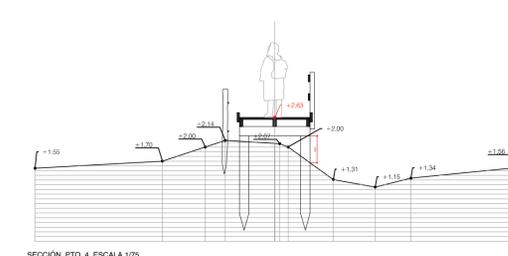
SECCIÓN PTO. 7 ESCALA 1/75



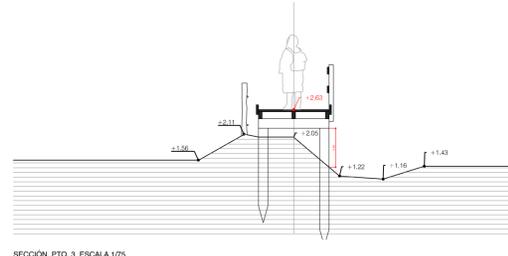
SECCIÓN PTO. 6 ESCALA 1/75



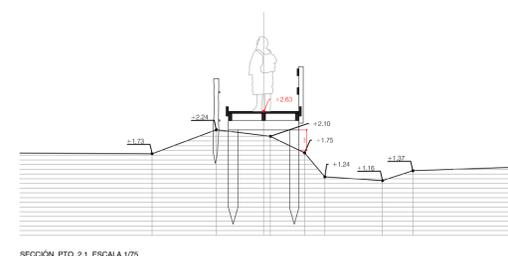
SECCIÓN PTO. 5 ESCALA 1/75



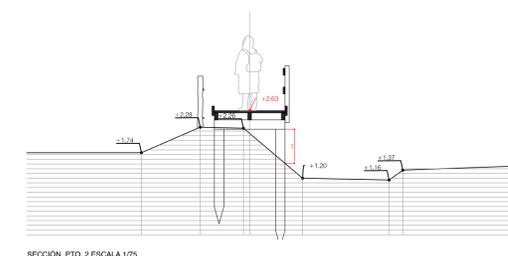
SECCIÓN PTO. 4 ESCALA 1/75



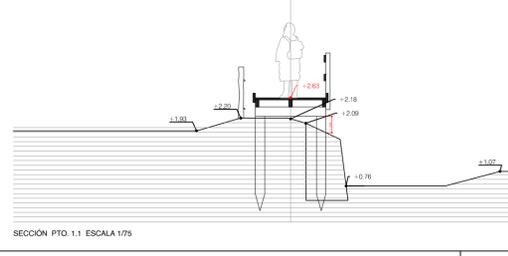
SECCIÓN PTO. 3 ESCALA 1/75



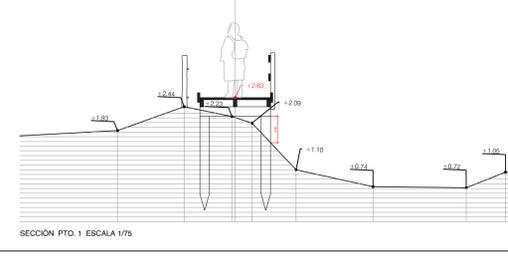
SECCIÓN PTO. 2.1 ESCALA 1/75



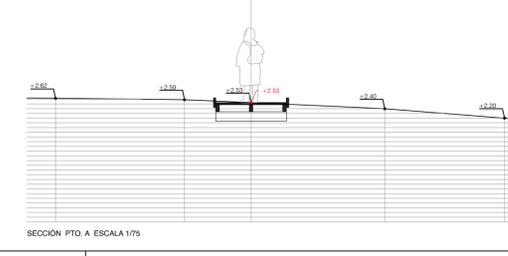
SECCIÓN PTO. 2 ESCALA 1/75



SECCIÓN PTO. 1.1 ESCALA 1/75



SECCIÓN PTO. 1 ESCALA 1/75

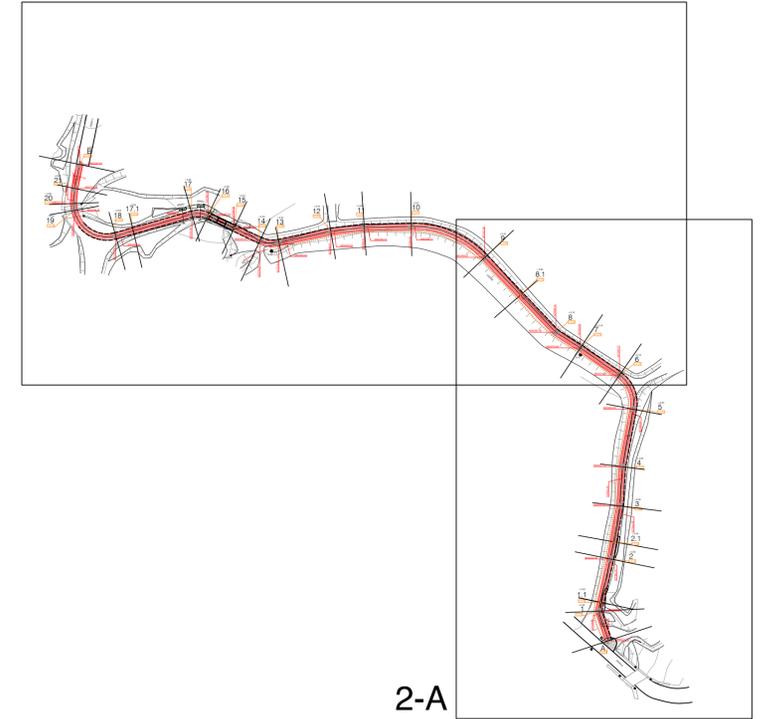


SECCIÓN PTO. A ESCALA 1/75

PUNTO DEL ITINERARIO
 16 +3.10m COTA PALAFITO ACABADO
 +2.67m COTA TERRENO

2-A PLANTA. TRAMO OZOLLO. e: 1/250

2-B



2-A

001

PLANTA
 TRAMO 2A OZOLLO

A1:1/250 1/75
 ADECUACIÓN DE ITINERARIOS
 PEATONALES EN EL
 ESTUARIO DE LA RÍA DE OKA.
 TRAMOS
 ENDERIKA (KORTEZUBI) Y
 OZOLLO
 (GAUTEGIZ-ARTEAGA)

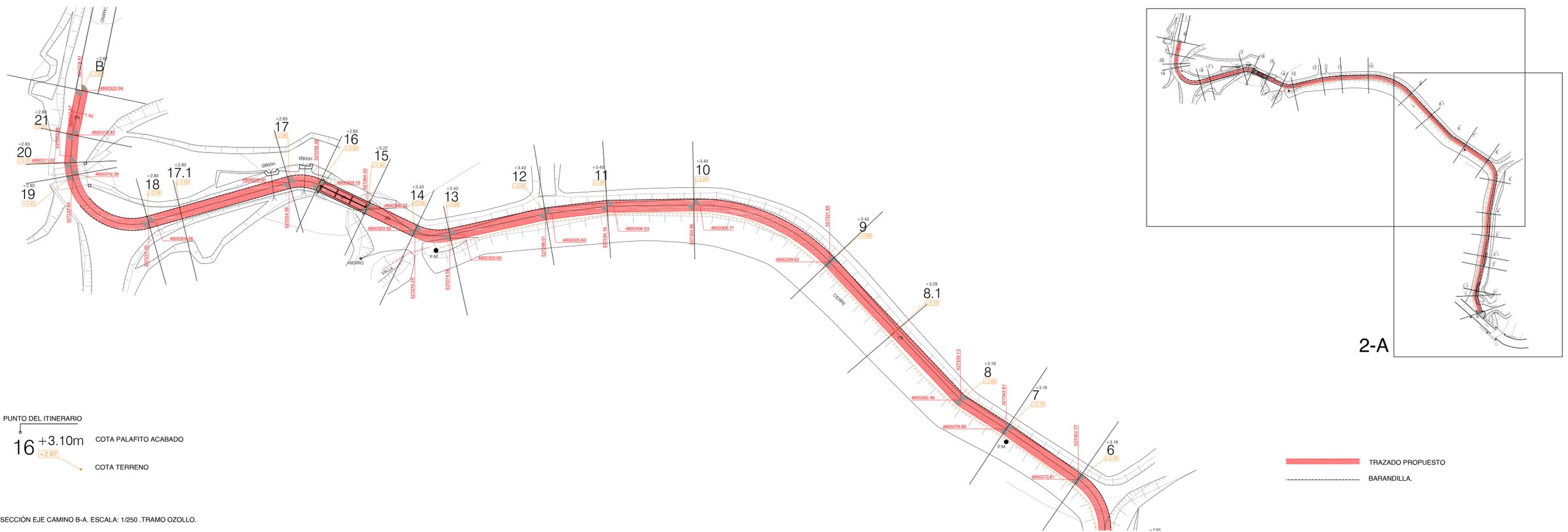
Gauzatez proiektua | Proyecto Ejecución
 Reserva de la Biosfera de Urdaibai
 Bizkaia
 2020 Maiatza | Mayo 2020
 Eragilea | Promotor
 Servicio técnico de la RBU.
 Dirección de Patrimonio Natural y
 Cambio Climático. Departamento de
 Medio Ambiente, Planificación
 Territorial y Vivienda.

Arkitektoa | Arquitecto
 ARKAITZ LASA ADOT
 e-mail: arkaitzlasa@coavn.org
 tel 619405821
 Arkaitz

COAVN
 CONSEJO REGULADOR DE OBRAS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 EUSKALHERRIKO ARQUITECTURAREN ELKARTEKO OZOLLO
 BEZARTEKO ETXAN
 BERRAZO DORAZARTELA

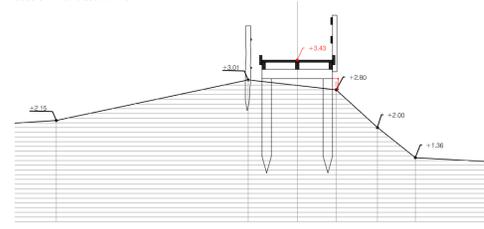
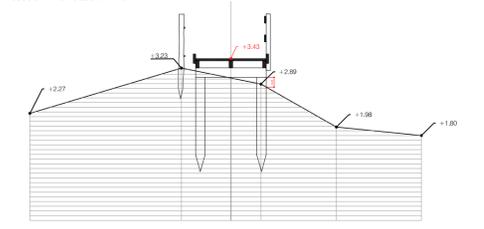
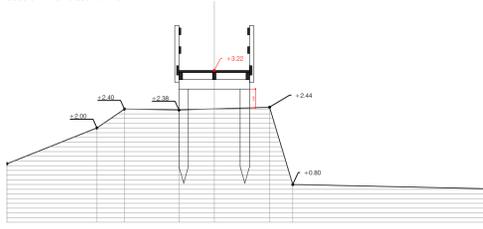
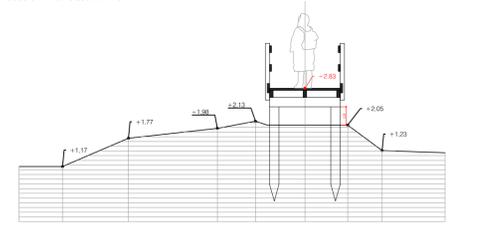
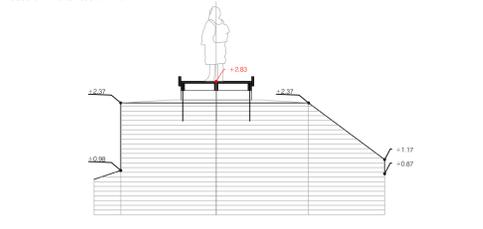
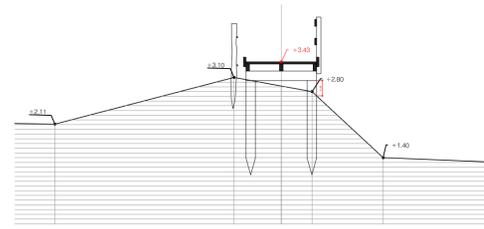
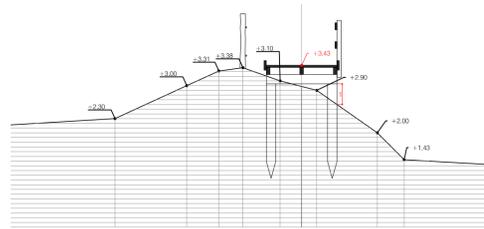
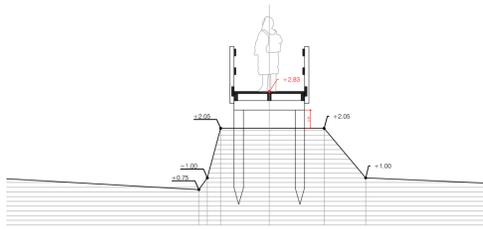
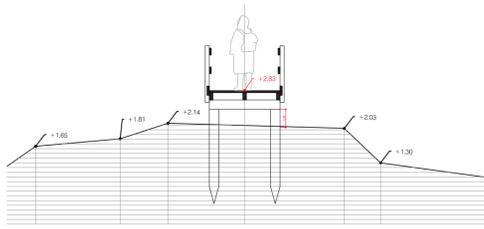
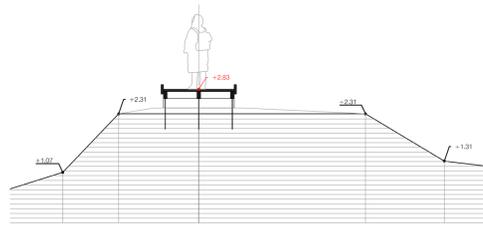
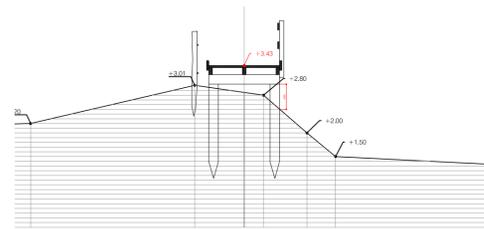
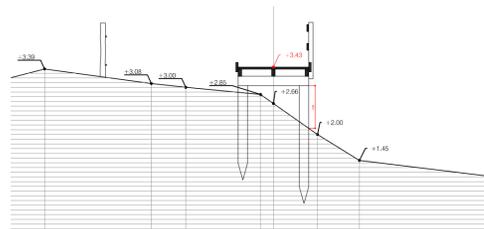
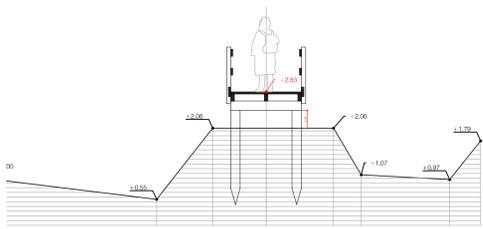
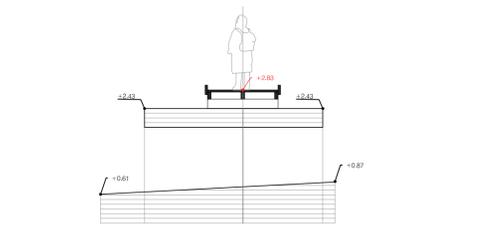
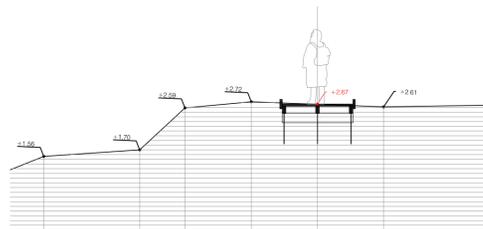
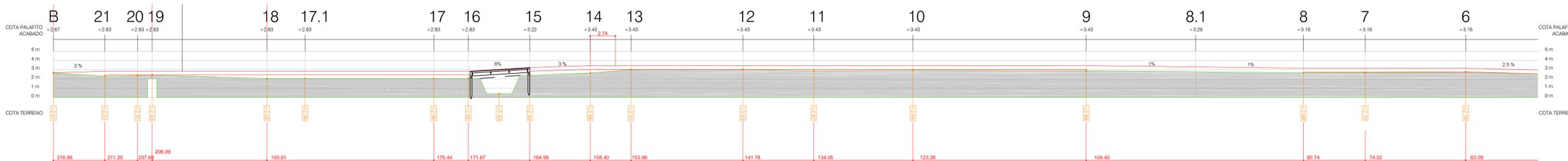
VISADO BISATUA

19/10/2020



PUNTO DEL ITINERARIO
 16 +3.10m COTA PALAFITO ACABADO
 +2.67 COTA TERRENO

SECCIÓN EJE CAMINO B-A. ESCALA: 1/250. TRAMO OZOLLO.



002

PLANTA
 TRAMO 2B OZOLLO
 A1:1/250 1/75
 ADECUACIÓN DE ITINERARIOS
 PEATONALES EN EL
 ESTUARIO DE LA RÍA DE OKA,
 TRAMOS
 ENDERKA (KORTEZUBI) Y
 OZOLLO
 (GAUTEGIZ-ARTEAGA)

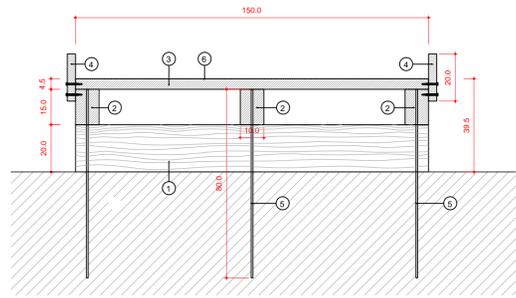
Gauzatez proiektua | Proyecto Ejecución
 Reserva de la Biosfera de Urdaibai
 Bizkaia
 2020 Abuztua | Agosto 2020
 Eragilea | Promotor
 Servicio técnico de la RBU.
 Dirección de Patrimonio Natural y
 Cambio Climático. Departamento de
 Medio Ambiente, Planificación
 Territorial y Vivienda.

Arkitektoa | Arquitecto
 ARKAITZ LASA ADOT
 e-mail: arkaitzlasa@coavn.org
 tel 619405821
 Arkaitz

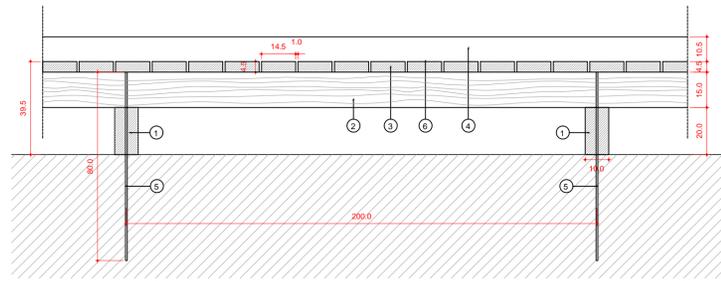
CUADRO GENERAL DE ANEXOS Y PLANOS
 EUSKAL HERRIKO ARKITEKTURAN ENBARKO OZOLLO
 BELEGAKO ET. BIZKAIA
 BEGARRA OZOLLOA

VISADO BISATUA
 18/10/2020

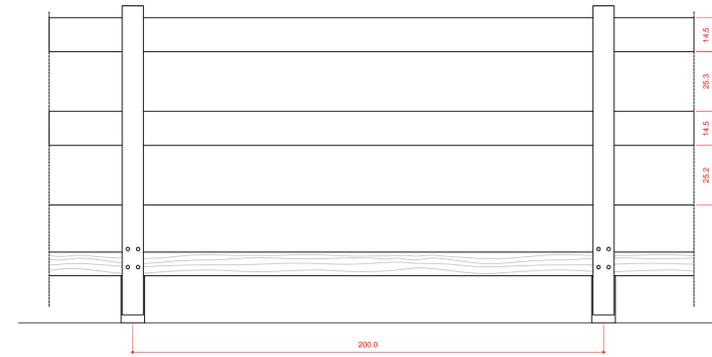
PALAFITO APOYADO



SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO PALAFITO e:1/15 COTAS EN CENTÍMETROS

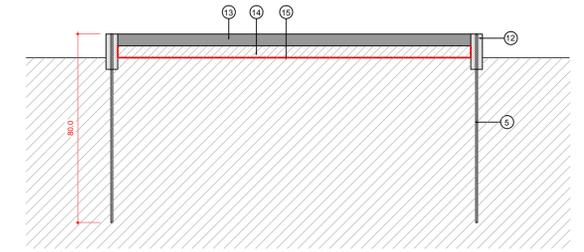


SECCIÓN LONGITUDINAL TIPO PALAFITO e:1/15 COTAS EN CENTÍMETROS



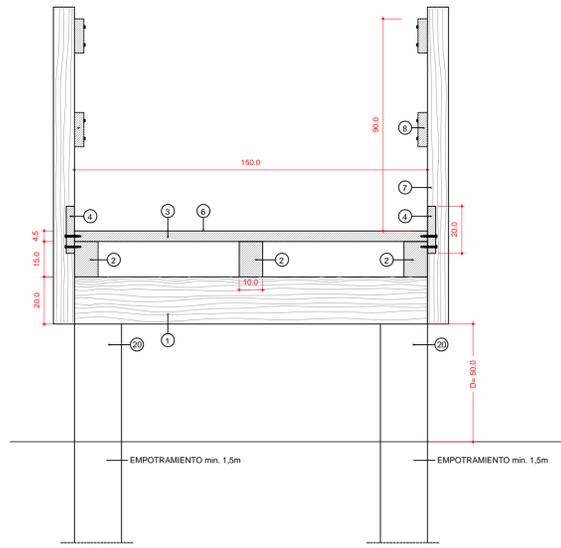
ALZADO BARRANDILLA PALAFITO e:1/15 COTAS EN CENTÍMETROS

ZONA TODO-UNO

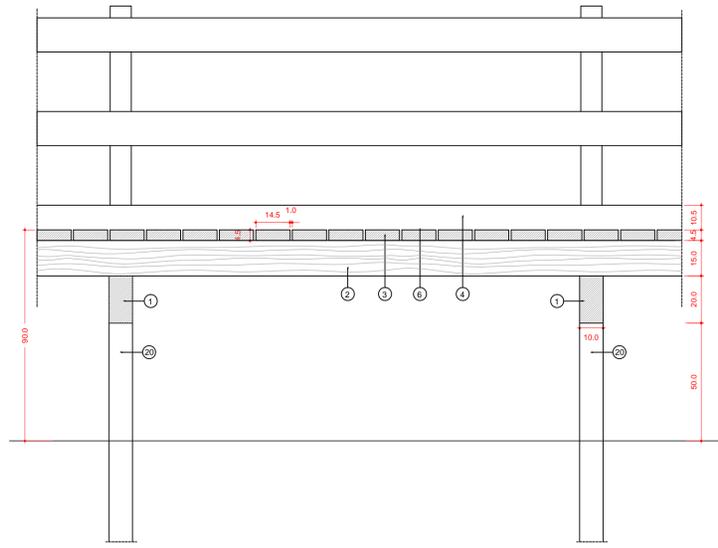


SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO PAVIMENTO DE TODO UNO. e:1/15 COTAS EN CENTÍMETROS

PALAFITO ELEVADO d: 0 - 50 cm

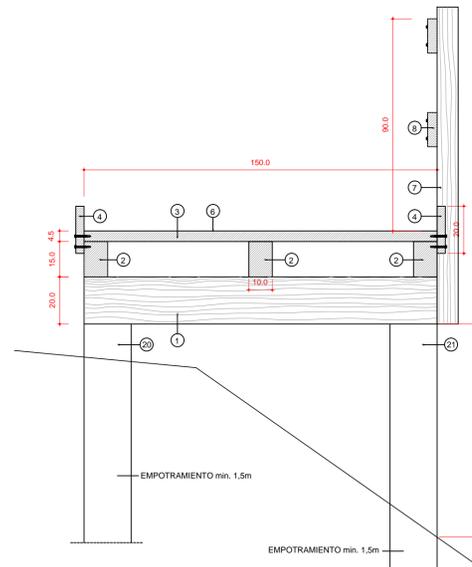


SECCIÓN TRANSVERSAL PALAFITO ELEVADO e:1/15 COTAS EN CENTÍMETROS

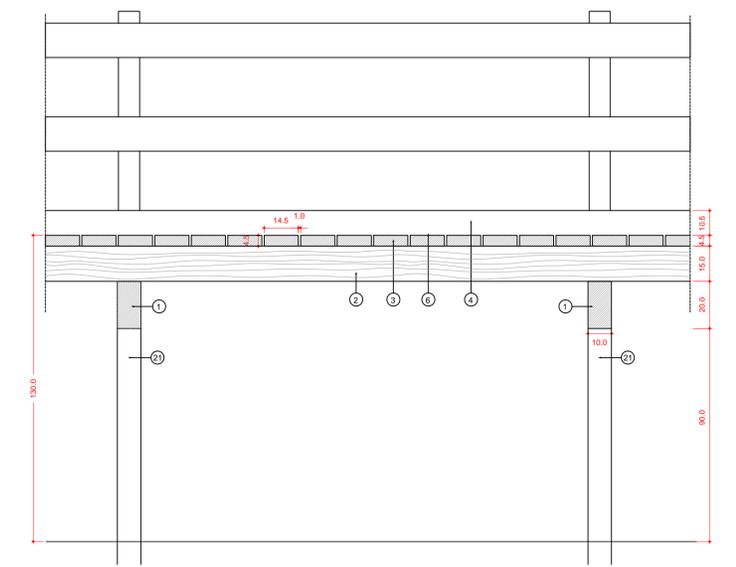


SECCIÓN LONGITUDINAL PALAFITO ELEVADO e:1/15 COTAS EN CENTÍMETROS

PALAFITO ELEVADO d: 50 - 90 cm

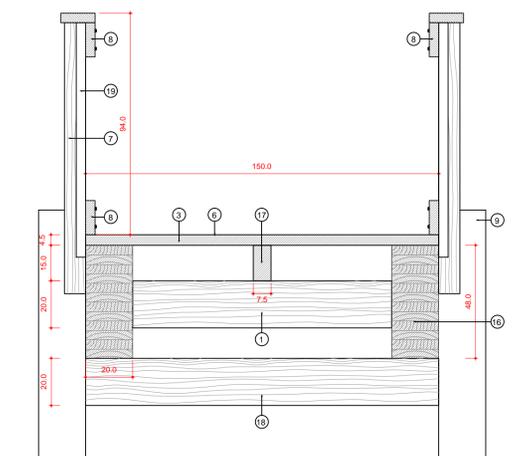


SECCIÓN TRANSVERSAL PALAFITO ELEVADO e:1/15 COTAS EN CENTÍMETROS

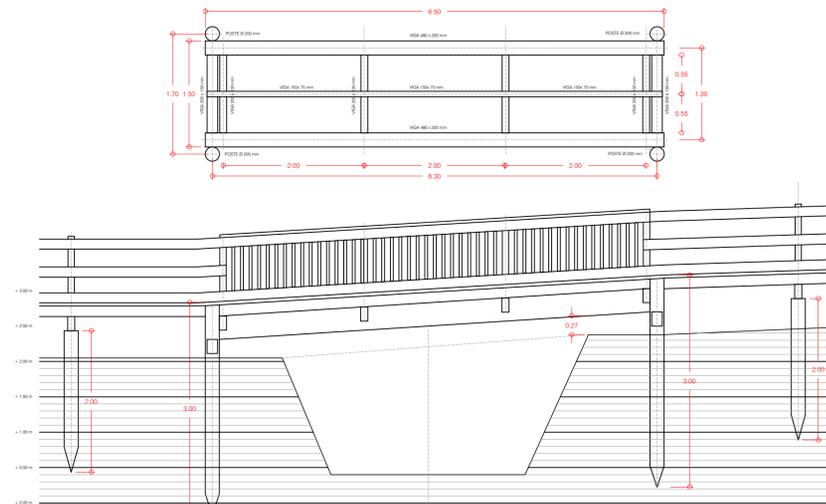


SECCIÓN LONGITUDINAL PALAFITO ELEVADO e:1/15 COTAS EN CENTÍMETROS

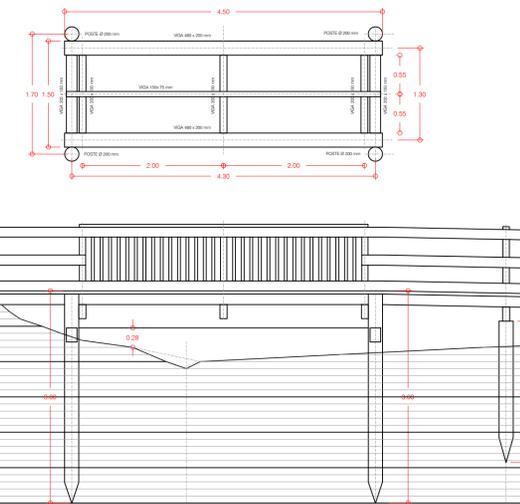
PASARELAS SOBRE ARROYOS



SECCIÓN TRANSVERSAL PASARELAS e:1/15 COTAS EN CENTÍMETROS



PASARELA EN TRAMO 15-16 OZOLLO e:1/50



PASARELA EN TRAMO A-1 ENDERKA e:1/50

LEYENDA

1. TRAVIESA 100x200 mm
2. DURMIENTE 150x100 mm
3. TABLA RASGADA 45x100x1500 mm
4. RODAPIE 35x200 mm
5. BARRA CORRUGADA DE ACERO B500S
Ø 8mm, 800 mm longitud
6. MALLA DE SIMPLE TORSIÓN DE ALAMBRE
ACERO GALVANIZADO Ø 1mm
7. POSTE 90x90x1.500 mm
8. TRAVESAÑO 145 x 40 x2.000 mm
9. PLOTE Ø 200 mm, 3m long.
10. LISTÓN 150 X 50 mm
11. TODO UNO OFÍTICO ACT-0/25-8 5cm
12. GRÁVIA 20/40 5cm
13. GEOTEXTIL 165 g/m2
14. VIGA DE MADERA LAMINADA 480 X 200 mm
15. VIGA DE MADERA ASERRADA 150 X 75 mm
16. VIGA DE MADERA ASERRADA 200 X 150 mm
17. LISTONES 4x4 cm
18. PLOTE DE MADERA 200 X 100 mm, 2m long.
19. PLOTE DE MADERA 200 X 100 mm, 2,5m long.

TIPO DE MADERA

- *MADERA ASERRADA
CLASE DE SERVICIO: 3
CLASE DE USO: I
PILOTES Y RESTO DE ELEMENTOS: IV
CLASE RESISTENTE: C-24

- *MADERA LAMINADA
CLASE DE SERVICIO: 3
CLASE DE USO: IV
CLASE RESISTENTE: GL-24

* TODA LA TORNERILLA SERÁ DE ACERO INOXIDABLE A2 AISI 304

D01

DETALLES PALAFITOS

A1:1/250 1/15

ADECUACIÓN DE ITINERARIOS PEATONALES EN EL ESTUARIO DE LA RÍA DE OKA, TRAMOS ENDERKA (KORTEZUBI) Y OZOLLO (GAUTEGIZ-ARTEAGA)

Gauzate proiektua | Proyecto Ejecución

Reserva de la Biosfera de Urdaibai Bizkaia

2020 Abuztua | Agosto 2020

Eragilea | Promotor
Servicio técnico de la RBU.
Dirección de Patrimonio Natural y Cambio Climático. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda.



Arkitektoa | Arquitecto
ARKAITZ LASA ADOT
e-mail: arkaitzlasa@coavn.org
tel 619405821



COAVN CONSULTORÍA DE ANÁLISIS AMBIENTALES Y TERRITORIALES
EUSKAL ERREKON ARKITEKTURAREN ELBARRGO OZTUA
ELEGIAKOP. EL. BIZKAIA
BERRAZO OZTUBIA

18/07/2020
VISADO BISATUA

DOCUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA RELATIVA A LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LOS TERRENOS DONDE SE UBICAN LAS OBRAS DEL PROYECTO DE PROYECTO DE ADECUACIÓN DE ITINERARIOS PEATONALES EN EL ESTUARIO DE LA RÍA DE OKA, TRAMOS ENDERIKAI (KORTEZUBI) Y OZOLLO (GAUTEGIZ-ARTEAGA)

1.- Marco del proyecto

Siguiendo los objetivos establecidos por los diferentes documentos de ordenación y planificación existentes para la Reserva de la biosfera de Urdaibai (Ley 5/1989, PRUG y PADAS), en 2011, la Dirección de Biodiversidad y Participación Ambiental, encargó la redacción del “Proyecto para la Restauración Integral y Puesta en Valor de los Valores Ambientales y Culturales del Estuario Superior de la Ría de Oka”. El proyecto objeto de estudio se sitúa en el marco del citado proyecto.

El objetivo principal que se proponía en el documento con la restauración integral del estuario superior del Oka era la recuperación de la funcionalidad hídrica del mismo y la restauración de sus hábitats fluvio-estuarinos para que éstos puedan dar soporte a la importante biodiversidad de especies de la zona. Asimismo, se pretendía poner en valor y promover el conocimiento y disfrute de esta zona de especial valor medioambiental.

Los objetivos principales del proyecto fueron los siguientes:

De carácter medioambiental

- Restaurar los diferentes hábitats del estuario superior mediante la recuperación de los procesos mareales y fluviales ahí preexistentes y así, contribuir a la no proliferación de la especie exótica invasora *Baccharis halimifolia*.
- Restaurar, en la medida de lo posible, la funcionalidad ambiental del antiguo canal mareal principal en el estuario superior del Oka mediante restauración parcial del antiguo cauce del Oka, por medios “poco agresivos”.
- Restaurar hábitats para fauna de interés preferente o amenazada. Por ejemplo, el visón europeo (*Mustela lutreola*), anfibios (tritón palmeado, sapo común, ranita de San Antonio, avifauna (como por ejemplo la espátula (*Platylea leucorodia*) y otras especies típicas del área como moluscos, invertebrados, etc.
- Promover la recolonización de la zona por parte de especies vegetales halofíticas típicas del área, algunas de ellas propuestas para ser incluidas en catálogo Vasco de Flora amenazada o consideradas como raras.
- Adecuar la zona de manera que se dé respuesta al ascenso del nivel marino que se está produciendo en la actualidad debido a Cambio Climático, mediante el aumento de la superficie de inundación mareal y así, propiciar el mantenimiento de los hábitats estuarinos.

De carácter social, cultural y turístico

- Promover un uso público racional del área, así como la educación ambiental entorno a esta zona de especial protección.
- Facilitar el conocimiento de los valores naturales más destacados, y permitir la movilidad en la zona.
- Mantener y fomentar el uso como zona de esparcimiento del paseo existente tanto en la margen derecha como en la izquierda del canal artificial (uso que en la actualidad está muy consolidado), aumentando las posibilidades de utilización del canal artificial.
- Fomento del turismo verde y cultural.

2.- Efectos del cambio climático

Por su parte, el Informe sobre el Cambio Climático en la Costa Española¹ identifica, entre los factores que fomentan el cambio climático, por un lado, factores climáticos (cambios en el nivel del mar, en la temperatura del océano en superficie, en tormentas/temporales, en los extremos del nivel del mar, en la concentración de CO2 en el océano...), y, por otro, factores no climáticos, generados, principalmente por la acción de las personas (hipoxia, pérdida de hábitat, desvío de caudales, retención de sedimentos o desarrollo socioeconómico).

Tal y como se recogió en el anteriormente citado Proyecto para la Restauración Integral y Puesta en Valor de los Valores Ambientales y Culturales del Estuario Superior de la Ría de Oka, las intervenciones propuestas perseguían, entre otros objetivos, la adaptación al cambio climático de la zona a través de la eliminación de límites a la transición de los ecosistemas estuarinos que se encuentran en migración hacia aguas arriba a raíz de la subida del nivel del mar.

Se adjuntan los anexos 02, 03 Y 04, de estudios hidrológico, dinámica litoral y modelización hidrodinámica, respectivamente, del citado Proyecto. En los mismos se justifica la idoneidad del conjunto de las intervenciones previstas para la lucha al cambio climático.

A la vista de ello, cabe considerar que, la intervención que se propone, en tanto que no afectará con su ejecución al flujo mareal e hidrológico en la zona de Forua-Kortezubi, tampoco afectará a la posible afección causada por los factores climáticos ni a la adaptación a la subida del mar que se está produciendo por el efecto del cambio climático.

Además, se puede considerar que la intervención propuesta, en lo que se refiere a los factores no climáticos, en tanto que su ejecución se llevará a cabo con las mejores técnicas disponibles para evitar una transformación del medio mediante el empleo de elementos naturales, no supondrán un límite físico a la fauna y no afectará a las características naturales de la zona ni supondrá una pérdida de hábitat. Además, debido a sus características no conllevará ningún desvío de los caudales, ni la aparición de focos para la retención de sedimentos.

Finalmente, cabe señalar que la infraestructura que se propone, más allá de los beneficios medioambientales que conllevará, contribuirá, con su materialización, a la mejora de la accesibilidad y movilidad lenta y, en consecuencia, a la mitigación del cambio climático.

En Donostia, mayo de 2021



Fdo. Arkaitz Lasa Adot

Arquitecto col. Nº 3.986 COAVN

¹ https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/2014%20INFORME%20C3E%20final_tcm30-178459.pdf

Estudio de Alternativas del Proyecto de adecuación de itinerarios peatonales en el Estuario de la Ría de Oka, Tramos Enderika (Kortezubi) y Ozollo (Gautegiz-Arteaga)

INDICE

1. Contexto. Estrategia de movilidad lenta de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai.....	4
2. Marco legislativo	6
3. Introducción y antecedentes	7
4. Ámbitos de actuación	14
5. Diseño de alternativas	17
5.1. Condicionantes	17
5.2. Alternativas proyectadas.....	18
5.2.1. Ozollo	18
5.2.2. Enderika.....	21
6. Definición del entorno de los proyectos.....	24
6.1. Medio físico	24
6.2. Medio natural	26
6.3. Figuras de protección	35
6.3.1. MAB Reserva de la biosfera de Urdaibai	35
6.3.2. Red Natura 2000.....	38
6.3.3. Humedales de Importancia Internacional del Convenio RAMSAR	43
6.4. Patrimonio cultural	44
6.4.1. PATRIMONIO CULTURAL. Construcciones residenciales y protoindustriales. ..	44

6.4.2. PATRIMONIO CULTURAL. Fuentes y lavaderos	51
6.4.3. PATRIMONIO CULTURAL. Otras consideraciones.....	51
6.5. Descripción del paisaje del ámbito del estuario superior de la ría de Oka	51
7. Análisis de alternativas	54
7.1. Alternativa cero o de no actuación.....	55
7.2. Ozollo	56
7.3. Enderika.....	62
8. Conclusiones.....	70

ANEXO 1: CARTOGRAFÍA

1. CONTEXTO. ESTRATEGIA DE MOVILIDAD LENTA DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE URDAIBAI

El artículo 10.31 del Estatuto de Autonomía otorga a la Comunidad Autónoma del País Vasco la competencia exclusiva en materia de ordenación del territorio y del litoral, y el artículo 11.1 a) del mismo texto legal el desarrollo de la ejecución de la legislación básica del Estado en materia de medio ambiente y ecología.

En virtud de esta competencia se aprobó la Ley 5/1989 de 6 de julio, de Protección y Ordenación de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (BOPV nº 145 de 29/7/1989), que atribuye al Gobierno Vasco la competencia para el cumplimiento de sus objetivos generales. En el marco de los objetivos de la Ley 5/1989 y del Plan Rector de Uso y Gestión de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, en el año 2008, el Servicio de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai redactó el borrador del Plan de Movilidad Lenta de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. Este documento estableció las líneas principales a impulsar por parte del Servicio de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai para el desarrollo de una red de itinerarios peatonales que pudiera:

- Mejorar la accesibilidad a los núcleos de población existentes, tanto en el medio urbano como rural, y a los lugares de interés cultural y natural en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai.
- Potenciar el paisaje de la margen derecha del Estuario.
- Conectar diversos puntos de intermodalidad para el fomento del transporte público.

Este documento estimó, además, el interés de contribuir a la reducción de uso del vehículo privado en los desplazamientos dentro de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, y se propuso impulsar la recomposición de la fragmentación del territorio que generan las infraestructuras grises existentes (carreteras), y a preservar y reforzar ciertos servicios que nos ofrecen los ecosistemas.

A raíz de aquel documento borrador, el Servicio de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai ha ido completando e impulsando, durante los últimos 10 años, diferentes intervenciones en el entorno de Gernika-Lumo y en la margen derecha de Urdaibai:

- Durante los años 2010, 2011, 2012, 2013, y 2014, elaboró y desarrolló el "Proyecto de Restauración Integral y Puesta en Valor del Patrimonio Natural y Cultural del Estuario Superior de la Ría de Oka".
- Este proyecto, en línea con las tres funciones básicas de las reserva de la biosfera, recogidas en el Programa Man and Biosphere (M&B) de la UNESCO —la conservación y restauración de los ecosistemas naturales, el desarrollo sostenible de su ámbito territorial y de las personas que lo habitan, y la investigación y fomento del conocimiento de su patrimonio natural y cultural—, permitió la consolidación de una red de itinerarios peatonales que une ambos márgenes en el entorno de Forua y Kortezubi, y que conecta el municipio de Gernika-Lumo con los municipios situados en la zona norte del estuario superior.
- Entre los años 2010 y 2011, se adecuaron unos itinerarios peatonales en la margen izquierda de la carretera BI-3234, en los tramos entre el núcleo urbano de Ibarangelu y la playa de Laga y entre la playa de Laida y el barrio de Kanala.
- La ejecución de estos recorridos fue realizada por los Ayuntamientos de Ibarangelu y Sukarrieta, y financiada a través de ayudas del Ministerio de Alimentación, Agricultura y Medio Ambiente, el Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno Vasco y el Departamento de Medio Ambiente de la Diputación Foral de Bizkaia. Mediante esta misma línea de actuaciones se procedió en el municipio de Gautegiz-Arteaga a acondicionar un camino peatonal en el barrio de Kanala y otro en el de Isla.
- En el año 2014 se redactó el proyecto de itinerario peatonal entre el núcleo urbano de Kortezubi y el equipamiento Urdaibai Bird Center en Gautegiz-Arteaga. Su ejecución ha sido llevada a cabo durante el presente año y se espera que esté finalizado a mediados del mes de octubre.
- En el año 2020 se han llevado a cabo las obras para la adecuación de un itinerario peatonal entre las playas de Laga y Laida, y en 2021 se abordarán los trabajos para la prolongación del citado itinerario en el tramo restante en la carretera BI3234, en la margen derecha, entre los barrios de Kanala e Isla de Gautegiz-Arteaga.
- Finalmente, en el año 2020 se han redactado varios proyectos para la adecuación de varios itinerarios en los ámbitos de Ozollo (Gautegiz-Arteaga), Enderika (Kortezubi), Punta Murueta y su tejera (Murueta) y Portuondo (Sukarrieta) dentro del ámbito del Dominio Público Marítimo Terrestre (en adelante, DPMT) y en Itsabegi (Busturia) y Bermeo.

La ejecución de todas estas actuaciones ya ejecutadas y en marcha permitirán poder tender una red de itinerarios peatonales y ciclables en la margen derecha de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai que garanticen la posibilidad de desarrollo de una movilidad lenta y accesible a todas las personas que viven y visitan este espacio.

Sin embargo, resulta imprescindible poder llevar a cabo los proyectos elaborados durante el año 2020 para poder culminar la Estrategia de Movilidad Lenta, y especialmente, resultan cruciales los tramos analizados en el presente documento, y que permitirán poder comunicar, definitivamente, todos los núcleos de población existentes en el sur y en la margen derecha del estuario.

2. MARCO LEGISLATIVO

En el marco de los objetivos del Código de Urbanismo del País Vasco, de 27 de octubre de 2020, en el Artículo 26 del Capítulo I se fijan ciertas directrices en materia de movilidad peatonal como la de *establecer vías peatonales atractivas, seguras, accesibles y cómodas* y asegura que el *Planeamiento Territorial debiera desarrollar itinerarios peatonales creando una malla de conexiones entre núcleos*. A su vez establece que *el Planeamiento Urbanístico debiera desarrollar y articular adecuadamente la movilidad peatonal y ciclista a escala local y concretamente:*

a) Asegurar la accesibilidad peatonal y ciclista a los nuevos desarrollos mediante una red local que garantice la conectividad.

b) Asegurar el paso de la red peatonal y ciclista por las poblaciones, dando continuidad a la trama interurbana.

Estas directrices convienen con los principios de movilidad sostenible establecidos por la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible que promueven en el Artículo 101 *actuaciones que tienen como objetivo la implantación de formas de desplazamiento más sostenibles en el ámbito geográfico que corresponda, priorizando la reducción del transporte individual en beneficio de los sistemas colectivos y desarrollando aquéllos que hagan compatibles crecimiento económico, cohesión social, seguridad vial y defensa del medio ambiente, garantizando, de esta forma, una mejor calidad de vida para los ciudadanos.*

De este modo, a través de la Estrategia de Movilidad Lenta De la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, se han establecido las líneas principales para impulsar el desarrollo de una red de itinerarios peatonales con el fin de mejorar la accesibilidad a los núcleos de población existentes, potenciar el paisaje de la margen derecha del Estuario y conectar diversos puntos de intermodalidad para el fomento del transporte público.

Los itinerarios peatonales, considerados senderos, caminos o rutas, constituyen una figura de interés público ya que integran usos directamente ligados al interés social, al interés colectivo y a la utilidad comunitaria.

Según el Decreto 79/1996, de 16 de abril, sobre ordenación y normalización del senderismo en la CAPV dispone que *los senderos fomentan el conocimiento del medio natural, mejoran la relación del mundo urbano con el medio rural, recuperar patrimonio viario tradicional, conservan las antiguas vías de comunicación, así como los elementos ambientales y culturales directamente vinculadas a ellas y establecen un uso y disfrute del medio natural como espacio cultural y de ocio.*

3. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El presente documento se redacta para llevar a cabo un estudio de las alternativas del proyecto del paseo del estuario superior del Oka. Estos paseos o itinerarios se plantean como parte de los objetivos de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (en adelante, RBU) para impulsar la conectividad controlada y llevar a cabo a la vez una puesta en valor del patrimonio natural y cultural del estuario superior del Oka. El análisis se hace teniendo en cuenta el valor medio ambiental, la posibilidad de dar a conocer el patrimonio natural y cultural y, por último, la conectividad y movilidad.

El Estuario Superior de la ría de Oka se encuentra situado en el centro de la RBU, y comprende las zonas bajas de los municipios de Murueta y Gautegiz-Arteaga hacia el Norte, Gernika-Lumo hacia el Sur, Arratzu y Kortezubi hacia el Este, y Forua hacia el Oeste.

Se trata de un ámbito de alto valor naturalístico y paisajístico que ha sido objeto de una transformación paulatina y continuada a lo largo de los últimos siglos por la acción del ser humano. Las marismas originales que ocupaban todo su territorio, fueron desecadas para su uso agrícola y ganadero a comienzos del siglo XIX mediante la construcción de muros de tierra (muna o itzak) que no permitían al influjo mareal en las mismas. Este uso se prolongó hasta el último tercio del siglo XX, cuando el desarrollo industrial de Bizkaia y el abandono del sector agrícola-ganadero contribuyeron a una desaparición continuada del

mismo y a una proliferación de ecosistemas naturales en los terrenos que estaban siendo abandonados.

La culminación en el año 1923 del encauzamiento de la ría de Oka entre Gernika-Lumo y Murueta, como vía de comunicación de la industria que comenzaba a asentarse en Gernika-Lumo con el mar Cantábrico y con las vías marítimas, contribuyó, asimismo, a una transformación radical de su configuración original, favoreciendo además la pérdida de funcionalidad del cauce original. Hasta el año 1923 el río Oka presentaba una morfología muy diferente a la actual en el tramo que discurre por los Municipios entre Murueta y Gernika-Lumo. El trazado original que el río presentaba en este tramo era de tipo meandriforme, propio del paisaje marismeño. En 1923 se culminaron las obras de canalización de ese tramo del estuario, construyéndose un canal de planta recta, ligeramente curvado hacia su izquierda en el tramo medio (Kortezubi), para adaptarse a la forma del valle y con márgenes protegidos con escollera. El canal redujo la longitud de la antigua y original ría en casi cuatro kilómetros, pasando de 9000 m a 5000 m actualmente. Esta actuación, junto con la desecación de los terrenos a través de las munas o itzak, redujo aún más la funcionalidad natural del Estuario Superior.

Tal y como se puede observar en la Figura 1, en el año 1956 el ámbito del Estuario Superior de la Ría de Oka aún mantenía una fuerte presencia de terrenos cultivados y un sinfín de caminos o recorridos transversales (Este-Oeste) que permitían el acceso a todas las huertas y la conectividad en esta área, no solo con cada uno de los ejes principales en sentido Sur-Norte que constituían ambas márgenes del encauzamiento de la ría, sino también de conexión entre ambas márgenes y en consecuencia entre todos los municipios que lo engloban.

El abandono del uso agrícola-ganadero se observa en la Figura 2, relativa al año 1991, observándose la práctica desaparición del uso agrícola en el Estuario Superior, y su transformación en una zona mucho más naturalizada. No obstante, se observa el mantenimiento de los recorridos principales de conexión sustentados en ambas márgenes del encauzamiento de la ría que ya existían cuarenta años antes en sentido Sur-Norte, y de algunos de los caminos y senderos que permitían conectar transversalmente con ellos desde los diferentes municipios.

La desaparición del uso agrícola-ganadero y la paulatina naturalización del área, conllevó a que el ámbito del Estuario Superior de la ría de Oka, a raíz de su alto valor potencial natural y medioambiental fuera calificado por la Ley 5/1989, de 6 de julio, de Protección y Ordenación de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai como Área de Especial Protección.

Incluyéndose su ámbito, asimismo, junto con toda el área de la ría Mundaka-Gernika, en el año 1992 en la relación de Humedales de Importancia Internacional del Convenio RAMSAR por decisión del Consejo de Ministros. Posteriormente, debido a la importancia ornitológica de esta zona, fue declarada en 1994 como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA ES0000144; "Ría de Urdaibai", de 3.242 Ha), siguiendo criterios de la Directiva de Aves (79/409/CEE); y en el año 2003 designada como Lugar de Importancia Comunitaria "Zonas litorales y Marismas de Urdaibai" (LIC ES2130007) según criterios de la Directiva de Hábitats (92/43/CEE).

Tal y como se puede observar en la figura 3, relativa al año 2011, la naturalización actual del ámbito es total, manteniéndose, eso sí, en uso caminos, senderos y recorridos existentes que permiten una conectividad en la zona y la reducida funcionalidad del viejo cauce de la ría en su ámbito.

Durante los últimos años se han realizado, por parte de diferentes administraciones, varias actuaciones para mejorar los ecosistemas naturales del área, adecuar y mejorar parcialmente los recorridos existentes y la conectividad, o incluso para poner en valor el patrimonio natural del Estuario Superior. Así, se han ejecutado trabajos para la recuperación parcial de la funcionalidad del cauce original de la ría a su paso por Forua, la ejecución de una pasarela que conecta ambos márgenes y restaura la conectividad entre los barrios y/o núcleos de población de los diferentes municipios que circundan al Estuario Superior, o la colocación de panelística para el fomento de la educación ambiental y la puesta en valor del patrimonio natural.

Es por ello que se han diseñado posibles trazados que comunican senderos ejecutados o rutas existentes con nuevas rutas, cumpliendo con las líneas principales de Plan de Movilidad Lenta de la RBU y que son:

- Mejorar la accesibilidad a los núcleos de población existentes, tanto en el medio urbano como rural, y a los lugares de interés cultural y natural en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai.
- Potenciar el paisaje de la margen derecha del Estuario.
- Conectar diversos puntos de intermodalidad para el fomento del transporte público.

Así los objetivos pormenorizados son:

Restauración integral del estuario superior del Oka:

- Adoptar medidas de adaptación al cambio climático que produce el ascenso del nivel marino, mediante el incremento de la superficie susceptible de recibir la inundación mareal y así, propiciar el mantenimiento de los hábitats estuarinos.
- Promover la recolonización de la zona por parte de especies vegetales halofíticas típicas del área, algunas de ellas propuestas para ser incluidas en catálogo Vasco de Flora amenazada o consideradas como raras.
- Restaurar hábitats para fauna de interés preferente o amenazada. Por ejemplo, el visón europeo (*Mustela lutreola*), anfibios (tritón palmeado, sapo común, ranita de San Antonio), avifauna (*Platalea leucorodia*) y otras especies típicas del área como moluscos, invertebrados, etc.
- Restaurar los diferentes hábitats del estuario superior mediante la recuperación de los procesos mareales y fluviales ahí preexistentes y así, contribuir a la no proliferación de la especie exótica invasora *Baccharis halimifolia*.
- Restaurar, en la medida de lo posible, la funcionalidad ambiental del antiguo canal mareal principal en el estuario superior del Oka mediante la restauración parcial del antiguo cauce del Oka, por medios "poco agresivos".

Puesta en valor del patrimonio natural y cultural del estuario superior del Oka:

- Promover la investigación del ámbito de actuación y el seguimiento de las actuaciones propuestas para la consecución de la conservación activa de estos espacios e impulsar la puesta en valor y divulgación de los valores naturales y culturales del ámbito.
- Implantar un programa de educación ambiental expreso que promoverá el impulso, difusión, divulgación y estudio de los valores naturales y culturales del ámbito del Proyecto y facilitará el conocimiento de los valores naturales más destacados en el mismo.
- Crear y consolidar una red de recorridos, no rodados, que regulen, estructuren y limiten el tránsito y el uso público en esta área de especial protección, permitiendo al mismo tiempo impulsar la movilidad lenta en la zona, y la conectividad y la accesibilidad entre barrios de diferentes municipios.
- Promover un uso público racional del área así como la educación ambiental entorno a esta zona de especial protección, fomentando el turismo verde y cultural.

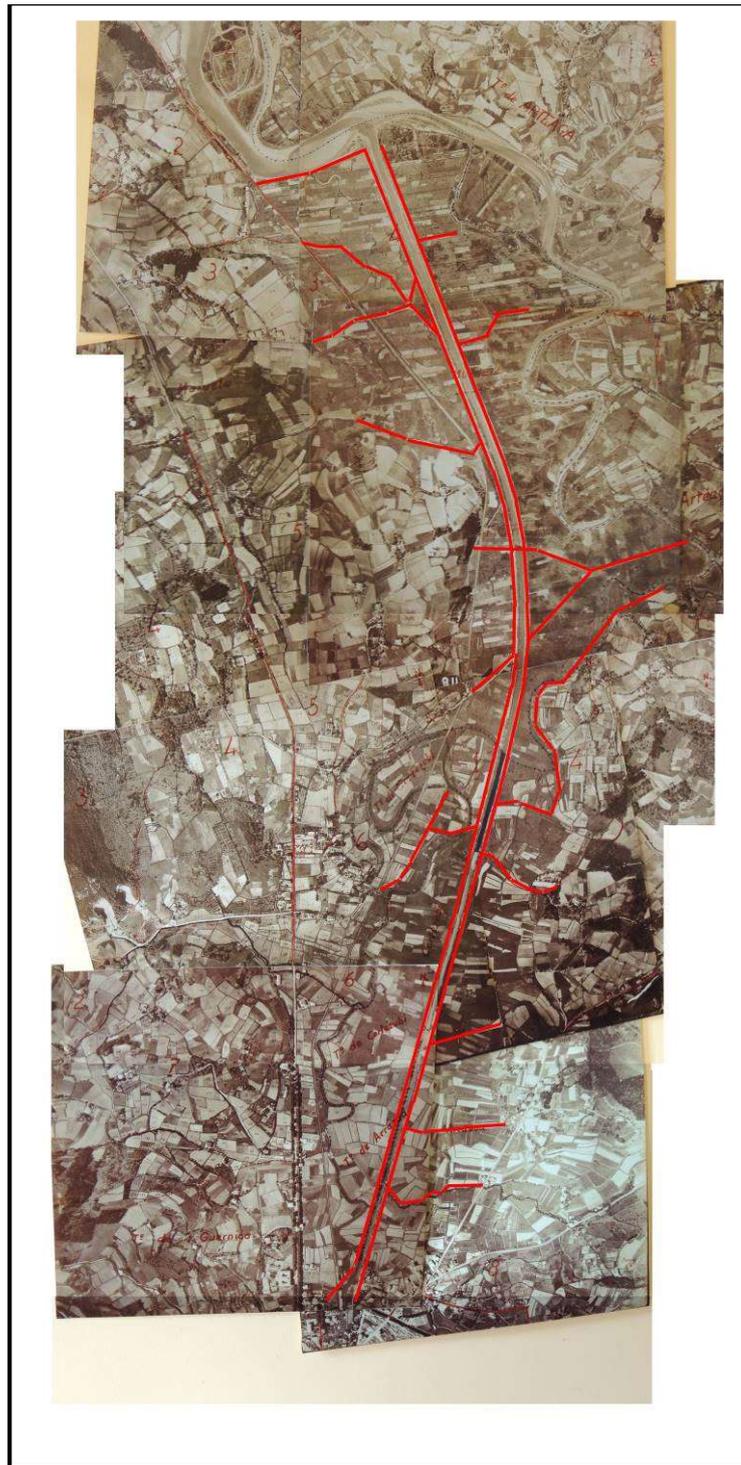


Figura 1. Vuelo año 1956. Cultivos y caminos en el entorno del Estuario Superior. Se observa la presencia de una conexión transversal que comunica ambas márgenes del encauzamiento de la ría.

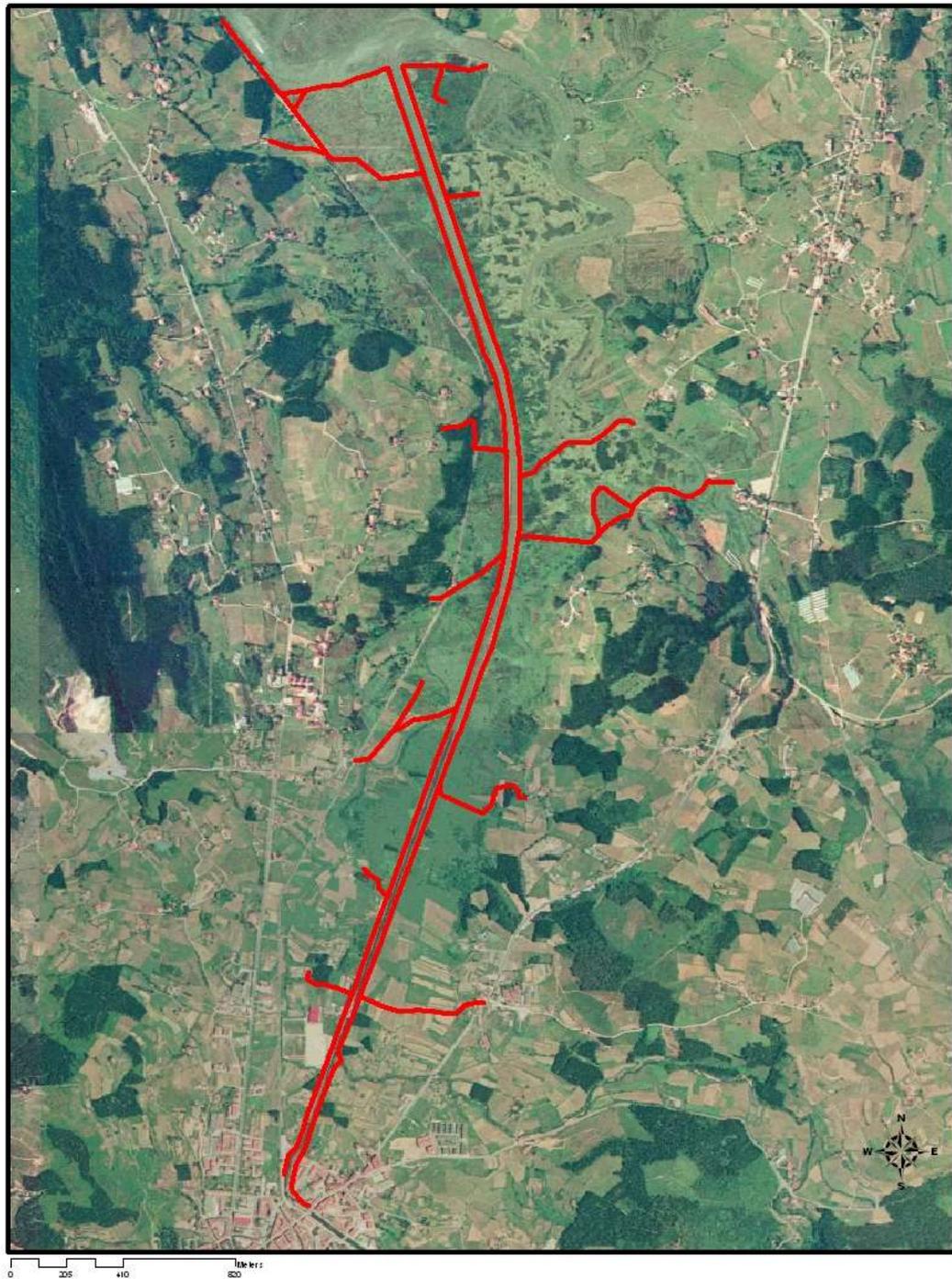


Figura 2. Ortofoto año 1991. Caminos en el entorno del Estuario Superior

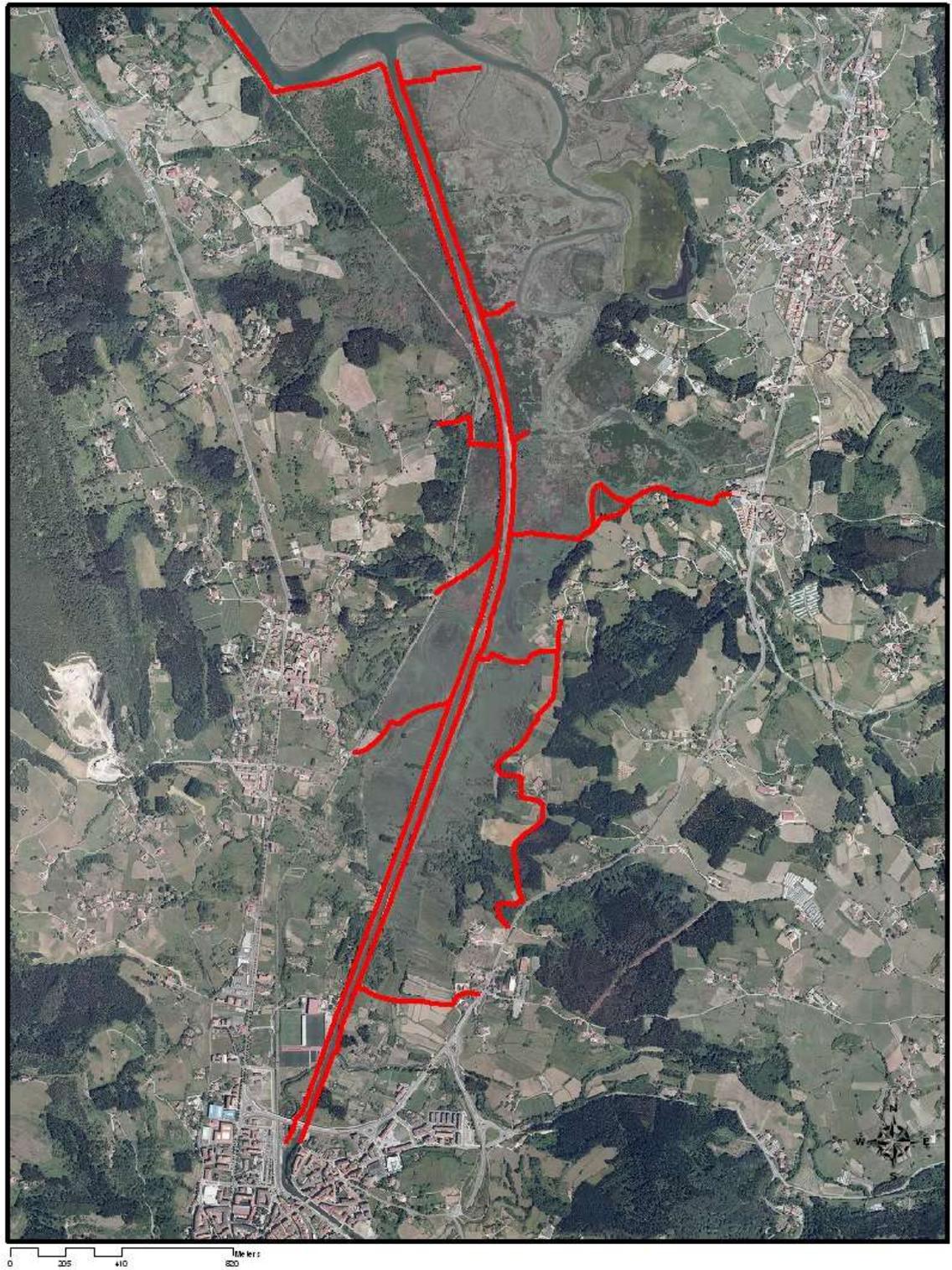


Figura 3. Ortofoto año 2011. Caminos en el entorno del Estuario Superior

4. ÁMBITOS DE ACTUACIÓN

El ámbito de actuación se circunscribe a la RBU, en los TTMM de Gautegiz-Arteaga, Forua y Kortezubi. La RBU incluye varios espacios Red Natura 2000, que fueron designados mediante Decreto 358/2013, de 4 de junio.

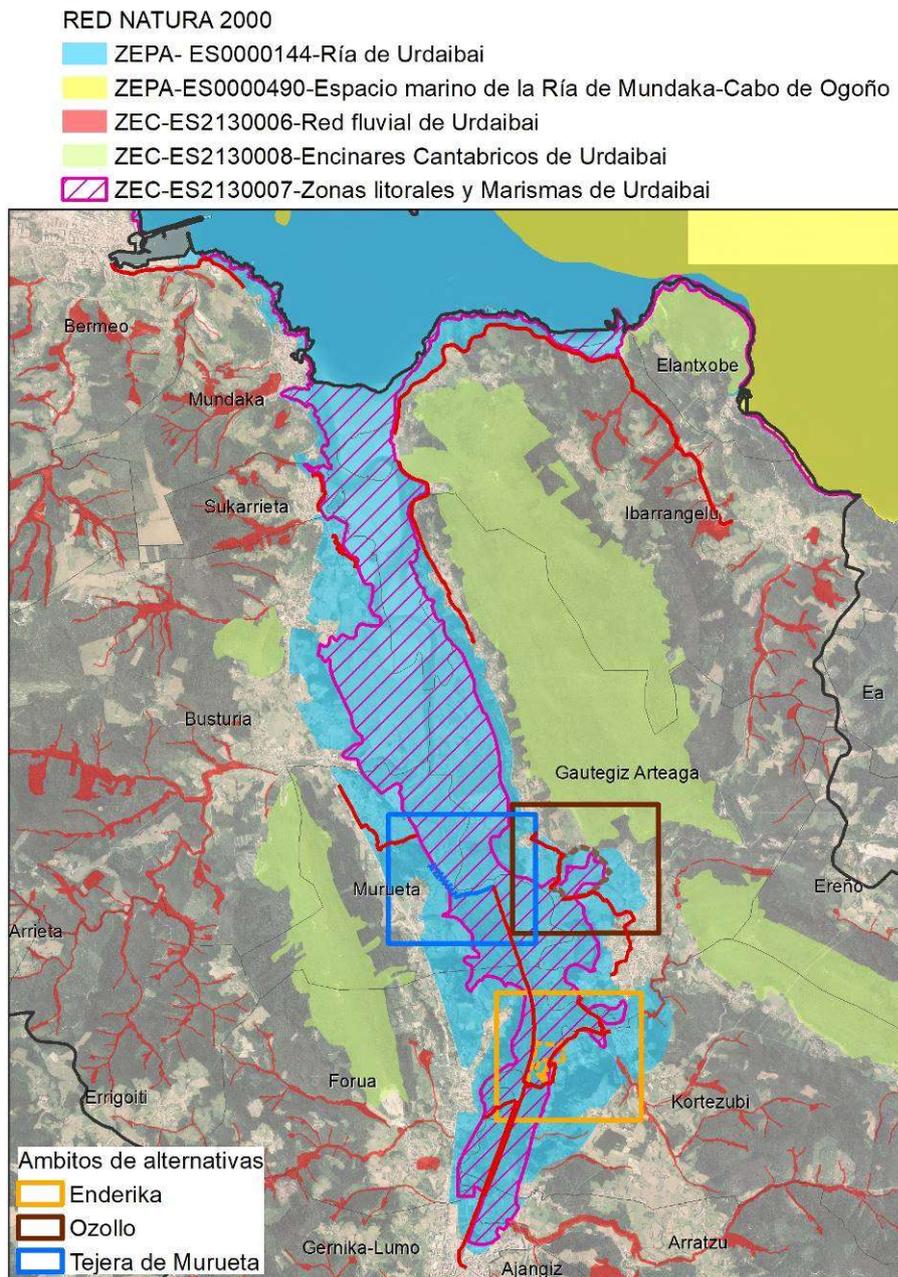


Figura 4. Espacios Red Natura 2000 y ámbitos de estudio de las alternativas

Los espacios presentes en la RBU son los siguientes. Se han sombreado aquellas donde hay diseñada alguna de las alternativas en estudio:

Tipo espacio	Código Natura 2000	Nombre	Superficie (ha)
ZEPA	ES0000144	Ría de Urdaibai	3.242,3
ZEC	ES2130006	Red fluvial de Urdaibai	1.327,8
ZEC	ES2130007	Zonas litorales y marismas de Urdaibai	1.009,6
ZEC	ES2130008	Encinares cantábricos de Urdaibai	1.582,8

Tabla 1. Espacios Red Natura en Urdaibai

Como se ha comentado, durante los últimos años se han ejecutado varios senderos a lo largo del estuario superior del Oka que se recogen en color amarillo en la siguiente imagen.

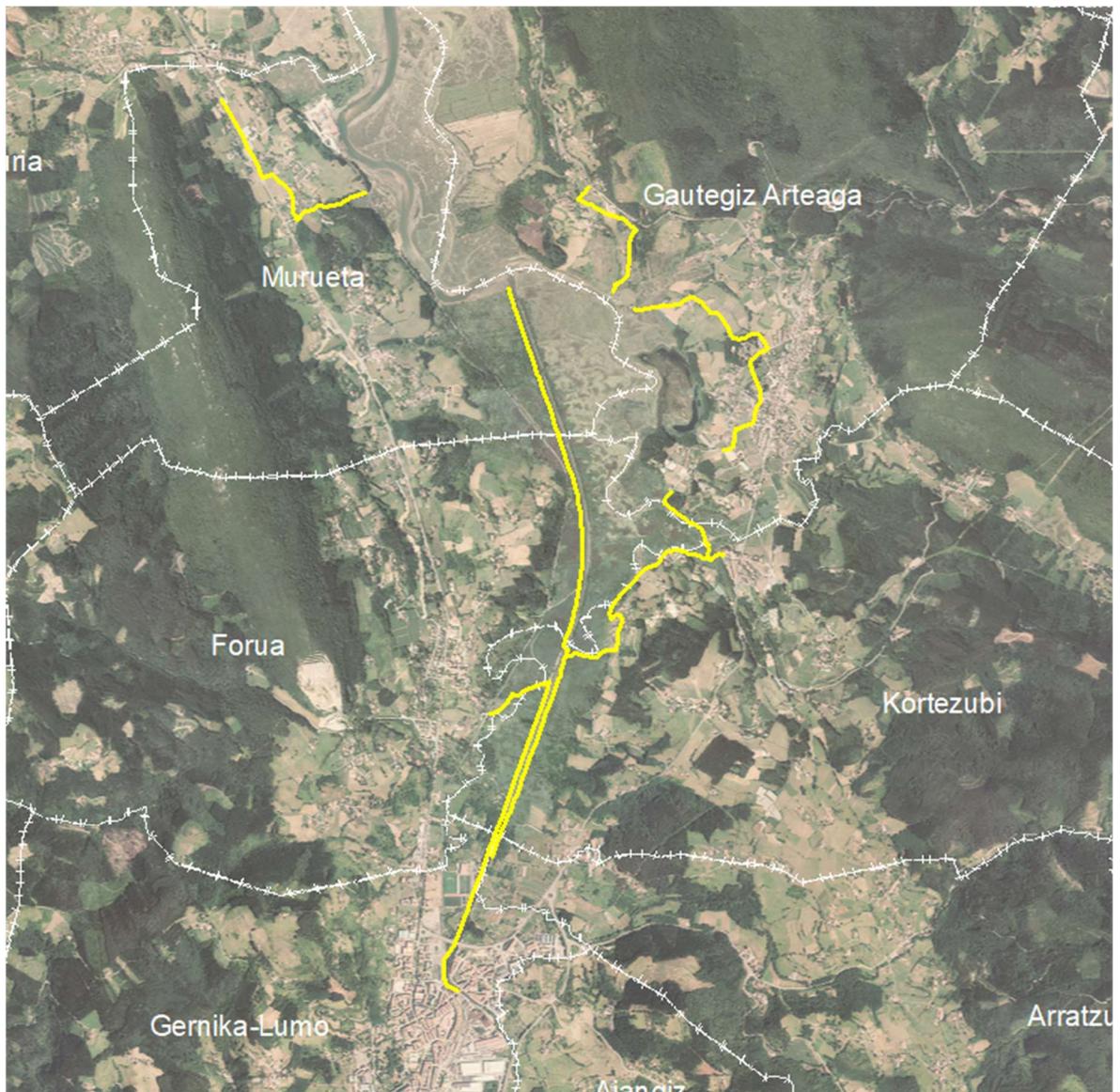


Figura 5. Senderos existentes

Teniendo en cuenta estos senderos se plantean varias alternativas que conecten tramos que quedan discontinuos o para que se mejore la movilidad y ordenador los usos. En la siguiente imagen se recuadran los dos ámbitos objeto de este estudio, cada uno con sus alternativas. Además, se ha representado en azul otros trazados proyectados pero que no son objeto de análisis en este documento.

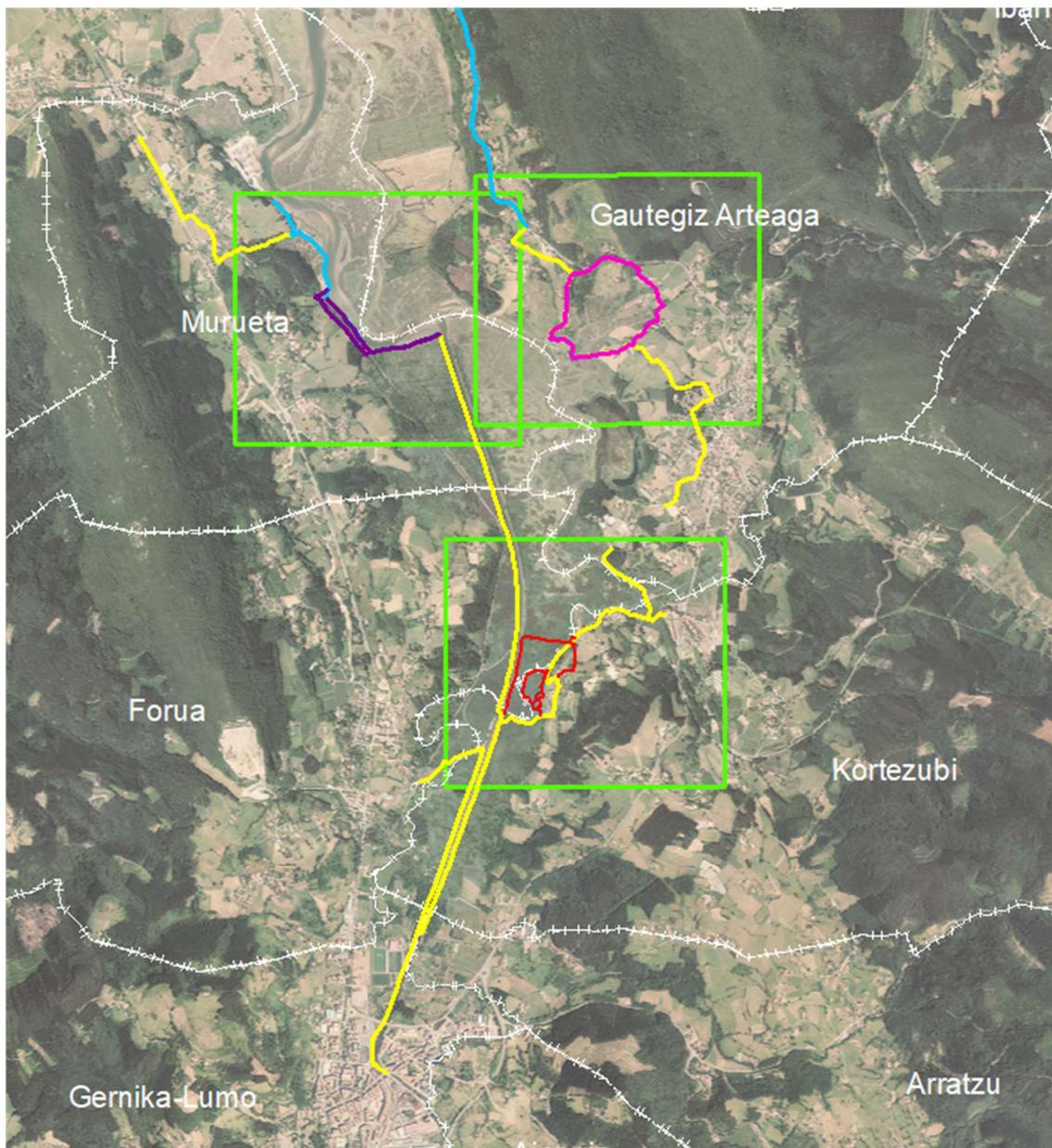


Figura 6. Senderos existentes, proyectados y alternativas en estudio

5. DISEÑO DE ALTERNATIVAS

5.1. CONDICIONANTES

Las alternativas planteadas tienen que ser técnica y ambientalmente viables y deben de cumplir con una serie de condicionantes, además de unirse con senderos accesibles ya ejecutados, y son:

- Conformar una red de caminos controlados que permitan:
 - Posibilitar la conectividad y la movilidad peatonal y ciclable del área y de los barrios de los municipios que lo conforman.
 - Evitar la intromisión del ser humano en las áreas de mayor valor medioambiental.
 - Alcanzar la mayor integración posible de los caminos en el entorno.
 - Promocionar los medios de movilidad sostenible.
- La puesta en valor del patrimonio natural y cultural del Estuario Superior de la ría de Oka, posibilitando:
 - El acercamiento de la sociedad a entornos de valor naturalístico y cultural, para su conocimiento, conservación y preservación.
 - Adquirir nuevos conocimientos sobre el entorno natural, social y cultural de la Reserva de Urdaibai, sus elementos y sus interrelaciones.
 - Conocer los distintos elementos del ecosistema natural y rural, y sus interrelaciones.
 - Reconocer la importancia de los ecosistemas que lo conforman como fuente de recursos y beneficios para el ser humano.
- Condicionantes técnicos y ambientales:
 - Las actuaciones están dentro de la RBU y, por tanto, el impacto ha de ser mínimo y cumplir con su normativa.
 - El ámbito de actuación se encuadra dentro del Red Natura 2000 e, igualmente, se ha de cumplir con lo recogido en sus instrumentos de gestión.
 - Se ha de tener en cuenta la normativa relativa al Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT).
 - Orografía: se deben diseñar senderos de fácil recorrido, evitando las zonas con pendientes pronunciadas de tal manera que puedan ser válidas para cualquier tipo de usuario.

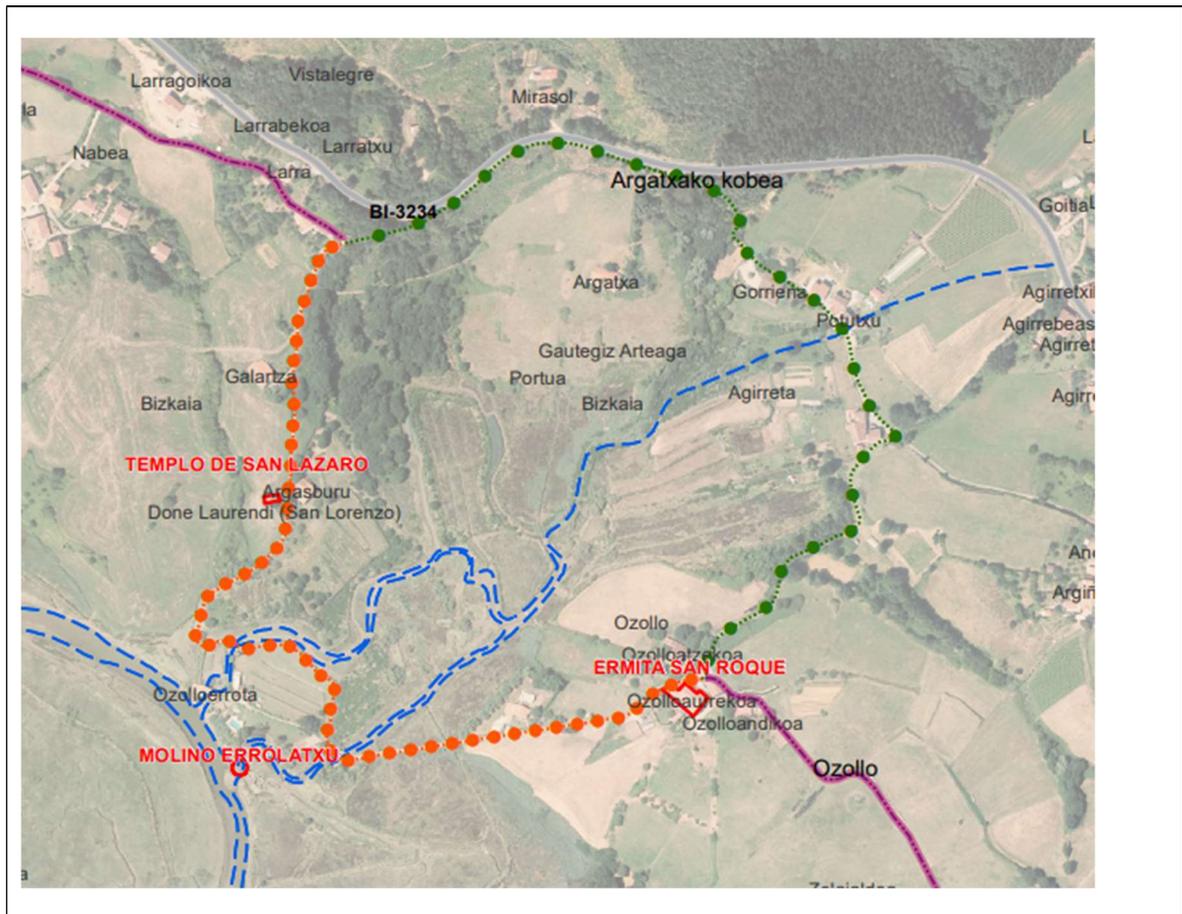
- Se debe respetar los valores ambientales, como la vegetación, es decir, los senderos deben evitar la eliminación de la vegetación autóctona o al menos que se afecta a la menor superficie posible.
- Mareas: se tiene que tener en cuenta la cota máxima histórica en marea alta en la boya de Bermeo (+2.40 m) a la hora de diseñar pasarelas sobre la ría.
- Debe haber espacios para la instalación de puntos de contemplación, es decir, zonas donde pueda haber un ensanchamiento del trazado para colocar dichos puntos.
- El sendero deberá tener 1,5 m de ancho. Excepcionalmente, en la zona de Murueta, debido a condicionantes técnicos su anchura será de 2,0 m

5.2. ALTERNATIVAS PROYECTADAS

Son dos zonas en las que se han planteado las alternativas que cumplen con los condicionantes establecidos. Estas zonas se denominan de manera genérica como Ozollo y Enderika. Se pasa a describir cada una de ellas y en el capítulo de análisis de alternativas se valora a su vez la alternativa cero o de no actuación. Los trazados se han representado en la cartografía adjunta. Las descripciones de los itinerarios se realizan en el sentido de la ría, es decir, de sur a norte.

5.2.1. OZOLLO

Se compone de dos alternativas, O1 y O2, que se localizan íntegramente en el término municipal de Gautegiz-Arteaga.



Alternativas

Ozollo

●●● Ozollo, 01

●●● Ozollo, 02

Red de senderos

— Ejecutado

— Proyectado

Figura 7. Alternativas O1 y O2 en Ozollo

- O1: Tiene una longitud de 989,64 metros. El itinerario comienza en el barrio de Ozollo, donde se encuentra uno de los elementos culturales destacables de la zona, la ermita de San Lorenzo. Desde aquí toma dirección oeste por un camino vecinal que solo permite el tránsito de vehículos para acceder a las viviendas y cuya longitud es de 368 metros. Este tramo finaliza a la entrada del molino de mareas, con acceso privado. A la izquierda del mismo se observa un camino peatonal, estrecho, surgido sobre una muna de tierra de unos 205 m de longitud aproximadamente que cruza un puente de hormigón. Este sendero es el que conecta el itinerario con la marisma y permite observar el molino de mareas y la vegetación propia de esta zona marismeña. Bordeando el sendero también se observa otra vegetación alóctona invasora como *Baccharis halimifolia*. Tras cruzar el puente de hormigón, que deberá ser demolido y sustituido por uno de madera

más acorde con el entorno, se enlaza de nuevo a mano izquierda con camino apto para el paso de vehículos y cuyo uso es exclusivo para los vecinos de estas tres viviendas de esta zona de Ozollo. Este camino tiene una longitud de 416 metros. El sendero finaliza a escasos metros de la carretera foral BI-3234.

- O2: Tiene una longitud de 1004,66 metros. El comienzo nuevamente es en el barrio de Ozollo, en la zona de la Ermita de San Roque y se dirige en sentido opuesto al itinerario O1, por otro camino vecinal con accesos rodado exclusivo para los residentes en esta zona y para la casa rural que aquí se encuentra. Todo el camino es asfaltado y el último tramo se localiza nuevamente junto a la carretera BI-3234, donde toma dirección oeste y termina en el mismo punto que la alternativa O2. Este sendero se aleja de la marisma y en su recorrido domina las zonas de cultivo y campiñas.



Sendero en terreno natural en O1



Puente de hormigón en O1



Molino de marea



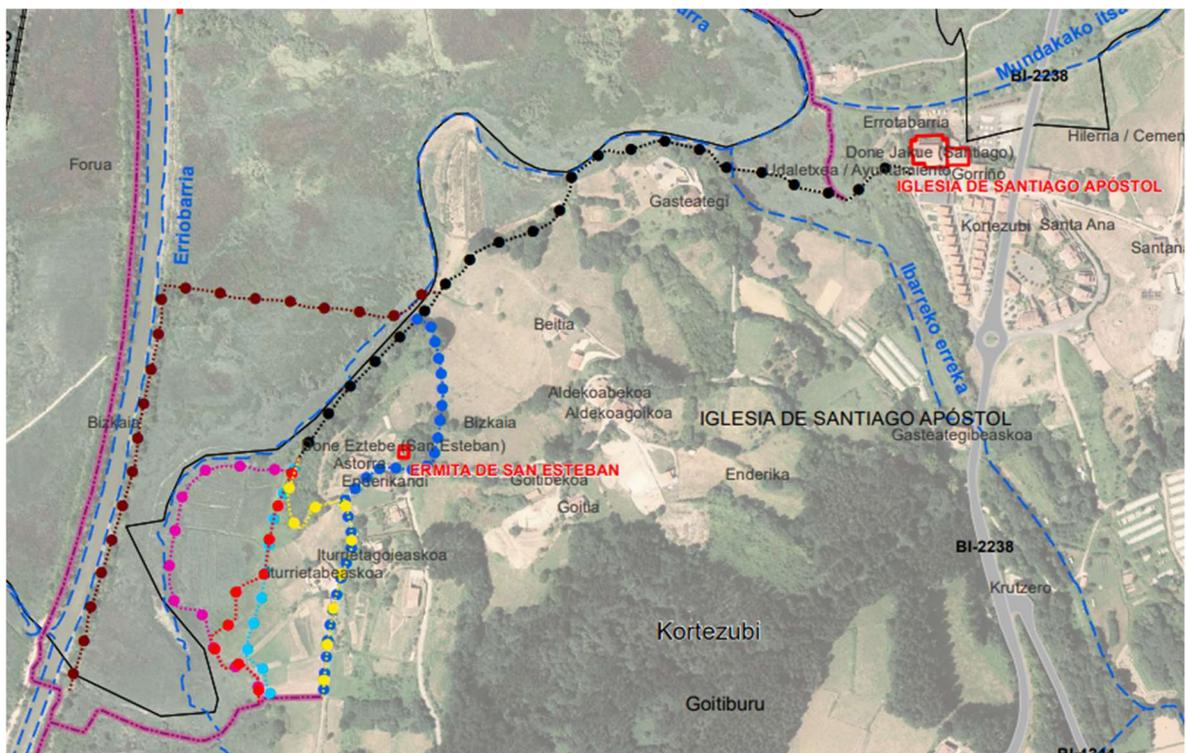
Camino apto para el paso de vehículos de residentes en O1. Al fondo está el barrio de Ozollo



<i>Barrio de Ozollo</i>	<i>Camino asfaltado del barrio de Ozollo. Al fondo estaría la carretera BI-3234</i>
-------------------------	---

5.2.2. ENDERIKA

Está compuesto por 6 alternativas (E1, E2, E3, E4, E5, E6). Discurren por el término municipal de Kortezubi todas ellas a excepción del inicio y fin de la alternativa E3, unos 29 m, que están en Forua. Todas ellas comienzan en un itinerario existente y comparten un último tramo, en mayor o menor longitud, que llega hasta la iglesia de Santiago Apóstol, en el núcleo principal de Kortezubi.



Alternativas

Enderika

- Enderika, E1
- Enderika, E2
- Enderika, E3
- Enderika, E4
- Enderika, E5
- Enderika, E6
- Enderika, Tramo común

Red de senderos

- Ejecutado

Figura 8. Alternativas E1, E2, E3, E4, E5 y E6 en Enderika

- E1: Su longitud es de 338,21 m. Comienza en un sendero existente, cerca de Iturribide, que permite conectar ambos lados de la ría. Toma dirección norte y su trazado es bordeando tierras cultivadas típicas de campiña atlántica y limitando a su vez con la zona de marisma, hasta llegar a una zona con arbolado. En este bosque es donde enlaza con el tramo común. Se bordea la zona boscosa, tras lo cual se continúa por este tramo común hasta la iglesia de Santiago Apóstol. El tramo que bordea la marisma requiere pasos de madera que permitan el tránsito de agua y la fauna.
- E2: Su longitud es de 435,51 m. El comienzo es coincidente con E1. Los primeros 103 m el trazado es similar, bordeando las zonas cultivadas. Tras estos primeros metros, mientras que la E1 va hacia el este, la E2 va hacia el noroeste, adentrándose en la zona de marisma con carrizal. Tras ir cruzando esta zona de marisma, toma dirección este, buscando de nuevo la zona de arbolado para enlazar con el tramo común ya citado. Su trazado por la marisma requiere la construcción de puentes y pasos de agua para su libre tránsito.
- E3: Su longitud es de 763,30 m. Esta alternativa parte de un punto diferente a las dos anteriores. Su comienzo es junto a la ría, en su margen derecha, a la altura de la pasarela que conecta ambos márgenes. Desde aquí, toma sentido norte y paralela a la ría a lo largo de aproximadamente 450 m. En este punto se separa de la ría tomando dirección este, cruzando la marisma es sentido oeste-este hasta enlazar, tras pasar la zona boscosa, con el tramo común. Esta alternativa se corresponde con un antiguo paseo, el cual se encuentra naturalizado actualmente.
- E4: Su longitud es de 364,70 m. El comienzo es en un punto donde confluyen un sendero y un camino rural que da acceso al barrio de Enderika y por donde se permite la circulación de vehículos. Tras recorrer unos 220 m por este camino rural y en sentido norte, gira al oeste para adentrarse uno metros en la zona arbolada, para después bordearlo y enlazar con el tramo común a todas las alternativas. Esta alternativa presenta tramos de fuerte pendiente a lo largo de los últimos metros, en la zona de arbolado.
- E5: Su longitud es de 497,62 m. Comienza en el mismo punto que E4 y comparten trazado durante los primeros 220 m. Tras estos primeros metros, se separa del tramo común con E4 tomado dirección noreste, pasando por el barrio de Enderika y continuando por el camino rural. Una vez cruzado el barrio de Enderika, toma dirección norte, y desciende por campos atravesando zonas de arbolado y campiña hasta alcanzar el tramo común con todas las alternativas en el punto de itinerario que se encuentra una vez se ha bordeado la zona de arbolado.

- E6: Su longitud es de 280,30 m. Comienza el trazado en un punto próximo a E1 y E2. Su trazado es paralelo al DPMT, por lo cual, cruza por medio de zonas de cultivos. Tras abandonar los cultivos, pasa por zona de marisma para unirse con el tramo común justo a la altura del comienzo del arbolado.



Iglesia de Kortezubi, donde finaliza el tramo común



Tramo común



A la derecha de la pasarela discurriría el itinerario E3



A la derecha del itinerario de madera, discurre el E1, E2 y E6



Itinerario E5, con el barrio de San Esteban al fondo



Tramo inicio de E1, E2 y E6



Tramo inicio de E3

6. DEFINICIÓN DEL ENTORNO DE LOS PROYECTOS

Los tres ámbitos por los que discurren las tres zonas de alternativas se encuentran íntegramente en la RBU. Dentro de la RBU existen otras figuras de protección como son los espacios Red Natura 2000. La información más relevante se ha representado en los mapas que acompañas a este estudio.

A continuación, se pasa a inventariar los aspectos más relevantes y que se tendrán en cuenta en el análisis de alternativas.

6.1. MEDIO FÍSICO

La RBU se encuentra situada geológicamente en las estribaciones occidentales de los Pirineos, dentro de la Cuenca Vasco-Cantábrica, en el denominado Arco Vasco, y concretamente en el Anticlinorio Nor-Vizcaino, excepto la franja más meridional, que está en el Sinclinorio de Bizkaia. La cuenca del río Oka presenta una zona central donde dominan los afloramientos de los materiales de edad triásica, más concretamente las está constituido por materiales correspondientes a la facies Keuper del Triásico Superior. Se trata de margas y arcillas abigarradas, de colores rosáceo y verdoso, localmente surcadas por finos filones de yeso. Este afloramiento entra en contacto de forma discordante con el resto de los materiales del valle. Tal disposición se debe a su naturaleza diapírica, característica de la actividad halocinética regional, cuya extrusión en superficie se realiza a favor de zonas fracturadas. Su composición detrítica fina hace que sean materiales fácilmente deleznable, lo que ha favorecido su rápida erosión e incisión a lo largo de la dirección principal del afloramiento (N-S).

Son varios los cursos fluviales del ámbito de estudio, entre los que destacan el Oka y Mundaka, a los que vierten sus aguas varios arroyos de menor entidad.

La información relativa a la inundabilidad de los cursos fluviales del ámbito de estudio ha sido extraída de la cartografía dispuesta por la Agencia Vasca del Agua (URA), concretamente perteneciente a los "Mapas de peligrosidad y riesgo de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs) de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental en el ámbito de las Cuencas Internas de la CAPV". Estos datos corresponden al año 2014.

En primer lugar, en cuanto a la peligrosidad, se debe decir que los mapas de peligrosidad por inundación constituyen la base de partida para el análisis del riesgo y una herramienta esencial en la gestión diaria de las zonas inundables. En base a la cartografía digital

aportada por URA, y tal y como se observa en el mapa de Medio Físico que acompaña a este documento, la cuenca del Oka presenta peligro de inundabilidad, con períodos de retorno (T) de 10, 100 y 500 años, afectando a zonas pobladas que ocupan vegas inundables.

Esa potencial peligrosidad se afina más en las zonas representadas como Flujo Preferente. Este concepto se define en el Real Decreto 9/2008 y se obtienen como envolvente de la Zona de Graves Daños y la Vía de Intenso desagüe para T=100 años. Hay tres zonas de flujo preferente en la RBU que se encuentran al sur del núcleo de Mundaka, en Altamira-San Kristobal y la zona de la ría desde el sur del núcleo de Forua al sur del núcleo de Gernika-Lumo. Esta última zona es la que afecta a las alternativas de Enderika (E1, E2, E3, E6).

También se ha representado en los mapas adjuntos el Dominio Público Marítimo Terrestre y su servidumbre de protección.

Ninguna de las alternativas pasa o está próximo a suelos potencialmente contaminados.

En cuanto a las pendientes, en las siguientes imágenes se recorren los rangos de pendientes para cada una de las alternativas y separadas por ámbitos:

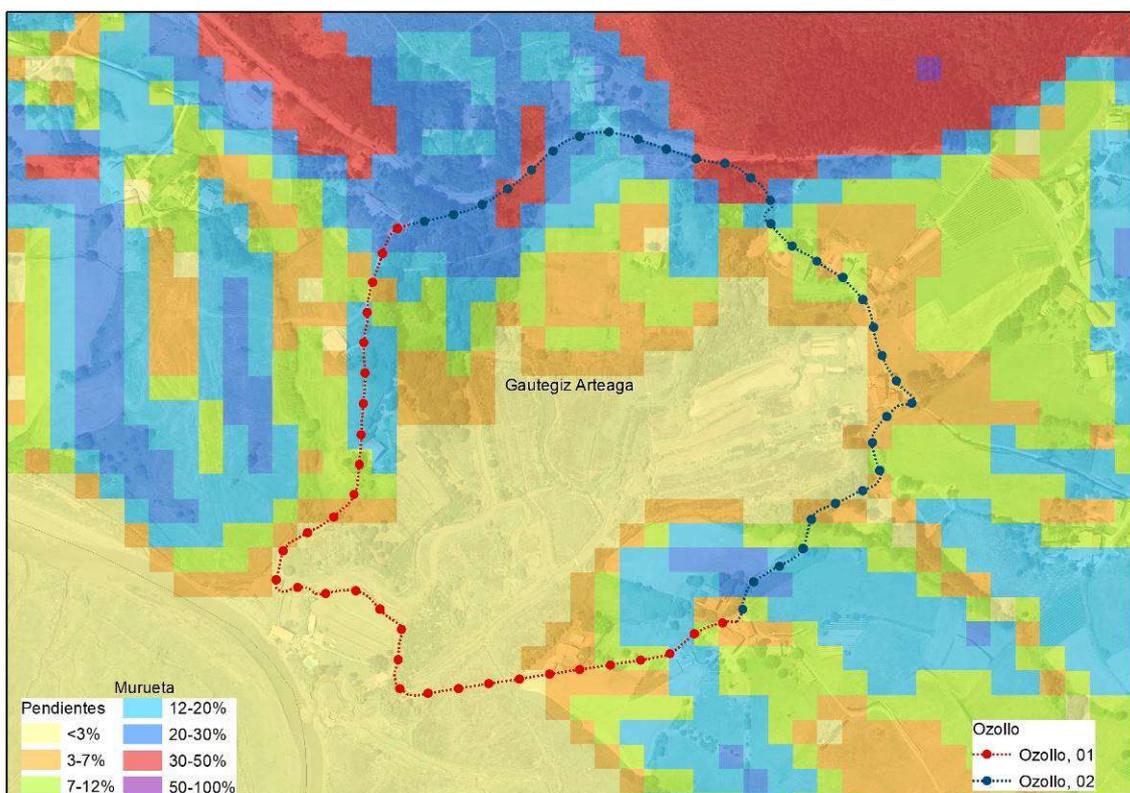


Figura 9. Pendientes de las alternativas O1 y O2. (Fuente: elaboración propia a partir de datos del Gobierno vasco)

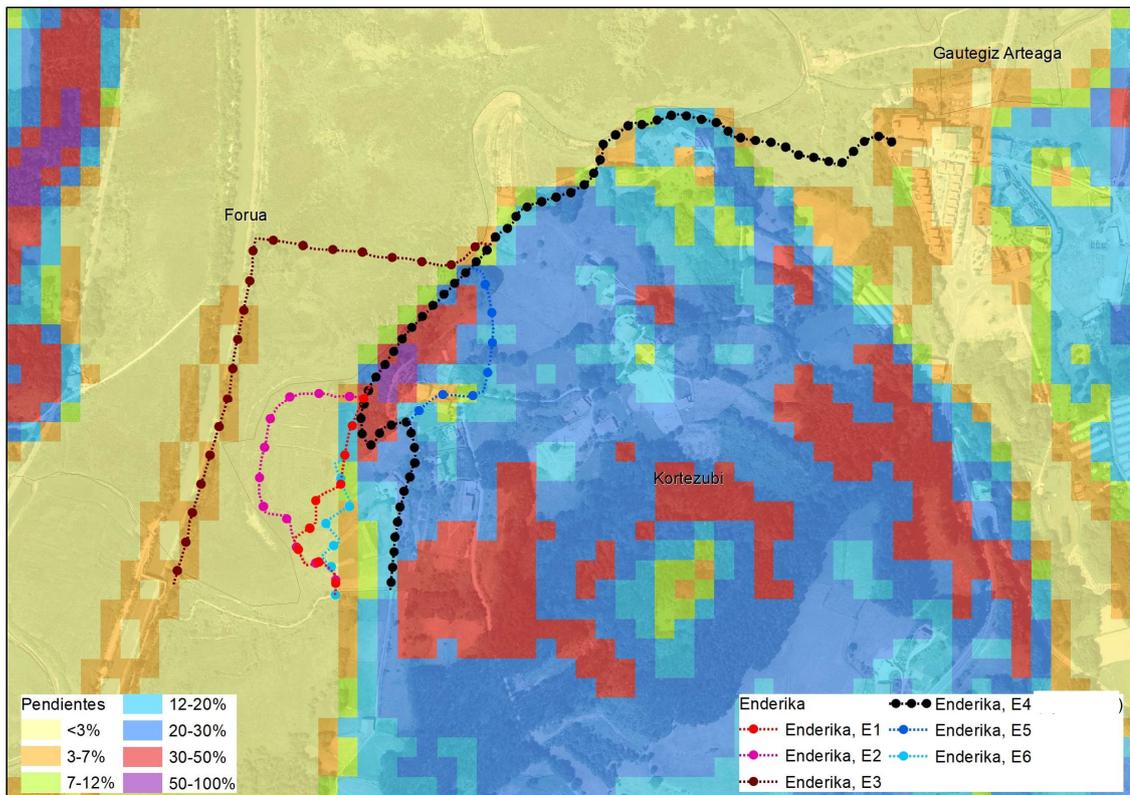


Figura 10. Pendientes de las alternativas de Enderika. (Fuente: elaboración propia a partir de datos del Gobierno vasco)

6.2. MEDIO NATURAL

Lugares de interés geológico (LIG)

De acuerdo a la información disponible del Gobierno vasco, en los ámbitos analizados está los siguientes LIG:

- Canteras de Murueta
- Cauces fluviales de los ríos Oka y Golako
- Cavidad de Oxina (sistema Oxina-Argatxa)
- Diapiro de Gernika
- Estuario superior del Oka
- Polder de Anbeko

Hábitats de interés comunitario

Los ámbitos de estudio albergan los siguientes tipos de hábitats de interés comunitario, tanto prioritarios (*) como no prioritarios.

Códigos EUNIS	Directiva Hábitat	Descripción
A2.2-4	1140	Llanos fango-arenosos no cubiertos permanentemente por agua marina
A2.514, A2. 5317, A2.531A-D	1330	Pastizales salinos atlánticos (<i>Glauco-Puccinellietalia maritimae</i>)
A2.5271-4	1420	Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (<i>Sarcocornetea fruticosae</i>)
A2.548	1310	Vegetación anual pionera con <i>Salicornia</i> y otras especies de zonas fangosas o arenosas
A5.3, A7.2-5	1130	Estuarios
E2.21	6510	Prados pobres de siega de baja altitud
F5.18	5230	Matorrales arborescentes de <i>Laurus nobilis</i> (*)
G1.1, G1.21, G1.2142	91E0	Bosques aluviales de <i>Alnus glutinosa</i> y <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>) (*)
G2.121	9340	Bosques de <i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus rotundifolia</i>
H3.2	8210	Pendientes rocosas calcícolas con vegetación casmofítica

Tabla 2. Hábitats del ámbito de estudio (Fuente: Gobierno vasco).

Principales unidades de vegetación

La RBU acoge las siguientes unidades principales de vegetación, obtenidas de agrupar diferentes unidades de la cartografía EUNIS disponible en la web del Gobierno vasco:

UNIDAD
Alisedas
Bosques de frondosas
Carrizal
Construcciones y zonas artificiales
Cultivos leñosos. Viñedos
Encinar cantábrico
Fondos limosos y aguas de transición asociadas
Juncuales marismenos de <i>Juncus maritimus</i>
Lagunas litorales
Marisma superior con <i>Inula</i> y <i>Elytrigia</i>
Matorral
Matorral salino
Plantaciones
Prados pastados y pastos no manipulados
Prados-juncuales basofilos atlánticos
Sauceda

UNIDAD
Sedimentos arenosos, limosos o mixtos
Seto de especies alóctonas
Seto de especies autóctonas
Zonas ajardinadas

Tabla 3. Unidades de vegetación en la RBU y su porcentaje de representación dentro de la RBU (Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Gobierno vasco)

Estas unidades aparecen representadas en la cartografía adjunta.

Como se observa en los mapas, dominan las plantaciones o cultivos forestales. Las plantaciones son en su mayoría eucaliptales, pinares, sobre todo de la especie *insignis*, y robledales de roble americano. En las zonas más llanas ya aparecen como segunda unidad dominante los prados y cultivos atlánticos. En tercer lugar, está el encinar cantábrico, formación de gran interés. En cuarto lugar, está la fase juvenil o degradada de robledales acidófilos o robledales mixtos. El roble es una especie que antaño dominaba la RBU. En este tipo de bosque puede aparecer como dominante el roble o encontrarse otro tipo de especies dando lugar a un bosque mixto. El resto de formaciones vegetales se encuentran en proporciones inferiores, habiendo unidades interesantes desde el punto de vista de biodiversidad, como son las formaciones de marisma, carrizales, saucedas o las alisedas.

Flora amenazada

Dentro del ámbito de estudio se encuentran las siguientes especies de flora incluidas en el Catálogo vasco de Especies Amenazadas de Flora Silvestre y Marina:

Taxón	Hábitat	Localización	Catálogo vasco	Directiva Hábitat	Lista roja País Vasco	Riesgos	Elementos clave florísticos
<i>Cochlearia aestuaria</i>	Marismas	Endemismo Golfo de Bizkaia	VU		VU	Alteración del hábitat	
<i>Dryopteris carthusiana</i>	Bosques húmedos	Circumboreal	VU		VU	Destrucción y alteración de alisedas	
<i>Frankenia laevis</i> <i>subsp. laevis</i>	Marisma y arenales costeros	Atlántica	R		NT	Alteración y destrucción del hábitat	
<i>Ilex aquifolium</i>	Bosques y matorrales de sustitución	Eurosiberiano. Abundante en Bizkaia	IE		LC	Actividades forestales	
<i>Salicornia dolichostachya</i>	Marismas	Atlántica	R		NT	Alteración del hábitat	
<i>Salicornia lutescens</i>	Marismas	Atlántica	R		NT	Alteración del hábitat	

Taxón	Hábitat	Localización	Catálogo vasco	Directiva Hábitat	Lista roja País Vasco	Riesgos	Elementos clave florísticos
<i>Salicornia obscura</i>	Marismas	Atlántica	R		NT	Alteración del hábitat	
<i>Salicornia ramosissima</i>	Marismas	Atlántica	VU		VU	Alteración del hábitat	Litorales y marismesños
<i>Sarcocornia perennis subsp. perennis</i>	Marismas	Mediterránea	R		NT	Alteración del hábitat	
<i>Suaeda albescens</i>	Marismas y arenales	Endemismo ibérico	VU		VU	Alteración del hábitat	Litorales y marismesños
<i>Suaeda maritima</i>	Marismas	Atlántica	R		NT	Alteración del hábitat	

Tabla 4. Flora amenazada presente en el ámbito de estudio, categoría de protección, riesgo para la conservación de la especie y elemento clave florístico según planes de gestión de las ZEC. Catálogo Vasco de Especies Amenazadas (R: Rara; IE: De Interés Especial; VU: Vulnerable); Directiva Hábitat: anexo en el que se encuentra la especie; Lista Roja País Vasco (NT: Casi Amenazada; VU: Vulnerable; EN: En Peligro de Extinción; CR: En Peligro Crítico de Extinción).

En la zona de marisma se encuentra la *Zostera noltii* que cuenta con un plan de recuperación.

Flora invasora

En áreas próximas a las alternativas se han observado especies alóctonas como por ejemplo *Arundo donax*, *Baccharis halimifolia*, *Buddleja davidii*, *Cortaderia selloana*, *Phyllostachys sp.*

Fauna

La diversidad de biotopos que se encuentran en Urdaibai determina la existencia de una importante y variada fauna: aves, mamíferos, anfibios, reptiles, insectos, peces, moluscos y crustáceos.

Las marismas como zona húmeda influenciada por las mareas y los aportes de agua continental a través de los ríos o de las surgencias que emanan en los contactos de las calizas y rocas ígneas con las arcillas triásicas del fondo del valle, constituyen un área valiosa para la avifauna. Este interés se acrecienta al ser Urdaibai área de paso y descanso para aves que migran entre Europa y África. Urdaibai constituye el enclave de mayor riqueza en especies de aves nidificantes, sedentarias, invernantes en paso o accidentales de todo el País Vasco. Se halla incluida en la relación de "Humedales de importancia internacional del Convenio RAMSAR" y en la relación de "Zonas de Especial Protección para Aves-NATURA 2000" de la Unión Europea.

Además de las aves, existe una equilibrada presencia de otros vertebrados entre los que cabe reseñar el visón europeo (*Mustela lutreola*) por su grado de amenaza a nivel mundial y el mal estado de sus poblaciones. La fauna de vertebrados inventariados en Urdaibai se eleva a 387 especies (27 son peces (7,0% del total), 13 son anfibios (el 3,4%), 17 son reptiles (un 4,4%), 280 son aves (el 72,4%) y 50 son mamíferos (un 12,9% del total)). En cuanto a invertebrados hay citados 10 relevantes sobre un total de 323 especies.

Respecto a las aves las especies más relevantes en la zona son garceta común, avetoro común, garza imperial, rascón, avión zapador, carricero tordal, carricerín cejudo, carricerín común, carricero común, escribano palustre, alimoche, milano real, abejero europeo, culebrera europea, espátula común o águila pescadora. Entre los anfibios de encuentran la rana ibérica y entre los reptiles están el galápago europeo y el leproso. En el grupo de los murciélagos están especies como *Rhinolophus euryale* o *Rhinolophus ferrumequinum*.

El visón europeo cuenta con un plan de gestión (DECRETO FORAL de la Diputación Foral 116/2006) y la cuenca del río Oka es considerada como Área de Interés Especial. El paíño y el cormorán moñudo también cuentan con un plan de gestión pero el ámbito del mismo está alejado de las zonas de estudio (DECRETO FORAL de la Diputación Foral 116/2006, de 19 de junio y DECRETO FORAL de la Diputación Foral 112/2006, de 19 de junio respectivamente). Sí que queda dentro del ámbito de estudio de Ozollo el ámbito de aplicación del plan de gestión de las aves necrófagas (DECRETO FORAL 83/2015, de 15 de junio) pero alejado de las alternativas. En la siguiente figura se recoge la delimitación de estos planes y los ámbitos de estudio.

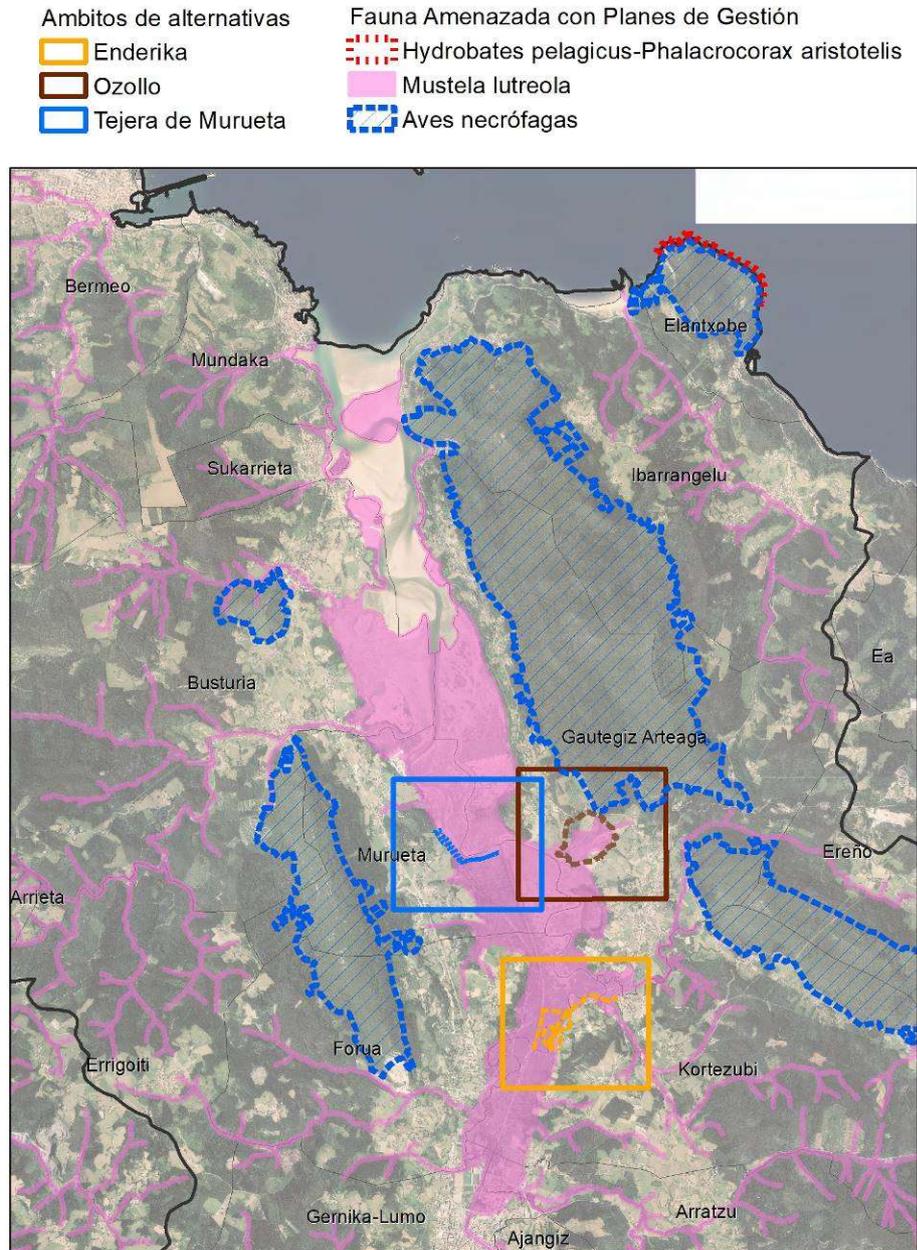


Figura 11. Planes de gestión de fauna

Se han consultado la red de corredores ecológicos y ninguno de las rutas cruza por alguno de ellos.

A continuación, se recoge las principales especies de la RBU y que están incluidas en las máximas categorías de protección.

Fen: fenología (S: sedentaria; E: estival; I: Invernante; EP: en paso).

A: abundancia (C: común; R: escasa; O: ocasional).
D. Hábitat: anexo de la Directiva 2006/105/CE del Consejo de 20 de noviembre de 2006.
CVEA: categoría en el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas (EP: en peligro de extinción; VU: vulnerable; R: rara; IE: de interés especial; -: no amenazada).
CEEA: categoría en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (EP: en peligro de extinción; SH: sensible a la alteración de su hábitat; VU: vulnerable; IE: de interés especial; -: no amenazada).
LPNB: anexo de la Ley 42/2007 en la que está incluida la especie.

Científico	Común	Fen	D. Hábitat	CVEA	CEEA	LPNB
<i>Lucanus cervus</i>	Ciervo volante	S	II	IE	IE	II
<i>Cerambyx cerdo</i>	Gran capricornio de la encina	S	II/IV	IE		II/V
<i>Euphydrys aurinia</i>	Doncella de ondas rojas	S	II			II
<i>Coenagrion mercuriale</i>	Caballito del diablo. Señorita	S	II/IV		IE	II
<i>Oxygastra curtisii</i>	Libélula	S	II/IV	VU	SH	II/V
<i>Elona quimperiana</i>	Caracol de Quimper	S	II/IV		-	V
<i>Austroptamobius pallipes</i>	Cangrejo autóctono	S	II/V	EP	VU	II/VI

Tabla 5. Especies de invertebrados de relevancia citadas en el ámbito de Urdaibai

Científico	Común	Fen	D. Hábitat	CVEA	CEEA	LPNB
<i>Alosa alosa</i>	Sábalo	S	II/V	R	-	II/VI
<i>Salmo salar</i>	Salmón	S	II/V	-	-	II/VI
<i>Barbus bocagei</i>	Barbo común	S	V	-	-	VI
<i>Barbus graellsii</i>	Barbo de Graells	S	V	-	-	VI
<i>Chondrostoma toxostoma</i>	Madrilla	S	II	-	-	II

Tabla 6. Especies de peces de relevancia citadas en el ámbito de Urdaibai

Científico	Común	Fen	D. Habitat	CVEA	CEEA	LPNB
<i>Lissotriton helveticus</i>	Tritón palmeado	S	-	-	IE	-
<i>Triturus marmoratus</i>	Tritón jaspeado	S	IV	-	IE	V
<i>Alytes obstetricans</i>	Sapo partero común	S	IV	-	IE	V

Científico	Común	Fen	D. Habitat	CVEA	CEEA	L _{PNB}
<i>Discoglossus galganoi/jeanneae</i>	Sapillo pintojo	S	II/IV	-	IE	II/V
<i>Pelodytes punctatus</i>	Sapillo moteado	S	-	-	IE	-
<i>Bufo calamita</i>	Sapo corredor	S	IV	VU	IE	V
<i>Hyla arborea</i>	Ranita de San Antón	S	IV	-	IE	V
<i>Rana iberica</i>	Rana patilarga	S	IV	IE	IE	V
<i>Rana temporaria</i>	Rana bermeja	S	V	-	IE	VI

Tabla 7. Especies de anfibios más relevantes en el ámbito de Urdaibai

Científico	Común	Fen	D. Hábitat	CVEA	CEEA	L _{PNB}
<i>Emys orbicularis</i>	Galápago europeo	S	II/IV	VU	-	II/V
<i>Mauremys leprosa</i>	Galápago leproso	S	II/IV	VU	-	II/V
<i>Anguis fragilis</i>	Lución	S	-	-	IE	-
<i>Chalcides striatus</i>	Eslizón tridáctilo ibérico	S	-	-	IE	-
<i>Lacerta bilineata</i>	Lagarto verde	S	IV	-	IE	V
<i>Lacerta schreiberi</i>	Lagarto verdinegro	S	II/IV	IE	IE	II/V
<i>Zootoca vivipara</i>	Lagartija de turbera	S	-	-	IE	-
<i>Podarcis hispanica</i>	Lagartija ibérica	S	-	-	IE	-
<i>Podarcis muralis</i>	Lagartija roquera	S	IV	-	IE	V
<i>Coronella austriaca</i>	Culebra lisa europea	S	IV	-	IE	V
<i>Zamenis longissimus</i>	Culebra de Esculapio	S	IV	IE	IE	V
<i>Natrix maura</i>	Culebra viperina	S	-	-	IE	-
<i>Natrix natrix</i>	Culebra de collar	S	-	-	IE	-

Tabla 8. Especies de reptiles más relevantes en el ámbito de Urdaibai

Científico	Común	Fen	A	D. Aves	CVEA	CEEA	L _{PNB}
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Zampullín común	I	R	-	R	IE	-
<i>Puffinus puffinus mauretanicus</i>	Pardela balear	EP	C	I	-	PE	IV
<i>Hydrobates pelagicus</i>	Paíño europeo	S	C	I	R	IE	IV
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Cormorán moñudo	S	C	-	VU	IE	IV
<i>Ixobrychus minutus</i>	Avetorillo común	S	E	I	R	IE	IV
<i>Ardea purpurea</i>	Garza imperial	EP	E	I	R	IE	IV
<i>Ciconia ciconia</i>	Cigüeña blanca	EP	E	I	R	IE	IV
<i>Platalea leucorodia</i>	Espátula común	EP	C	I	VU	IE	IV
<i>Milvus milvus</i>	Milano real	EP	C	I	EP	VU	IV
<i>Neophron percnopterus</i>	Alimoche común	R	R	I	VU	VU	IV
<i>Circus aeruginosus</i>	Aguilucho lagunero	EP	R	I	R	IE	IV
<i>Accipiter gentilis</i>	Azor	EP	R	-	R	IE	-

Científico	Común	Fen	A	D. Aves	CVEA	CEEA	L _{PNB}
<i>Pernis apivorus</i>	Abejero europeo	R	R	I	R	IE	IV
<i>Circaetus gallicus</i>	Culebrera europea	R	R	I	R	IE	IV
<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila real	S	C	I	VU	IE	IV
<i>Hieraaetus pennatus</i>	Aguililla calzada	EP	R	I	R	IE	IV
<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	EP	R	I	VU	VU	IV
<i>Falco columbarius</i>	Esmerejón	I	R	I	R	IE	IV
<i>Falco subbuteo</i>	Alcotán europeo	R	R	-	R	IE	-
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	S	C	I	R	IE	IV
<i>Rallus aquaticus</i>	Rascón europeo	S	C	IIB	R		-
<i>Tetrax tetrax</i>	Sisón común	EP	R	I	VU	IE	IV
<i>Charadrius dubius</i>	Chorlitejo chico	R	R	-	VU	IE	-
<i>Charadrius alexandrinus</i>	Chorlitejo patinegro	EP	R	I	R	IE	IV
<i>Calidris alpina</i>	Correlimos común	I	C	I	R	IE	IV
<i>Actitis hypoleucos</i>	Andarríos chico	S	C	-	R	IE	-
<i>Chlidonias niger</i>	Fumarel común	EP	R	I	EP	IE	IV
<i>Asio flammeus</i>	Búho campestre	I	R	I	R	IE	IV
<i>Upupa epops</i>	Abubilla	EP	R	-	VU	IE	-
<i>Riparia riparia</i>	Avión zapador	EP	C	-	VU	IE	-
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Colirrojo real	EP	C	-	VU	IE	-
<i>Locustella luscinioides</i>	Buscarla unicolor	EP	R	-	PE	IE	-
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	Carricero tordal	R	R	-	R	IE	-
<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	Carricerín común	R	R	-	PE	IE	-
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	Carricero común	R	C	-	R	IE	-
<i>Phylloscopus trochilus</i>	Mosquitero musical	EP	R	-	R	IE	-
<i>Ficedula hypoleuca</i>	Papamoscas cerrojillo	EP	C	-	R	IE	-
<i>Lanius senator</i>	Alcaudón común	EP	R	-	VU	IE	-
<i>Emberiza schoeniclus</i>	Escribano palustre	I	C	-	R	IE	-

Tabla 9. Especies de aves más relevantes en el ámbito de Urdaibai

Científico	Común	Fe n	D. Habitat	CVE A	CEE A	L _{PNB}
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Murciélago grande de herradura	S	II/IV	VU	VU	II/V
<i>Rhinolophus euryale</i>	Murciélago mediterráneo de herradura	S	II/IV	PE	VU	II/V
<i>Myotis myotis</i>	Murciélago ratonero grande	M	II/IV	PE	VU	II/V
<i>Myotis emarginatus</i>	Murciélago ratonero pardo	S	II/IV	VU	VU	II/V
<i>Myotis mystacinus</i>	Murciélago ratonero bigotudo	S	IV	PE	VU	V
<i>Miniopterus schreibersii</i>	Murciélago de cueva	M	II/IV	VU	VU	II/V
<i>Mustela lutreola</i>	Visón europeo	S	II/IV	PE	PE	II/IV/

Científico	Común	Fe n	D. Habitat	CVE A	CEE A	L _{PNB}
			P			P
<i>Glis glis</i>	Lirón gris	S	-	VU	-	-

Tabla 10. Especies de mamíferos más relevantes en el ámbito de Urdaibai

6.3. FIGURAS DE PROTECCIÓN

6.3.1. MAB RESERVA DE LA BIOSFERA DE URDAIBAI

Como ya se ha mencionado los ámbitos de estudio están dentro de la RBU.

La Reserva de la Biosfera de Urdaibai fue declarada por el Consejo Internacional del programa Man and Biosphere (MaB) de la UNESCO en 1984, con el objeto de conservar y gestionar adecuadamente el patrimonio natural y cultural del ámbito, de generar información científica de calidad acerca de este patrimonio, de divulgar esa información de una manera comprensible para la ciudadanía, de que esa información sirva de base para la adecuada gestión del entorno así como de potenciar su desarrollo económico y social sostenible. Posteriormente, la designación es reforzada con la aprobación, el 6 de julio de 1989, por parte del Parlamento Vasco de la Ley 5/1989 de Protección y Ordenación de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, que establece un régimen jurídico especial para los actos que se pretendan desarrollar en este espacio.

Las Reservas de la Biosfera son territorios que deben cumplir tres funciones:

- La conservación de la naturaleza.
- El desarrollo socioeconómico sostenible del ámbito.
- Apoyo logístico (investigación, capacitación y divulgación e interpretación del medio)

Cuenta con un Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG) aprobado por el Decreto 139/2016, de 27 de septiembre. El PRUG recoge tres supracategorías de ordenación:

- Núcleo (N):
 - Se corresponde con el patrimonio natural y cultural singular o más frágil de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. La componente natural la componen: el estuario, el litoral, los encinares cantábricos, las zonas más sensibles de la red fluvial, las especies de fauna y flora que incluyen estos hábitats y los procesos, sustratos y estructuras geológicas que los gobiernan, soportan y condicionan. Asimismo, se corresponde con el patrimonio cultural más destacado.

- En esta categoría la protección, preservación y restauración de los valores naturales y culturales alcanza un carácter prioritario y fundamental.
- Protección del núcleo (B):
 - Corresponde a aquellas zonas que garantizan la adecuada preservación de los elementos de la Supracategoría Núcleo.
 - Su objetivo prioritario consiste en permitir la integración de la protección, preservación y restauración de la Supracategoría Núcleo con el desarrollo sostenible de la Supracategoría de Transición.
- Transición (T):
 - Se corresponde con los ámbitos no incluidos en las dos Supracategorías anteriores.
 - Su objetivo prioritario es incentivar el desarrollo socioeconómico para la mejora del bienestar de la población, aprovechando los potenciales y recursos específicos de la Reserva de la Biosfera de forma sostenible, respetando los objetivos de la misma y del Programa MaB de Unesco.

En estas tres categorías se promoverá la investigación científica, la interpretación, la capacitación y la educación para la sostenibilidad. El resto del territorio, que no es suelo no urbanizable, la ordenación está sujeta al planeamiento urbanístico.

El artículo 4.4.4.5.- Camino de conexión D.1.4 es den de se recogen las condiciones para la implantación de proyectos como estos atendiendo a las diferentes calificaciones:

A) En la Supracategoría Núcleo (Fuente GeoEuskadi):

- ii) Mediante palafito de madera y/o elementos para salvar pasos de agua o cauces en suelos calificados como zonas intermareales o supramareales constituidos por fangos con o sin vegetación, y zonas de marisma -N1.1, y zonas intermareales o supramareales constituidas por fangos o zonas de marisma, aisladas del sistema de circulación hídrica mediante el empleo de lezones, munas o muros de contención – N1.2– del Área de la Ría.

En las siguientes imágenes se recoge esta información para cada uno de los ámbitos estudiados:

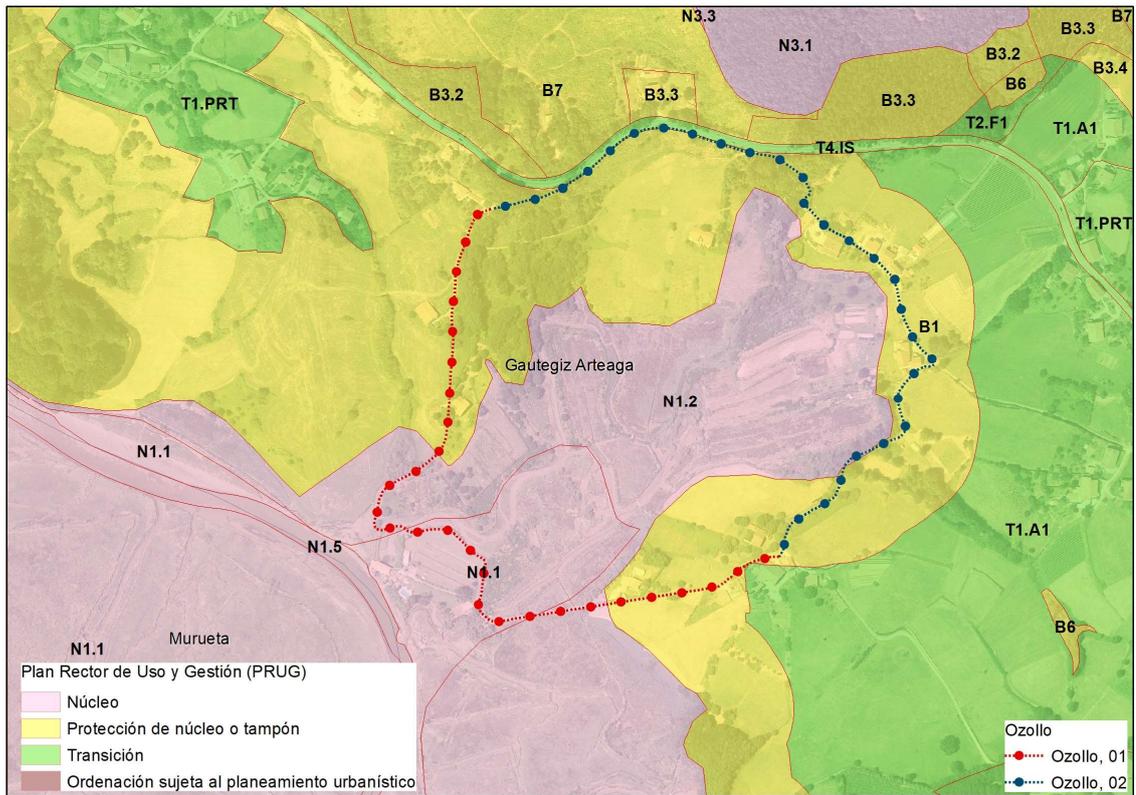


Figura 12. Ordenación del PRUG en Ozollo

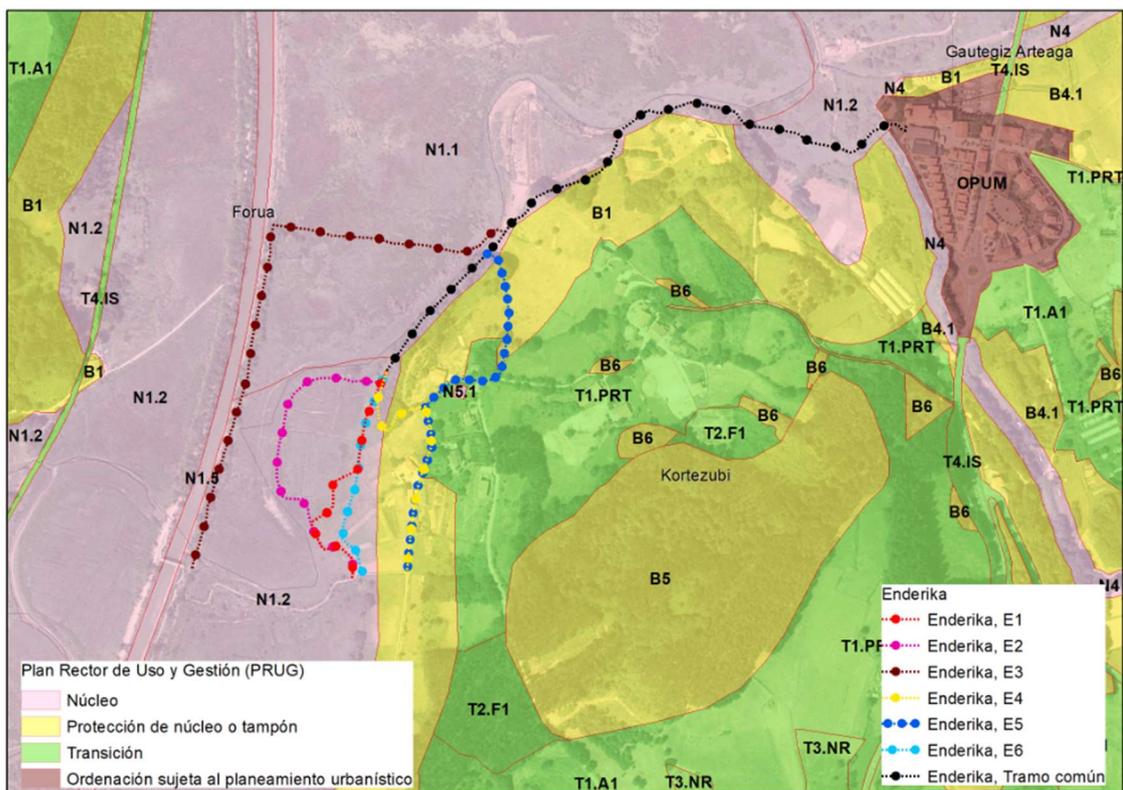


Figura 13. Ordenación del PRUG en Enderika

6.3.2. RED NATURA 2000

En virtud del Decreto 358/2013, de 4 de junio, se designaron como Zonas Especiales de Conservación y Zonas de especial protección para las aves los siguientes espacios incluidos en el ámbito de estudio y que se recogen en la siguiente tabla y se aprobaron las medidas de conservación.

Tipo espacio	Código Natura 2000	Nombre
ZEPA	ES0000144	Ría de Urdaibai
ZEC	ES2130006	Red fluvial de Urdaibai
ZEC	ES2130007	Zonas litorales y marismas de Urdaibai

Tabla 11. Espacios de Red Natura 2000.

La finalidad del Decreto 358/2013 es garantizar en las Zonas Especiales de Conservación (ZEC) y en la Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) el mantenimiento o el restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de los tipos de hábitats naturales y de los hábitats de las especies silvestres de la fauna y de la flora de interés comunitario, establecidos en la Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. Asimismo, tiene por objeto asegurar la supervivencia y reproducción en su área de distribución de las especies de aves, en particular las incluidas en el anexo I de la Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de noviembre de 2009 relativa a la conservación de las aves silvestres, y de las especies migratorias no contempladas en dicho anexo cuya llegada sea regular, todo ello con el objeto último de contribuir a garantizar la conservación del medio natural en el territorio europeo.

Cabe señalar que la red fluvial desempeña un papel crucial en la coherencia de la Red Natura 2000, por su importancia para la conectividad ecológica. Esta función conectora se manifiesta tanto longitudinalmente, a lo largo de la red hidrográfica, como transversalmente, en las conexiones de los bosques ribereños con los robledales y encinares de este ámbito, así como entre las zonas más montañosas con el estuario y franja costera.

Además de estas zonas, la Orden AAA/1260/2014, de 9 de julio, declara Zonas de Especial Protección para las Aves en aguas marinas españolas e incluye un espacio colindante con la RBU y es la ZEPA ES0000490 Espacio marino de la Ría de Mundaka-Cabo de Ogoño, que se encuentra muy alejada de la zona de actuación.

6.3.2.1. ZEC ES2130006 RED FLUVIAL

Como su propio nombre indica, la ZEC incluye la totalidad de la red fluvial de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai y abarca una anchura mínima de 5 metros de distancia a ambos lados del cauce. Esta banda mínima se encuentra ampliada recogiendo formaciones forestales autóctonas ligadas al ámbito ripario o situadas en laderas contiguas al mismo. La ZEC se encuentra muy fragmentada en un total de 96 teselas o polígonos, el más pequeño de 8 m² y el mayor de 230,5 ha (superficie media: 13,8 ha ± 34,2 ha).

Los elementos clave son:

Hábitats

- Carrizales (todos los subtipos) (EUNIS C3.1, C3.21, D5.11, A2.53C)
- 8310 Cuevas no explotadas por el turismo
- 91E0 Bosques aluviales de *Alnus glutinosa* y *Fraxinus excelsior*
- Robledales oligótrofos de roble pedunculado G1.86, F9.2, G1.91

Flora

- *Culcita macrocarpa*
- *Vandenboschia speciosa* (= *Trichomanes speciosum*)
- *Woodwardia radicans*

Fauna

- *Austropotamobius pallipes*
- *Oxygastra curtisii*
- *Coenagrion mercuriale*
- *Brachytron pratense*
- *Onychogomphus uncatulus*
- *Anguilla anguilla*
- *Salmo trutta*
- *Chondrostoma toxostoma*
- *Barbatula barbatula*
- *Rana iberica*
- *Emys orbicularis*
- *Mauremys leprosa*
- *Mustela lutreola*

Taxones alóctonos

Conectividad

6.3.2.2. ZEC ES2130007 ZONAS LITORALES Y MARISMAS DE URDAIBAI

En la delimitación original del LIC se adoptó, como alcance máximo terrestre, aproximadamente el del deslinde del DPMT, de modo que esta ZEC se englobara casi íntegramente en la ZEPA. Con todo, el DPMT sí se sobrepasa al integrar la ZEC los dos islotes del estuario (Txatxarramendi y Sandinere), así como al incluir la vega del Oka en el extremo sur del espacio (municipios de Gernika-Lumo, Arratzu y Kortezubi), hasta llegar hasta, aproximadamente, la variante norte de Gernika. El límite costero se encuentra en la zona de rompiente de olas.

La delimitación de la ZEC se encuentra dividida en cinco zonas: Isla de Izaro (8,6 ha) / Franja litoral desde el cabo Matxitxako al puerto de Bermeo (25,4 ha) / Franja litoral desde el puerto de Bermeo al puerto de Mundaka (9,1 ha) / Estuario y franja costera desde la playa de Laida-puerto de Elantxobe (959,6 ha) / Franja costera desde el puerto de Elantxobe hasta punta Arboliz (Ibarrangelu) (7,0 ha).

Los elementos clave son:

Hábitats

- Hábitat 1130 (estuarios).
- Hábitat 1140 (intermareal fangoarenoso)
- Hábitat 1150 (lagunas costeras)
- Hábitat 1230 (acantilados)
- Hábitat 2130 (dunas grises)
- EUNIS C3.1, 3.21; D5.11; A2.53C (carrizales, eneales, etc.)
- Hábitat 4040 (Brezales costeros *Erica vagans*)
- Hábitat 5230 (lauredal arborescente)
- Hábitat 8310 (cavidades)
- Hábitat 9340 (encinares)
- Hábitat 91E0 (alisedas)
- EUNIS G1.86 (robleales oligótrofos)

Flora

En cuanto a la flora, los elementos clave son los siguientes, no estando presentes en el ámbito del Plan Especial:

- *Chamaesyce pepelis*
- *Festuca vasconensis*
- *Medicago marina*
- *Matricaria maritima subsp. maritima*
- *Sonchus maritimus subsp. maritimus*
- *Olea europea subsp. oleaster*
- *Zostera noltii*
- *Herniaria ciliolata*
- *Honckenya peploides*
- *Lavatera arborea*
- *Salicornia ramosissima*
- *Suaeda albescens*
- *Armeria euscadiensis*

Ninguna de estas especies se cita en la zona de actuación o áreas adyacentes.

Fauna

- *Phalacrocorax aristotelis*
- *Hydrobates pelagicus*
- *Egretta garzetta*
- *Botaurus stellaris*
- *Ixobrychus minutus*
- *Ardea purpurea*
- *Rallus aquaticus*
- *Riparia riparia*
- *Acrocephalus arundinaceus*
- *Acrocephalus paludicola*
- *Acrocephalus schoenobaenus*
- *Acrocephalus scirpaceus*
- *Emberiza schoeniclus*
- *Falco peregrinus*
- *Puffinus mauretanicus*
- *Calonectris diomedea*
- *Uria aalge*
- *Puffinus puffinus*
- *Sula bassana*
- *Platalea leucorodia*
- *Pandion haliaetus*
- *Mustela lutreola*

Taxones alóctonos

Conectividad

6.3.2.3. ZEPA ES0000144 RÍA DE URDAIBAI

El alcance marino de la ZEPA Ría de Urdaibai engloba el tómbolo de San Juan de Gaztelugatxe, el islote de Aketx y la isla de Izaro. En alcance mínimo terrestre es, aproximadamente, el del DPMT, prolongándose en general hasta las carreteras que encierran la zona de marisma, excluidas algunas zonas de suelo urbano, industrial, zona interna de los puertos, etc.

En la descripción de límites terrestres se podrían diferenciar tres tramos: zona occidental al cabo Matxitxako / Zona entre-cabos 1 (Matxitxako-Gernika) / Zona entre-cabos 2 (Gernika-Ogoño/Elantxobe).

Para la ZEPA Ría de Urdaibai y la ZEC Zonas litorales y marismas de Urdaibai, los elementos faunísticos objeto de conservación son coincidentes, así como la valoración de su estado de conservación, que es favorable para la mayor parte de las especies.

De las aves del Anexo I de la Directiva de Aves presentan un estado de conservación inadecuado las siguientes: avetoro común (*Botaurus stellaris*), avetorillo común (*Ixobrychus minutus*), garceta común (*Egretta garzetta*), garza imperial (*Ardea purpurea*), espátula común (*Platalea leucorodia*) y águila pescadora (*Pandion haleaetus*). No se ha podido precisar cuál es el estado de conservación para pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*), paíño europeo (*Hydrobates pelagicus*), porrón pardo (*Aythya nyroca*), milano real (*Milvus milvus*), polluela pintoja (*Porzana porzana*), polluela bastarda (*Porzana parva*), polluela chica (*Porzana pusilla*), fumarel común (*Chlidonias niger*), carricerín cejudo (*Acrocephalus paludicola*) y pardela balear (*Puffinus puffinus mauretanicus*).

De entre las aves migratorias de presencia regular se valora desfavorable el estado de conservación del chorlitejo chico (*Charadrius dibius*) y el carricero tordal (*Acrocephalus arundinaceus*), así como el escribano palustre (*Emberiza schoeniclus*) (en este caso desfavorable-malo).

Es además desconocido para pardela pichoneta (*Puffinus puffinus*), agachadiza común (*Gallinago gallinago*), zarapito real (*Numenius arquata*) y arao común (*Uria aalge*).

Otras especies importantes de aves que se consideran objeto de conservación por su interés regional son el zampullín común (*Tachybaptus ruficollis*), el cormorán moñudo (*Phalacrocorax aristotelis*), el rascón europeo (*Rallus aquaticus*), el pico menor (*Dendrocopos minor*) y el roquero solitario (*Monticola solitarius*). El estado de conservación es favorable para todas ellas menos para el cormorán moñudo, que se valora desconocido.

Se ha considerado que esta ZEPA tiene un "valor excelente" para las siguientes especies de fauna: paño europeo, espátula común, halcón peregrino, pardela balear, alcatraz atlántico, gaviota patiamarilla y cormorán moñudo, la mayor parte asociados a la costa y acantilados.

El listado de elementos clave es el siguiente:

Fauna

- *Phalacrocorax aristotelis*
- *Hydrobates pelagicus*
- *Egretta garzetta*
- *Botaurus stellaris*
- *Ixobrychus minutus*
- *Ardea purpurea*
- *Rallus aquaticus*
- *Riparia riparia*
- *Acrocephalus arundinaceus*
- *Acrocephalus paludicola*
- *Acrocephalus schoenobaenus*
- *Acrocephalus scirpaceus*
- *Emberiza schoeniclus*
- *Neophron percnopterus*
- *Falco peregrinus*
- *Milvus milvus*
- *Pernis apivorus*
- *Circaetus gallicus*
- *Puffinus mauretanicus*
- *Calonectris diomedea*
- *Uria aalge*
- *Puffinus puffinus*
- *Sula bassana*
- *Platalea leucorodia*
- *Pandion haliaetus*

Taxones alóctonos

Conectividad

6.3.3. HUMEDALES DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL DEL CONVENIO RAMSAR

El Área de Especial Protección de la Ría (Ría de Mundaka-Gernika) fue en el año 1992 incluida en la relación de Humedales de Importancia Internacional del Convenio RAMSAR por decisión del Consejo de Ministros. Dicho humedal tiene el siguiente código y denominación: 3ES026 Ría de Mundaka-Gernika.

6.4. PATRIMONIO CULTURAL

6.4.1. PATRIMONIO CULTURAL. CONSTRUCCIONES RESIDENCIALES Y PROTOINDUSTRIALES.

6.4.1.1. EDIFICACIONES RESIDENCIALES

El ámbito del Estuario Superior de la ría de Oka se observan un número considerable de edificaciones residenciales tradicionales tipo caserío, como reflejo de la actividad del ser humano en el territorio. Entre ellos, cabe destacar la presencia del caserío Enderika Handi, inscrito mediante Orden, de 20 de mayo de 2003, de la Consejera de Cultura (BOPV nº 118, de martes 17 de junio de 2003) como Bien Cultural, con la categoría de Monumento, en el Inventario General del Patrimonio Cultural Vasco.

Tal y como consta en la documentación del Departamento de Cultura del Gobierno Vasco, *el caserío Enderika Haundi se caracteriza por sus pequeñas dimensiones y su adaptación al terreno. Es un caserío con cubierta a dos aguas que consta de planta baja, primera y bajocubierta. Presenta una composición simétrica con una planta cuadrada y un característico alero en vuelo con jabalcones en la fachada principal. Es de mampostería con empleo de pequeños sillares en los ángulos y un entramado estructural de madera con plementería de argamasa y mampuesto en las plantas primera y bajo cubierta. La fachada principal se orienta al este y se divide en tres tramos. El tramo central es de mayor anchura y queda enmarcado por dos postes enterizos de madera, sobre poyos, que alcanzan la altura de la cubierta. Tiene un característico soportal de entrada que ocupa toda la planta baja de este tramo, formado por una viga de madera con un poste central. La planta primera queda condicionada por dos vigas riostras inclinadas hacia el eje de la fachada que se unen a los postes enterizos. En el centro de la fachada hay un pequeño balcón con dos puertas de acceso. Los dos tramos laterales constan de un muro de mampostería en la base sobre el que se apoya un entramado de madera. Ambos se revocan en color blanco. El lateral izquierdo tiene anexo un cobertizo. La fachada lateral sur es un muro de mampostería con un aparejo de formas cúbicas en planta baja y revoco en planta primera. Consta de dos ventanas y una puerta en la planta baja y tres ventanas de pequeñas dimensiones en la planta primera. La fachada norte es similar salvo que todo el muro esta sin revocar y los únicos vanos son dos pequeñas puertas en la planta baja.*

6.4.1.2. CONSTRUCCIONES PROTOINDUSTRIALES E INDUSTRIALES

Entre las construcciones protoindustriales e industriales existentes en el ámbito del Estuario Superior de la ría de Oka cabe destacar la presencia de la Tejera de Murueta, la Curtidería de Forua o el molino de mareas de Portu-Errota en Gautegiz-Arteaga:

Tejera de Murueta

Con el objetivo de explotar industrialmente las arcillas caoliníticas para la fabricación de elementos cerámicos para la edificación (ladrillos, tejas y tubos) se instaló en el año 1894 con la denominación de "La Estrella" una industria tejera sobre la superficie marismeña del estuario medio. Modificaciones societarias acaecidas en 1901 y 1917 llevaron a un cambio de su denominación de la empresa adoptando el nombre de "Aurrera" y posteriormente "Cerámicas de Murueta", denominación que se mantuvo hasta el cese de su actividad en 1931.

En torno al punto de extracción de arcillas se erigieron las construcciones requeridas para su transformación como hornos, almacenes, molinos, así como un sistema de transporte basado en un apeadero de ferrocarril de vía estrecha y un embarcadero. Esta actividad tuvo un amplio ámbito de influencia de tal manera que se llegaron a alimentar los hornos con carbón mineral asturiano y leonés que era transportado en gabarras desde Portuondo (Mundaka) sustituyendo al inicial carbón vegetal de producción local. Igualmente permitió el desembarco de explosivos utilizados en la zona para actividades mineras y diversas obras. Esta instalación llevó aparejada la electrificación de la zona, lo que facilitó que la línea cruzase el estuario hasta Arteaga. Aún hoy quedan restos de la estructura de apoyos en ambas orillas.

La tejera fue declarada Zonas de Presunción Arqueológica mediante Resolución de 21 de mayo de 1997, del Viceconsejero de Cultura, Juventud y Deportes (BOPV nº 112 de 13 de junio de 1997)

Fábrica Tenería Vascongada (Forua)

La Fábrica Tenería Vascongada, situada en Forua, fue inscrita mediante Orden de 11 de diciembre de 2007, de la Consejera de Cultura, como Bien Cultural, con la categoría de Monumento, en el Inventario General del Patrimonio Cultural Vasco. (BOPV nº 7, de 10 de enero de 2008)

Tal y como consta en la citada Orden, *la fábrica se compone de la unión de dos cuerpos edificios claramente diferentes, obteniendo una única edificación compacta construida en fechas sucesivas. La fábrica se forma con la construcción original y las ampliaciones posteriores y requiere del abastecimiento de agua que se realiza mediante la presa y canal existente en la margen izquierda de la carretera Gernika-Bermeo.*

El edificio origen, construido a principios del siglo XX y ubicado en el área oeste de la fábrica, es de planta rectangular de 20 x 13 metros de longitud y anchura respectivamente, compuesto por tres naves o crujías interiores de 4 metros de anchura, de eje longitudinal norte-sur.

El edificio cuenta con planta baja, primera, segunda y una pequeña bajocubierta. Es una construcción de forjados y vigas de madera que apoyan en muros perimetrales de carga y pies derechos de madera sobre bases pétreas. La cubierta es a tres aguas con faldón hacia el sur y testero al norte. Por la fachada oeste se realiza la entrada de agua al edificio y junto a ella se ubica una antepara o embalse de agua superficial, en el terreno entre la carretera que une Gernika con Forua y el edificio.

La fachada longitudinal oeste marca cinco ejes de vanos, ejes con un único vano en la planta baja y primera, para pasar los vanos a duplicarse en la planta segunda. Se realiza una diferenciación de plantas mediante impostas que marcan los forjados y mediante el tratamiento de las ventanas. En la planta baja las cinco ventanas verticales están desprovistas de decoración y su borde superior es levemente curvo. En la planta primera las cinco ventanas verticales cuentan con dintel con clave central y peana en su base. En la planta segunda las ventanas pasan a ser diez, con el mismo tratamiento superior que las del primer piso, sin peana y con una carpintería de madera en lamas como cerramiento ventilado que anuncia la función de secadero de este piso. Los vanos de este último piso se unen en su parte inferior mediante una moldura lineal longitudinal continua que marca la línea del antepecho.

La fachada sur es el acceso al edificio, donde se ubica la entrada mediante un vano con arco elíptico de ladrillo. Junto a la entrada se ubica un canal de agua. (...) La fachada norte se asimila en su composición y en el tratamiento de vanos a la oeste pero con sólo tres ejes. No obstante, los seis vanos del segundo piso llegan hasta el suelo y se cubren con lamas y carpintería de madera en lo que sería el antepecho. Esta fachada presenta un

hastial triangular con cuatro vanos, los dos centrales verticales y los laterales casi cuadrados.

El interior del inmueble en su planta baja alberga la maquinaria de la primera fase del proceso industrial y la entrada de agua. Es un espacio diáfano, sin divisiones interiores, con la estructura del forjado de madera vista y donde se aprecia parcialmente un solado de losa de piedra. El muro de mampostería que limita el edificio con su primera ampliación tiene numerosos pasos que lo relacionan tanto funcionalmente como espacialmente. Junto a la entrada de esta planta se desarrolla una escalera de un tramo para acceder a los pisos superiores. La planta primera es un espacio diáfano unido espacialmente a la ampliación posterior. La planta segunda cuenta con dos zonas diferenciadas, por una parte las dos primeras crujías paralelas a la fachada oeste son un secadero natural con tres orientaciones y los vanos de fachada con sus lamas de madera y cierres en los antepechos permiten y regulan el paso del aire, y por otra parte un secadero artificial ubicado en la tercera crujía pero sin tener contacto con las fachadas. El secadero artificial es el límite este del edificio y es un espacio cerrado con dos conductos lineales longitudinales en el suelo, uno de fabrica y otro de madera que mediante numerosas toberas, reguladas mediante cierres manuales de madera, controlan el flujo de aire caliente. (...)

El edificio posterior, es una sucesiva ampliación en el área este de la fábrica. Primeramente se produce una ampliación de una única crujía en los años cuarenta y posteriormente una segunda ampliación mayor en los años sesenta. Este edificio cuenta con planta baja más dos alturas y cubierta plana. Es una construcción cuya estructura es íntegramente de hormigón. Volumétricamente es un prisma rectangular que contrasta con el edificio original al que se adosa y forma una planta rectangular de 20 x 15,5 metros de longitud y anchura respectivamente. Las fachadas norte y sur presentan la mayoría de sus vanos en planta primera y segunda, en siete ejes de vanos cada una, vanos de ventanas verticales sin ninguna ornamentación y que cuentan con una leve diferencia entre las dos ampliaciones. Los vanos del piso superior cuentan con lamas de madera para el secadero. (...)

Molino de mareas de Portu-Errota en Gautegiz-Arteaga

A partir del siglo XVI y hasta el XIX, al amparo de nuevos conocimientos tecnológicos, en ambos márgenes del estuario del Oka se comenzaron a construir molinos que utilizaban el flujo y reflujos de las mareas para su funcionamiento. Pese a que existe constancia de que hubo numerosos molinos de este tipo, actualmente sólo se tiene información acerca de la

ubicación de los siguientes: Ozollo-errota o Koba-errota, Arraburu-errota y Errotazar (Gautegiz-Arteaga), Errotatxu (Kortezubi), Mallukitza y Mare-Errota (Busturia) (Basoinsa, 1995).

Mediante Resolución de 6 de abril de 1999, del Viceconsejero de Cultura, Juventud y Deportes, fue incoado expediente para la declaración de Bien Cultural Calificado, con la categoría de Monumento, del Molino Koba-Errota de Gautegiz-Arteaga (Bizkaia) (BOPV nº 89 de 13 de mayo de 1999).

Tal y como consta en la Resolución el molino de Koba-Errota, se sitúa en la margen izquierda de la Ría de Gernika, en el Barrio de Ozollo de Gautegiz-Arteaga. En la actualidad es una edificación situada en el borde mismo de la ría, con un enorme depósito detrás para retener las aguas de inundación y las aportadas por un pequeño arroyo que desciende desde Elejalde de Gautegiz. El edificio se sitúa sobre las mismas anteparas o compuertas de salida del agua con sus elementos metálicos de cierre y en su interior, en planta baja, se conserva el único par de piedras, de los tres originales con que contó este molino de rueda horizontal, con guardapolvos, tolva y pescante. El resto de piedras de moler y las turbinas de piedra tallada también se conservan en el molino, fuera de su ubicación original ya que fueron desmontadas en los años posteriores a la guerra civil.

Según la documentación con que cuenta la propiedad, este molino se construyó en 1683 por orden de los Señores de la Casa Fuerte de Arteaga en terrenos de esta propiedad y se estableció una relación de alquiler con los molineros, existe constancia de las transmisiones posteriores que ha tenido esta propiedad. Se le dio el nombre de Koba-Errota debido a que se nutre, junto con el flujo de las mareas, del agua procedente de un manantial de agua dulce que surge desde Elejalde de Gautegiz a través de una cueva.

Los cimientos del edificio del molino están realizados con mampostería y sirven de muro de contención de las aguas del embalse, necesarias para su funcionamiento. El muro de contención, que se prolonga en su estribo derecho unos cincuenta metros, está construido de mampostería protegida con tierra.

La regulación de alturas del agua dentro de la presa se realiza mediante tres compuertas situadas bajo el molino, que se accionan desde el mismo, así como una cuarta compuerta que permite la entrada del agua de mar con la subida de la marea y que impide la salida.

En el muro de mampostería, estribo derecho, se localiza una compuerta que funciona como aliviadero del embalse.

El funcionamiento del molino se produce por el paso de aguas embalsadas. Estas aguas proceden de dos fuentes distintas que son:

– Aguas dulces procedentes del manantial de Koba, que son encauzadas totalmente y de modo artificial hasta el molino.

– Aguas de mar, procedentes de la marea, en las mareas vivas las aguas marinas sobrepasan la cota de salida del citado manantial, situado en la cola del embalse.

(...)

La longitud total del canal supera los 1.000 m. de longitud en su eje. La zona correspondiente al embalse ocupa unos terrenos de marismas y el canal que une el manantial de Koba con el edificio del molino fue realizado aprovechando las diversas entradas de agua entre los juncales y herbales, mediante las necesarias obras artificiales que embalsan y a la vez encauzan las aguas para el aprovechamiento y funcionamiento del molino.

Estas obras artificiales fueron realizadas con los medios rudimentarios disponibles en su época, ejecutando un canal a base de cajeros de tierra. Estos cajeros están más elevados que los terrenos colindantes de modo que la presa siempre pueda almacenar una cantidad fija de agua independientemente del nivel de la marea. Existe un sistema de desagües de los terrenos superiores a la presa, que pasan por debajo de esta, a base de tubos y compuertas (originalmente hechos con piezas de madera), que impiden el acceso del agua marina a estos terrenos.

(...).

El edificio del molino Koba-errota es una construcción humilde de estructura de madera en pisos y cubierta y muros de carga perimetrales. Está organizado en dos plantas y sótano (estolda y turbinas). En la planta baja es donde se coloca la maquinaria del molino que aún perdura. Antiguamente hasta los años cuarenta, existieron otras dos ruedas de molino situadas en la misma estancia que la actual. En esta planta se sitúa la cocina original consistente en un fuego bajo, al fondo de esta estancia común se situaba la cuadra de los animales. La planta superior está destinada a habitaciones de vivienda.

(...)

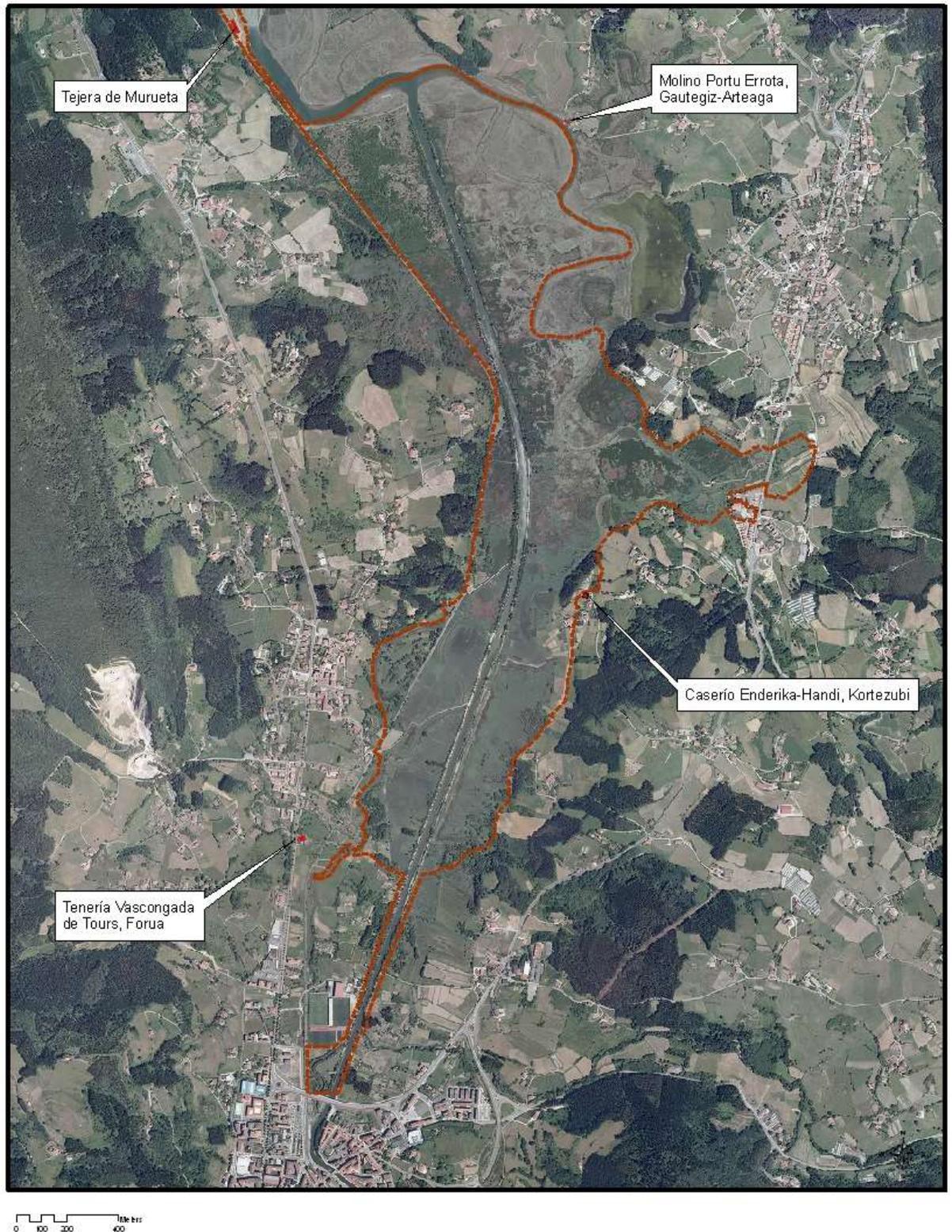


Figura 14. *Arquitectura residencial, protoindustrial e industrial*

6.4.2. PATRIMONIO CULTURAL. FUENTES Y LAVADEROS

Asimismo, se identifican en el ámbito del Estuario Superior ciertos elementos que integran el patrimonio cultural del área por su proximidad al desarrollo a usos y actividades tradicionales en la zona.

Así, cabe destacar la presencia de dos fuentes y lavaderos, en Forua (Atxaga) y Kortezubi (Barrutibaso), conformados a base de sendas pilas de caliza, situadas en afloraciones de manantiales y que fueron empleadas tradicionalmente como abrevaderos de ganado, como lavaderos y fuentes.

6.4.3. PATRIMONIO CULTURAL. OTRAS CONSIDERACIONES

Entre los valores etnográficos destaca la cultura ligada al caserío y al sector primario o el euskera y las tradiciones vascas y como valores histórico-culturales resalta la Villa de Gernika-Lumo y el amplio patrimonio arquitectónico. La combinación de estos valores en una comarca tan humanizada como Urdaibai ha contribuido a remarcar su especificidad y valor, ya que ha conseguido mantener un notable equilibrio entre las actividades humanas tradicionales y el medio natural, en contraste con su entorno cercano.

6.5. DESCRIPCIÓN DEL PAISAJE DEL ÁMBITO DEL ESTUARIO SUPERIOR DE LA RÍA DE OKA

Todos los elementos identificados en los apartados anteriores configuran en el Estuario Superior un paisaje general está dominado por el mar, la montaña y los arenales. El río Oka, que rompe con la orientación predominante de los ríos del territorio, corre en dirección norte y está rodeado de montañas de escasa altitud alineadas según el llamado Arco Vasco, de tal forma que los límites sur, este y oeste están formados por las cumbres que definen la cuenca, mientras que el mar Cantábrico se sitúa al norte.

La cuenca visual se puede considerar como amplia, compacta y ovalada, encontrándose encajada dentro la cuenca hidrográfica del río Oka. En las alineaciones montañosas podemos encontrar pequeñas subcuencas visuales, encajadas en las formaciones montañosas. La geomorfología, pero sobre todo la vegetación y el agua, asumen la mayor parte de la caracterización del paisaje de la zona.

de encinares, robledales y pinares de repoblación. Asimismo, son muy importantes los prados y pastizales de la zona.



Figura 16. Paisaje de la zona de actuación

Como hemos comentado anteriormente, se trata de un paisaje con una gran influencia antrópica debido a la intervención humana, que ha configurado el paisaje actual a lo largo de los años. Además, existen diversas construcciones e infraestructuras en la zona, que introducen elementos artificiales en el paisaje reduciendo su calidad (canal artificial, vías del tren, viviendas unifamiliares de nueva construcción, polígonos industriales, etc.).

Como elementos enriquecedores del paisaje destacan la variedad de pendientes, la complejidad topográfica y morfológica, las abundantes y bien conservadas manchas de vegetación atlántica, los bosques de galería, la zona de marismas, las construcciones tradicionales y caseríos, etc.

En cuanto a la fragilidad del paisaje, cabe destacar la presencia de puntos escénicos (puntos más vulnerables desde el punto de vista visual) como las zonas más elevadas, que permiten observar el paisaje en su conjunto, de manera que los cambios en el mismo serán fácilmente observables desde cualquiera de estos puntos, especialmente aquellos más accesibles y por tanto con mayor número de observadores potenciales.

7. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Para cada una de las alternativas en cada uno de los ámbitos se valora los siguientes conceptos o variables:

- Afección al medioambiente.
- Puesta en valor del patrimonio natural
- Puesta en valor del patrimonio cultural
- Conectividad y movilidad

Tras describir las afecciones derivadas de la ejecución y puesta en marcha de cada uno de los senderos, se lleva a cabo una valoración global.

Al tener como objetivo principal la puesta en valor del patrimonio natural y cultural de un ámbito en el que además de los valores naturales y culturales existentes, se prevé llevar a cabo ciertas medidas de restauración ambiental que mejorarán su estado de conservación actual, integrará el medio ambiente entre las políticas sectoriales para garantizar un desarrollo sostenible más duradero, justo y saludable que permita afrontar los grandes retos de la sostenibilidad como son el uso racional de los recursos naturales, la prevención y reducción de la contaminación, la innovación tecnológica y la cohesión social¹, evaluando las alternativas estudiadas para cada zona desde las siguientes componentes y orden:

- **Uso racional de los recursos naturales:**

a.- Afección al medioambiente, durante y tras las obras. Se ha considerado con una puntuación máxima (4) la menor afección a los espacios naturales o naturalizados en la actualidad. Por lo tanto, aquellas alternativas que evitan atravesar zonas de alto valor medio ambiental se valorarán con una mayor puntuación que otras que no lo evitan. Asimismo, aquellas alternativas que posibiliten en su trazado liberar de la presión y del uso otros senderos, también recibirán una valoración mayor que otras que no. Asimismo, como es lógico, las alternativas que precisen menor afección al medio durante la ejecución de la obra, recibirán mayor puntuación. Respecto a este último aspecto, cabe señalar que para los senderos previstos se contempla su adecuación a través de palafito

¹ Párrafo séptimo de la Exposición de Motivos de la Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.

de madera, produciendo una menor afección durante la obra, por sus características técnicas y de montaje.

- **La innovación tecnológica y la cohesión social:**

b.- Puesta en valor del Patrimonio Natural. Con el objetivo de lograr los objetivos del Proyecto de puesta en valor del patrimonio natural y cultural del Estuario Superior y con el fin a aproximar a toda la población del patrimonio natural y cultural de su ámbito, se ha considerado una puntuación máxima (4) la mayor proximidad a las zonas en las que se identifican elementos del patrimonio natural a poner en valor. Esta valoración se asigna sin perjuicio de la afección medio ambiental que ello pudiera generar.

c.- Puesta en valor del Patrimonio Cultural. Con el objetivo de lograr los objetivos del Proyecto de puesta en valor del patrimonio natural y cultural del Estuario Superior y con el fin a aproximar a toda la población del patrimonio natural y cultural de su ámbito, se ha considerado una puntuación máxima (4) la mayor proximidad a las zonas en las que se identifican elementos del patrimonio cultural a poner en valor.

- **La prevención y reducción de la contaminación, y la cohesión social:**

d.- Conectividad y movilidad. En tanto que los senderos posibilitarán también la conectividad en el ámbito del Estuario Superior del Oka, y la eliminación del uso de coches para la movilidad entre diferentes núcleos de población y la cohesión social de sectores que pudieran carecer del vehículo a motor se ha optado por evaluar esta componente y asignar una puntuación máxima (4) a aquellas alternativas que mejor cumplan con este objetivo. Por lo tanto, se les asignará mayor valoración a aquellas alternativas que prevén trazados mejor comunicados con los ya existentes, que los que no. Otro tanto sucede en relación a la accesibilidad de las alternativas, asignando mayor valoración a las alternativas que prevén un trazado horizontal, frente a aquellas otras que pudieran precisar ejecutar y adecuar elementos que permitan la ascensión y descenso, tipo escaleras o similares.

7.1. ALTERNATIVA CERO O DE NO ACTUACIÓN

Para los dos ámbitos de Ozollo y Enderika, la alternativa cero o de no actuación supondría no cumplir con los objetivos planteados de conservación del patrimonio natural y su puesta

en valor así como la de patrimonio cultural, además de no mejorar la movilidad en la RBU según lo recogido en la estrategia de movilidad lenta.

Evaluación de la alternativa desde las cuatro componentes previstas:

- a.- Afección al medioambiente: la alternativa no conlleva actuación alguna, lo cual, si bien significa la no afección a esta zona durante una hipotética fase de obra, conlleva, en consecuencia, a tampoco regular el tránsito por esta zona, y al mantenimiento de varios itinerarios que se introducen en la zona de marisma y de alto valor natural, principalmente avifaunístico o que existan múltiples trazados no regulados.
- b.- Puesta en valor del Patrimonio Natural: la alternativa E0, al no prever actuación alguna tampoco posibilita la puesta en valor del patrimonio natural del Estuario Superior.
- c.- Puesta en valor del Patrimonio Cultural: la alternativa E0, al no prever actuación alguna tampoco posibilita la puesta en valor del patrimonio cultural del Estuario Superior.
- d.- Conectividad y movilidad: Esta alternativa, que prevé la no actuación, no permite lograr el objetivo de puesta en valor del patrimonio natural y cultural de esta zona a través de la conexión de los núcleos:
 - o En Enderika, la única posible conexión existente en la actualidad, en condiciones de uso en todo su recorrido, es a través del camino local y la carretera existente, con el posible riesgo que conlleva la complementariedad entre el vehículo y peatón, por un lado, y la no adecuación, a causa de pendientes superiores al 20% en varios tramos, a todos los posibles usuarios de este recorrido, por otro.
 - o Y, por último, en Ozollo, parte del recorrido es calzada pero otro tramo, es de tierra y con poca accesibilidad, dificultando nuevamente la movilidad.

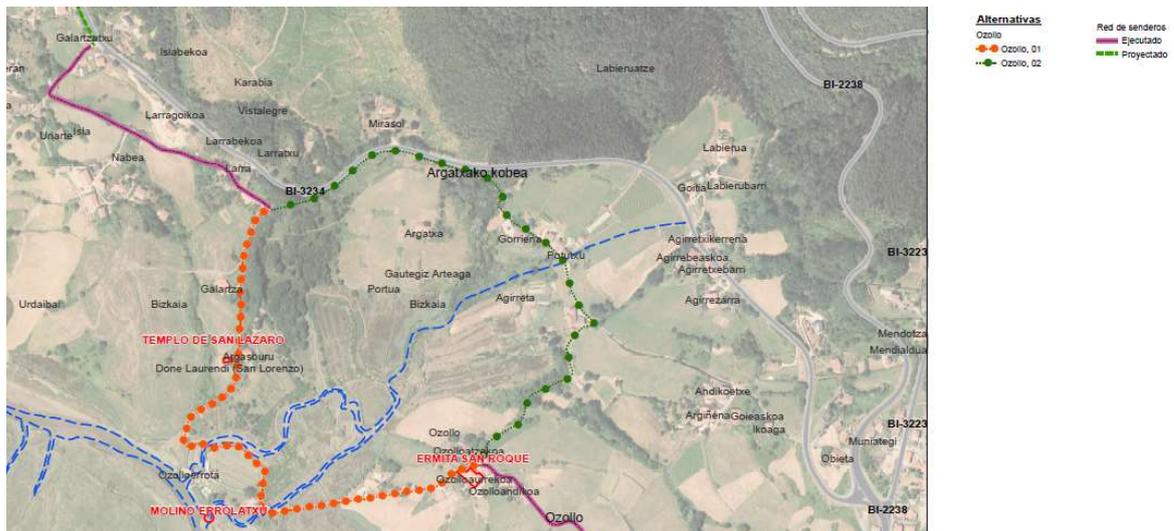
7.2. OZOLLO

Las siguientes acciones del proyecto en la fase de construcción son susceptibles de producir impactos:

- Limpieza y desbroce
- Movimientos de tierras para ensanchar en sendero hasta 1,5 m
- Demoliciones del puente de hormigón y cimentaciones del nuevo

- Ejecución de pavimentos, firmes y cimentaciones
- Ejecución de palafito (2 metros de ancho)
- Cruce sobre curso fluvial

En fase de explotación para ambas alternativas las acciones susceptibles de producir impacto son el tránsito de usuarios y el mantenimiento de la ruta y su cartelería asociada.



ALTERNATIVA 01:

- a.- Afección al medioambiente:

La adecuación del sendero O1 conllevaría obras de acondicionamiento y sustitución del puente de hormigón por otro de madera, más acorde al entorno.

El acondicionamiento y obra sobre el puente y los movimientos de tierras y acondicionamiento del sendero podría suponer un impacto potencial al medio hídrico durante la fase de obras y molestias a los caseríos habitados, próximos a las zonas de actuación y por donde tendría que pasar la maquinaria necesaria. Estas afecciones resultarían, exclusivamente, en la fase de obras.

En cuanto al medio biótico, esta alternativa O1 está próxima a una zona con presencia de flora catalogada, en concreto *Salicornia lutescens*, pero es en la zona donde no hay que llevar actuaciones de obra por lo que no se prevén afecciones sobre la misma.

Por otro lado, la adecuación del palafito de madera conllevaría principalmente la eliminación de las especies que están a ambos lados, siendo principalmente especies ruderales y especies invasoras como *Baccharis halimifolia*. La vegetación y HIC del entorno de la zona de obras se corresponde con formaciones típicas marismas, y en concreto juncales de

Juncus maritimus, además de herbazales y arbustos como el tamarix. El código UE del HIC de la zona marismaña es 1330 y 1420. No se prevé que las acciones derivadas de la ejecución del proyecto generen impactos significativos sobre estas formaciones al ser una adecuación del sendero actual.

En relación al impacto de las alternativas sobre la fauna, el impacto potencial se deriva de las molestias a la fauna terrestre o el riesgo de contaminación el medio hídrico, que sería de baja magnitud. Además, las obras se limitan a un periodo corto de tiempo y las molestias debidas a la maquinaria no son continuas.

En la fase de explotación se pueden generar molestias por ruidos debido al tránsito de personas que pueden llegar a molestar a la fauna que hace uso de esta zona de Urdaibai. No obstante, cabe señalar que, actualmente, ya existe el sendero, por el que transita un número considerable de personas.

En cuanto a la afección a los elementos clave de los espacios Red Natura 2000 sería la misma que la ya analizada en el apartado de medio biótico.

- **b.- Puesta en valor del Patrimonio Natural:**

La alternativa O1 transcurre próxima a las marismas, hábitat de interés comunitario que permite la existencia de diferentes comunidades bióticas interconectadas y alberga especies de flora de especial interés (*sp. Salicornia*) debido a su singularidad. Constituye así, un elemento clave del Patrimonio Natural de la zona. La proximidad a las marismas de la alternativa O1 supone la puesta en valor de la misma, siendo éste uno de los objetivos fijados por la estrategia de movilidad lenta de Urdaibai.

- **c.- Puesta en valor del Patrimonio Cultural:**

La alternativa O1 está próxima al Molino Portu Errota (arquitectura industrial), el templo de San Lázaro y la ermita de San Roque. El molino Portu Errota constituye por su parte, uno de los elementos de Patrimonio Cultural más importantes de la zona. Forma parte de las construcciones de molinos de marea llevadas a cabo entre el siglo XVI y XIX, a amparo de los nuevos conocimientos tecnológicos. Se construyó en 1683 por orden de los Señores de la Casa Fuerte de Arteaga en terrenos de esta propiedad y se estableció una relación de alquiler con los molineros, existe constancia de las transmisiones posteriores que ha tenido esta propiedad. Se le dio el nombre de Koba-Errota debido a que se nutre, junto con el flujo de las mareas, del agua procedente de un manantial de agua dulce que surge desde Elejalde de Gautegiz a través de una cueva. Cabe destacar su declaración de Bien Cultural

Calificado, con la categoría de Monumento mediante Resolución de 6 de abril de 1999, del Viceconsejero de Cultura, Juventud y Deportes. La proximidad a el conjunto de elementos de patrimonio cultural de la alternativa O1 supone la puesta en valor de las mismas.

- **d.- Conectividad y movilidad:**

La alternativa O1 tiene conexión con rutas peatonales y no requiere acceder a la carretera foral.

La alternativa O1 combina tramos de pendientes suaves con pendientes medias, si bien, los tramos de mayor pendiente coinciden con tramos asfaltado o semi acondicionados para el paso de vehículos. La zona más llana es el tramo en el que se acondicionará el palafito de madera.

ALTERNATIVA O2:

a.- Afección al medioambiente:

Esta alternativa al trazarse sobre un camino rural existente, no supone una afección ambiental al no requerirse obra ni acondicionamiento. Se cruza un arroyo pero como ya se ha comentado es un camino existente por lo que no se prevén afecciones al medio hídrico en ninguna de las fases.

Esta ruta pasa principalmente entre áreas ocupadas por prados y cultivos, bordeando zonas de arbolado con presencia de alguna aliseda, encinar u otras frondosas, siendo estas formaciones hábitats de interés comunitario. No se constata en la zona presencia de flora amenazada y al ser un camino existente, tampoco se afectará a estas formaciones vegetales.

En relación al impacto de las alternativas sobre la fauna, el impacto potencial se deriva de las molestias a la fauna terrestre en la fase de obras que es este caso es nulo al ser un tramo existente. En la fase de explotación se pueden generar molestias por ruidos debido al tránsito de personas que pueden llegar a molestar a la fauna que hace uso de esta zona de Urdaibai. No obstante, cabe señalar que, actualmente ya existe el itinerario, si bien se puede prever que el número de usuarios aumente si dispone de señalítica que informen de las rutas de conexión, por ejemplo.

En cuanto a la afección a los elementos clave de los espacios Red Natura 2000 sería la misma que la ya analizada en el apartado de medio biótico.

- **b.- Puesta en valor del Patrimonio Natural:**

La alternativa O2 no discurre próxima a la marisma, más bien se aleja de ella, lo que ocasiona distanciarse del patrimonio natural y dificulta su puesta en valor, por lo que no se cumpliría con uno de los objetivos fijados.

- **c.- Puesta en valor del Patrimonio Cultural:**

La alternativa O2 queda muy lejos del Molino Portu Errota (arquitectura industrial). Por tanto, queda alejado de los elementos de Patrimonio Cultural más importantes de la zona, lo que dificulta su puesta en valor.

- **d.- Conectividad y movilidad:**

Como se ha comentado, la alternativa O2 tiene un parte del trazado común con la carretera foral BI-3234 por lo que supone un riesgo para los usuarios del mismo. Además, es un trazado muy irregular con muchas pendientes, lo que dificulta nuevamente su uso por parte de la población general. En la siguiente tabla se recogen los metros para cada rango de pendientes.

Rango de pendientes	O2- Longitud (m)
<3%	23,96
3-7%	307,08
7-12%	146,62
12-20%	101,53
20-30%	272,74
30-50%	152,74

Tabla 12. Longitudes de la alternativa O2 por rango de pendientes

VALORACION GLOBAL DE LAS ALTERNATIVAS

Globalmente, y teniendo en cuenta los objetivos y las variables estudiadas, la alternativa más favorable es la O1.

Como se puede observar en la tabla de análisis de las alternativas respecto a los componentes de evaluación seleccionados, la alternativa O1 obtiene la puntuación más alta.

Si bien la alternativa O1 genera mayor afección al medio ambiente debido a las obras de acondicionamiento basadas en el cambio del puente por uno más acorde al entorno y la adecuación del palafito, la magnitud del impacto ambiental se identifica como bajo. La baja intensidad de las obras y la persistencia temporal de las mismas junto con las medidas

protectoras y correctoras pertinentes, disponen una afección al medio asumible y compatible.

Respecto a los elementos de Patrimonio Cultural y Patrimonio Natural, la alternativa O1 es la única que permite la puesta en valor de éstos mientras que la alternativa O2 se aleja completamente de ellos causando así, la disminución de la calidad y el valor intrínseco que confieren estos elementos ambientales al itinerario.

En cuanto a la conectividad y movilidad, la alternativa O1 resulta más favorable, ya que se trata de un recorrido con poca pendiente y conectada a otras rutas peatonales. En su caso, la alternativa O2, se caracteriza por la presencia de grandes pendientes que dificultan el uso del recorrido por parte de varios sectores de la población general. Además de esto, parte del trazado de la alternativa O2 pasa por la carretera foral, no acondicionada para viandantes, estableciendo de este modo un riesgo añadido tanto para los viandantes como para la correcta circulación de vehículos.

	Afección al medioambiente	Puesta en valor del patrimonio natural	Puesta en valor del patrimonio cultural	Conectividad y movilidad	
Alternativa O1	1	4	4	4	13
Alternativa O2	4	0	0	0	4

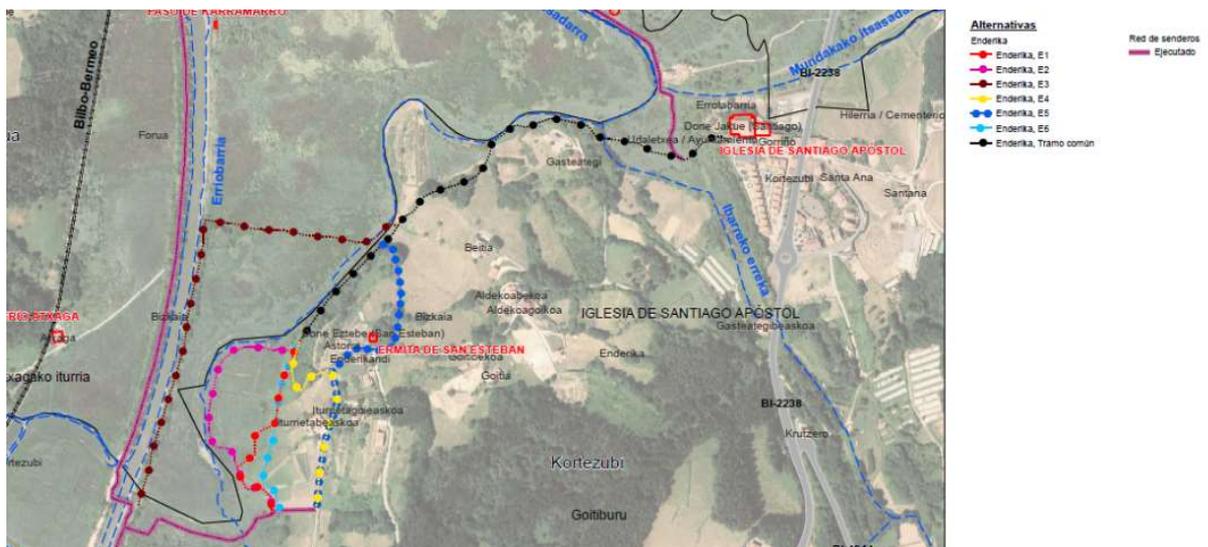
Los componentes estudiados se han valorado en una escala del 0 al 4.

7.3. ENDERIKA

Las siguientes acciones del proyecto en la fase de construcción son susceptibles de producir impactos:

- Limpieza y desbroce
- Movimientos de tierras (ancho de la ruta 1,5 m)
- Ejecución de pavimentos, firmes y cimentaciones
- Ejecución de palafito (2 metros de ancho)
- Cruce sobre curso fluvial

En fase de explotación para todas las alternativas las acciones susceptibles de producir impacto son el tránsito de usuarios y el mantenimiento de la ruta y su cartelería asociada.



ALTERNATIVA E1:

- a.- Afección al medioambiente:

La alternativa E1 conlleva la adecuación de un sendero que bordea parcelas con prados y cultivos atlánticos y la marisma, distanciándose de las zonas de mayor valor medio ambiental. Posibilita la eliminación de senderos no controlados.

Aunque se encuentra en el límite de la zona de marismas, se trata de una zona antropizada ya que bordea tierras de cultivo en uso. Existe una posible afección al ecosistema marismeño en el límite entre la zona cultivada y las marismas durante la fase de obra. Aun

así, la tipología constructiva basada en pasos de madera, permite el tránsito de agua y de fauna terrestre disminuyendo el impacto sobre medio.

Este trazado está en DPMT y en la servidumbre de protección.

En cuanto al medio biótico, no hay constancia de presencia de flora catalogada en esta zona.

En relación al impacto de las alternativas sobre la fauna, existirá un impacto potencial derivado de las molestias a la fauna terrestre durante la fase de obra; si bien la técnica de palafito de madera elegida permitirá reducir sustancialmente el mismo.

En cuanto a la afección a los elementos clave de los espacios Red Natura 2000 sería la misma que la ya analizada en el apartado de medio biótico.

- **b.- Puesta en valor del Patrimonio Natural:**

La alternativa E1 bordea la marisma, posibilitando la puesta en valor del patrimonio natural asociada a la misma como por ejemplo la vegetación asociada a estos ecosistemas, como los carrizos, especies de zonas más con influencia mareal, explicar los flujos mareales y su influencia en los ecosistemas y en los diferentes tipos de vegetación asociada a estos flujos y salinidades, y todo ello sin afectarlo.

Además, posibilita explicar otro ecosistema relevante en la RBU como es los prados y cultivos atlánticos ya que el sendero bordea éste y la marisma. Los cultivos que se pueden observar en esta zona son los únicos que restan en el ámbito del estuario superior de la ría en actividad.

- **c.- Puesta en valor del Patrimonio Cultural:**

El sendero bordea tierras de cultivo (escasas en la zona) que son muestra de los usos tradicionales culturales del medio físico, circunstancia que posibilita la unión entre el uso tradicional y la movilidad lenta.

- **d.- Conectividad y movilidad:**

La alternativa E1 discurre horizontal en todo su recorrido que permitirá cumplir con el objetivo de conectividad y accesibilidad para todos los usuarios.

ALTERNATIVA E2:

- a.- Afección al medioambiente:

La alternativa E2 se adentra en una zona naturalizada de marismas, lo que conlleva una posible afección a la avifauna por presencia de gente durante las obras y posteriormente. Además, implica eliminación de vegetación de interés. Esto puede ocasionar, durante la fase de obras, afección al medio hídrico debido al aumento de sólidos en suspensión o vertidos accidentales. Además, el acopio de materiales en las proximidades de la marisma puede suponer también una afección al medio hídrico. Es por ello, que se deberían implementar una serie de medidas preventivas y si fuera necesario también correctoras.

Está en DPMT y en la servidumbre de protección.

En cuanto al medio biótico, no hay constancia de presencia de flora catalogada en esta zona.

En relación al impacto de las alternativas sobre la fauna, el impacto potencial se deriva de las molestias a la fauna terrestre o el riesgo de contaminación el medio hídrico. Por ello, esta alternativa al entrar en la marisma tiene un impacto alto.

En cuanto a la afección a los elementos clave de los espacios Red Natura 2000 sería la misma que la ya analizada en el apartado de medio biótico.

- b.- Puesta en valor del Patrimonio Natural:

La alternativa E2 pasa por medio de marisma, por lo que, al igual que en el caso anterior también se posibilita la puesta en valor de este ecosistema. La diferencia con el anterior es que a ambos lados del camino solo hay marisma, por lo que se visualiza únicamente este ecosistema, con su fauna y flora asociada.

- c.- Puesta en valor del Patrimonio Cultural:

La alternativa E2 se distancia de todos los elementos de valor cultural existentes en la zona.

- d.- Conectividad y movilidad:

La alternativa E2 es un sendero que atraviesa un terreno regular y llano durante prácticamente todo su recorrido.

ALTERNATIVA E3:

- a.- Afección al medioambiente:

La alternativa E3 se trata del antiguo paseo de la margen derecha del corte de la ría que ya se encuentra naturalizado. La puesta en acción de este sendero conllevaría una posible afección al medio y a la avifauna por presencia de gente durante la obra y también posteriormente. Supone a su vez eliminar la vegetación que ha vuelto a colonizar esta zona.

La alternativa E3 penetra en la zona de marisma, pudiendo afectar, durante la fase de obras al medio hídrico. Además, es un trazado largo por este ecosistema, y requiere más semanas de obra y, por tanto, se amplía el periodo de afección y aumenta el riesgo potencial. Existe por tanto una afección al medio hídrico debido al riesgo de aumento de sólidos en suspensión o vertidos accidentales. Además, el acopio de materiales en las proximidades de la marisma puede suponer también una afección a este medio. Es por ello, que se deberían implementar una serie de medidas preventivos y si fuera necesario también correctoras.

Está en DPMT y en la servidumbre de protección.

En cuanto al medio biótico, no hay constancia de presencia de flora catalogada en esta zona.

En relación al impacto de las alternativas sobre la fauna, el impacto potencial se deriva en la fase de obras de las molestias a la fauna terrestre o el riesgo de contaminación el medio hídrico.

En cuanto a la afección a los elementos clave de los espacios Red Natura 2000 sería la misma que la ya analizada en el apartado de medio biótico.

- b.- Puesta en valor del Patrimonio Natural:

La alternativa está próxima a la marisma lo que permite explicar este ecosistema con sus peculiaridades en cuanto a su formación, la vegetación y fauna asociada.

- c.- Puesta en valor del Patrimonio Cultural:

La alternativa E3 se distancia de todos los elementos de valor cultural existentes en la zona.

- **d.- Conectividad y movilidad:**

La alternativa E3 tiene un recorrido por una zona de suaves pendientes, sin superar el 12%, por lo que es un recorrido cómodo para los usuarios. Tiene nula conexión con el barrio de Enderika.

ALTERNATIVA E4:

- **a.- Afección al medioambiente:**

Esta alternativa propone ascender la colina en la que se ubica la ermita de San Esteban, para descenderla a continuación hasta la zona en la que se ubicaba, antes del encauzamiento del río Oka, el viejo cauce.

En cuanto al medio biótico, gran parte de su trazado está dentro del HIC 6510. Además de los prados y cultivos, también bordea un pequeño bosque.

En relación al impacto de las alternativas sobre la fauna, el impacto potencial se deriva de las molestias a la fauna terrestre.

En cuanto a la afección a los elementos clave de los espacios Red Natura 2000 sería la misma que la ya analizada en el apartado de medio biótico.

- **b.- Puesta en valor del Patrimonio Natural:**

Es una alternativa que se aleja de la marisma, por lo que se aleja del ecosistema principal que se quiere poner en valor.

- **c.- Puesta en valor del Patrimonio Cultural:**

Esta alternativa es de las que queda más próxima al núcleo de Enderika y a la ermita de San Esteban, ambos elementos del patrimonio cultural de la RBU.

- **d.- Conectividad y movilidad:**

En parte, el recorrido discurre por un camino rural por el que circulan vehículos para acceder a las viviendas de la zona. Además, se caracteriza por la irregularidad del terreno y las cuestas, con pendientes que no bajan del 7 %, llegando incluso a estar 130 m en el rango de pendientes de entre 30-50 %. Por tanto, dificulta su uso por un amplio rango de usuarios y se dificulta la movilidad lenta de la zona al no ser factible su uso por todo el mundo.

ALTERNATIVA E5:

- a.- Afección al medioambiente:

Esta alternativa se aleja del DPMT y la zona de servidumbre de protección y de las zonas con riesgo de inundabilidad.

La alternativa E5 es la que más de aleja de la marisma no existiendo conexión con la misma. Está diseñada por una zona más antropizada y pasando por el barrio de Enderika. En su recorrido existente atraviesa zonas con prados y cultivos atlánticos y al final del mismo, conecta con el tramo común, tras pasar la zona boscosa. No hay constancia de presencia de flora catalogada. Se pasa durante 434,76 m por el HIC 6510, lo que producirá afección al tenerse que eliminar aproximadamente 650 m².

En cuanto a la afección a la fauna, se limitará a las molestias en la fase de obras en el tramo de nueva creación. En la fase de funcionamiento será similar al que ya existe en la zona, siendo un impacto bajo al estar alejado de las zonas faunísticas más valiosas de la RBU.

En relación al impacto sobre la fauna en fase de obra, este impacto solo se producirá en el tramo nuevo, y se producirá por el paso de maquinaria y personal de obra.

En cuanto a la afección a los elementos clave de los espacios Red Natura 2000 sería la misma que la ya analizada en el apartado de medio biótico.

- b.- Puesta en valor del Patrimonio Natural:

La alternativa E5 tiene nula conexión con la marisma y, por tanto, no cumpliría con este objetivo de dar a conocer el valor patrimonial natural de la RBU.

- c.- Puesta en valor del Patrimonio Cultural:

La alternativa E5 está próxima a la ermita de San Esteban (arquitectura religiosa) y del caserío Enderika Handia (arquitectura residencial).

- d.- Conectividad y movilidad:

En la alternativa E5 aunque gran parte del trazado ya existe, se trata de un sendero caracterizado por la irregularidad del terreno y las cuestas, con un porcentaje alto de recorrido en zonas con pendientes de entre el 12 y el 30%. Además de esto, precisa de la creación de un sendero de fuerte pendiente a través de la campiña, fragmentando esta

unidad agraria. Por tanto, dificulta su uso por un amplio rango de usuarios y se dificulta la movilidad lenta de la zona al no ser factible su uso por todo el mundo.

ALTERNATIVA E6:

- a.- Afección al medioambiente:

Esta alternativa está trazada justo en el límite del DPMT y está dentro de la zona de servidumbre de protección.

En cuanto al medio biótico, es similar a la E1 pero genera la fragmentación de tierras de cultivo tradicionales y escasas en la zona y en consecuencia susceptibles de conservar.

No hay constancia de presencia de flora catalogada en esta zona. Se cruza por casi 240 m del HIC 6510, y como ya se ha comentado, se fragmenta este HIC.

En relación al impacto de las alternativas sobre la fauna, el impacto potencial se deriva de las molestias a la fauna terrestre. En cuanto a la fauna, sí que puede generarse un impacto por el ruido derivado de la maquinaria y el personal en la fase de obras.

En cuanto a la afección a los elementos clave de los espacios Red Natura 2000 sería la misma que la ya analizada en el apartado de medio biótico.

- b.- Puesta en valor del Patrimonio Natural:

La alternativa, aunque no penetra en la marisma, está próxima por lo que permite su puesta en valor.

- c.- Puesta en valor del Patrimonio Cultural:

La alternativa E6, se aleja de la ermita de San Esteban (arquitectura religiosa) y del caserío Enderika Handia (arquitectura residencial) y atraviesa tierras de cultivo (escasas en la zona), lo que aunque podría posibilitar la interpretación de la unión entre el uso tradicional y la movilidad lenta, estaría al tiempo fragmentado un uso tradicional cultural del medio físico en el ámbito rural.

- d.- Conectividad y movilidad:

La alternativa E6 transita, en su práctica totalidad horizontal.

VALORACION GLOBAL DE LAS ALTERNATIVAS

Globalmente, y teniendo en cuenta los objetivos y las variables estudiadas, la alternativa más favorable es la E1.

La alternativa E1 conlleva la adecuación de un sendero de nueva creación, en sentido Barrutibaso, que bordea campos y prados de cultivo en activo y marismas, pero que se distancia de las zonas de mayor valor medio ambiental. Posibilita la eliminación de senderos no controlados.

La tipología constructiva basada en pasos de madera, permite el tránsito de agua y de fauna terrestre disminuyendo el impacto sobre medio y facilitar una reducción considerable del medio en la fase de ejecución. Por tanto, aunque el impacto ambiental es mayor que en alguna de las otras alternativas, se considera que es un impacto asumible y compatible.

La alternativa E1 está próxima a la marisma. Además, al bordear los prados y cultivos atlánticos permite poner en valor estos dos ecosistemas, posibilitando la unión entre el uso tradicional y la movilidad lenta.

Su diseño mediante pasos de madera permitirá el tránsito de agua sin que se vea afectado el medio hídrico y su flujo, sin interrumpir así mismo el movimiento de la fauna. Con ello se consigue disminuir el impacto sobre la fauna.

Todas estas circunstancias, junto con la circunstancia de que su trazado permite transitar, sin dificultad, a cualquier transeúnte del itinerario, permitirá impulsar la movilidad lenta, universal y sostenible en Urdaibai .

	Afección al medioambiente	Puesta en valor del patrimonio natural	Puesta en valor del patrimonio cultural	Conectividad y movilidad	
Alternativa E1	2	4	3	4	13
Alternativa E2	0	4	0	4	8
Alternativa E3	0	4	0	3	7
Alternativa E4	3	0	4	0	7
Alternativa E5	3	0	4	0	7
Alternativa E6	2	2	1	4	9

Los componentes estudiados se han valorado en una escala del 0 al 4, siendo 0 que no existe, y 4 lo más favorable.

8. CONCLUSIONES

En el marco de los objetivos de la Ley 5/1989 y del Plan Rector de Uso y Gestión de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, en el año 2008, el Servicio de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai redactó el borrador del Plan de Movilidad Lenta de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. Este documento estableció las líneas principales a impulsar por parte del Servicio de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai para el desarrollo de una red de itinerarios peatonales que pudiera:

- Mejorar la accesibilidad a los núcleos de población existentes, tanto en el medio urbano como rural, y a los lugares de interés cultural y natural en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai.
- Potenciar el paisaje de la margen derecha del Estuario.
- Conectar diversos puntos de intermodalidad para el fomento del transporte público.

Para ello, se plantean una serie de itinerarios dentro de la RBU para dar cumplimiento con los objetivos de la reserva y en el contexto de la estrategia de movilidad lenta. Se busca:

- Impulsar la conectividad controlada.
- Llevar a cabo a la vez una puesta en valor del patrimonio natural.
- Llevar a cabo a la vez una puesta en valor del patrimonio cultural.

Se han analizado dos ámbitos teniendo en cuenta dichos objetivos. En la zona de Ozollo, de las dos alternativas planteadas, O1 y O2, la que tiene una mejor valoración global es O1. En la zona de Enderika, de las cinco alternativas planteadas, E1, E2, E3, E5 y E6, la que tiene una mejor valoración global es E1.

Marzo 2021

ANEJO Nº4. MODELIZACIÓN HIDRODINÁMICA

Área de Enxeñaría Hidráulica

Universidade da Coruña

Modelización hidrodinámica del estuario superior del río Oka. Reserva de la Biosfera de Urdaibai

A Coruña a 12 de julio de 2011

ÍNDICE

1.	Introducción	4
2.	Metodología y objetivos del trabajo	5
3.	Mediciones en campo	9
3.1.	<i>Medición de niveles a lo largo de varios ciclos de marea</i>	9
3.2.	<i>Restitución de batimetría en campo</i>	13
4.	Descripción del código de cálculo	14
4.1.	<i>Módulo hidrodinámico</i>	14
4.1.1.	Ecuaciones resueltas	14
4.1.2.	Fricción de fondo	16
4.1.3.	Frentes seco-mojado	19
4.1.4.	Condiciones de contorno	21
4.2.	<i>Esquemas numéricos</i>	23
4.2.1.	Características de los esquemas numéricos utilizados	23
4.2.2.	Malla de cálculo	24
4.2.3.	Discretización en volúmenes finitos de las ecuaciones 2D-SWE	24
4.2.4.	Discretización de los términos de flujo convectivo	25
4.2.5.	Extensión a orden 2 por líneas	26
4.2.6.	Discretización del término fuente pendiente del fondo	27
4.3.	<i>Referencias del modelo numérico</i>	28
5.	Modelo hidrodinámico del estuario. Calibración del modelo.	30
5.1.	<i>Extensión de la zona de estudio</i>	30
5.2.	<i>Modelo numérico</i>	30
5.3.	<i>Topografía y malla de cálculo</i>	31
5.4.	<i>Condiciones de contorno</i>	32
5.5.	<i>Rugosidad de fondo</i>	33
5.6.	<i>Calibración del modelo</i>	34
6.	Alternativas consideradas	36
6.1.	<i>Actuaciones consideradas</i>	36
6.1.1.	<i>Actuaciones vinculadas a la inundación mareal</i>	38

6.1.2.	Actuaciones vinculadas a la inundación fluvial	45
6.2.	<i>Eficiencia de las soluciones</i>	58
6.3.	<i>Construcción por fases de la muna del río Olalde</i>	65
7.	Conclusiones	67

1. Introducción

En el marco del proyecto “**Restauración integral del estuario superior del río Oka (Reserva de la Biosfera de Urdaibai)**” se hace necesario el estudio del comportamiento hidrodinámico del estuario ante las diferentes alternativas de proyecto. En este informe se presenta los resultados de los siguientes trabajos:

- Análisis de la batimetría LIDAR e incorporación de nueva batimetría.
- Modelización de la marisma de Urdaibai. Calibración del modelo con datos de campo.
- Estudio de alternativas para mejorar el acondicionamiento del estuario, favorecer la desaparición de especies vegetales invasoras y poner en valor el hábitat.
- Comprobación hidráulica frente a avenidas del diseño definitivo de las actuaciones propuestas.

El estudio hidráulico de inundación se ha realizado con un modelo bidimensional de cálculo de flujo turbulento en ríos (modelo Turbillon) desarrollado dentro del grupo GEAMA de la Universidad de A Coruña. Este modelo está ampliamente contrastado y validado con resultados experimentales de campo y de laboratorio, y ha sido utilizado anteriormente en diversos estudios de flujo en ríos.

El modelo digital del terreno utilizado se ha elaborado combinando 3 fuentes distintas. La topografía del terreno en marismas y llanuras de inundación se han obtenido a partir de un vuelo LIDAR facilitado por el gobierno vasco. La batimetría del cauce principal se ha obtenido mediante recorridos en lancha con una Sonda Garmin Monohaz con precisión centimétrica, en el marco del presente estudio. La batimetría del resto de cauces y afluentes se ha estimado a partir de las secciones de Hec-Ras proporcionadas por la Agencia Vasca del Agua (URA) y de medidas directas estimadas en campo.

El cálculo se ha realizado asumiendo un régimen de caudal permanente en los ríos para condiciones medias y de avenida y con diferentes condiciones de marea, en modo no estacionario. El caudal de cálculo considerado es el caudal pico del hidrograma de avenida. Considerando régimen permanente en los caudales de aportación se obtienen resultados del lado de la seguridad. Los caudales provienen de un estudio hidrológico suministrado por Infraestructura y Ecología S.L.

Las alternativas modelizadas han sido en general sugeridas por la Oficina Técnica de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai.

2. Metodología y objetivos del trabajo

En este trabajo se ha desarrollado un modelo hidrodinámico del río Oka y sus afluentes, marismas y zonas inundables para diferentes escenarios de actuación.

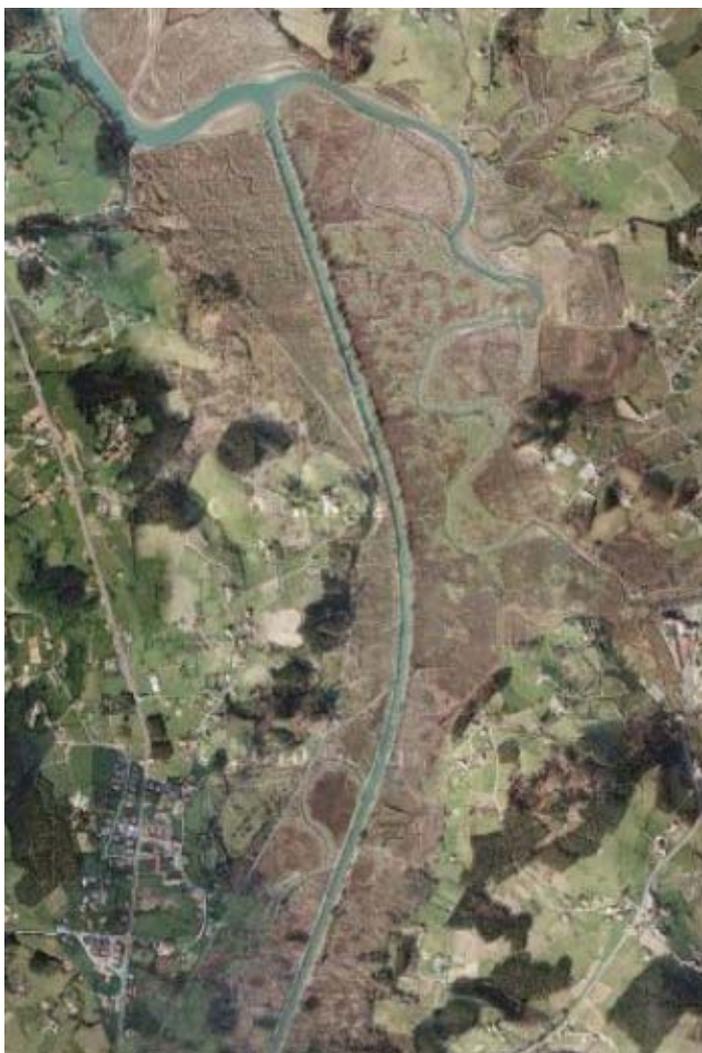


Figura 2.1.- Vista aérea de la zona de estudio.

Como paso previo a la modelización de escenarios de cálculo, se ha considerado la situación real de la marisma, y se ha modelizado en situaciones de marea conocidas, para calibrar los parámetros hidráulicos del modelo.

Para la calibración del modelo se ha realizado una campaña de campo, que por un lado ha servido para mejorar la topografía disponible (que en algunos casos ofrecía dudas, sobre todo en la batimetría) y por otro para garantizar el adecuado funcionamiento del modelo mediante el

ajuste de niveles a registros reales en varios puntos de la marisma, como se describirá más adelante.

Tras la calibración se han implementado dos paquetes de propuestas:

1. Propuestas orientadas a la inundación mareal de los espacios de cota baja actualmente cerrados por munas (cierres tradicionales) que impiden o dificultan fuertemente la entrada de mareas. Estas zonas cerradas han sido colonizadas de forma importante por la especie invasora *Baccharis halimifolia*. Uno de los objetivos del proyecto es la erradicación de esta especie, sensible a la inundación tanto por agua dulce como salada. En estos espacios de cota baja, se opta por su eliminación mediante la creación de una lámina de agua salada.
2. Propuestas orientadas a la creación de una lámina de agua dulce en las confluencias de los ríos Olalde y Baldatika con el río Oka, mediante la delimitación de recintos utilizando munas construidas a tal efecto. De nuevo el motivo es la eliminación de la especie *Baccharis halimifolia*, siendo un segundo motivo la creación de hábitats potenciales para aves migradoras.

En el documento previo, realizado por la empresa Boslan, y que sirve de base a los trabajos que se desarrollan en el presente proyecto, se contemplaba asimismo una actuación orientada a la recuperación del cauce natural del río Oka, que en la zona de estudio tiene una traza meandriforme que se vislumbra en la figura 1, frente a la traza rectilínea actual. La recuperación propuesta partiría prácticamente desde Gernika-Lumo.

Se ha analizado esta solución tomando como base la cartografía e hipsometría existente, y se constata:

1. Que el actual canal rectilíneo está muy encajado (tiene una cota muy baja), por lo que no se puede hacer una derivación directa al cauce antiguo sin excavar éste de un modo muy relevante. Esto supondría un impacto muy importante por el elevado volumen de obra involucrado.
2. Que la derivación mediante un azud en el actual cauce rectilíneo (que evitaría así la excavación comentada en el apartado anterior) impediría el ascenso de las mareas hasta Gernika-Lumo, ascenso que actualmente se produce. Esta barrera se considera un efecto negativo en cuanto tal, y para la circulación de especies piscícolas que eventualmente pudieran remontar el cauce del río Oka.
3. Que aunque se dispusieran medidas paliativas para corregir los efectos del azud, éste supondría un obstáculo a la circulación del flujo por el río Oka que entorpecería la circulación de las avenidas en el río Oka, máxime cuando se ubicaría

inmediatamente aguas abajo de la población. El riesgo hidrológico que esto supondría para una población sensible a las crecidas del Oka se considera inaceptable.

En base a estas consideraciones, y tras valorarlas en reuniones técnicas en la Oficina Técnica de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, se desestima toda solución que entorpezca el libre paso de las crecidas por el cauce principal del Oka (canal rectilíneo) y se renuncia a la recuperación del cauce original, ya muy colmatado y discontinuo.

Se presenta en la figura 2.2 el perfil del lecho del antiguo cauce, y se marcan los niveles sobre el canal en bajamar (contiene reflujos de marea y pequeñas escorrentías de arroyos de la margen derecha) y en pleamar (apenas se alcanza el punto indicado en rojo en la figura). Por otro lado, se observa en nivel de encaje del canal respecto del cauce original (tres metros de desnivel en el punto de la confluencia) lo que hace inviable la conexión por gravedad sin una excavación excesiva o sin interponer una presa de cierta entidad.

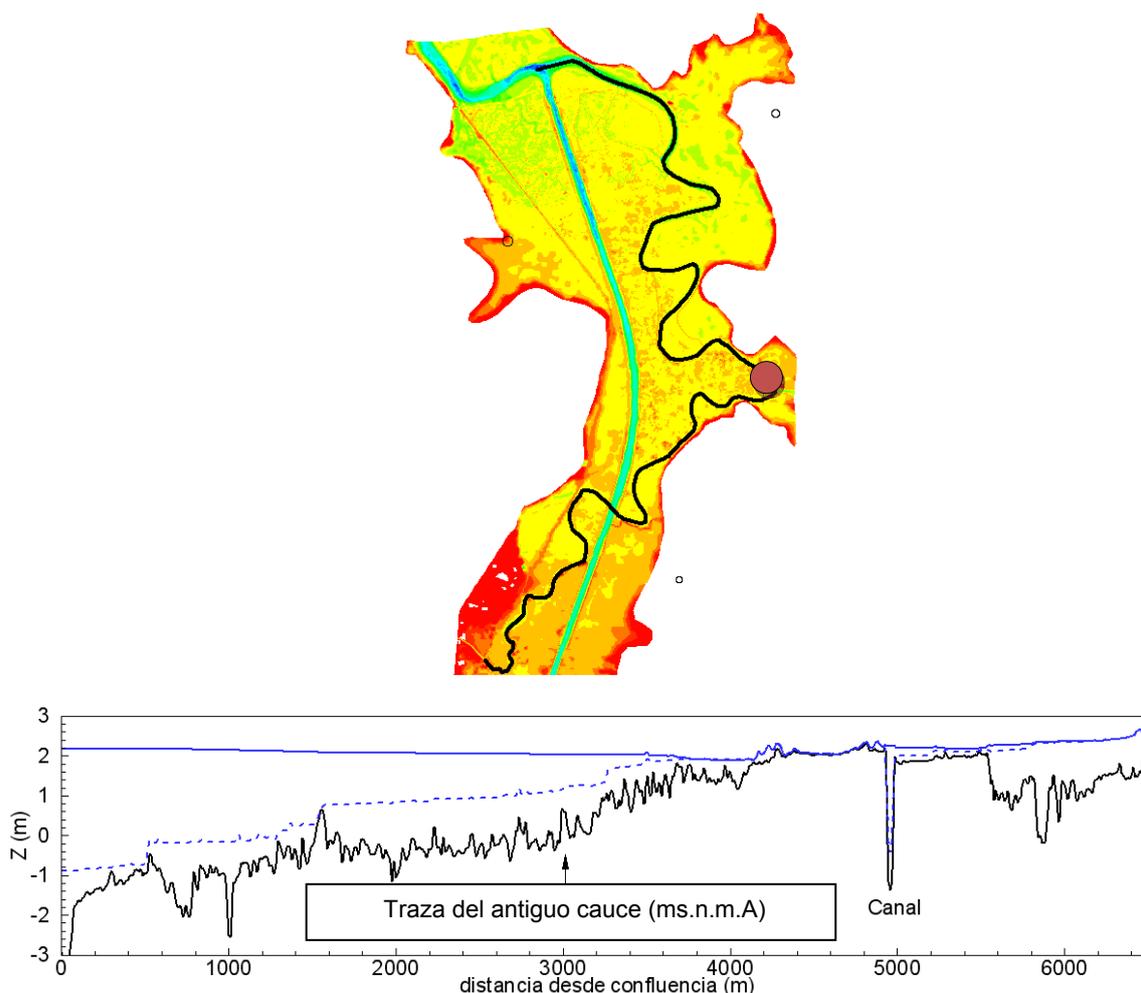


Figura 2.2.- Planta y perfil longitudinal del cauce antiguo, con niveles de marea en pleamar y bajamar

3. Mediciones en campo

El trabajo de campo incluyó una campaña de medición de calados recogiendo distintos ciclos de marea, y la restitución batimétrica de zonas mal recogidas en la topografía LIDAR disponible, debido a que dicha tecnología no restituye zonas por debajo del nivel de inundación.

3.1. Medición de niveles a lo largo de varios ciclos de marea

Para poder correlacionar los datos de marea de la zona con respecto a las medidas históricas del mareógrafo de Bilbao y obtener datos para la calibración del modelo se hicieron mediciones de marea en la zona de estudio durante la semana del 28 de febrero al 6 de marzo de 2011, en diversos puntos del estuario y mediante sondas de calado con las siguientes características:

- Sondas de presión relativas (comparación con presión atmosférica)
- Modelo 930001 de Gems Sensors
- Rango de medida de 4 metros
- Cajas de registro Tynitag (autonomía de 3 días)
- Alimentación con batería de 12 V

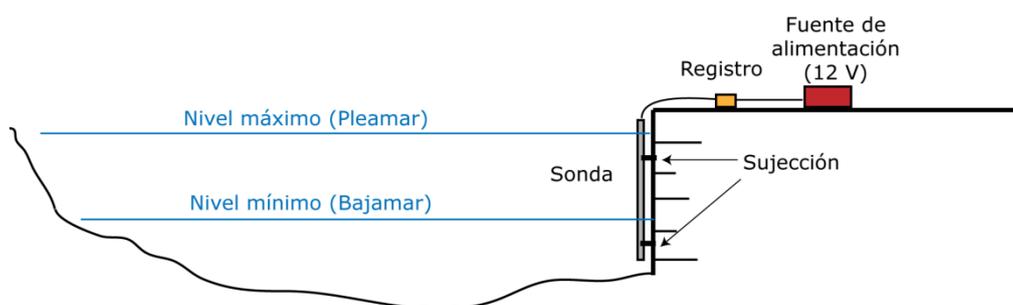


Figura 3.1. Esquema de instalación y funcionamiento de los equipos de medición y registro de mareas.

Los puntos del estuario que se estudiaron son los siguientes:



Figura 3.2.- Emplazamiento de las sondas de calado para medición de los valores de marea.

Sonda 1:

- Instalación en la cara interior del dique de abrigo
- Funciones
 - Referencia con respecto a Bilbao para extrapolación de datos
 - Registro de condición de contorno del modelo
 - Base de referencia para el resto de sondas
 - 3 días de registro



Figura 3.3.- Emplazamiento e instalación de la sonda 1

Sonda 2:

- Instalación de la sonda en una conducción fijada al fondo mediante muertos
- Registro de menor duración, para estudiar el retraso de la pleamar con respecto a la sonda de Mundaka
- 6 horas de registro



Figura 3.4.- Emplazamiento e instalación de la sonda 2

Sonda 3:

- Instalación en los pilotes de madera del pantalán cercano a la antigua fábrica de cerámica
- Validación del modelo en puntos de la zona y análisis del tiempo de propagación de la onda de marea
- Día y medio de registro



Figura 3.5.- Emplazamiento e instalación de la sonda 3

Sonda 4:

- Instalación en el estribo de un pequeño puente de acceso a un molino abandonado
- Cauce secundario, quedando el cauce seco en las horas de bajamar

- Validación del modelo en puntos de la zona y comprobación en el modelo de frentes seco-mojados
- Día y medio de registro

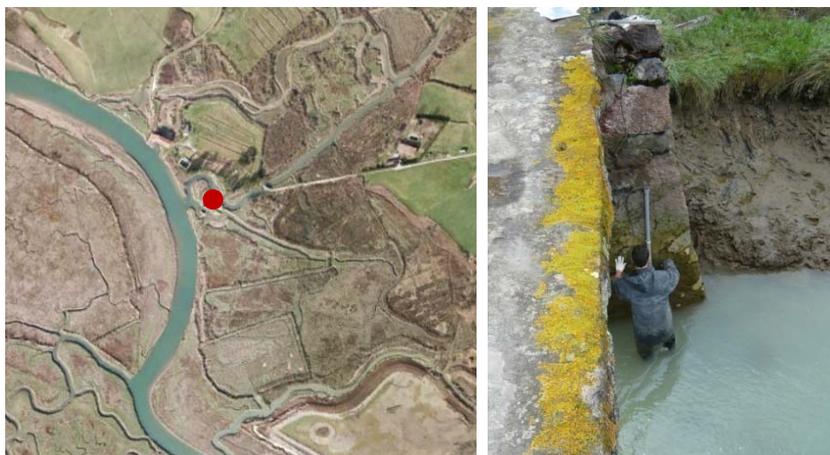


Figura 3.6.- Emplazamiento e instalación de la sonda 4

Sonda 5:

- Instalación en un pilote empotrado en la zona de carrera de marea
- Situado en el encauzamiento del río Oka, junto al paseo peatonal
- Validación del modelo en puntos de la zona y comprobación de la interacción río – marea
- 2 días de registro



Figura 3.7.- Emplazamiento e instalación de la sonda 5

Cada una de las sondas se ha nivelado in-situ. La cota de referencia para el estacionamiento del nivel ha sido obtenida a partir de los datos LIDAR. El resto de referencias se presentan en la figura 3.8:

H1 Cota de fondo. Obtenida con el nivel

H2 Altura de instrumento. Obtenida con el nivel

H3 Distancia de la sonda al fondo. Obtenida con medida directa.

H Calado. Medido con la sonda

$$\begin{aligned} \text{Altura de lámina de agua} &= H + z_{\text{fondo}} + H3 \\ z_{\text{fondo}} &= Z_{\text{ref}} - H1 + H2 \end{aligned}$$

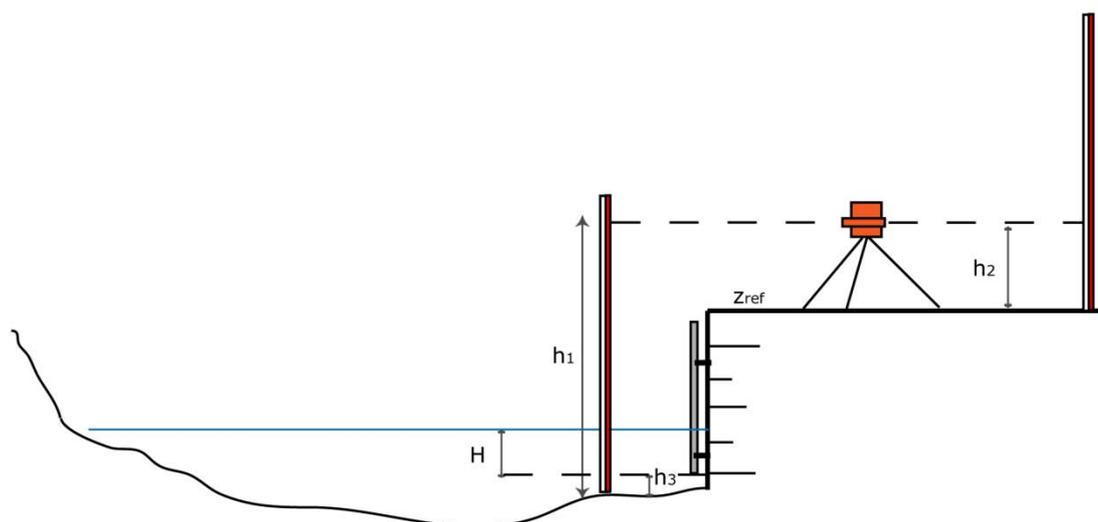


Figura 3.8.- Referencias de nivelación de las sondas

Los datos obtenidos se analizan en el apartado de calibración.

3.2. Restitución de batimetría en campo

La base topográfica LIDAR que sirve como referencia para este trabajo tiene en general una muy buena precisión, salvo en las zonas en que el espejo de agua cubre los canales y pequeños canalículos en la marisma (ver por ejemplo figura 2.1). En estas zonas ha sido necesaria una restitución batimétrica de campo, mediante una embarcación de fondo plano. Se ha utilizado una sonda monohaz de precisión centimétrica referenciada con un GPS. Esta campaña, de una semana de duración, ha dado como resultado una red de miles de puntos que se han vinculado con la topografía LIDAR disponible, mejorándola en estas zonas.

4. Descripción del código de cálculo

El cálculo hidráulico se ha realizado con el código de cálculo Turbillon, desarrollado en el Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente (GEAMA) de la Universidad de A Coruña, el cual resuelve las ecuaciones de aguas someras promediadas en profundidad (también conocidas como ecuaciones de St.Venant bidimensionales) en una malla bidimensional no estructurada de volúmenes finitos. En la actualidad, los modelos numéricos basados en las ecuaciones de aguas someras bidimensionales son los más utilizados en estudios de dinámica fluvial y litoral, evaluación de zonas inundables, transporte de sedimentos y contaminantes, etc. El modelo Turbillon se ha utilizado anteriormente en diferentes estudios de inundabilidad, y se ha validado y contrastado con datos experimentales de laboratorio para diferentes condiciones de flujo.

El código Turbillon consta de los siguientes módulos de cálculo: módulo hidrodinámico, módulo de turbulencia y módulo de transporte de sedimentos. Para realizar el estudio de inundabilidad considerado en este informe se ha utilizado el módulo hidrodinámico. En estudios de inundabilidad es en general suficiente con utilizar únicamente el módulo hidrodinámico, despreciando los efectos de las tensiones turbulentas horizontales. Esta manera de proceder es muy habitual y está justificada por el hecho de que el efecto de las tensiones turbulentas horizontales sobre el flujo medio es mucho menor que el efecto de la fricción de fondo.

Se describe a continuación el módulo hidrodinámico.

4.1. Módulo hidrodinámico

4.1.1. Ecuaciones resueltas

El módulo hidrodinámico resuelve las ecuaciones de aguas someras promediadas en profundidad, también conocidas como 2D Shallow Water Equations (2D-SWE) o ecuaciones de St.Venant bidimensionales. Dichas ecuaciones asumen una distribución de presión hidrostática y una distribución relativamente uniforme de la velocidad en profundidad. La hipótesis de presión hidrostática se cumple razonablemente en el flujo en ríos, así como en las corrientes generadas por la marea en estuarios y zonas costeras. Asimismo, la hipótesis de distribución uniforme de velocidad en profundidad se cumple habitualmente en ríos y estuarios, aunque pueden existir zonas en las que dicha hipótesis no se cumpla debido a flujos locales tridimensionales o a cuñas salinas. En estos casos es necesario estudiar la extensión de dichas zonas y su posible repercusión en los resultados del modelo. En la actualidad, los modelos numéricos basados en las 2D-SWE son los más utilizados en estudios de dinámica fluvial y litoral, evaluación de zonas inundables, transporte de sedimentos y contaminantes, etc.

Se pueden considerar los siguientes términos fuente en las ecuaciones 2D-SWE:

- Presión hidrostática
- Pendiente del fondo
- Tensiones tangenciales viscosas
- Tensiones tangenciales turbulentas
- Rozamiento del fondo
- Rozamiento superficial por viento
- Fuerza de Coriolis
- Fuente/sumidero de masa de agua (simulación de lluvia, infiltración, sumideros,...)

Se modelan asimismo los frentes seco-mojado, tanto estacionarios como no estacionarios, que puedan aparecer en el dominio. Dichos frentes son fundamentales en la modelización del flujo tanto en ríos, como en zonas costeras. De esta forma se introduce la posibilidad de evaluar la extensión de zonas inundables en ríos, así como el movimiento del frente de marea en estuarios y zonas costeras.

En el módulo hidrodinámico se resuelven las ecuaciones de conservación de la masa y de la cantidad de movimiento en las dos direcciones horizontales:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h U_x}{\partial x} + \frac{\partial h U_y}{\partial y} = M_s$$

$$\frac{\partial h U_x}{\partial t} + \frac{\partial h U_x^2}{\partial x} + \frac{\partial h U_x U_y}{\partial y} = -gh \frac{\partial z_s}{\partial x} + \frac{\tau_{s,x}}{\rho} - \frac{\tau_{b,x}}{\rho} - \frac{g h^2}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + 2 \Omega \sin \lambda U_y + \frac{\partial h \tau_{xx}^e}{\partial x} + \frac{\partial h \tau_{xy}^e}{\partial y} + M_x$$

$$\frac{\partial h U_y}{\partial t} + \frac{\partial h U_x U_y}{\partial x} + \frac{\partial h U_y^2}{\partial y} = -gh \frac{\partial z_s}{\partial y} + \frac{\tau_{s,y}}{\rho} - \frac{\tau_{b,y}}{\rho} - \frac{g h^2}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} - 2 \Omega \sin \lambda U_x + \frac{\partial h \tau_{xy}^e}{\partial x} + \frac{\partial h \tau_{yy}^e}{\partial y} + M_y$$

donde h es el calado, U_x , U_y son las velocidades horizontales promediadas en profundidad, g es la aceleración de la gravedad, z_s es la elevación del fondo, τ_s es la fricción en la superficie libre debida al rozamiento producido por el viento, τ_b es la fricción debido al rozamiento del fondo, ρ es la densidad del agua, Ω es la velocidad angular de rotación de la tierra, λ es la latitud del punto considerado, τ_{xx}^e , τ_{xy}^e , τ_{yy}^e son las tensiones tangenciales efectivas horizontales, y M_s , M_x , M_y son respectivamente los términos fuente/sumidero de masa y de momento, mediante los cuales se realiza la modelización de precipitación, infiltración y sumideros.

4.1.2. Fricción de fondo

La fricción del fondo tiene un doble efecto en las ecuaciones de flujo. Por un lado produce una fuerza de fricción que se opone a la velocidad media, y por otro lado, produce turbulencia. Ambos efectos se pueden caracterizar por la velocidad de fricción u_f , que no es más que una forma de expresar la tensión tangencial de fondo con unidades de velocidad:

$$u_f = \sqrt{\frac{\tau_b}{\rho}}$$

donde τ_b es el módulo de la fuerza de fricción de fondo, y ρ es la densidad del agua.

En los modelos promediados en profundidad no es posible calcular la velocidad de fricción por medio de funciones de pared estándar, tal y como se hace en los contornos tipo pared, ya que las ecuaciones no se resuelven en la dirección vertical. Por lo tanto, es necesario relacionar la velocidad de fricción u_f con la velocidad media promediada en profundidad mediante un coeficiente de fricción. La tensión de fondo se puede expresar como:

$$\tau_b = \rho u_f^2 = \rho C_f |U|^2$$

donde C_f es el coeficiente de fricción de fondo. Existen diferentes expresiones que permiten aproximar el coeficiente de fricción C_f . La mayor parte de ellas asumen flujo uniforme en canal con un perfil logarítmico de velocidad en profundidad.

A diferencia de los modelos 1D, en los modelos 2D el radio hidráulico deja de definirse como área de la sección mojada entre perímetro mojado, ya que en 2D no tiene sentido el definir una sección transversal. Tomando una columna de fluido de anchura Δx y calado h , el radio hidráulico se calcularía como:

$$R_h = \frac{A}{P_m} = \frac{h \Delta x}{\Delta x} = h$$

Por lo tanto, en los modelos 2D es lo mismo hablar de radio hidráulico y de calado.

Para definir el coeficiente de fricción de fondo C_f se suele distinguir entre régimen laminar, régimen turbulento liso y régimen turbulento rugoso. En general en hidráulica fluvial, y especialmente en cálculos de avenidas, donde tanto el caudal como la velocidad del aguas son muy elevados, el régimen es turbulento rugoso, en cuyo caso lo más habitual es utilizar la fórmula de Manning para evaluar el coeficiente de fricción de fondo como:

$$C_f = g \frac{n^2}{h^{1/3}}$$

donde n es el coeficiente de Manning que caracteriza la rugosidad del lecho. Las dos componentes horizontales de fricción de fondo se pueden expresar entonces como:

$$\frac{\tau_{b,x}}{\rho} = g h \frac{n^2}{h^{4/3}} |U| U_x \quad \frac{\tau_{b,y}}{\rho} = g h \frac{n^2}{h^{4/3}} |U| U_y$$

La rugosidad del lecho esta ligada a la rugosidad del material que conforma el fondo (sedimento). En cauces naturales existe otra causa que genera fricción de fondo, en algunos casos más importante que la rugosidad del sedimento, que son las formas de fondo o microtopografía. Constituyen prominencias y huecos en el fondo que por sus características y tamaño no llegan a estar definidos en la topografía (geometría) de trabajo. Esta microtopografía es una fuerza adicional de rozamiento que se opone al movimiento del fluido. Los coeficientes de Manning que se encuentran en manuales de ingeniería hidráulica incluyen este efecto, además del de la rugosidad del sedimento. Por esta razón la fórmula de Manning está especialmente indicada para ríos de fondo rugoso.

Las tensiones efectivas horizontales que aparecen en las ecuaciones hidrodinámicas incluyen los efectos de las tensiones viscosas, de las tensiones turbulentas y los términos de dispersión debido a la no homogeneidad en profundidad del perfil de velocidad.

$$\tau_{ij}^e = \tau_{ij}^v - \overline{u'_i u'_j} + D_{ij}$$

donde τ_{ij}^v son las tensiones viscosas, $\overline{u'_i u'_j}$ son las tensiones turbulentas (también llamadas tensiones de Reynolds), y D_{ij} son los términos de dispersión lateral:

$$D_{ij} = \frac{1}{h} \int_{z_b}^{z_s} (U_i - \bar{u}_i)(U_j - \bar{u}_j) dz$$

Los términos de dispersión se desprecian en las ecuaciones 2D-SWE (hipótesis de perfil de velocidad uniforme en profundidad), debido a la imposibilidad de calcularlos de forma general con un modelo promediado en profundidad. Su importancia será mayor cuanto menos uniforme sea el perfil de velocidad en profundidad. Una situación típica en la que estos términos pueden cobrar importancia es en canales con codos o radios de curvatura pequeños, así como en la confluencia de canales (Figura 4.1).

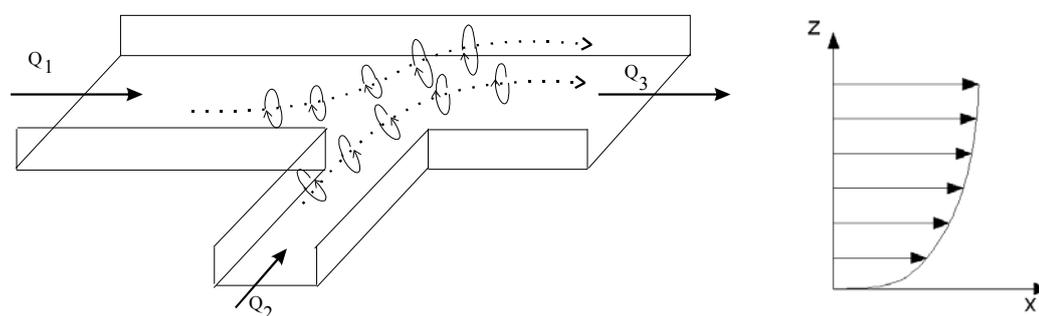


Figura 4.1.- Flujos secundarios (izquierda) y perfil vertical de velocidad (derecha). Principales causas de los términos de dispersión.

Las tensiones viscosas se calculan a partir de la viscosidad cinemática del fluido (ν) como:

$$\tau_{ij}^v = \nu \left(\frac{\partial U_i}{\partial x_j} + \frac{\partial U_j}{\partial x_i} \right)$$

En general, excepto cerca de las paredes, y excepto en flujo laminar, el orden de magnitud de las tensiones viscosas es mucho menor que el del resto de los términos que aparecen en las ecuaciones hidrodinámicas.

Las tensiones turbulentas son varios órdenes de magnitud mayores que las tensiones viscosas, especialmente en zonas de recirculación, en donde la producción de turbulencia es elevada. En el caso de las ecuaciones de aguas someras bidimensionales las tensiones turbulentas constituyen 3 nuevas incógnitas a calcular, que sumadas al calado y a las velocidades U_x , U_y produce un total de 6 incógnitas. Esto es lo que se conoce como problema de cierre de la turbulencia, porque es necesario resolver un conjunto de 3 ecuaciones con 6 incógnitas. Debido a ello, es necesario utilizar un modelo de turbulencia que permita calcular dichas tensiones turbulentas. La mayoría de los modelos de turbulencia calculan los términos de difusión turbulenta a partir de la siguiente expresión:

$$-\frac{\partial \overline{u_i u_j}}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\nu_t \frac{\partial U_i}{\partial x_j} \right)$$

donde ν_t es la viscosidad turbulenta, que se calcula mediante el modelo de turbulencia. El problema radica en que no existe un modelo de turbulencia *universal*, que permita calcular de forma precisa las tensiones turbulentas, por lo que a lo largo del tiempo se han ido desarrollando diferentes modelos de mayor o menor complejidad. La formulación de Boussinesq es utilizada por todos los modelos de turbulencia incluidos en TURBILLON excepto por el modelo de tensiones algebraicas, en el que se utilizan expresiones algebraicas específicas para calcular las tensiones de Reynolds.

4.1.3. Frentes seco-mojado

La modelización de zonas inundables, así como del movimiento del frente de marea en estuarios y zonas costeras, es fundamental en problemas de hidráulica medioambiental. En Turbillon se modelan los frentes seco-mojado, tanto estacionarios como no estacionarios, que puedan aparecer en el dominio trabajando con una malla fija de volúmenes finitos, y permitiendo que los volúmenes puedan tener agua o no en función de las condiciones del flujo. Entre los volúmenes que no tienen agua y los que si tienen agua, aparece un frente seco-mojado que es necesario tratar adecuadamente desde un punto de vista numérico para evitar la aparición de inestabilidades y oscilaciones no físicas en la solución. Para el tratamiento del frente seco-mojado, ya sea un frente de inundación o un frente de marea, se define una tolerancia seco-mojado ϵ_{wd} , de forma que si el calado en una celda es menor a ϵ_{wd} , se considera que esa celda está seca y no se incluye en el cálculo. La tolerancia seco-mojado puede hacerse tender a cero por el usuario, aunque en problemas con batimetría muy irregular, como suele ser el caso en ingeniería fluvial y costera, es aconsejable utilizar valores del orden de 1mm o 0.1mm por aumentar la estabilidad del cálculo sin deteriorar la precisión de los resultados. En cualquier caso, la altura de agua nunca se fuerza a cero, con el fin de evitar pérdidas de masa en el interior del dominio de cálculo. El esquema numérico utilizado para resolver el frente seco-mojado es estable y no-difusivo.

El tratamiento de los frentes seco-mojado utilizado en Turbillon es estable, conservativo y no-difusivo, es decir, se resuelven adecuadamente los frentes, sin inestabilidades de tipo numérico, incluso cuando estos ocurren en pendientes fuertes del fondo. Cada volumen finito tiene asociada una cota del fondo. De forma esquemática se puede representar el fondo tal como se muestra en la figura 4.2.

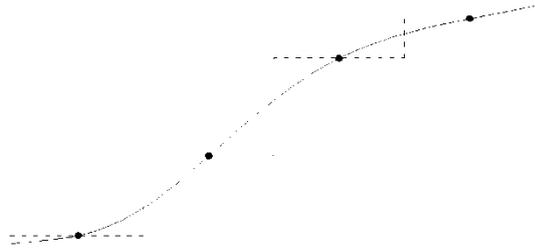


Figura 4.2. Representación esquemática del fondo para tratamiento seco-mojado.

Entre dos volúmenes con cota del fondo diferente se puede producir una de las situaciones que se representan en la siguiente figura:

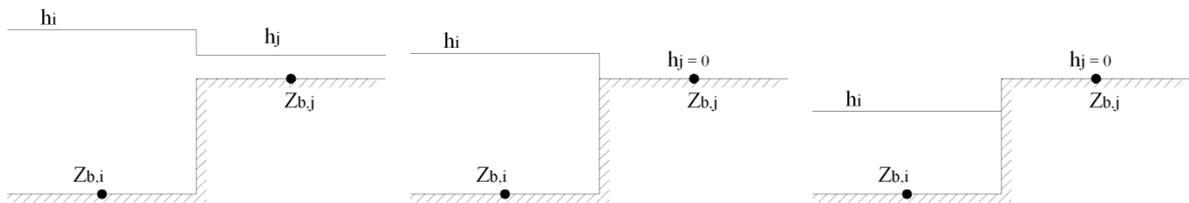


Figura 4.3.- Distintas situaciones de niveles de agua entre dos celdas adyacentes.

En la primera figura ambos volúmenes tienen agua, por lo que no se produce ningún frente y por lo tanto no es necesario ningún tratamiento especial. En los otros dos casos si que existe un frente seco-mojado. La diferencia es que en el segundo caso el nivel de la superficie libre en la celda mojada es superior a la cota del fondo en la celda seca, mientras que en el tercer caso es inferior. Únicamente en el tercer caso es necesario utilizar un tratamiento especial, que consiste en redefinir la pendiente del fondo e imponer una condición de reflexión en el frente. En este caso la pendiente del fondo se redefine como:

$$\Delta z_{b,ij} = \begin{cases} h_i - h_j & \text{si } h_j \leq z_{b,j} - z_{b,i} \\ z_{b,j} - z_{b,i} & \text{si } h_j > z_{b,j} - z_{b,i} \end{cases}$$

La condición de reflexión se impone como:

$$q_{n,ij} = q_{x,ij} \tilde{n}_{x,ij} + q_{y,ij} \tilde{n}_{y,ij} = 0$$

La utilización de las condiciones anteriores proporciona la solución hidrostática de forma exacta para cualquier batimetría, sin difundir el frente y sin generar oscilaciones espurias en la superficie libre. Este tipo de tratamiento de los frentes seco-mojado ha sido utilizado con éxito tanto para la modelización de procesos estacionarios como no estacionarios, siendo particularmente útil para la simulación de zonas inundables en ríos y zonas costeras, así como para el cálculo de la evolución del frente de marea

4.1.4. Condiciones de contorno

En un problema bidimensional es necesario distinguir entre dos tipos de contornos: abiertos y cerrados. Los contornos cerrados, también llamados contornos de tipo pared, son impermeables, no permitiendo el paso del fluido a través de ellos. Además, la presencia del contorno tipo pared genera una fuerza de rozamiento lateral en el fluido, de manera similar a la fricción ejercida por el rozamiento del fondo. En Turbillon se pueden imponer las siguientes condiciones de contorno tipo pared:

- Condición de deslizamiento (tensión tangencial nula)
- Funciones de pared
- Condición de no deslizamiento, solo implementada para flujo laminar

En general en ingeniería hidráulica, y especialmente en ingeniería fluvial, la superficie de contacto con los contornos laterales es mucho menor que la superficie de contacto con el fondo debido a la separación entre escalas horizontal y vertical, por lo que la fuerza de rozamiento en los contornos de pared se puede despreciar. En este caso se impondría una condición de deslizamiento libre en los contornos cerrados. En problemas en los que la dimensión horizontal y vertical son similares (canales de sección muy estrecha) esta fuerza de rozamiento puede tener cierta importancia en el desarrollo del flujo, aunque en general la influencia es pequeña. En cualquier caso, si se quiere tener en cuenta el efecto del rozamiento lateral se puede introducir una condición de contorno tipo fricción, que consiste en imponer una fuerza tangencial en dirección opuesta al flujo en el contorno. Existen varias maneras de evaluar e implementar dicha fuerza. Una forma sencilla consiste en mayorar de manera artificial el coeficiente de Manning en las zonas pegadas a las paredes, de forma que aumente el rozamiento total en dichas zonas, mediante la siguiente expresión:

$$n_{\text{pared}} = \left(1 + \frac{h}{\Delta x}\right)^{2/3} n$$

donde n es el coeficiente de Manning, n_{pared} es el coeficiente de Manning mayorado, y Δx es la anchura de la zona influenciada por el rozamiento de la pared.

En los contornos abiertos se pueden imponer diferentes tipos de condiciones de contorno. Para que las ecuaciones de aguas someras bidimensionales estén bien planteadas desde el punto de vista matemático, el número de condiciones a imponer en los contornos abiertos depende de si se trata de un contorno de entrada o de salida de flujo, así como del tipo de régimen en el contorno (rápido/lento). Se demuestra matemáticamente que para que el problema

esté bien planteado el número de condiciones de contorno a imponer en cada caso es el siguiente:

Tabla 4.1. Tipos de condiciones de contorno consideradas en el modelo Turbillon.

Tipo de contorno	Régimen	Número de condiciones
Contorno Entrada	Supercrítico	3
	Subcrítico	2
Contorno Salida	Subcrítico	1
	Supercrítico	0

Las condiciones concretas a imponer pueden ser calado, módulo de la velocidad o dirección del flujo. Lo más habitual es que el flujo discorra en régimen lento en todo el tramo modelado, en cuyo caso es necesario imponer dos condiciones de contorno aguas arriba y una aguas abajo. Típicamente aguas abajo se impone el calado, o nivel de la superficie libre, mientras que aguas arriba se impone el módulo de la velocidad y la dirección del flujo. También es habitual introducir aguas arriba el caudal total de entrada (m³/s) en vez del módulo de la velocidad. En dicho caso, a falta de datos más precisos se suele realizar una distribución del caudal unitario (m²/s) en el contorno de entrada, según la siguiente expresión:

$$q_n = \frac{h^{5/3}}{\int h^{5/3} dy} Q$$

donde q_n es el caudal unitario (m²/s) normal en cada punto del contorno de entrada, y Q es el caudal total de entrada por dicho contorno. La integral en el denominador se extiende a lo largo de todo el contorno considerado.

Las condiciones implementadas en Turbillon en los contornos abiertos son las siguientes:

- Calado constante en espacio y tiempo

- Calado constante en espacio y variable tiempo
- Altura de la superficie libre constante en espacio y tiempo
- Altura de la superficie libre constante en espacio y variable tiempo
- Caudal total de entrada (m^3/s) constante en tiempo, distribuido en espacio en función del calado
- Caudal unitario de entrada (m^2/s) constante en espacio y tiempo
- Gradiente del calado nulo en dirección perpendicular al contorno
- Gradiente de la superficie libre nulo en dirección perpendicular al contorno
- Calado crítico
- Curva de gasto definida por una relación del tipo: $Q = A \cdot (Z_s - B)^C$ donde A, B y C son coeficientes a definir por el usuario.

4.2. Esquemas numéricos

4.2.1. Características de los esquemas numéricos utilizados

Todos los modelos implementados en Turbillon se resuelven en forma integral por el método de volúmenes finitos. En esta sección se pretende únicamente citar y describir muy brevemente los esquemas numéricos utilizados.

Las características de los esquemas numéricos utilizados en todos los módulos de Turbillon son las siguientes:

- Esquemas en volúmenes finitos, planteados en forma integral y conservativa.
- Resolución de las ecuaciones hidrodinámicas mediante esquemas descentrados tipo Roe de alto orden.
- Tratamiento descentrado del término fuente pendiente del fondo.
- Tratamiento centrado del resto de términos fuente.
- Esquemas de orden 1 y orden 2 por líneas de precisión en espacio.
- Esquemas explícitos en tiempo.
- Tratamiento de frentes seco-mojado estable y no difusivo.

4.2.2. Malla de cálculo

Para resolver una ecuación diferencial por el método de volúmenes finitos es necesario realizar previamente una discretización espacial del dominio a estudiar. Para ello se divide el dominio de estudio en celdas de tamaño relativamente pequeño (malla de cálculo). Turbillon trabaja con mallas no estructuradas formadas por elementos que pueden tener cualquier número de lados. Su principal ventaja es la facilidad con que se adaptan a cualquier geometría, ya que no es necesario que la malla tenga ningún tipo de organización o estructura interna. Esta característica las hace especialmente indicadas para su utilización en hidráulica fluvial. En mallas bidimensionales lo más habitual es utilizar elementos triangulares, pudiéndose utilizar asimismo elementos cuadrangulares en zonas con una geometría más regular.

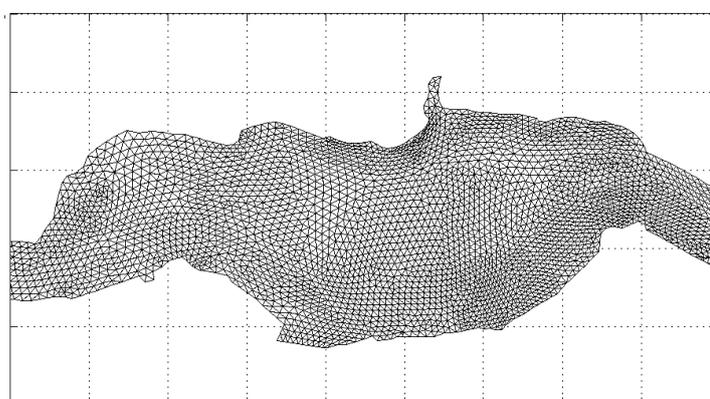


Figura 4.4-. Ejemplo de malla no estructurada formada por elementos triangulares

4.2.3. Discretización en volúmenes finitos de las ecuaciones 2D-SWE

Para su discretización por el método de volúmenes finitos, en Turbillon se trabaja con las ecuaciones 2D-SWE escritas en forma conservativa y vectorial como:

$$\frac{\partial \mathbf{w}}{\partial t} + \frac{\partial \mathbf{F}_x}{\partial x} + \frac{\partial \mathbf{F}_y}{\partial y} = \sum_k \mathbf{G}_k$$

donde el vector de variables conservadas w y el vector de los términos de flujo F_x , F_y vienen dados por:

$$\mathbf{w} = \begin{pmatrix} h \\ q_x \\ q_y \end{pmatrix} \quad \mathbf{F}_x = \begin{pmatrix} q_x \\ \frac{q_x^2}{h} + \frac{gh^2}{2} \\ \frac{q_x q_y}{h} \end{pmatrix} \quad \mathbf{F}_y = \begin{pmatrix} q_y \\ \frac{q_x q_y}{h} \\ \frac{q_y^2}{h} + \frac{gh^2}{2} \end{pmatrix}$$

y los términos G_k , representan los términos fuente incluidos en las ecuaciones 2D-SWE presentadas en la sección **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**. La discretización temporal y espacial de las 2D-SWE en forma vectorial viene dada por la siguiente expresión:

$$\frac{w_i^{n+1} - w_i^n}{\Delta t} A_i + \oint_{L_i} (F_x \tilde{n}_x + F_y \tilde{n}_y) dL = \sum_k G_{k,i} A_i$$

Una formulación conservativa como la utilizada en Turbillon es especialmente adecuada para el cálculo flujos transónicos, como resaltos hidráulicos, rotura de presa y ondas de choque, ya que se calcula la velocidad de propagación de los choques de forma más precisa que en una formulación no-conservativa.

4.2.4. Discretización de los términos de flujo convectivo

Para discretizar los términos de flujo se utilizan esquemas descentrados de tipo Godunov. Actualmente se encuentran implementados los esquemas de Roe y de van Leer. Ambos esquemas están implementados con 3 órdenes diferentes de aproximación en espacio, los cuales se resumen en la tabla 4.2:

Tabla 4.2. Esquemas implementados para la discretización del flujo convectivo en las ecuaciones 2D-SWE.
Orden 2 se refiere a una discretización de orden 2 por líneas.

Esquema	Calado	Momento	Fondo
Orden 1	Orden 1	Orden 1	Orden 1
Híbrido	Orden 1	Orden 2	Orden 1
Orden 2	Orden 2	Orden 2	Orden 2

En problemas en los que la variación de la superficie libre no es excesivamente brusca, el esquema híbrido proporciona resultados muy similares a los del esquema de orden 2 por líneas por líneas, con un coste computacional inferior y una estabilidad numérica superior. No se aconseja utilizar el esquema de orden 1, especialmente cuando hay zonas de recirculación, ya que proporciona campos de velocidad excesivamente difusivos.

Una formulación conservativa de las ecuaciones, resuelta con esquemas descentrados de tipo Godunov, y especialmente con el esquema de Roe, proporciona una buena resolución de los choques transónicos que se puedan producir en la solución, por lo que es un método recomendado para modelizar resaltos hidráulicos, rotura de presas y otros problemas similares con ondas de choque.

La integral de contorno correspondiente a los términos de flujo convectivo se calcula a partir de una función de flujo numérico Φ como:

$$\oint_{L_i} (\mathbf{F}_x \tilde{n}_x + \mathbf{F}_y \tilde{n}_y) dL \approx \sum_{j \in K_i} \Phi_{LR}(\mathbf{w}_L, \mathbf{w}_R, \mathbf{n}_{ij})$$

donde Φ_{ij} es una función de flujo numérico definida para cada arista LR, donde L y R son los nodos a izquierda y derecha de la arista considerada. En Turbillon se implementa el esquema descentrado de Roe, en el cual el flujo numérico se puede expresar como:

$$\Phi_{LR} = \frac{\mathbf{Z}_L + \mathbf{Z}_R}{2} - \frac{1}{2} |\mathbf{J}|_{LR} (\mathbf{w}_R - \mathbf{w}_L)$$

$$\mathbf{Z} = \mathbf{F}_x n_x + \mathbf{F}_y n_y \quad \mathbf{J} = \frac{\partial \mathbf{Z}}{\partial \mathbf{w}} \quad \mathbf{J} = \mathbf{X} \cdot \mathbf{D} \cdot \mathbf{X}^{-1} \quad |\mathbf{J}| = \mathbf{X} \cdot |\mathbf{D}| \cdot \mathbf{X}^{-1}$$

en donde Z_L y Z_R representan el flujo normal al contorno a ambos lados de la arista LR. La matriz $|\mathbf{J}|_{LR}$ es el valor absoluto de la matriz Jacobiana del flujo Z , evaluada en el estado medio de Roe, definido por:

$$\tilde{h} = \sqrt{h_L \cdot h_R} \quad \tilde{c} = \sqrt{g \frac{h_L + h_R}{2}} \quad \tilde{U}_x = \frac{\sqrt{h_L} U_{x,L} + \sqrt{h_R} U_{x,R}}{\sqrt{h_L} + \sqrt{h_R}} \quad \tilde{U}_y = \frac{\sqrt{h_L} U_{y,L} + \sqrt{h_R} U_{y,R}}{\sqrt{h_L} + \sqrt{h_R}}$$

Los autovalores λ y autovectores \mathbf{e}_m de la matriz Jacobiana \mathbf{J} , se pueden escribir como:

$$\tilde{\lambda}_1 = \tilde{\lambda}_2 + \tilde{c} \sqrt{n_x^2 + n_y^2} \quad \tilde{\lambda}_2 = n_x \tilde{U}_x + n_y \tilde{U}_y \quad \tilde{\lambda}_3 = \tilde{\lambda}_2 - \tilde{c} \sqrt{n_x^2 + n_y^2}$$

$$\tilde{\mathbf{e}}_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ \tilde{U}_x + \tilde{c} \tilde{n}_x \\ \tilde{U}_y + \tilde{c} \tilde{n}_y \end{pmatrix} \quad \tilde{\mathbf{e}}_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ -\tilde{c} \tilde{n}_y \\ \tilde{c} \tilde{n}_x \end{pmatrix} \quad \tilde{\mathbf{e}}_3 = \begin{pmatrix} 1 \\ \tilde{U}_x - \tilde{c} \tilde{n}_x \\ \tilde{U}_y - \tilde{c} \tilde{n}_y \end{pmatrix}$$

4.2.5. Extensión a orden 2 por líneas

El esquema anterior es de orden 1 debido a la difusión numérica introducida en la discretización del flujo convectivo. A pesar de ello es utilizado de forma habitual en códigos de CFD como esquema por defecto, debido a su estabilidad numérica. Cuando se requiere un orden de precisión elevado con un tamaño de malla que no sea excesivamente fino, es necesario recurrir a esquemas de orden superior. En el módulo hidrodinámico de Turbillon se consigue aumentar el orden de precisión del esquema de Roe mediante un extensión de orden 2 por líneas tipo MUSCL (Monotonic Upstream Scheme for Conservative Laws), en la cual se realiza una reconstrucción lineal con limitadores de pendiente en cada elemento de la malla de las

variables no-conservadas (figura 4.5). De esta forma se calculan los valores de la variable a izquierda y derecha de la arista considerada como:

$$w_L = w_i + \frac{1}{2} \Delta_i^* \quad w_R = w_j + \frac{1}{2} \Delta_j^*$$

$$\Delta_i^* = \begin{cases} \max \left[0, \min \left(\nabla w_i^* \cdot \mathbf{r}_{ij}, \alpha \Delta_{ij} \right) \right] & \text{si } \Delta_{ij} > 0 \\ \min \left[0, \max \left(\nabla w_i^* \cdot \mathbf{r}_{ij}, \alpha \Delta_{ij} \right) \right] & \text{si } \Delta_{ij} < 0 \end{cases} \quad \text{con } \Delta_{ij} = w_j - w_i$$

En la expresión anterior se obtiene el limitador Minmod con $\alpha=1$ y el limitador Superbee con $\alpha=2$. Los gradientes de las variables se calculan de forma descentrada como:

$$\nabla w_i^* = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} \left. \frac{\partial w}{\partial x} \right|_i + \left. \frac{\partial w}{\partial x} \right|_{ii} \\ \left. \frac{\partial w}{\partial y} \right|_i + \left. \frac{\partial w}{\partial y} \right|_{ii} \end{pmatrix}$$

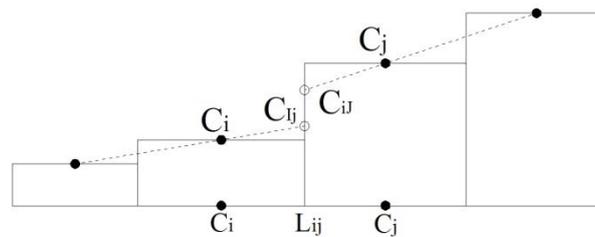


Figura 4.5.- Representación esquemática 1D de la reconstrucción lineal de una variable genérica C en cada elemento de la malla de cálculo

4.2.6. Discretización del término fuente pendiente del fondo

En Turbillon se utiliza una discretización centrada de todos los términos fuente excepto del término fuente pendiente del fondo. El principal motivo de utilizar una discretización descentrada de la pendiente del fondo frente a una discretización centrada es que se calcula de forma exacta la solución hidrostática con batimetría irregular, evitando de esta forma la aparición de oscilaciones espurias en la superficie libre del agua y en las velocidades. Estas oscilaciones son en general pequeñas, pero pueden llegar a ser de magnitud considerable en problemas con batimetrías irregulares, como suele ser el caso en hidráulica fluvial y costera.

Cuando se utilizan esquemas numéricos descentrados para la discretización del flujo convectivo, la discretización descentrada de la pendiente del fondo posee mejores propiedades y proporciona resultados más precisos que la formulación clásica centrada.

La discretización utilizada para el término fuente pendiente del fondo en un volumen finito C_i se puede expresar como:

$$S_i = \int_{C_i} S \, dA = \sum_{j \in K_i} S_{ij}$$

siendo S_{ij} una discretización descentrada del término fuente pendiente del fondo en cada arista del volumen finito considerado, y que se calcula como:

$$S_{ij} = -g \frac{|n_{ij}|}{2} \frac{h_L + h_R}{2} (z_{b,R} - z_{b,L}) (\mathbf{I} - \mathbf{X} | \mathbf{D} | \mathbf{D}^{-1} \mathbf{X}^{-1}) \begin{pmatrix} 0 \\ \tilde{n}_{x,ij} \\ \tilde{n}_{y,ij} \end{pmatrix}$$

4.3. Referencias del modelo numérico

En las siguientes publicaciones se puede encontrar información más detallada sobre los esquemas numéricos utilizados en Turbillon, así como contrastes numérico-experimentales para diferentes condiciones de flujo y ejemplos de aplicación del modelo.

- Bermúdez, A., Dervieux, A., Desideri, J.A., Vázquez-Cendón, M.E. “Upwind schemes for the two-dimensional shallow water equations with variable depth using unstructured meshes”. *Comput. Methods. Appl. Mech. Eng.* Vol.155, 1998.
- Bermúdez, A., Vázquez-Cendón, M.E. “Upwind methods for hyperbolic conservation laws with source terms”. *Comput. Fluids.* Vol. 23(8), 1994.
- Cea, L., Vázquez-Cendón, M.E. “Unstructured finite volume discretisation of two-dimensional depth averaged shallow water equations with porosity”. *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, 2010
- Cea, L., Vázquez-Cendón, M.E., Puertas, J. “El método de volúmenes finitos aplicado a problemas de ingeniería fluvial y costera”. *La Gaceta de la RSME.* Vol.12 (1) pp.71-93, 2009
- Cea, L., Puertas, J., Vázquez-Cendón, M.E. “Evaluación de corrientes litorales y frentes de marea mediante modelización bidimensional en rías y desembocaduras de ríos”. *Ingeniería del Agua*, Vol.16 (1), 2008
- Cea, L. “Modelización numérica del flujo en aguas poco profundas: aplicación a rías y estuarios”. *Boletín de la Sociedad Española de Matemática Aplicada*, Num.42, pp.117-125, 2008
- Vázquez-Cendón, M.E., Cea, L. “High order upwind scheme for modelling turbulent shallow water flow in hydraulic structures”. *Proceedings in Applied Mathematics and Mechanics, PAMM.* Vol.7 (1), 2007

- Cea, L., Puertas, J., Vázquez-Cendón, M.E. “Depth averaged modelling of turbulent shallow water flow with wet-dry fronts”. *Archives of Computational Methods in Engineering, State of the art reviews*, Vol.14 (3) pp.303-341, 2007.
- Cea, L., Pena, L., Puertas, J., Vázquez-Cendón, M.E, Peña, E. “Application of Several Depth Averaged Turbulence Models to Simulate Flow in Vertical Slot Fishways”. *Journal of Hydraulic Engineering*, Vol.133 (2) pp.160-172, 2007.
- Cea, L., French, J.R., Vázquez-Cendón, M.E. “Numerical modelling of tidal flows in complex estuaries including turbulence: An unstructured finite volume solver and experimental validation”. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Vol.67 (13) pp.1909-1932, 2006.
- Vázquez-Cendón, M.E. “Improved treatment of source terms in upwind schemes for the shallow water equations in channels with irregular geometry”. *Journal of Computational Physics*, Vol.148, 1999.

5. Modelo hidrodinámico del estuario. Calibración del modelo.

5.1. Extensión de la zona de estudio

El área de estudio es una porción de la marisma del río Oka, influenciada por el régimen mareal y por las afluencias de los ríos Baldatika y Olalde. Está delimitada al norte aproximadamente a la altura de Murueta, al sur a la altura de Forua y lateralmente por la curva de nivel de 5 metros con respecto al n.m.m.A.



Figura 5.1.- Vista aérea de la zona de estudio

5.2. Modelo numérico

En todos los cálculos realizados la discretización del flujo convectivo se ha realizado con un esquema descentrado híbrido (orden 2 en velocidad, orden 1 en calado) con limitador de flujo Minmod. El término fuente pendiente del fondo se discretiza asimismo con un esquema descentrado.

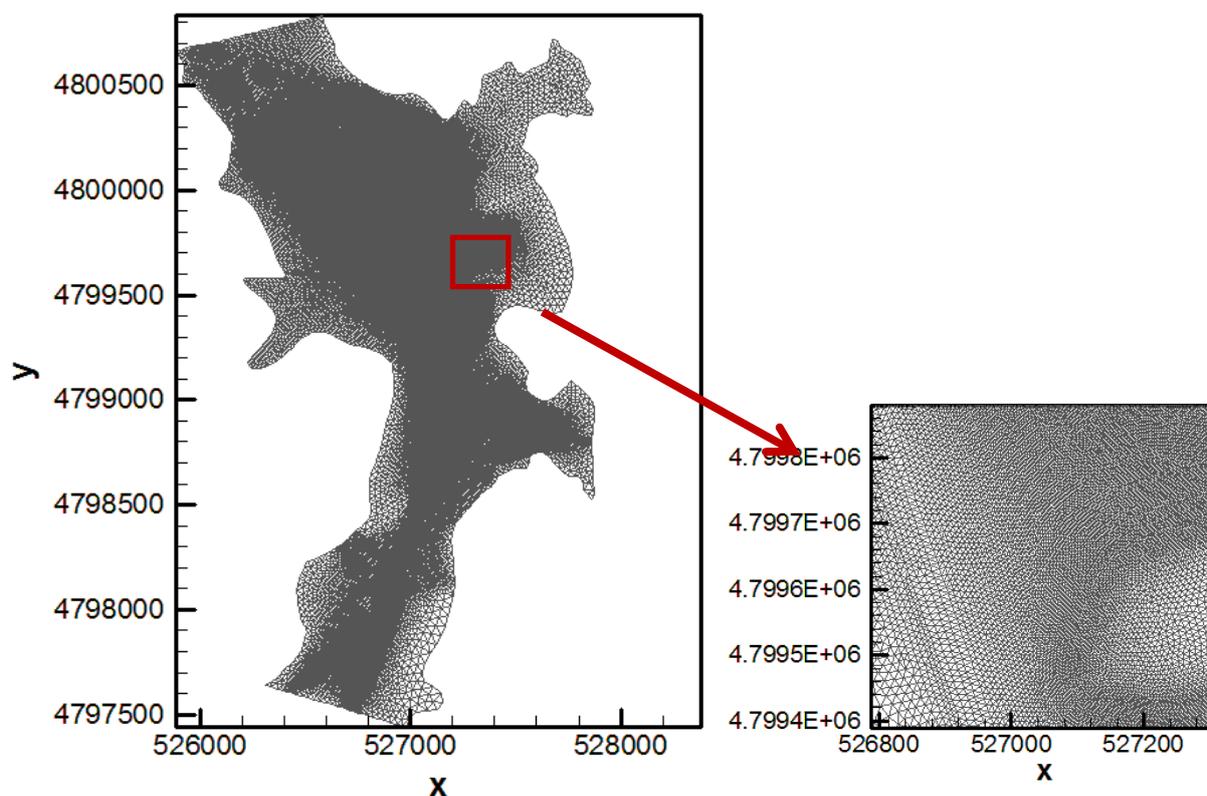
Para el tratamiento del frente de inundación se define una tolerancia seco-mojado $\epsilon_{wd}=1\text{mm}$. Si el calado en un punto del dominio de cálculo es inferior a 1mm, se considera que esa zona está seca. Un valor de 1 mm es suficientemente pequeño teniendo en cuenta que la extensión de la zona de estudio es del orden de kilómetros. En términos relativos, la tolerancia seco-mojado es seis órdenes de magnitud inferior a las dimensiones de la cuenca. Asimismo, es

muy inferior a la resolución de la cartografía utilizada para la elaboración del modelo digital del terreno.

5.3. Topografía y malla de cálculo

Para la elaboración del modelo digital del terreno de la situación actual se ha partido de tres fuentes diferentes. En primer lugar de los datos LIDAR de alta precisión proporcionados por el Gobierno Vasco (Oficina Técnica de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai), con un 1m^2 de resolución, que definen la topografía del terreno pero no las batimetrías de los cauces. La batimetría de los cauces fue levantada específicamente para este estudio por personal y colaboradores de la Universidad de A Coruña.

En todos los casos la discretización del dominio espacial considerado se realiza mediante una malla no estructurada de volúmenes finitos triangulares. Las mallas de cálculo utilizadas en las alternativas están compuestas por 197367 elementos, cubriendo una superficie de 3 km^2 , con un tamaño medio de elemento de 15 m^2 , aunque en realidad la superficie de elemento varía de las zonas que requieren más precisión como las marismas donde se encuentran las munas en la actualidad (con un tamaño de elemento de 2 m^2) a las zonas que requieren menos precisión, como son las zonas adonde apenas llega el flujo, donde tenemos elementos de hasta 200 m^2 de superficie. La figura 5.2 muestra una malla de cálculo utilizada y su diferente grado de detalle.



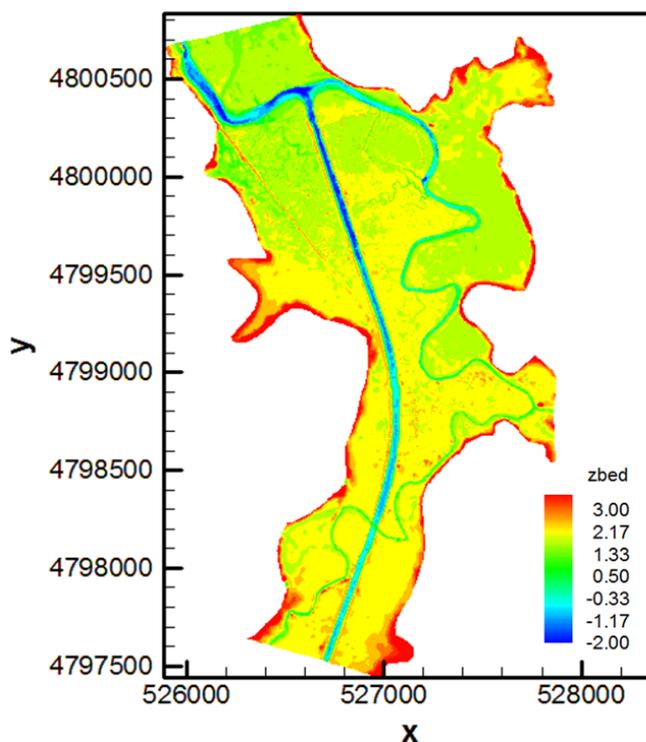


Figura 5.2.- Ejemplo de malla de cálculo con distinta precisión según las zonas (arriba).
Representación de la cota en el interfaz del modelo (abajo)

5.4. Condiciones de contorno

Como condiciones de contorno se han impuesto flujos en las zonas de aportación (ríos Oka, Golako, Baldatika, Olalde y pequeñas afluencias de menor relevancia), en régimen permanente y en condiciones de caudal medio y asociado a crecidas de distintos periodos de retono. En el capítulo 6 se especifican los valores de los caudales utilizados.

Adicionalmente se ha impuesto en el extremo norte del modelo una condición de marea acorde con la calibración realizada y con las predicciones recogidas en las tablas de mareas. La marea propuesta para el estudio se recoge en la figura 5.3. Se trata de un tren de mareas vivas, sin llegar a ser las extremas del año. El pico máximo se ve superado el 4% de las horas del año.

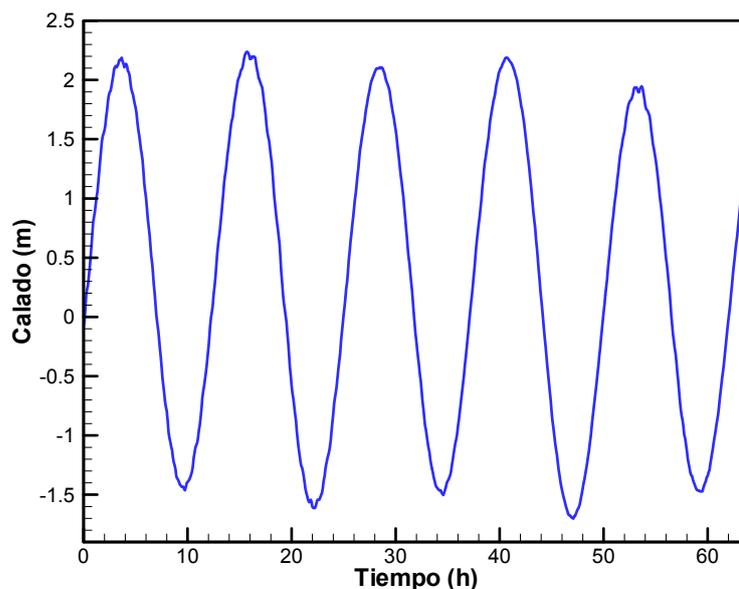


Figura 5.3.- Mareas consideradas para el análisis (m.s.n.m.A.)

5.5. Rugosidad de fondo

Se considera un coeficiente de Manning variable en el espacio de acuerdo con las características del terreno. De esta forma se establecen 2 coeficientes de Manning distintos, uno para el lecho de los cauces y otro para marismas y llanuras de inundación. Las diferentes zonas utilizadas para definir la variación espacial del coeficiente de Manning se muestran en la figura 5.4. Tras la calibración, los valores de coeficiente de Manning adoptados se muestran en la tabla 5.1.

Tabla 5.1. Coeficientes de Manning considerados en el cálculo hidráulico.

Coeficientes de Manning ($s/m^{1/3}$)		
n_1	Cauce principal	0.02
n_2	Llanura inundación	0.06

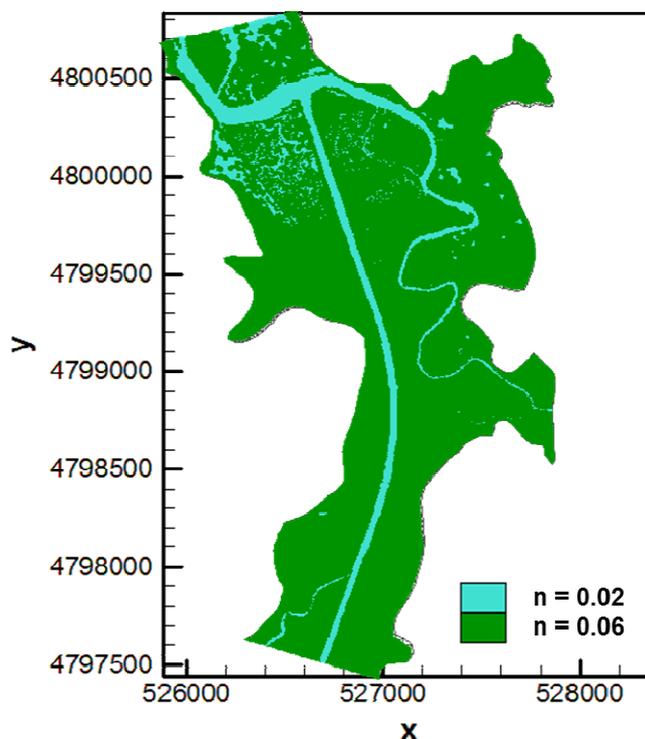


Figura 5.4. Coeficientes de Manning utilizados en el modelo hidrodinámico.

5.6. Calibración del modelo

Para la calibración del modelo se utilizaron los datos de niveles de marea obtenidos en la zona de estudio y descritos en el Apartado 3.

Se han analizado las condiciones de flujo a lo largo de toda la desembocadura del río Oka, tomando como condiciones de marea entrante (condición de contorno) los registros en las sondas 1, 2 y 3. En estas condiciones, se busca la calibración mediante el ajuste de los niveles en las zonas de análisis (sondas 4 y 5).

Como se observa en las figuras 5.5 y 5.6, se logra un adecuado ajuste de los datos numéricos a los experimentales para las condiciones de marea estudiadas, con errores de algún centímetro en el peor de los casos. Se desea remarcar que la sonda 4 queda en seco en condiciones de bajamar máxima, debido a la cota topográfica de su ubicación. Se desea comentar asimismo que los errores obtenidos están en el orden de magnitud de los errores en la definición de la cartografía de base, por lo que no cabe atribuirlos al modelo sino a la precisión general del conjunto del estudio, condicionado por la cartografía de base.

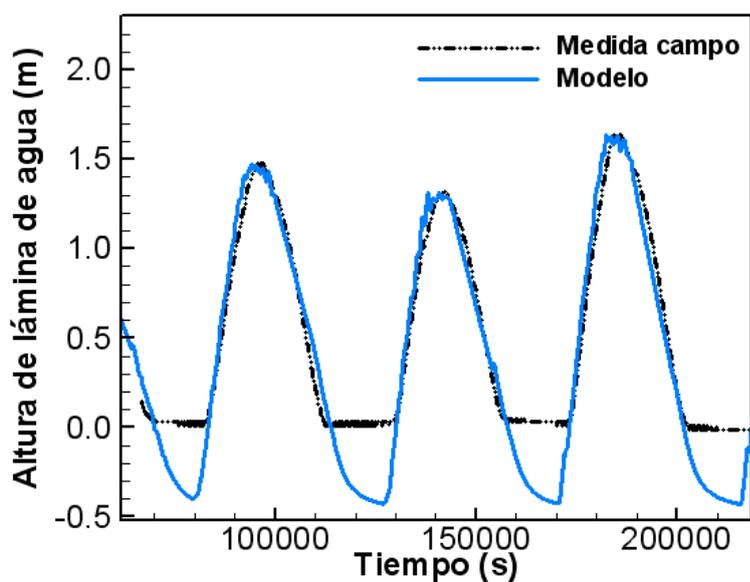


Figura 5.5.- Calibración del modelo: Sonda 4. Niveles de marea registrados y simulados. La sonda queda en seco para niveles de marea muy bajo debido a su cota topográfica.

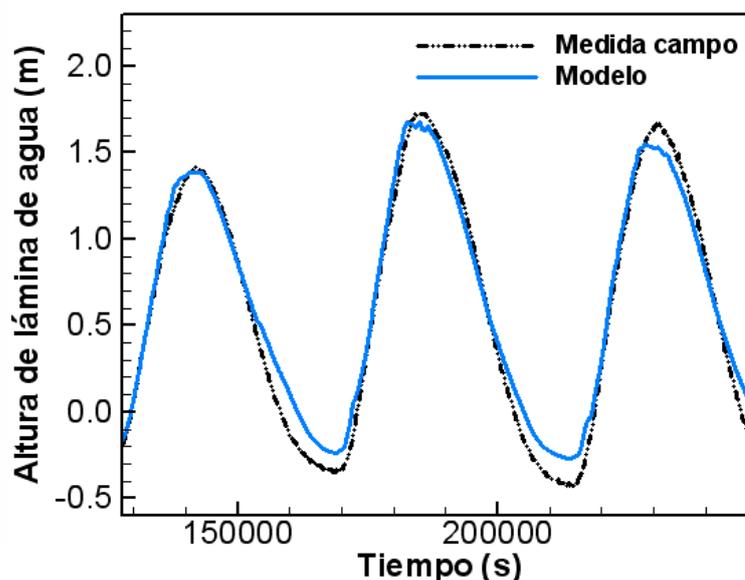


Figura 5.6.- Calibración del modelo: Sonda 5. Niveles de marea registrados y simulados.

6. Alternativas consideradas

El objetivo último del proyecto es la mejora medioambiental de la marisma del río Oka, y el fomento de la actividad de especies de aves migradoras. La principal agresión constatada es la proliferación de la especie *Baccharis halimifolia*, que ha colonizado grandes superficies de la marisma y cuya erradicación es una de las prioridades de los gestores de la Oficina Técnica de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, y del presente proyecto.

Dado que esta especie soporta mal una inmersión prolongada de sus raíces, las alternativas consideran la inundación de grandes zonas de la marisma, bien por agua salina (mareal) o bien por agua dulce (de los ríos Baldatika y Olalde). La inundación por el agua del río Oka no se considera compatible con la circulación adecuada de las crecidas en el río Oka, y la garantía de no inundabilidad de la población de Gernika-Lumo.

6.1. Actuaciones consideradas

Con el fin de mejorar la inundabilidad y puesta en valor del estuario y sus marismas y el comportamiento de los cauces se han considerado diferentes alternativas bajo diferentes condiciones de caudales y mareas que contemplan la desde la apertura de las munas existentes hasta la construcción de azudes y nuevas motas.

Los caudales de cálculo han sido obtenidos del estudio hidrológico recogido en el proyecto. Se han considerado como situaciones de cálculo los caudales medios anuales de cada cauce, así como los asociados a 10, 100 y 500 años de periodo de retorno.

La marea escogida es una marea viva moderada, cuyo nivel de pico es superado el 4% de las horas del año. Se considera esta marea porque:

- Desde el punto de vista de la inundabilidad mareal, no tiene objeto trabajar con una marea extremal que sólo inundaría los terrenos de un modo esporádico
- Desde el punto de vista de las inundaciones, la combinación de una marea extremal con una lluvia extremal (sucesos estadísticamente independientes) supondría un nivel de seguridad muy por encima del periodo de retorno considerado. La marea considerada (viva, pero no extrema) ya supone un cierto empeoramiento de las condiciones de desagüe de las avenidas, pero dentro de un orden asumible.

Tabla 6.1. Caudales de cálculo y marea considerada (pico de la marea 2.2 m.s.n.m.A)

	Med.	10	100	500
Marea	viva	viva	viva	viva
Caudal río Oka (m ³ /s)	3.7	127	194	300
Caudal río Baldatika (m ³ /s)	0.4	21	37	55
Caudal Olalde (m ³ /s)	0.5	66	105	166

Las hipótesis de cálculo consideradas son:

1. Estado actual
2. Actuaciones orientadas a fomentar la intrusión mareal
 - Eliminación de la muna de Murueta
 - Apertura de huecos en la zona norte del canal de drenaje del río Oka
 - Apertura de huecos en las munas de la margen derecha del río Oka, en su parte norte
3. Actuaciones orientadas a fomentar la inundación por agua dulce:
 - Creación de un recinto inundable en la margen derecha, para embalsar las aguas del arroyo Olalde
 - Creación de un recinto inundable en la margen izquierda, para embalsar las aguas del arroyo Baldatika



Figura 6.1.- Inundación potencial por hipsometría de la marea considerada (no todos los puntos de cota inferior a 2.20 son accesibles, dado que hay zonas amunadas, hay afecciones del ferrocarril, etc.

6.1.1. Actuaciones vinculadas a la inundación mareal

Las actuaciones recogidas en el epígrafe 2 del apartado 6.1, orientadas a la inundación mareal, no se ensayarán frente a caudales extremos, ya que no suponen ningún tipo de obstrucción al cauce; antes al contrario, la eliminación de la muna de Murueta sin duda supondrá una ventaja dada su actual disposición ortogonal al cauce que frena de un modo evidente el paso de las avenidas a través de la llanura de inundación.

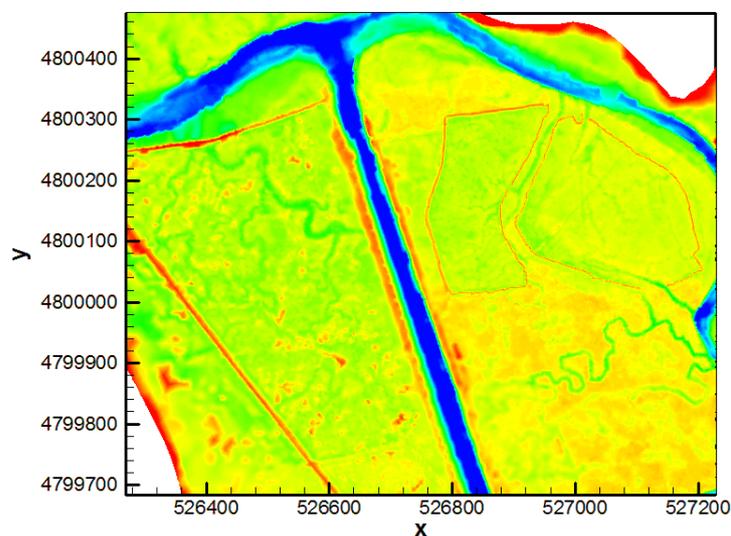
Se analizará cada una de las hipótesis de cálculo (2a, 2b, 2c) y se evaluará la capacidad de llenado por agua de la marea de la zona norte de la marisma. La zona sur, con cotas topográficas por encima de la 2.4, no puede ser inundada por mareas salvo en caso de mareas muy vivas o con una componente meteorológica, lo que no se dará salvo un número reducido de horas del año.

Cada una de las hipótesis se considera de modo inclusivo: la muna de Murueta se retirará en todas las hipótesis; adicionalmente se abrirán las munas de la margen derecha y por último, incluyendo estas actuaciones, se abrirán pasos en el canal. De este modo se percibirá el incremento diferencial de zona inundable que se genera al realizar las actuaciones sobre un escenario ya mejorado por las precedentes. En la figura 6.2 se esquematizan las soluciones

propuestas, que se plasman en la malla de cálculo según se indica en la figura 6.3. Las aperturas en las munas son de 8 m, hasta alcanzar la cota del terreno. La remoción de la muna de Murueta es total.



Figura 6.2.- Ortofoto de la zona norte de la actuación. Muna de Murueta (amarillo), recintos en la margen derecha (negro con aperturas en amarillo) y aperturas en canal (puntos rojos)



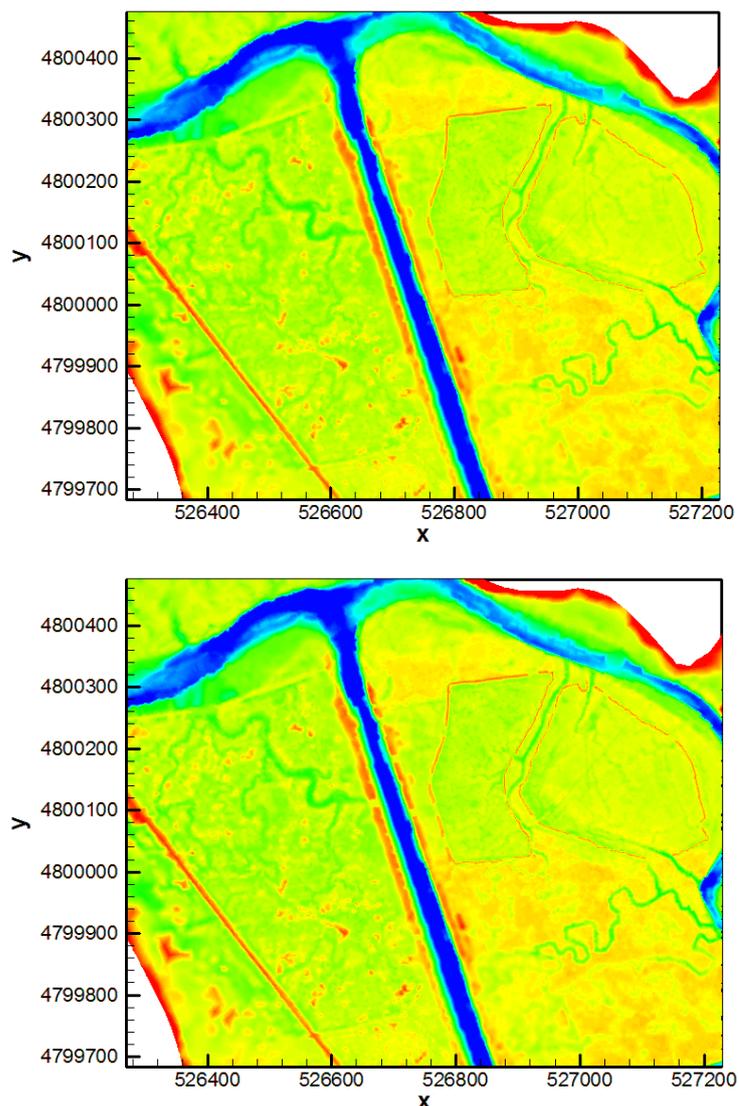


Figura 6.3.- Cartografía de cálculo para el estado actual (arriba), muna de Murueta eliminada y munas de la margen derecha abiertas (centro) y canal abierto (abajo)

Como se aprecia en las figuras 6.4 (1,2 y 3), se obtienen mejoras significativas al eliminar la muna de Murueta (comparación de las imágenes 6.4.1 y 6.4.2) ya que el agua accede de modo masivo al recinto triangular que actualmente queda confinado por dicha muna, y que está totalmente colonizado por *Baccharis halimifolia*.

Se percibe asimismo, en la margen derecha, como el acceso a los recintos de las dos munas situadas al norte de la ampliación se hace más diáfano al abrirlas, llenándose también de un modo nítido (comparación de las figuras 6.4.1 y 6.4.2).

El acceso del agua a ambas márgenes desde el canal se percibe por comparación entre las figuras 6.4.2 y 6.4.3. Una vez abiertas las munas, el incremento de superficie abierta al efecto mareal no es muy grande. Es algo más apreciable en la margen derecha donde se observa que una superficie de forma más o menos rectangular queda inundada. El efecto en la margen izquierda es marginal.

Analizadas estas figuras con los técnicos de la Oficina Técnica de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, se considera que las actuaciones que aportan una mejora relevante son, por orden de prioridad:

- La apertura de la muna de Murueta
- La apertura de las munas de la margen derecha, frente al triángulo de Murueta
- La apertura del canal en la margen derecha

Respecto de la apertura del canal en la margen izquierda, se estima que los problemas asociados a la restitución del camino mediante pasarelas y obras de restitución no compensa el pequeño efecto beneficioso que pocas veces al año será percibido al permitir el paso del agua a una zona que ya se llena esencialmente desde el norte al eliminar la muna de Murueta.

Se desestima por tanto esta actuación, admitiéndose para sucesivas fases de cálculo una situación de proyecto que incluya las otras tres.

En lo sucesivo, por tanto, se definirán dos situaciones de cálculo:

- Estado actual
- Situación de proyecto, que además de las obras orientadas a la inundación fluvial en la parte sur de la actuación, incluirán en la zona norte, la eliminación de las munas de Murueta, la apertura de las munas de la margen derecha, y la apertura del canal en la margen derecha, según se indica en la figura 6.2. Respecto de esa figura, sólo quedan sin ejecutar las actuaciones en el canal en la margen izquierda.

A continuación se presentan los máximos calados en las zonas inundadas (figuras 6.4).

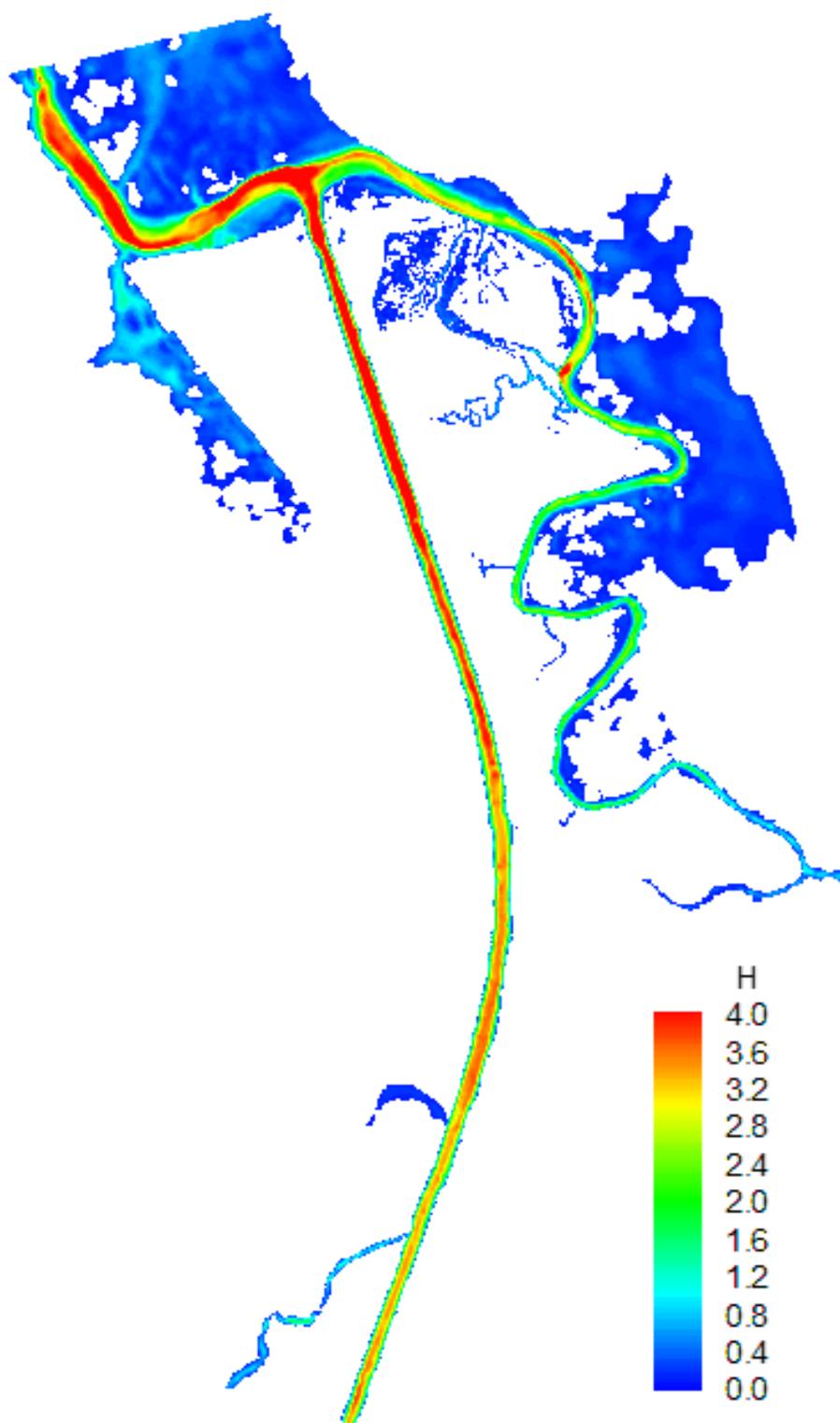


Figura 6.4.1.- Máximo nivel de inundación (calados) para la marea considerada en la situación actual

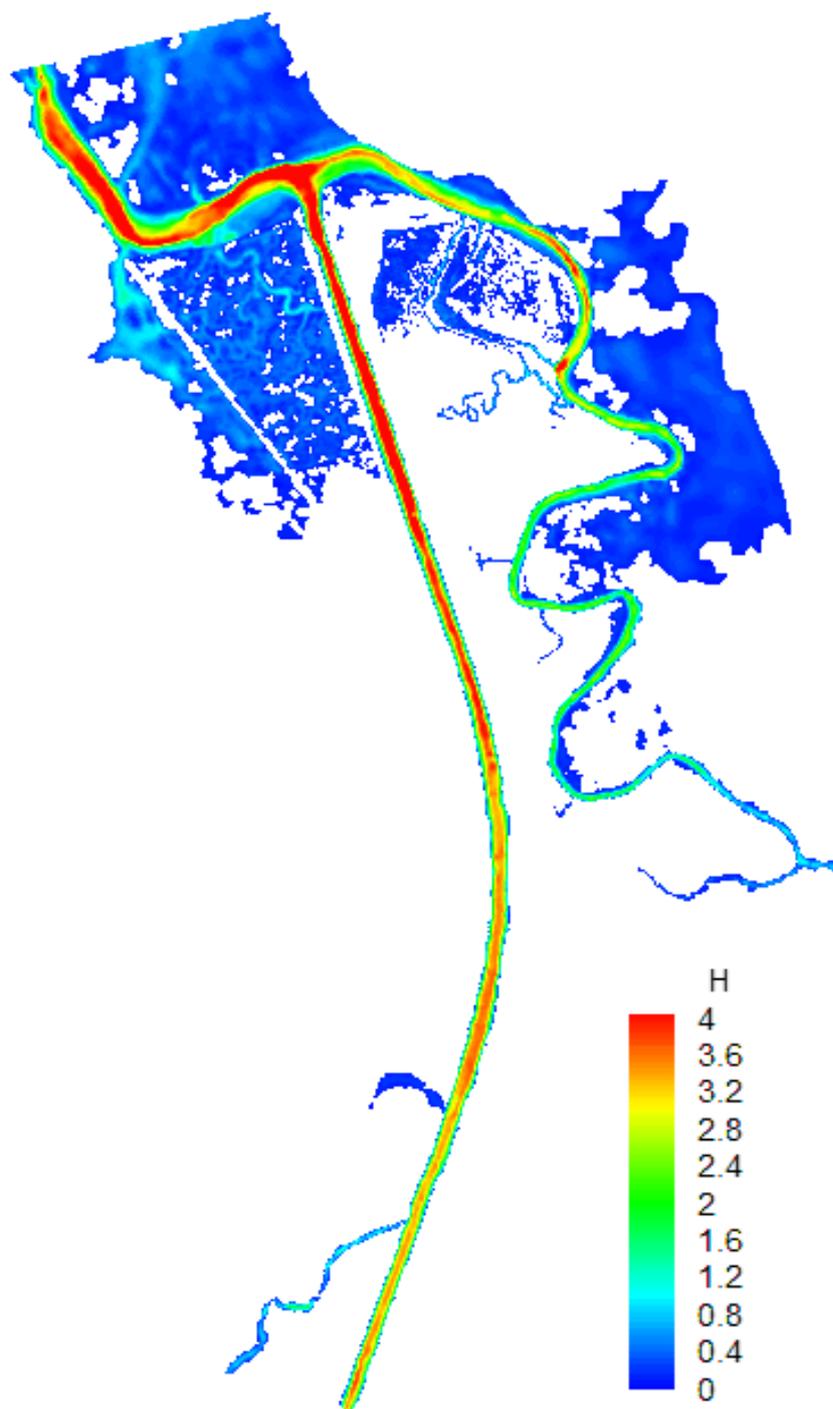


Figura 6.4.2.- Máximo nivel de inundación (calados) para la marea considerada en la situación de cálculo que considera eliminada la muna de Murueta y aperturas en las munas de la margen derecha

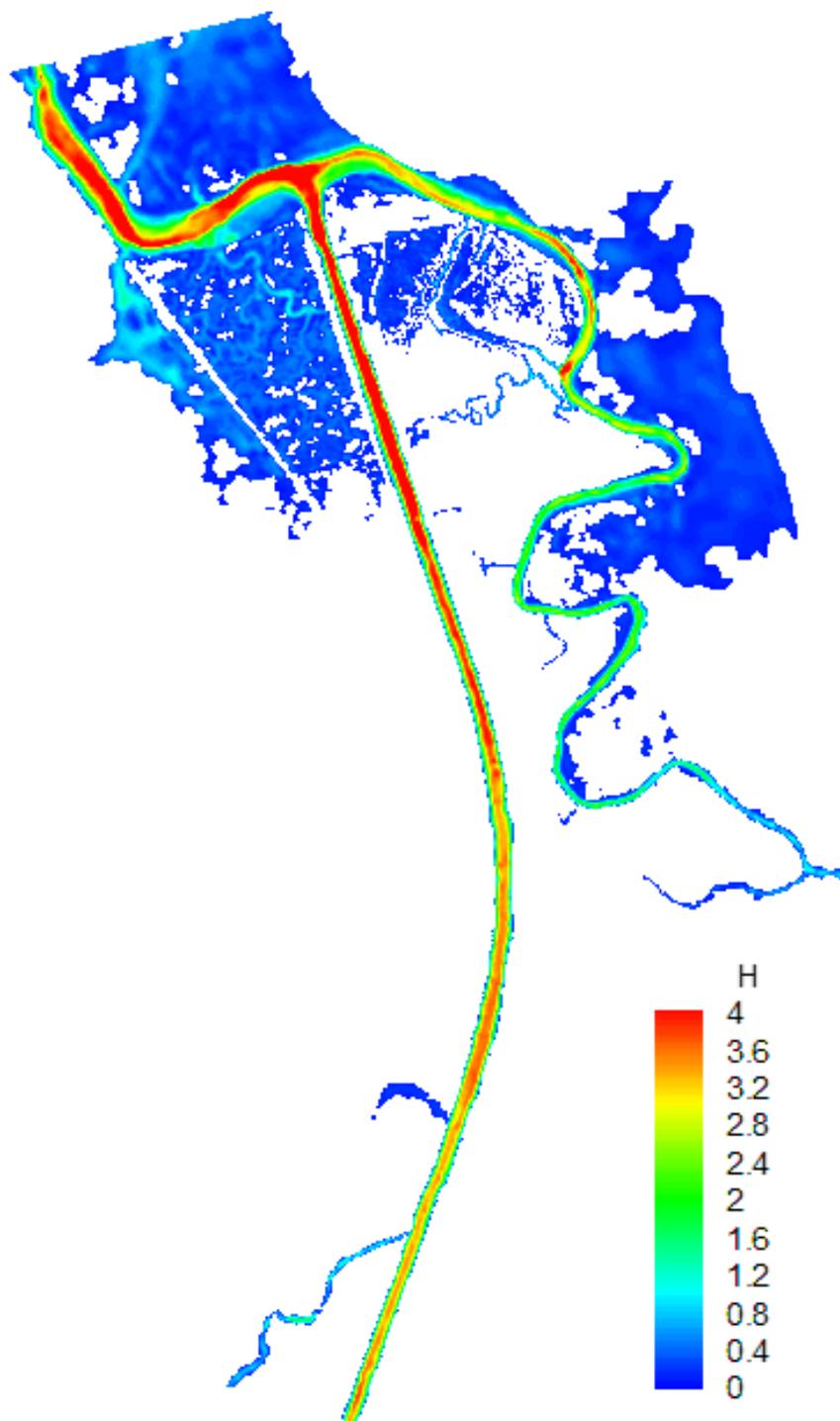


Figura 6.4.3.- Máximo nivel de inundación (calados) para la marea considerada en la situación de cálculo que considera eliminada la muna de Murueta, aperturas en las munas de la margen derecha y aperturas en el canal

6.1.2. Actuaciones vinculadas a la inundación fluvial

Las actuaciones orientadas a fomentar la inundación por agua dulce son dos:

- Creación de un recinto inundable en la margen derecha, para embalsar las aguas del arroyo Olalde
- Creación de un recinto inundable en la margen izquierda, para embalsar las aguas del arroyo Baldatika

Estos recintos se logran mediante la construcción de munas (motas o caballones) de terreno autóctono, hasta la cota 2.9 m, con aliviaderos a la cota 2.6 (nivel deseado del espejo de agua, que garantiza uso 20 cm de agua en la globalidad de la superficie “amunada”).

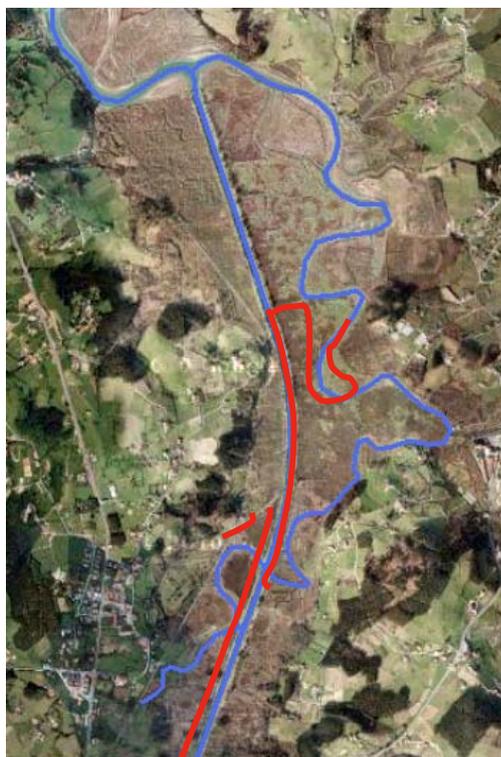


Figura 6.5.- Esquema de las munas propuestas en la margen derecha, para la creación de un espejo permanente de agua en la desembocadura del río Olalde, y en la margen derecha, para el embalsamiento del río Baldatika

La geometría de las munas se ha introducido en el modelo modificando la topografía real, levantando las munas según se puede observar en la figura 6.6. Dado que estas munas suponen un obstáculo al flujo, es imperativo comprobar que las crecidas de los ríos Baldatika, Olalde y Oka no ven acrecentado su nivel de afecciones por la construcción de estos pequeños

obstáculos. Cabe indicar que la elevación media es de algunos decímetros, por lo que no se trata de obstáculos de verdadera consideración.

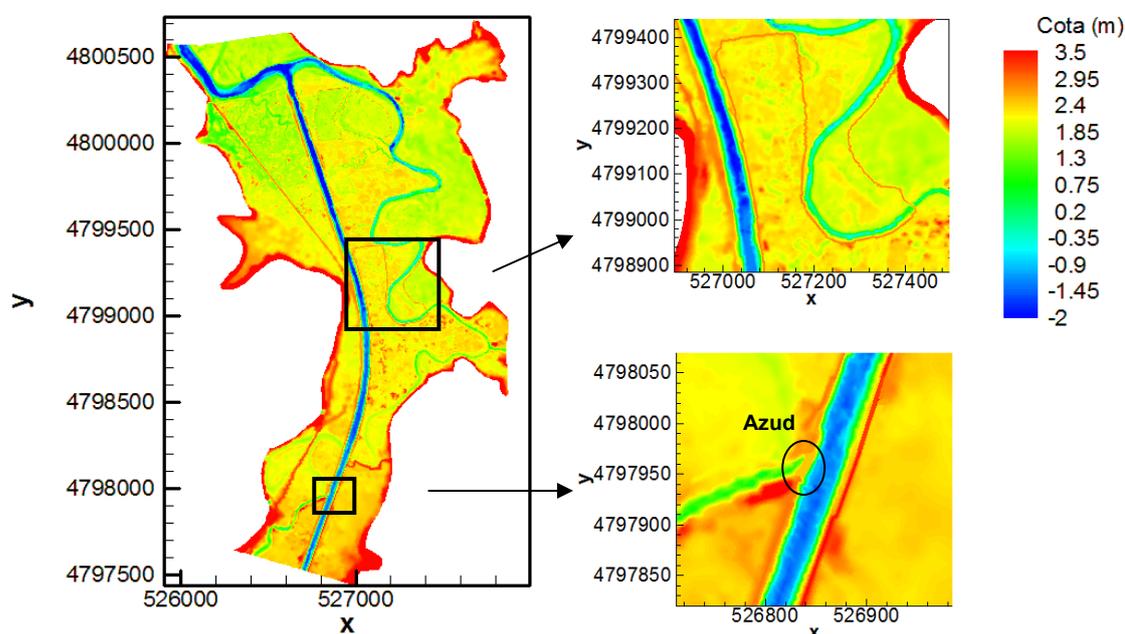


Figura 6.6.- Topografía incluida en el modelo (izquierda) y detalles de munas y el azud (derecha). La inundación de la margen izquierda se propicia mediante la interposición de un azud a cota 2.6 m en la confluencia del río Baldatika con el Oka (derecha, abajo)

Se consideran las siguientes hipótesis de cálculo:

1. Situación actual (entendiendo que no se ha realizado ningún tipo de actuación, ni de las recogidas en el apartado 6.1.1, ni de las recogidas en el presente apartado 6.1.2)
2. Situación de proyecto, entendiéndose que se han realizado las actuaciones del apartado 6.1.1 (remoción de la muna de Murueta, apertura de munas en la zona norte, aperturas en la margen derecha del canal) y también las propuestas en el presente apartado 6.1.2.

Para las dos situaciones de cálculo se comprobará, en primera instancia, que el nivel de inundación frente a crecidas de los ríos Baldatika, Olalde y Oka es similar, o que las inundaciones en situación e proyecto no son significativamente superiores a las de la situación actual. Esto es fundamental, ya que en ningún caso se admitirá que las propuestas, orientadas a la mejora ambiental, supongan un riesgo hidrológico en Gernika-Lumo o en otras poblaciones del entorno, como Forua, núcleo cercano a la confluencia del Baldatika con el Oka.

A pesar de que la situación de proyecto supone los aliviaderos a la cota 2.6 m.s.n.m.A, se modelizará también nuna situación algo más favorable en lo que se refiere a la inundación, con aliviaderos a cota 2.4 m.s.n.m.A, de modo que quede patente si la cota de los aliviaderos puede generar un obstáculo en aguas altas. Se consideran como escenarios de cálculo las avenidas de 10 y 100 años de periodo de retorno.

Conviene aclarar que suponer simultáneamente una avenida de 100 años de periodo de retorno en tres cuencas colindantes pero distintas, sin ningún tipo de atenuación ni por incremento de área global ni por irregularidad espacial de la lluvia supone de hecho un incremento del periodo de retorno de cálculo, de modo que esta situación puede fácilmente superar en conjunto los 500 años de periodo de retorno (se requeriría un estudio hidrológico completo para fijar exactamente el nivel de riesgo real). En todo caso, se considera un nivel de riesgo suficientemente alto dado el porte de las actuaciones a realizar.

No obstante, en la figura 6.9 se presentará adicionalmente el resultado de la modelización con 500 años de periodo de retorno (cuyo nivel de riesgo conjunto es muy superior). Se incluyen niveles en puntos inmediatamente aguas abajo de las localidades de Forua y Gernika-Lumo, y en la confluencia del Olalde, y se observa que el nivel de inundación no aumenta por realizar las obras.

En las series de figuras (6.7, 6.8) que se presentan se percibe como el nivel de inundación es similar en la situación de proyecto y en la actual en todos los casos analizados (actual, aliviaderos a cota 2.4 y 2.6 m). Se presenta un detalle de Forua donde se percibe el nivel de inundación esperado por el río Baldatika, similar en las tres situaciones estudiadas para cada periodo de retorno.

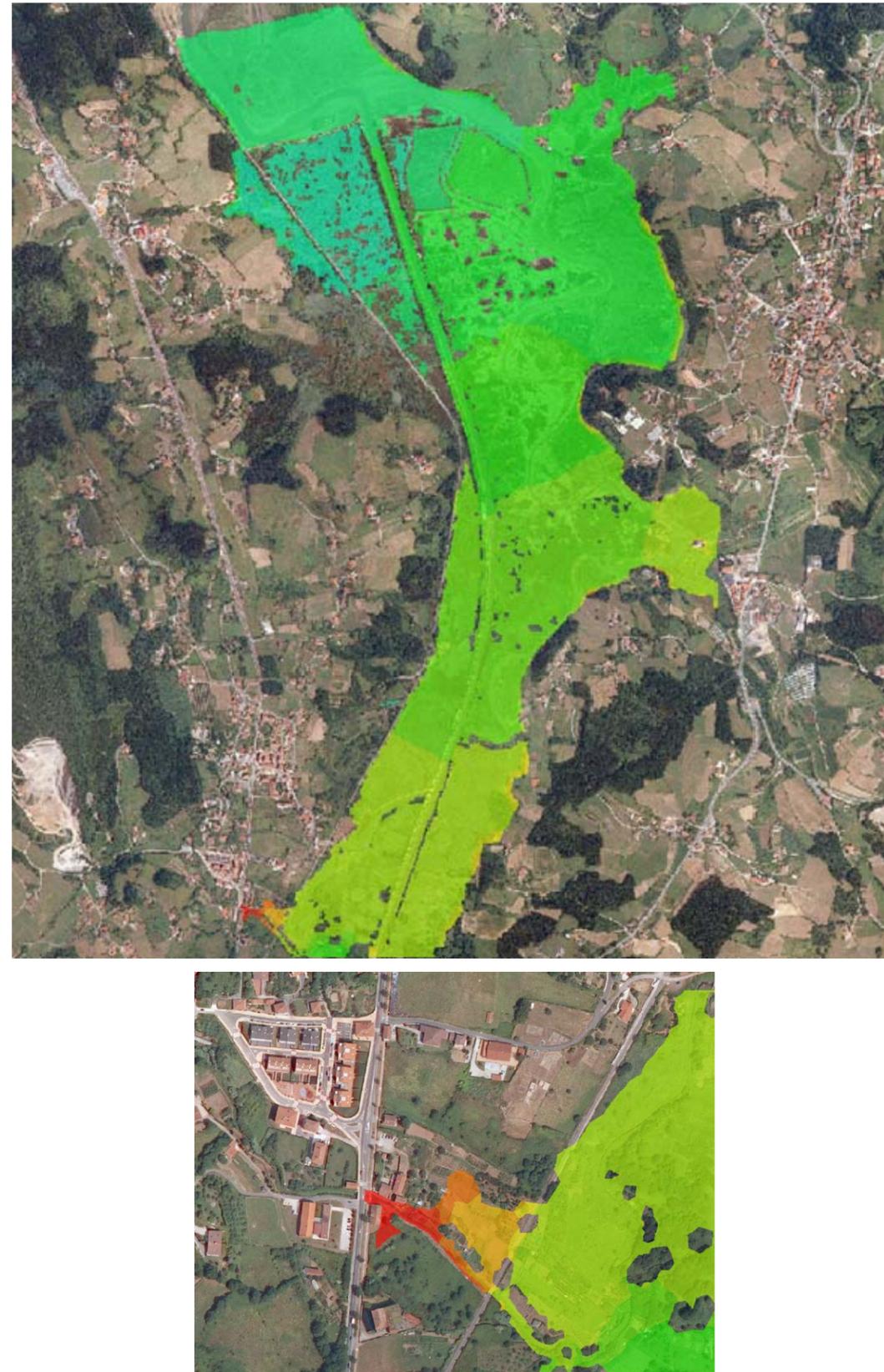


Figura 6.7.1.- Superficie inundada para un periodo de retorno de 10 años. Situación actual. Detalle del casco urbano de Forua

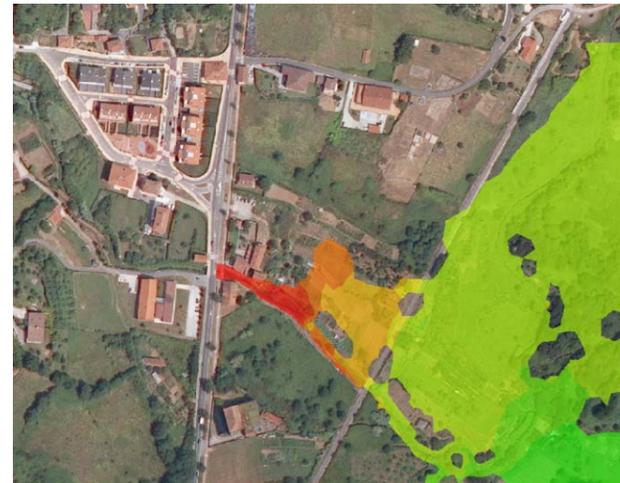
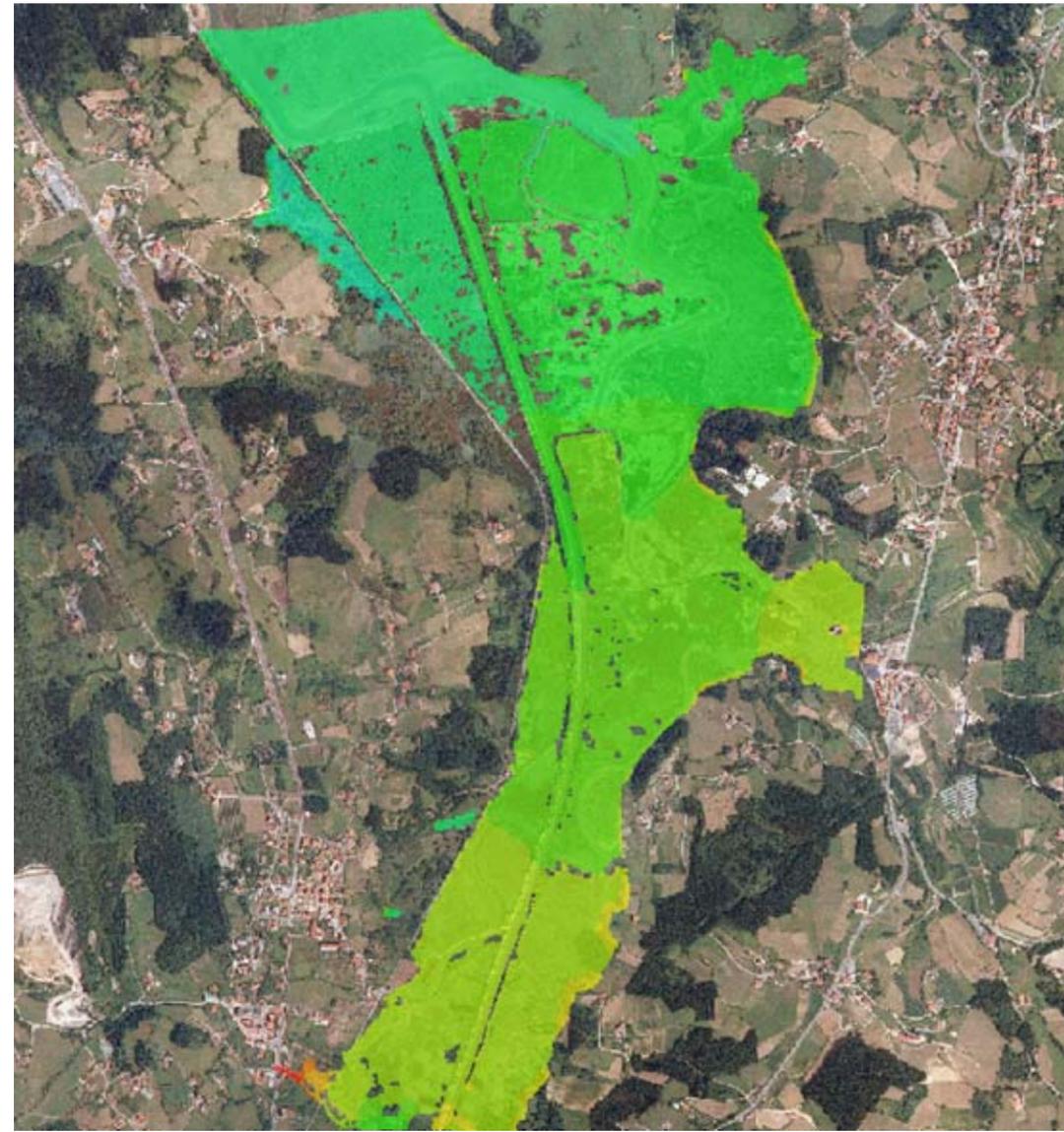


Figura 6.7.2.- Superficie inundada para un periodo de retorno de 10 años. Situación de proyecto con aliviaderos a cota 2.4 m. Detalle del casco urbano de Forua

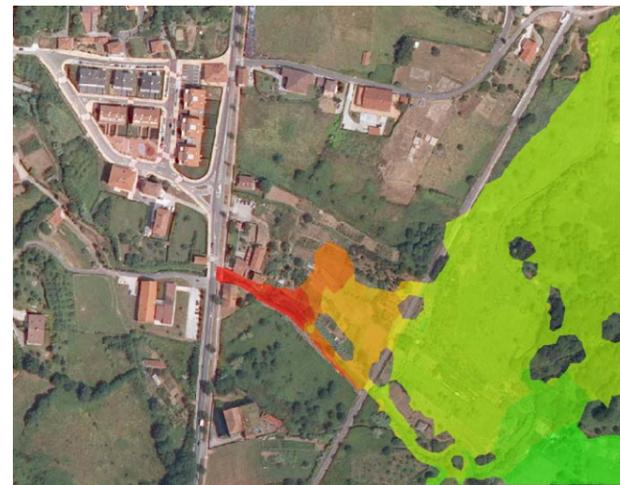
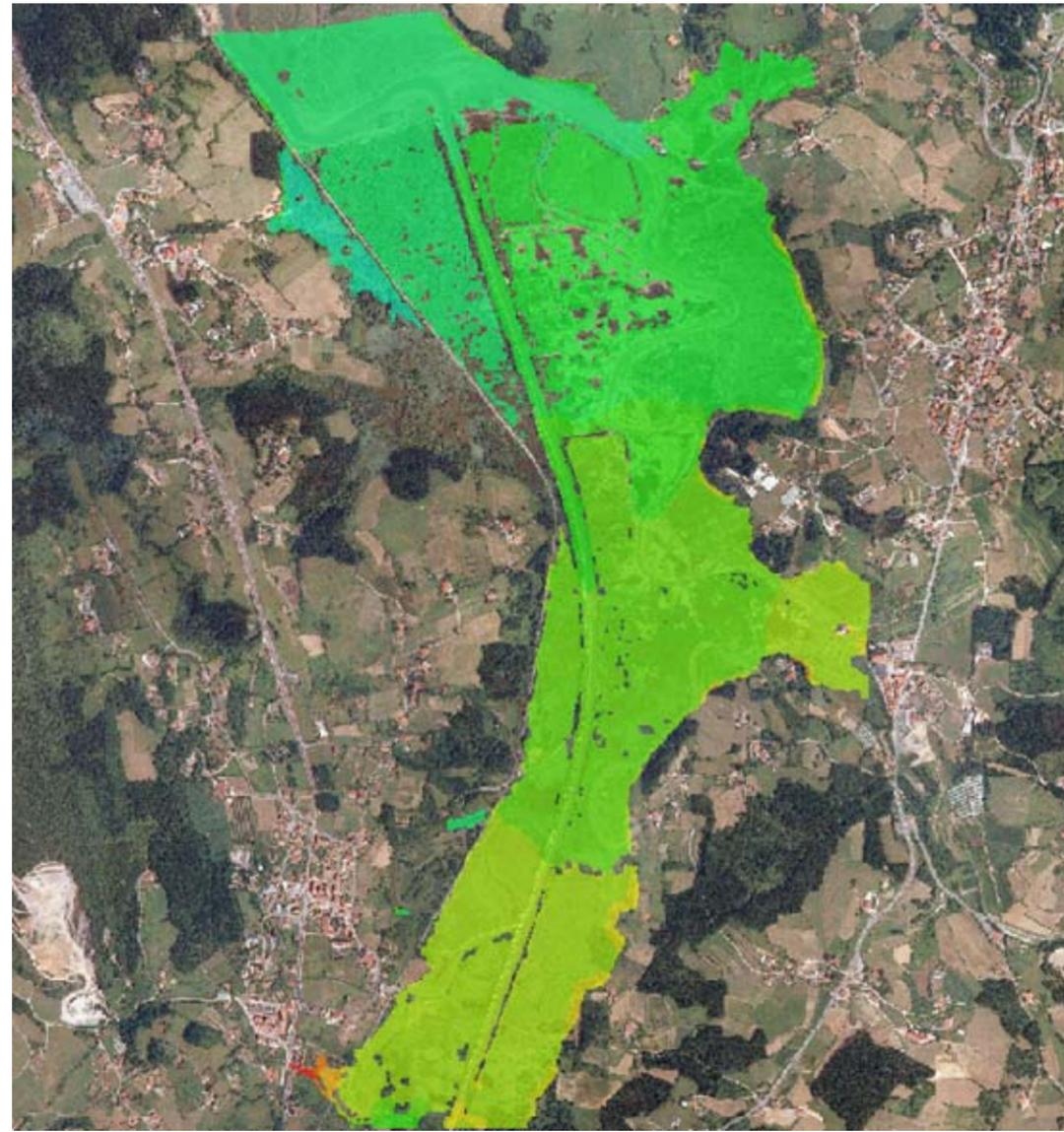


Figura 6.7.3.- Superficie inundada para un periodo de retorno de 10 años. Situación de proyecto con aliviaderos a cota 2.6 m. Detalle del casco urbano de Forua

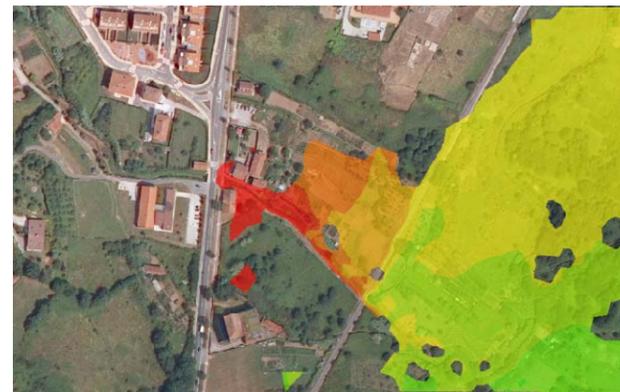
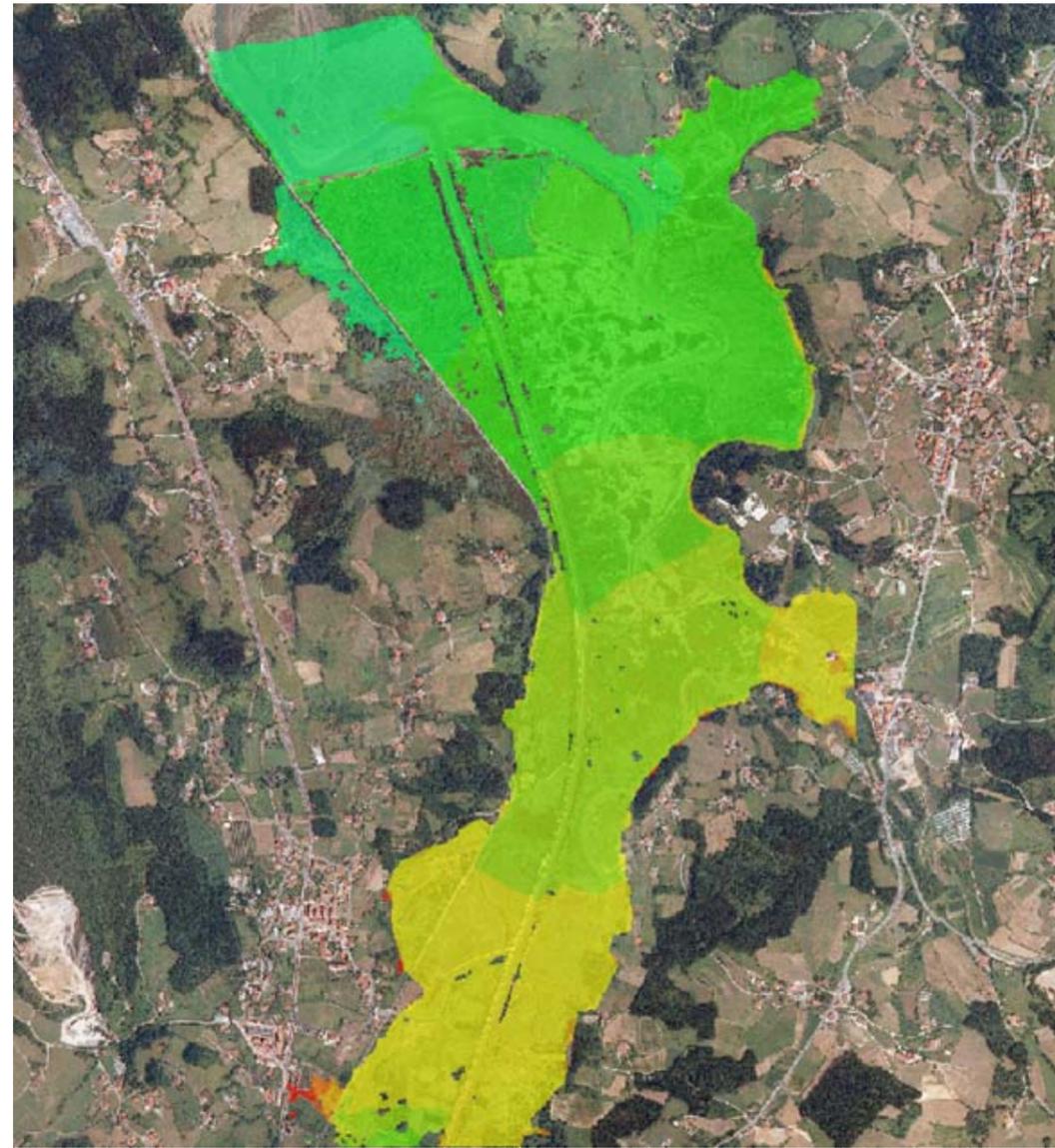


Figura 6.8.1.- Superficie inundada para un periodo de retorno de 100 años. Situación actual. Detalle del casco urbano de Forua

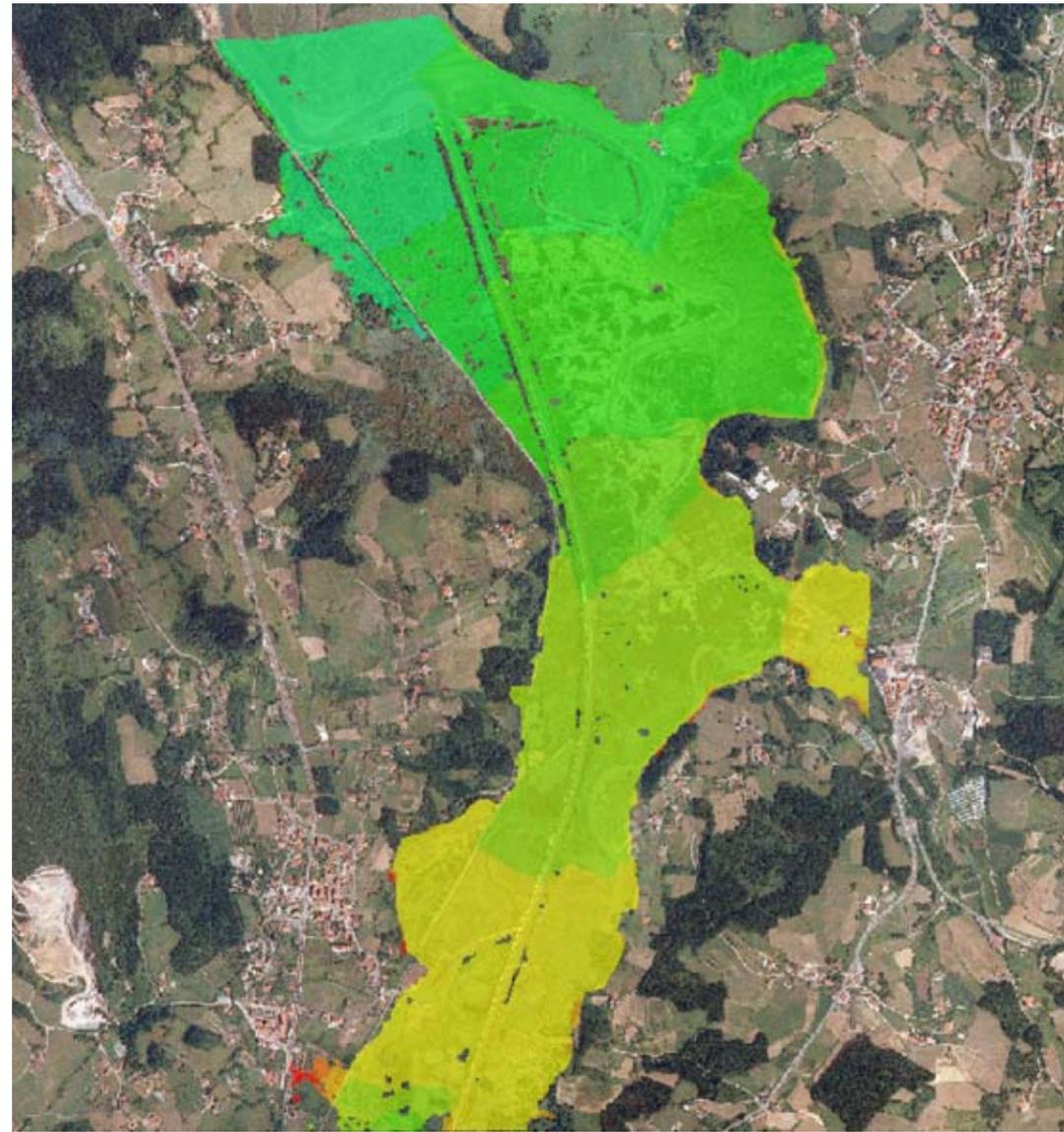


Figura 6.8.2.- Superficie inundada para un periodo de retorno de 100 años. Situación de proyecto con aliviaderos a cota 2.4 m. Detalle del casco urbano de Forua

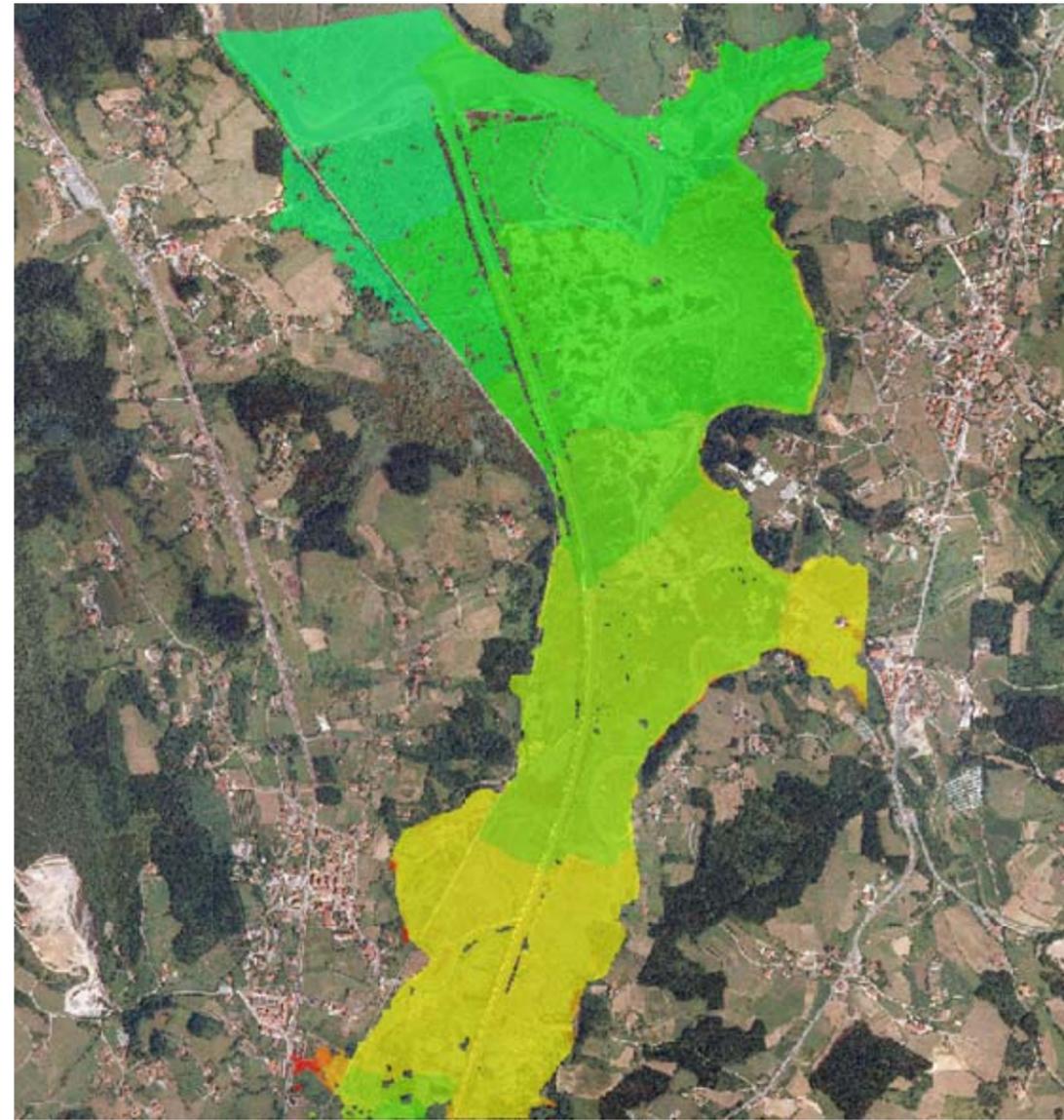


Figura 6.8.3.- Superficie inundada para un periodo de retorno de 100 años. Situación de proyecto con aliviaderos a cota 2.6 m. Detalle del casco urbano de Forua

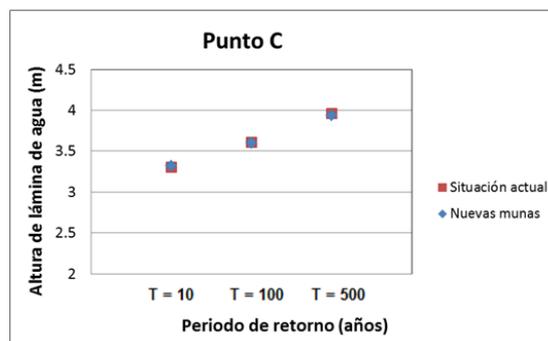
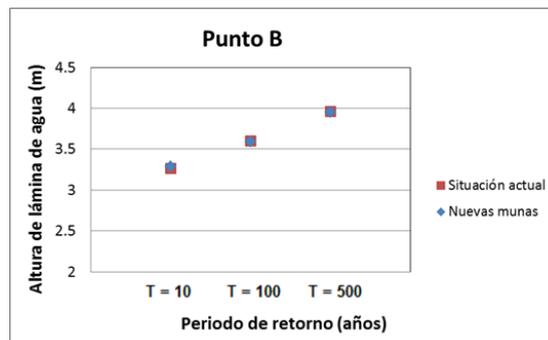
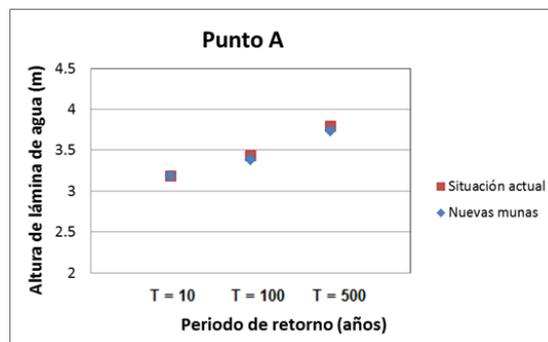


Figura 6.9.- Situación actual y de proyecto. Niveles aguas abajo del casco urbano de Forua, de Gernika-Lumo y en la confluencia del arroyo Olalde

De la figura 6.9 se deduce que no hay un aumento de inundabilidad en la situación de proyecto respecto de la actual. Dado que las afecciones están aguas abajo de los puntos A, B y C en sus respectivos cauces, lo que se observa en la figura 6.9 es que el remanso que potencialmente se pudiera dar queda atenuado al llegar a estos puntos, y por tanto no se propagará aguas arriba.

La explicación cualitativa a por qué la situación de proyecto es incluso algo beneficiosa en algún punto se puede explicar en la eliminación en la muna de Murueta, que supone un obstáculo real al flujo de mayor entidad que cualquiera de las medidas que posteriormente se proponen, y que al ser eliminado deja un paso nítido a las evacuaciones de las crecidas.

El hecho de que las crecidas sean relevantes frente al nivel de las actuaciones también es un dato a tener en cuenta. En efecto, las munas propuestas son pequeñas elevaciones que se ven rebasadas (no solo a nivel de aliviaderos, sino totalmente) por lo que dejan de suponer un obstáculo real, siendo el propio nivel del agua (en pleamar) quien genera los remansos, y no el obstáculo.

El rebase de las munas se puede apreciar en las secciones que se aportan (figura 6.10), donde se presentan secciones transversales en distintas zonas de la marisma (indicadas en la figura inicial (6.10.1), y su nivel de inundación para las distintas hipótesis de cálculo (sólo se distinguen las líneas para distintos periodos de retorno.

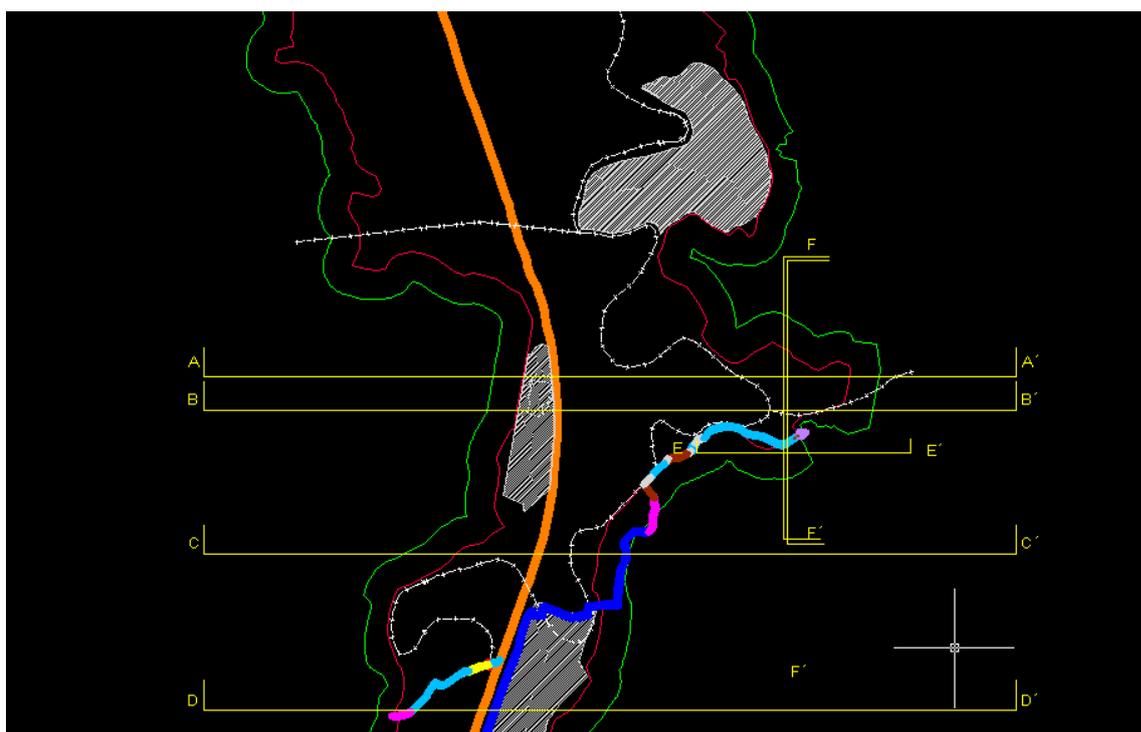


Figura 6.10.1.- Secciones transversales presentadas

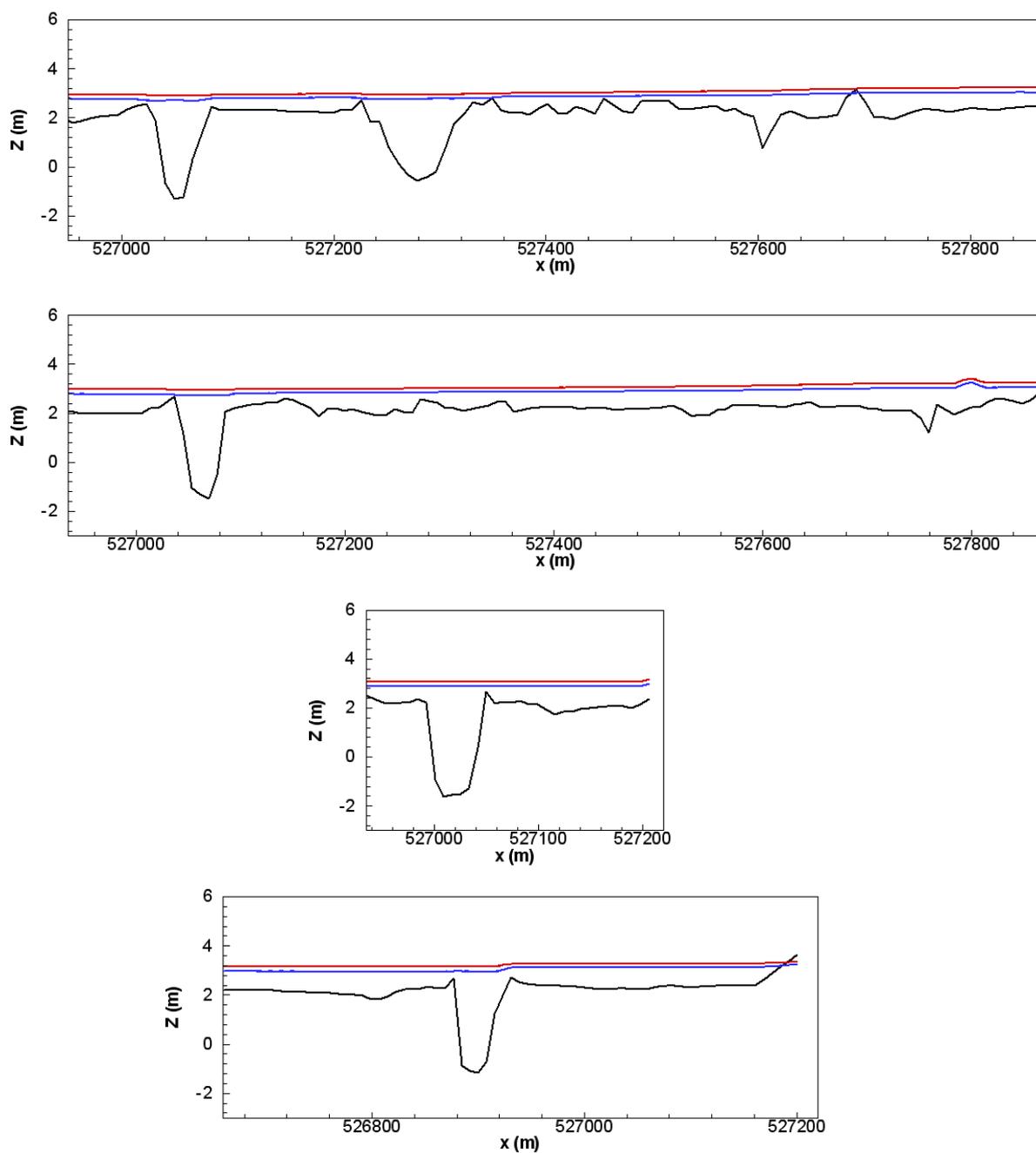


Figura 6.10.2.- Secciones transversales A-A' y B-B', CC' y DD'. En cada serie, la línea superior (en rojo) representa 100 años de periodo de retorno y el inferior 10 años.

Se incluye un detalle en la población de Forua. La figura 6.11 representa la evolución de niveles para los distintos escenarios de cálculo en el punto indicado en la imagen (Baldatika, a su paso por Forua). Como se puede apreciar, la situación actual en condiciones medias no inunda la zona, y los niveles de inundación para 10 y 100 años son ligeramente inferiores en la situación de proyecto. Dado que las variaciones son del orden de 2-3 cm, se entiende que no hay variación real (la precisión de la cartografía y del modelo es del orden del error cometido, tanto en lo que se percibe en esta figura como en lo que se percibe en las figuras 6.10).

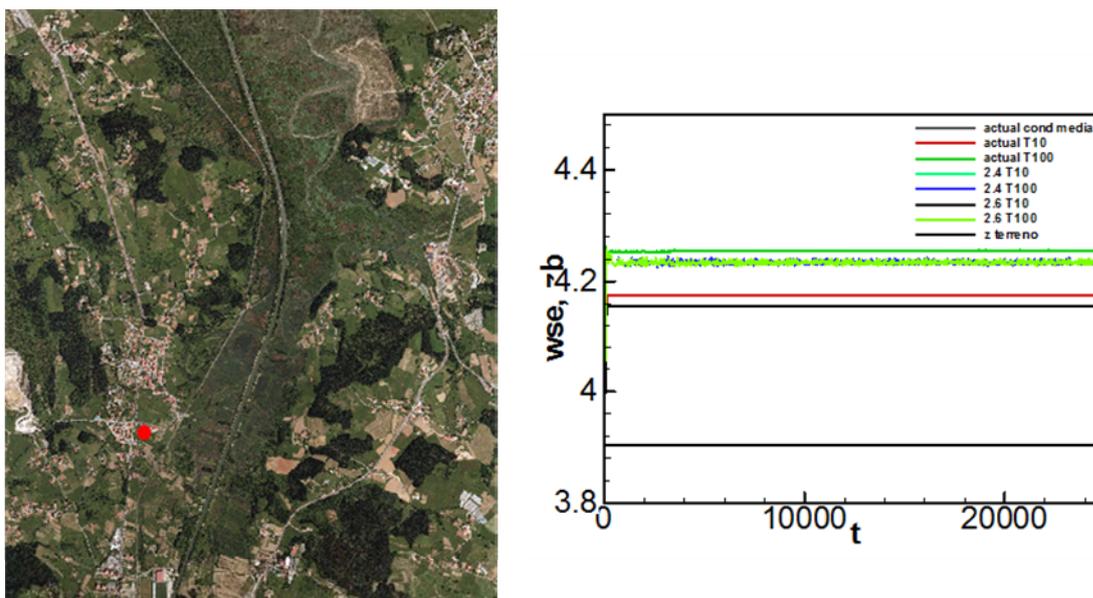


Figura 6.11.- Análisis del río Baldatika a su paso por Forua. Evolución de las crecidas en las distintas hipótesis de cálculo

Dado que la misión de las munas en los ríos Baldatika y Olalde es la creación de zonas de inundación de agua dulce, es importante remarcar las superficies inundadas con las obras realizadas. En las figuras siguientes se presentan las superficies de inundación (nivel permanente, tras un periodo de llenado). Se puede apreciar cómo se logran amplias zonas de inundación fluvial, que pueden servir para el desarrollo de hábitats de especies migradoras y que por otro lado actuarán como inhibidor para la expansión de la especie invasora *Baccharis halimifolia*.

Se ha calculado la tensión de corte generada por el campo de velocidades sobre las munas y en general sobre el sustrato. La tensión de corte (N/m^2) se puede vincular con el diámetro mínimo de un sustrato no cohesivo estable a partir de la relación de Shields:

$$\tau_0 = 0.056(\gamma_s - \gamma)D = 0.056(1.65 - 1)9800D$$

$$D = \frac{\tau_0}{356.72}$$

Para tensiones en el entorno de 10 N/m² (máximos percibidos para 100 años de periodo de retorno, el diámetro estable es del orden de 0.028 m (3 cm). Si se supone un cierto margen de seguridad, las munas deberían construirse con bolos del tamaño de un puño, aproximadamente.

Dado que la tecnología propuesta por la Oficina Técnica de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai se basa en el método tradicional de construir las munas con el propio material (limo arcilloso) de la zona, deberá confiarse la estabilidad de las mismas a su cohesión, y al efecto beneficioso que tenga el crecimiento de la vegetación sobre ellas. Este efecto conjunto es difícilmente cuantificable.

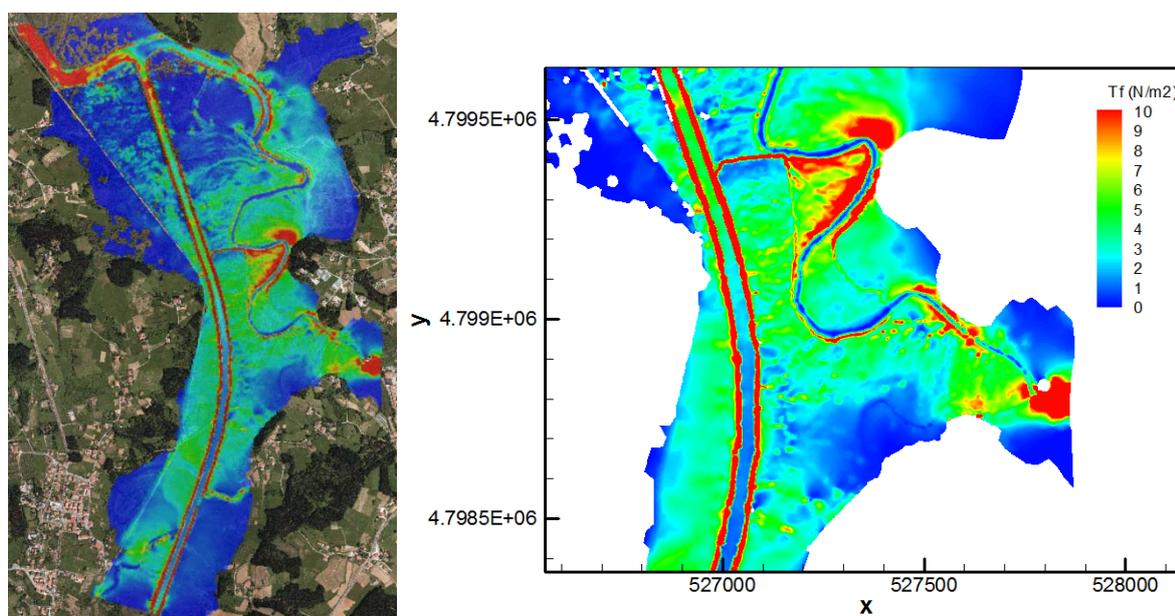


Figura 6.12.- Tensión cortante (N/m²) en la zona de estudio, para un periodo de retorno de 100 años.
Detalle en el entorno de las nuevas munas (derecha)

6.2. Eficiencia de las soluciones

Debe destacarse que las zonas a inundar por efecto mareal y por efecto fluvial tienen distintos rendimientos (entendido este concepto en términos de horas al año de inundación).

Las munas que cierran recintos para su inundación por agua dulce pueden quedar inundadas todo el año, y pueden vaciarse a voluntad, con lo que su funcionamiento puede ser manipulado a voluntad. Más adelante se presentan las zonas de inundación que se obtendrían.

La zona norte, cuya inundación es mareal, se inundará de modo natural cuando le alcance el nivel de marea, lo cual sucederá a cada punto según su cota topográfica y el nivel de la marea analizada. A título de ejemplo, se propone un punto en la zona de Murueta, recogido en la figura 6.13.

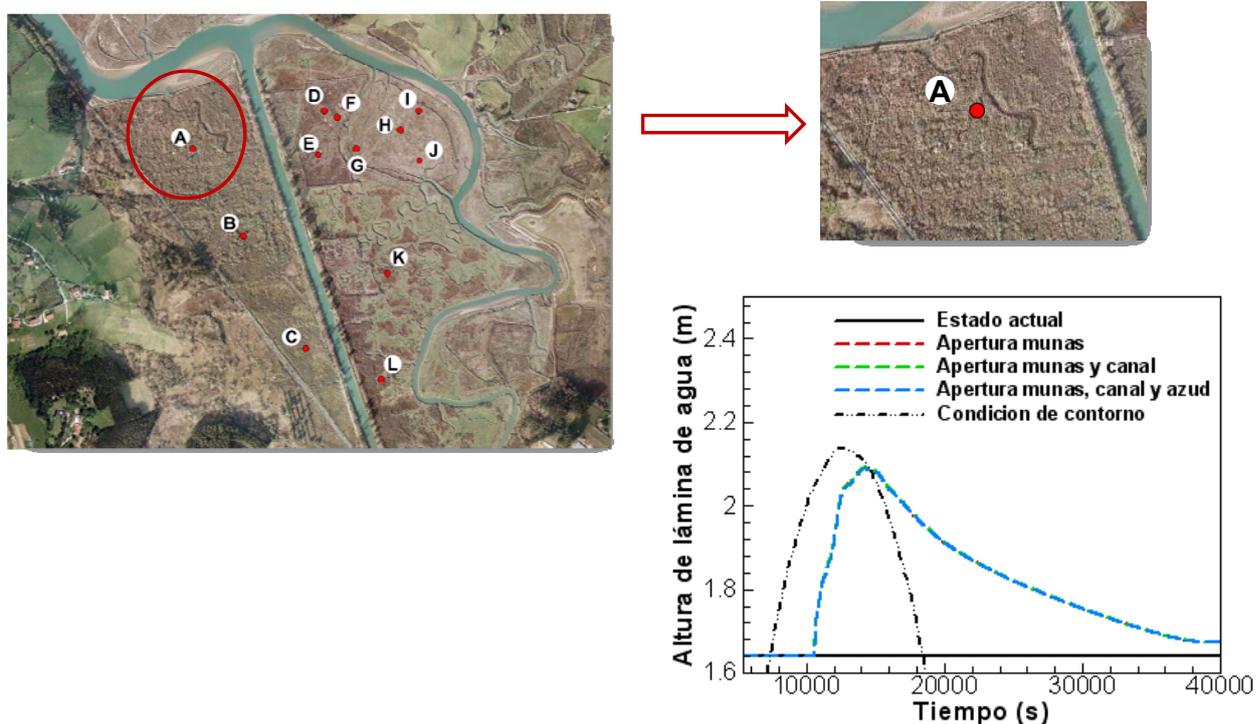


Figura 6.13.- Análisis de la inundación en la zona de Murueta

Como puede apreciarse en el punto A (representativo del comportamiento del resto de la zona de Murueta), una vez eliminada la muna de Murueta (todas las opciones salvo estado actual, en la figura) se produce la inundación por una marea de pico 2.15 m.s.n.m.A. en la zona (todas las hipótesis de cálculo dan una gráfica superpuesta, con dominancia azul en la figura). Dado que el punto A tiene como cota 1.65 m, mareas menores también le inundarían (esto es inherente a la cota de cada punto). Es reseñable que se produce una importante recesión, que dura casi 40.000 minutos (o lo que es lo mismo, lo que permitiría enlazar con el siguiente pico de marea sin un completo vaciado).

De este modo, cuando en una zona se encadenen picos de mareas más o menos vivas la zona quedará más o menos inundada de un modo permanente, y sólo en las épocas (infrecuentes) de mareas muertas quedará en seco. Se considera pues que el rendimiento de estas soluciones puede ser bueno, ya que habrá agua más de la mitad del tiempo en esta zona.

En la margen opuesta del río los niveles del terreno son más altos y las munas existentes entorpecen el flujo. Como se percibe en la figura 6.14, se logra un cierto nivel de inundación, pero más somero. El efecto de recesión sí se logra en todo caso, con lo que los recintos amunados retendrán el agua que entre durante sucesivos ciclos de marea, pero sólo con mareas de cierto nivel, ya que las cotas son en general mayores.

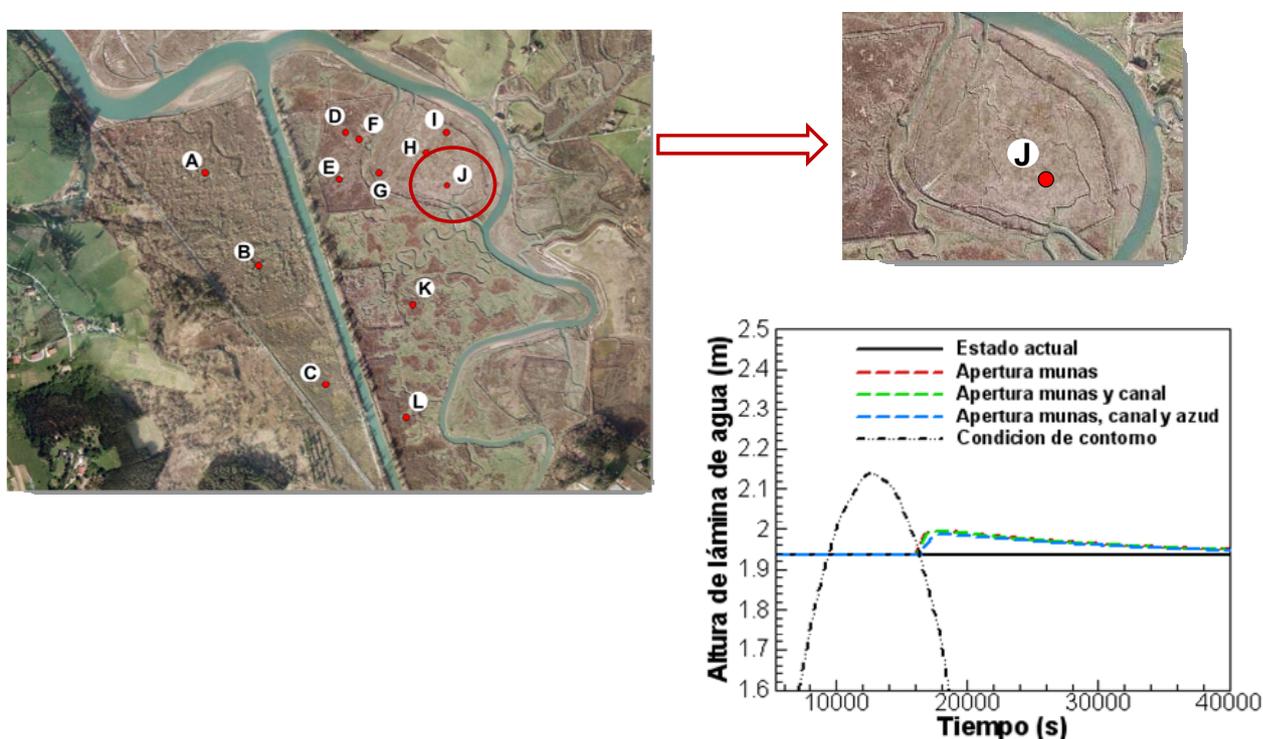


Figura 6.14.- Análisis de la inundación en la margen derecha, zona norte del área de estudio

En lo que respecta a las nuevas munas, el grado de inundación que se logra es prácticamente total en los recintos, algo mayor si el aliviadero se dispone a la cota 2.6, ya que algunos puntos en las zonas cercadas por las munas tienen cotas topográficas elevadas. En las figuras 6.15 se presentan las superficies inundadas por las munas de modo permanente tanto para el aliviadero a la cota 2.4 como a la cota 2.6. Dado que en época de avenidas no se perciben diferencias en su funcionamiento, no parece objetable optar por la cota 2.6, que aporta algo más de superficie y algo más de calado (lo que es beneficioso tanto para la proliferación de especies migradoras como para la erradicación de la especie arbustiva *Baccharis halimifolia*).

Se incluyen en la figura 6.16 campos de velocidades en la zona de los aliviaderos. Aún confiando en la eficiencia de los cierres tradicionales, estas zonas sometidas a flujo constante sí deberían protegerse frente a las tensiones cortantes que genera el agua.

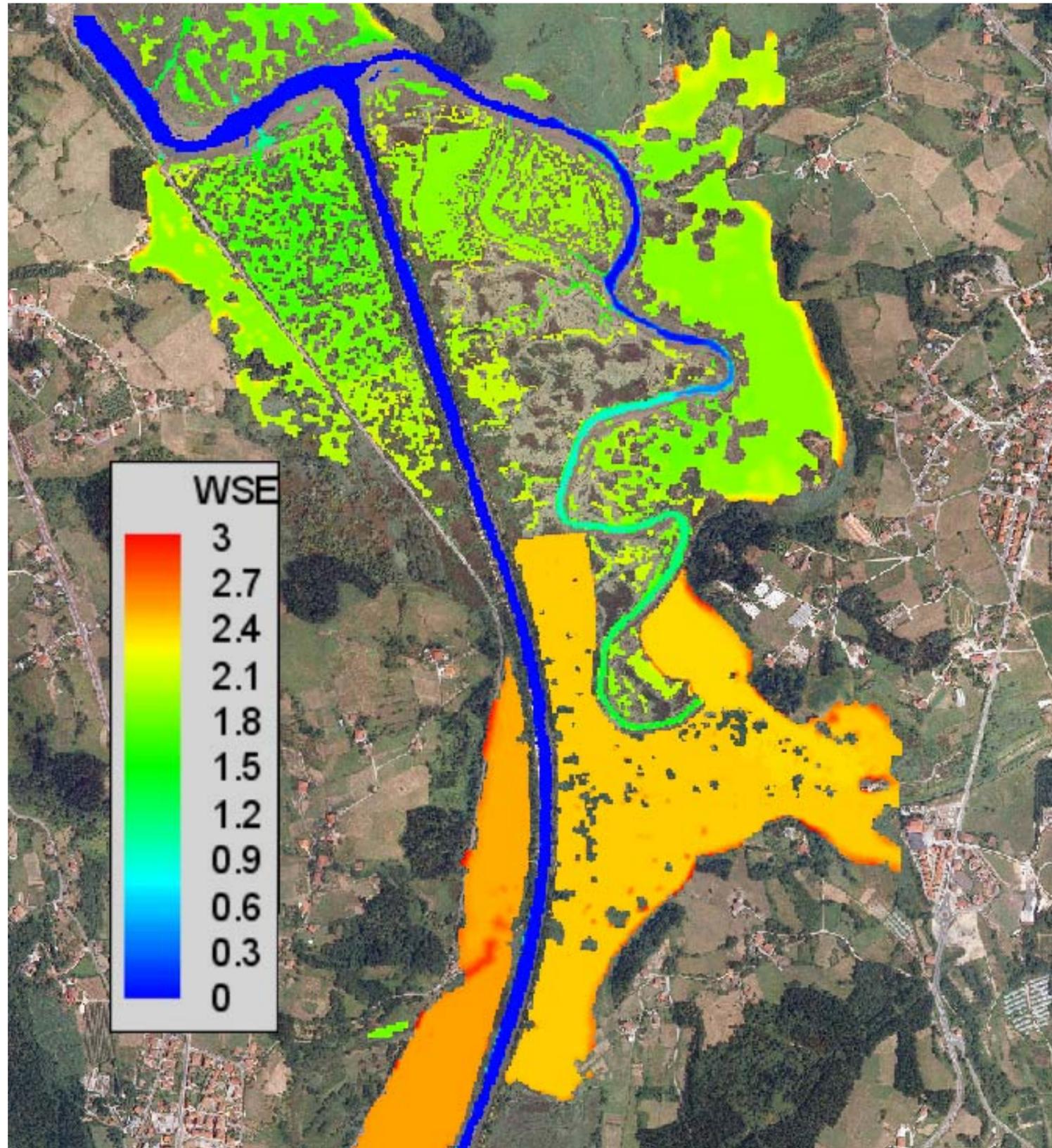


Figura 6.15.1- Zona inundada por las munas que embalsan las confluencias de los ríos Baldatika y Olalde con el río Oka (aliviaderos a cota 2.4) (marea baja)

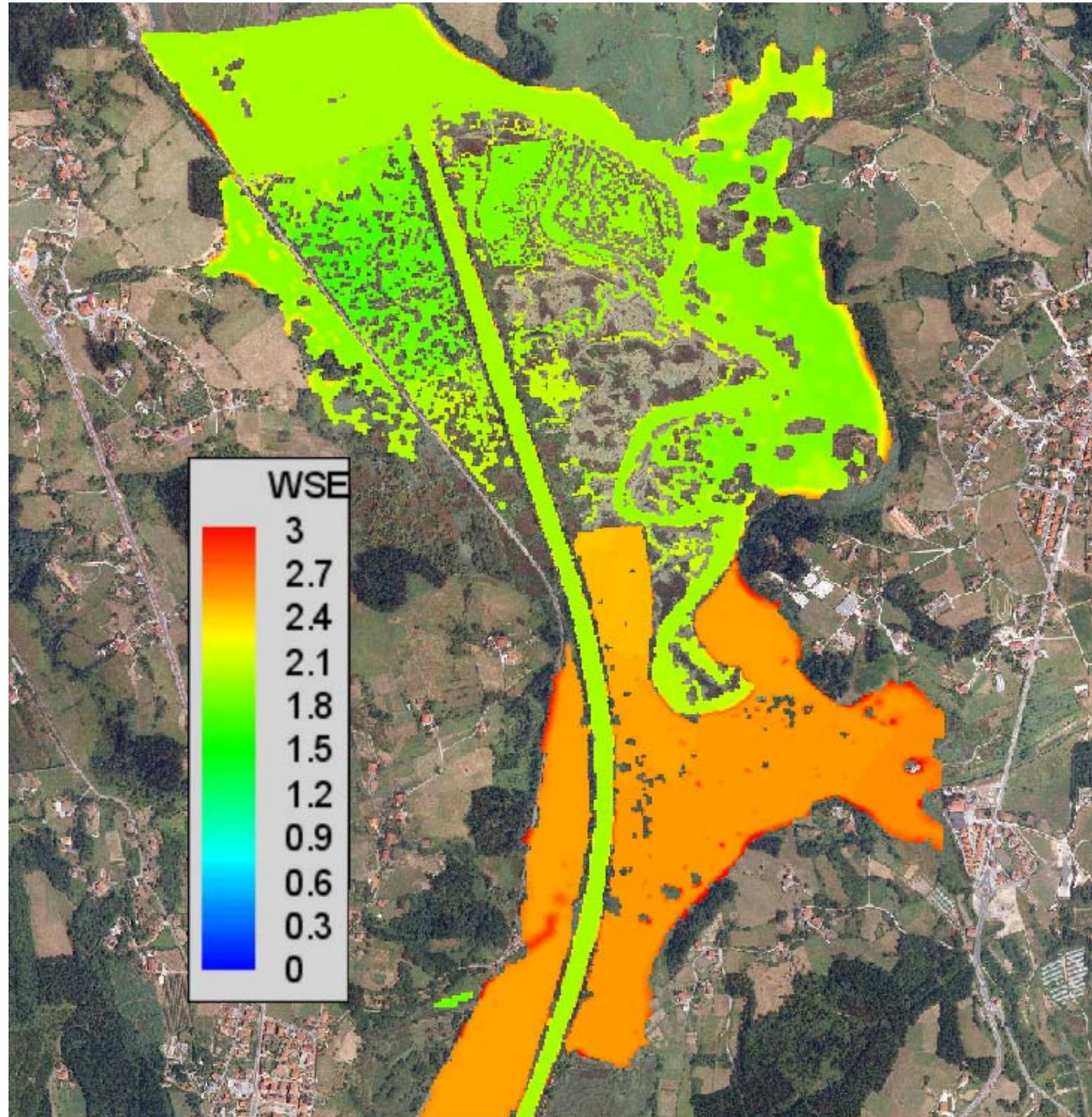


Figura 6.15.2- Zona inundada por las munas que embalsan las confluencias de los ríos Baldatika y Olalde con el río Oka (aliviaderos a cota 2.6) (marea media-alta)

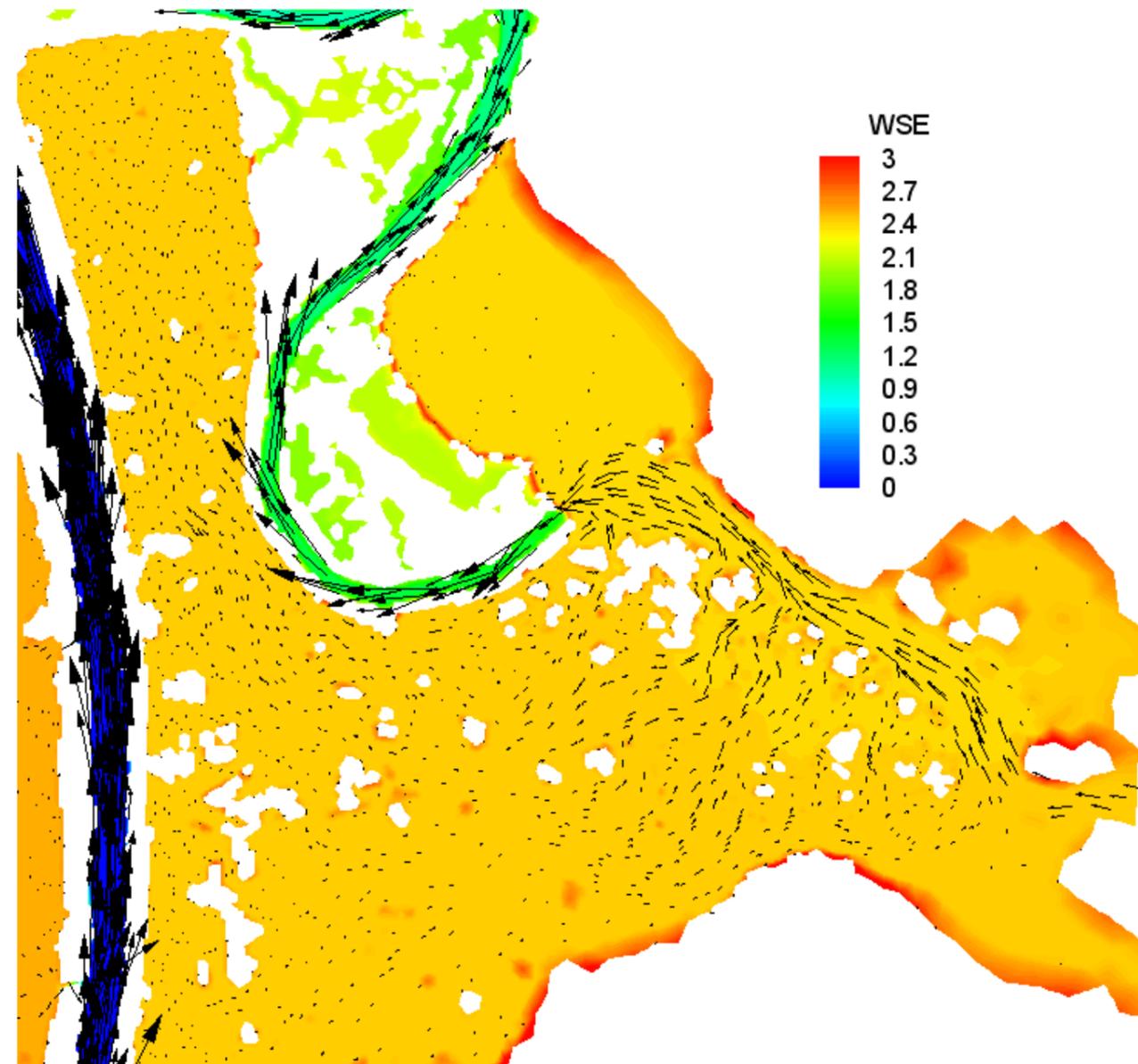


Figura 6.16- Campos de velocidades en el entorno del aliviadero de la muna del río Olalde hacia el cauce antiguo.

6.3. Construcción por fases de la muna del río Olalde

Dado que la construcción de las munas alterará la dinámica fluvial en el entorno de la marisma, la Oficina Técnica de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai propone una construcción por fases de la muna cuya misión es embalsar la zona baja del río Olalde. En concreto, se propone una primera fase, que en la figura 6.17 se define en color rojo, que apenas afecta a la marisma, y donde los efectos de la inundación fluvial sobre la especie invasiva pueden ser analizados, y una segunda fase (en azul) que completa la actuación.

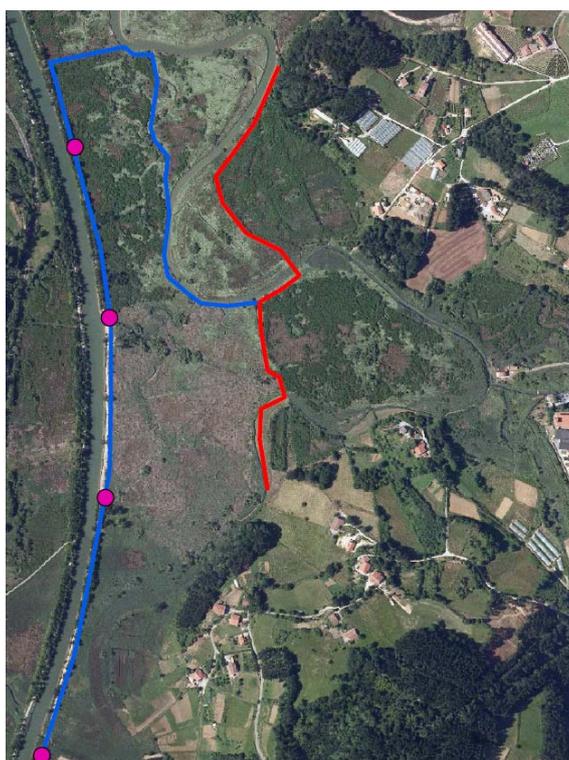


Figura 6.17- Definición de fases de construcción en la confluencia del río Olalde con el Oka

Como ya se ha visto en párrafos anteriores, las munas no generan problemas de inundación, y por tanto la primera fase, muy alejada del canal principal, no los generará. Se ha modelizado la superficie inundada en la primera fase para percibir el efecto de inundación, con munas de 2.90 m y aliviaderos a la cota 2.60 m, de modo similar a las modelizaciones ya presentadas para la actuación al completo. En la figura 6.18 se observa la superficie inundada, en unas condiciones de media marea, lo que da una idea de la inundación que se conseguirá a título general (un número relevante de horas) en la marisma tras la primera fase de la actuación. Las condiciones de inundación mareal en pleamar se observan por ejemplo en las figuras 6.4.3 ó 6.15.2. Como se puede apreciar, se inundan pequeños canalículos y oquedades en la zona no amunada en la zona de la confluencia: esto se debe a la combinación del flujo mareal (que en el

cauce antiguo llega hasta la muna, y el vertido de agua desde la muna al propio canal por el aliviadero). En todo caso, se trata de aportaciones marginales.

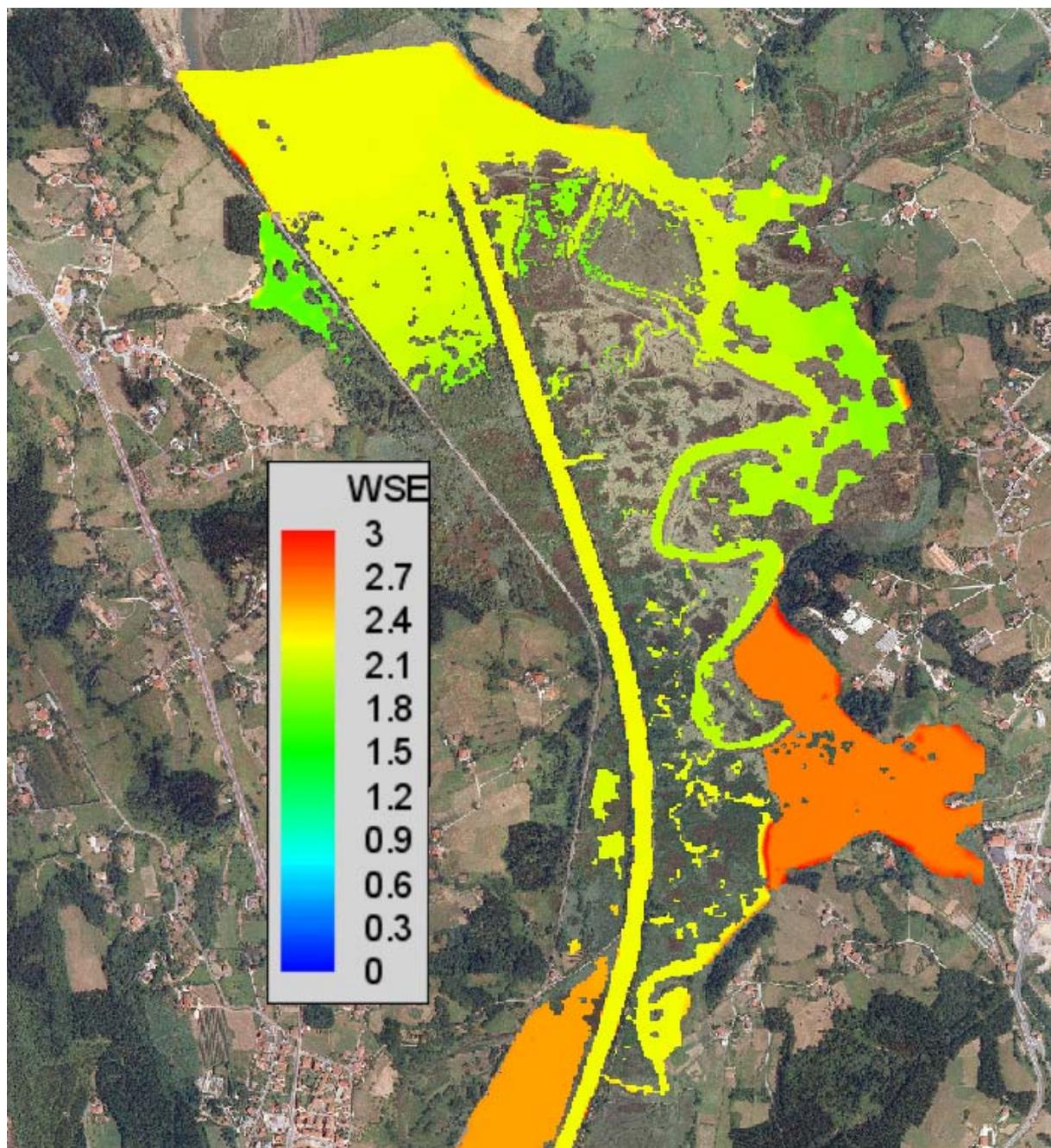


Figura 6.17- Primera fase de construcción en la confluencia del río Olalde con el Oka. Nivel de inundación en la confluencia.

7. Conclusiones

Se presenta en este informe el estudio hidráulico incluido en el proyecto “**Restauración integral del estuario superior del río Oka (Reserva de la Biosfera de Urdaibai)**”. En este informe se presentan los resultados de las distintas hipótesis de cálculo, que derivan de las distintas actuaciones de proyecto:

- Acciones orientadas a promover la inundación mareal de la zona norte del estuario (a la altura de Murueta)
- Acciones orientadas a promover la inundación fluvial de la zona sur del estuario (frente a la confluencia de los ríos Olalde y Baldatika)

Tras la modelización de distintos escenarios de cálculo, en situaciones medias (con mareas vivas sin llegar a ser extremas) y con caudales fluviales con periodos de retorno de 10 y 100 años, se puede concluir:

1. La eliminación de la muna norte de Murueta permite su anegamiento mareal
2. La apertura de huecos en las munas en la margen derecha del río Oka, frente a Murueta, permiten asimismo el anegamiento mareal de los recintos
3. La apertura de huecos en el canal del drenaje que conforma la parte final del río Oka supone una mejora a la inundación perceptible en la margen derecha y poco apreciable en la margen izquierda.

El conjunto de estas tres actuaciones permitirá inundar la zona norte con picos de marea que superen los 2.1 -2.2 m.s.n.m.A. Una vez el agua penetra en la zona a anegar, existe una importante recesión, con lo que el periodo de inundación supera ampliamente al periodo de pico de la marea. Este efecto se dará particularmente en la zona de Murueta.

4. El cierre de munas para captar las aportaciones fluviales de los cauces Baldatika y Olalde logra inundar grandes superficies en el entorno de la confluencia de estos arroyos con el río Oka.
5. Estas actuaciones, junto con las detalladas en los apartados 1, 2 y 3, conforman un conjunto de actuaciones que no genera problemas de drenaje superiores a los actuales, si se analizan las avenidas de los ríos Oka, Olalde y Baldatika.

El conjunto de actuaciones incluidas en los apartados 1, 2, 3 y 4 logran un nivel importante de inundación en la marisma que permitirá limitar el crecimiento de la especie *Baccharis halimifolia*.

La construcción tradicional de las munas con material fino de la marisma confía su resistencia al rebase a la cohesión de los materiales y al efecto de la vegetación. De no considerarse estos efectos (difícilmente cuantificables), la estabilidad de las munas no se podría garantizar frente a episodios de avenida. Por otro lado, esta tecnología ha demostrado ser fiable ya que se trata de un tipo de construcción tradicional con amplia implantación en la zona. En todo caso, los aliviaderos sí deben protegerse frente al flujo continuo del agua.

A Coruña, a 15 de julio de 2011

Jerónimo Puertas Agudo, Dr. ICCP

Luis Cea Gómez, Dr. ICCP

Marta Garrido Armas, ICCP

Ignacio Fraga Cadórniga, ICCP

