endesa generación **Ref. Nº: 6800003040**	DOCUMENTO AMBIENTAL	**O-1355-10 – Proyecto de modernización del desagüe de fondo de la presa del Eume. Rev 0**

Documento ambiental para el proyecto de modernización de los desagües de fondo de la presa de Eume.

ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18001
BUREAU VERITAS Certification

Miguel Alonso García-Amilivia
Director de Dpto. de Limnología de URS (Dr. En Biología)
DNI: 12202741E

Fecha: 12 de Mayo de 2011

Aprobado por Alberto Gonzalo Carracedo
Director General de HCC (ICCP Nº: 6099)
DNI: 649764Z

Fecha: 13 de Mayo de 2011

1. INTRODUCCIÓN 3
1.1. Antecedentes *3*
1.2. Descripción básica de la presa y el embalse *4*
2. OBJETIVOS DEL DOCUMENTO AMBIENTAL 7
2.1. Legislación ambiental aplicable *7*
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 19
3.1. Examen de alternativas *19*
3.2. Descripción y justificación de la alternativa seleccionada *20*
3.3. Descripción del proceso constructivo *24*
4. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO 26
4.1. Embalse *26*
4.2. Río Eume aguas abajo de la presa *37*
4.3. Espacios naturales protegidos (P.N. Fragas do Eume) *45*
4.4. Ría de Ares *46*
5. ANÁLISIS DE EFECTOS AMBIENTALES 52
5.1. Ámbito del estudio *52*
5.2. Descripción de los efectos de las acciones del proyecto sobre el medio *52*
6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS 71
6.1. Medidas para prevenir la afectación a las vías de comunicación e infraestructuras *71*
6.2. Medidas para prevenir la contaminación acústica *72*
6.3. Medidas para prevenir la contaminación del aire (emisiones) *72*
6.4. Medidas para prevenir la contaminación del agua por sólidos en suspensión *73*
6.5. Medidas para prevenir la contaminación del agua por vertidos y derrames accidentales *79*
6.6. Medidas para prevenir y corregir acciones al paisaje y usos recreativos *80*
7. PLAN DE VIGILANCIA 81
7.1. Embalse del Eume *81*
7.2. Río Eume *82*

Miguel Alonso García-Amilivia
Director de Dpto. de Limnología de URS (Dr. En Biología)
DNI: 12202741E

Fecha: 12 de Mayo de 2011

Aprobado por Alberto Gonzalo Carracedo
Director General de HCC (ICCP Nº: 6099)
DNI: 649764Z

Fecha: 13 de Mayo de 2011

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El embalse hidroeléctrico del Eume se encuentra en la cuenca hidrográfica del río Eume, en los términos municipales de Capela, Monfero y As Pontes, en la provincia de La Coruña. La presa está situada en el término municipal de A Capela. Fue proyectada por D. Luciano Yordi De Carricarte, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, y su construcción finalizó en 1960.

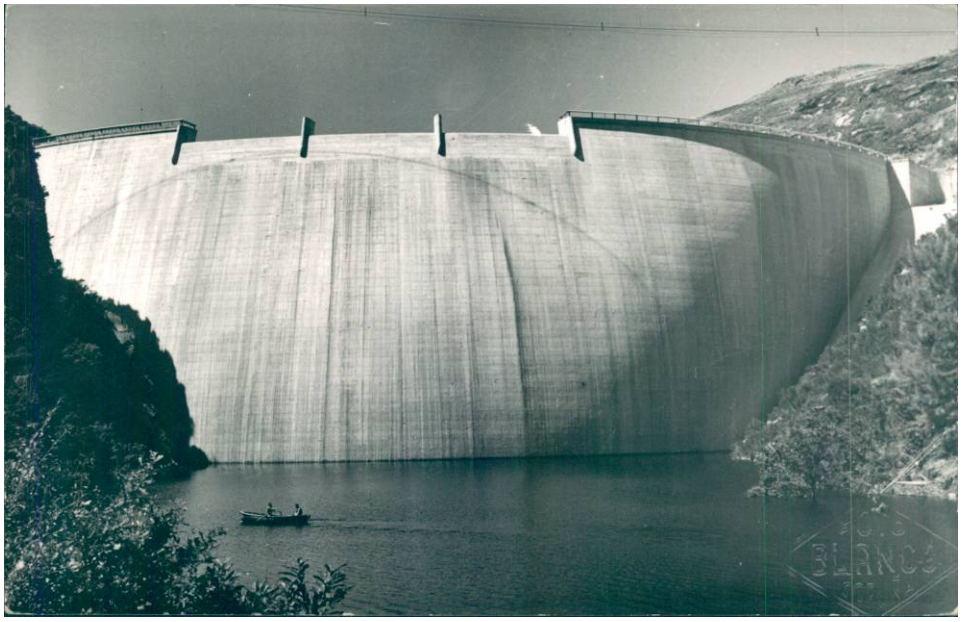


Figura 1. Fotografía del paramento de la presa del Eume (17-Ago-1959).

Los usos de la presa son los de producción de energía eléctrica y regulación de avenidas. En función de su riesgo potencial la presa se clasifica como Gran Presa de Tipo A.

En el Boletín Oficial de la Provincia de La Coruña de 23 de enero de 1902 se otorga la concesión originaria para el aprovechamiento hidroeléctrico del Río Eume en Capela para la producción eléctrica en la Ventureira; dicha concesión consistía en el aprovechamiento hidroeléctrico de 3.000 litros/segundo.

En el BOE de 24 de septiembre de 1953, se dicta la resolución de concesión de aprovechamiento de las aguas del río Eume en As Pontes, Monfero, Capela y Xermade a favor de la Sociedad General Gallega de Electricidad, S.A.

El 25 de marzo de 1957, por Orden Ministerial, la concesión pasó a FENOSA.

El 24 noviembre de 1959 se amplía el caudal hasta 26.000 litros/segundo por OM.

El 26 de octubre de 1973, por Orden Ministerial, se transfiere la concesión a ENDESA.

Por resolución de la Dirección General del 3 de diciembre de 1976, se aprueba el acta de reconocimiento final de las obras, comenzando a contarse el plazo concesional de 99 años a partir del 1 de febrero de 1960.

El 30 de diciembre de 1999 se realiza el cambio de titularidad a favor de ENDESA GENERACIÓN, S.A., por la que ENDESA se subroga a todos los efectos, en la propiedad de todos los bienes

1.2. Descripción básica de la presa y el embalse

La presa está formada por una bóveda de doble curvatura, de 101 m de altura sobre cimientos y una longitud en coronación de 284 m. El volumen de hormigón del cuerpo de presa es de 225.000 m^3. Está provista de un aliviadero de tres vanos de 60 m, sin tablero superior de paso, con una capacidad de evacuación de 617,06 m^3/s para la avenida de proyecto (500 años), que asciende a 664,71 m^3/s para la avenida extrema (1.000 años). La coronación de la presa se sitúa a la cota 315,64.

El embalse del Eume tiene 123 hm^3 de capacidad máxima. Recibe una aportación anual media de 551,74 hm^3 procedentes de una cuenca de 425 km^2 de superficie. El máximo nivel de explotación normal está a la cota 312,71 y la cota mínima real alcanzada en los últimos 20 años es la 300,16 m.s.n.m. (14-oct-1990). Por tanto la carrera de explotación, si bien en el proyecto original era de unos 62 m, en los últimos años 20 años se ha limitado a 12,55 m.

Para completar el aliviadero y cumplir la misión de vaciar el embalse en un momento determinado, la presa va dotada de dos desagües de fondo de 1,50 m de diámetro, cerrados cada uno de ellos por dos compuertas gemelas de tipo americano de 1 × 1,50 metros, construidas en acero moldeado y accionadas oleohidráulicamente. La carga total sobre el centro de las compuertas es de 89,09 m de altura, para cota de embalse al N.M.N.. La cota del eje de embocadura es la 223,62 m.s.n.m. y el caudal unitario a cota mínima de explotación es de 98,9 m^3/s.

Figura 2. Fotografía del paramento de la presa del Eume

Aguas arriba de las válvulas existen dos tuberías, de 1500 mm de diámetro, que toman el agua del paramento de la presa. Actualmente todas las válvulas se encuentran cerradas pero existen pérdidas de agua no directamente cuantificadas a través del desagüe de fondo de la izquierda.

En la margen izquierda de la presa se sitúa la toma que deriva el caudal hasta la Central Hidroeléctrica del Eume, situada a la cota 251,53 m.s.n.m., con una compuerta de 2,60 × 3,50 m, a través de la galería de presión de 3 Km. El caudal de diseño es de 26,20 m^3/s, con un salto de 245 m, una potencia instalada unitaria de 27,20 MW y con dos grupos en la Central del Eume que generan una producción anual media de 237,90 GWh.

Aguas arriba del embalse del Eume, sobre el mismo río, se encuentra el azud de captación de aguas de la CT As Pontes, situado a la altura de la población del mismo nombre y aún más aguas arriba, el embalse de Ribeira. Ambas obras hidráulicas son propiedad de ENDESA GENERACIÖN, S.A.

Figura 3. Caudal vertido por el desagüe de fondo en la actualidad

El sistema de evacuación de caudales de fondo de la presa es el original. En la época de construcción, cuando se instaló este sistema, la funcionalidad que se buscaba difería en gran medida de las necesidades actuales. Con la actual configuración no es posible proporcionar un eventual caudal regulado de mantenimiento, por lo que es recomendable la modernización del sistema de desagüe de fondo y que incluyan la instalación de ramales para abastecer dicho caudal.

Previamente al análisis que condujo a la adopción de la modernización del sistema de válvulas como mejor solución para el abastecimiento de un eventual caudal regulado de mantenimiento, se barajaron varias alternativas mediante un estudio específico que se presentan en el Estudio de Soluciones de Marzo de 2010 (Anejo 3 del Proyecto), para la modernización del desagüe de fondo de la presa del Eume. La solución finalmente adoptada, tras la comparativa en base a diferentes aspectos, consiste en aprovechar las dos conducciones existentes en el desagüe de fondo para derivar de cada una de ellas un injerto para el caudal regulado de mantenimiento. Para más detalles puede consultarse el citado en el Anejo 3 del Proyecto.

El objetivo del proyecto al que se refiere el presente estudio de efectos ambientales es, por tanto, definir los trabajos necesarios para poder modernizar los desagües de fondo de la presa del Eume y, al mismo tiempo, suministrar de manera continua el caudal regulado de mantenimiento por dichos desagües. Para ello es necesaria la demolición y sustitución de la actual cámara de válvulas, y la instalación de un “by-pass” en cada conducto de fondo.

2. OBJETIVOS DEL DOCUMENTO AMBIENTAL

El presente documento se lleva a cabo de acuerdo con lo establecido en el artículo 16 del Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, con el objeto de que se adopte una determinación, sobre la necesidad de someter o no el proyecto de modernización del desagüe de fondo de la presa del Eume a evaluación de impacto ambiental, en base a lo regulado en el artículo 17 de la citada norma.

2.1. Legislación ambiental aplicable

Se ha revisado la legislación ambiental aplicable, a nivel europeo, estatal y autonómico, en materia de calidad acústica, calidad de aguas continentales, residuos, evaluación de efectos ambientales, espacios naturales, especies protegidas y pesca. A continuación, en forma de tablas, se muestra la normativa analizada junto con un breve resumen de su contenido.

2.1.1. Medio ambiente atmosférico

Tabla 1. Normativa de aplicación en materia de medio atmosférico.

Norma legal	Aplicación
Nivel Estatal	
Decreto 833/1975, de 6 de febrero que desarrolla la Ley 38/1972 de protección del ambiente atmosférico (BOE 96, de 22/04/1975).	Las actividades industriales calificadas como potencialmente contaminadoras de la atmósfera deben cumplir las condiciones precisas para limitar la contaminación atmosférica (Art. 56). Funcionamiento de maquinaria auxiliar para la construcción se clasifica como actividad del Grupo C (Anexo II).
Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera (BOE 275, de 16/11/2007).	Las actividades potencialmente contaminadoras deben, entre otros, respetar los valores límite de emisión en los casos en los que reglamentariamente estén establecidos, cumplir los requisitos técnicos que le sean de aplicación conforme establezca la normativa y, en todo caso, salvaguardando la salud humana y el medio ambiente (Art. 7).

Norma legal	Aplicación
Nivel Autonómico	
Ley Autonómica 8/2002, de 18/12/2002, de protección del ambiente atmosférico de Galicia (DOG 252, de 31/12/2002).	La presente ley aplica a toda persona física o jurídica, pública o privada, que realice actividades, permanentes o esporádicas, industriales, de tráfico y transportes, consideradas potencialmente contaminantes y que puedan originar emisiones puntuales, fugitivas o difusas (Art. 4). Los titulares de actividades potencialmente contaminantes deben, entre otros, respetar los límites de emisión de los contaminantes recogidos en el apartado 3 del anexo, exigidos por la normativa vigente con carácter general (Art. 18).

2.1.2. Calidad acústica

Tabla 2. Normativa de aplicación en materia de calidad acústica.

Norma legal	Aplicación
Nivel Estatal	
Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido (BOE 276, de 18/11/2003).	Según el artículo 2, la presente ley aplica a los emisores acústicos, ya sean de titularidad pública o privada. Los emisores acústicos incluyen, entre otros: vehículos automóviles, infraestructuras viarias, maquinaria y equipos, obras de construcción de edificios y de ingeniería civil (Art. 12). Establece sanciones por incumplimiento de las condiciones establecidas en materia de contaminación acústica (Art. 28).
Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas (BOE 254, de 23/10/2007).	Establece valores límite del ruido, según el tipo de área acústica (Anexo III). El Artículo 25 establece condiciones de cumplimiento con los límites de inmisión del ruido aplicables a los emisores acústicos.
Nivel Autonómico	
Ley Autonómica 7/1997, de 11/08/1997, de protección contra la contaminación acústica (DOG 159, de 20/08/1997).	La presente ley aplica a las actividades e instalaciones que generen ruido o vibraciones susceptibles de producir molestias (Art. 2). Según el Artículo 4, todas las actividades susceptibles de producir ruidos y vibraciones quedan sometidas a los límites de establecidos en el título II del anexo de la presente Ley.
Decreto 320/2002, de 7 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece las ordenanzas tipo sobre protección contra la contaminación acústica (DOG 230, de 28/11/2002).	Están sometidas a requisitos de este Reglamento todas las actividades e instalaciones industriales, comerciales y de servicios, construcciones y obras, tráfico que generan ruidos y/o vibraciones susceptibles de producir molestias (Art. 2). Según el Artículo 6, ninguna fuente sonora podrá emitir ni transmitir niveles del ruido o vibración tal que produzcan valores de recepción superiores a los fijados en las tablas 1, 2 y 3, relacionadas en el anexo II.

2.1.3. Calidad de las aguas continentales

Tabla 3. Normativa de aplicación en materia de calidad de aguas continentales.

Norma legal	Aplicación
Nivel Comunitario	
Directiva 2006/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de septiembre de 2006 relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces (DOCE L 264, de 25/09/2006).	Directiva establece criterios de calidad de las aguas continentales aplicándose a las aguas que requieren protecció o mejora para ser aptas para la vida de los peces. Anexo I proporciona los límites de parámetros establecidos.
Nivel Estatal	
Real Decreto 927/1988, de 29 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, en desarrollo de los Títulos II y III de la Ley de Aguas (BOE 209, de 31/08/1988) (modificado mediante Real Decreto 1541/1994, de 08/07/1994).	Establece criterios de calidad de aguas continentales. Se debe cumplir con los límites de calidad establecidos para: • Aguas superficiales que sean destinadas a la producción de agua potable (Anexo I). • Aguas dulces superficiales para ser aptas para el baño (Anexo II). • Aguas continentales cuando requieran protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces (Anexo III). • Aguas cuando requieren protección o mejora para cría de moluscos (Anexo IV).
Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas (BOE 176, de 24/07/2001).	Según el Artículo 123, no podrá iniciarse la construcción de una obra hidráulica sin que previamente se obtenga o declare la correspondiente concesión o autorización. Según el Artículo 97, queda prohibida, con carácter general, toda actividad susceptible de provocar la contaminación o degradación del dominio público hidráulico, y, en particular: • Acumular residuos sólidos, escombros o sustancias, cualquiera que sea su naturaleza y el lugar en que se depositen, que constituyan o puedan constituir un peligro de contaminación de las aguas o de degradación de su entorno. • Efectuar acciones sobre el medio físico o biológico afecto al agua, que constituyan o puedan constituir una degradación del mismo. • El ejercicio de actividades dentro de los perímetros de protección, fijados en los Planes Hidrológicos, cuando pudieran constituir un peligro de contaminación o degradación del dominio público hidráulico.

Norma legal	Aplicación
Real Decreto 60/2011, de 21 de enero, sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas (BOE 19, de 22/01/2011)	Traspone a la legislación estatal la Directiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 diciembre de 2008, relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas. El presente Real Decreto establece normas de calidad ambiental (NCA) para las sustancias prioritarias y para otros contaminantes recogidos en sus anexos con objeto de conseguir un buen estado químico de las aguas superficiales. Por lo tanto, cualquier actividad susceptible de contaminar aguas continentales debe implantar medidas correctoras para cumplir con los niveles de calidad establecidos. No obstante, es la responsabilidad de las autoridades competentes la aplicación y seguimiento de las NCA.
Nivel Autonómico	
Ley 9/2010, de 4 de noviembre, de Aguas de Galicia (DOG 22, de 18/11/2010).	Desarrolla los objetivos de calidad de las aguas de las rías de Galicia. Anexo II proporciona los límites de parámetros establecidos, para el cumplimiento con los objetivos de calidad. Se exige cumplimiento con los valores límites, para asegurar buen estado ecológico de las aguas y sus ecosistemas, a todas las actividades que pueden tener efectos perjudiciales sobre la calidad de las aguas.
Real Decreto 103/2003, de 24 de enero, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de Galicia-Costa (BOE 32, 06/02/2003).	Aprueba el Plan Hidrológico de cuenca de Galicia-Costa. No obstante. Todas las actividades realizadas en el ámbito territorial de Galicia-Costa deben realizarse de acuerdo con las normas establecidas para proteger dicho recurso, y zonas de exclusión para algunos tipos de actividades que inciden claramente sobre o nivel de calidad exigible.

2.1.4. Residuos

Tabla 4. Normativa de aplicación en materia de residuos.

Norma legal	Aplicación
Nivel Estatal	
Residuos No Peligrosos	
Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos (BOE 96, de 22/04/1998).	Según el Artículo 11, los poseedores están obligados a entregar los residuos a un gestor autorizado, para su valorización o eliminación, y sufragar sus correspondientes costes de gestión.
Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos (BOE 43, de 19/02/2002).	Publica la Lista Europea de Residuos. Por cada tipo de residuo generado deberá comprobarse si éste está clasificado como residuo peligroso o no peligroso y proceder a su correcta gestión.
Real Decreto105/2008, de 01/02/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE 38, de13/02/2008).	Según el Artículo 4, además de los requisitos exigidos por la legislación sobre residuos, el productor de residuos de construcción y demolición debe incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, hacer un inventario de los residuos peligrosos que se generaran, que debe incluirse en el estudio de gestión, disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado.

Norma legal	Aplicación
Residuos Peligrosos	
Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el reglamento que desarrolla la Ley 20/1986, básica de residuos tóxicos y peligrosos (BOE 182, de 30/07/1988) (modificado mediante Real Decreto 952/1997, de 20/06/1997).	*Productores de Residuos Tóxicos y Peligrosos:* Según Artículo 10, las actividades generadoras de residuos tóxicos y peligrosos (en cantidades superiores a 10.000 kg/año) requieren autorización administrativa. El productor debe llevar un registro, donde se reflejan las cantidades, naturaleza, identificación, origen, métodos y lugar de tratamiento, y las fechas de generación y cesión de los residuos Art. 16). Declaración anual - Anualmente el productor de residuos T&P debe declarar al órgano competente el origen y cantidad de los residuos producidos, su destino y relación de los que se encuentran almacenados temporalmente, y las incidencias ocurridas en el año inmediatamente anterior. La copia de la declaración se debe conservar durante al menos 5 años (Art. 18). *Pequeños Productores de Residuos Tóxicos y Peligrosos:* Se consideran pequeños productores aquellos que generan menos de 10.000 kg/año de residuos T&P. Los pequeños productores deben estar inscritos en el registro que a tal efecto llevan las CCAA (Art. 22). *Requisitos generales:* Envasar los residuos tóxicos y peligrosos de acuerdo a las normas técnicas vigentes de envasado (Art. 13). Etiquetar los residuos T& P de forma clara, legible e indeleble, al menos en la lengua española oficial del estado, debiendo figurar en la etiqueta (Art. 14).
Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados (BOE 132, de 03/06/2006).	Los productores y poseedores de aceites usados estarán obligados a garantizar su entrega a un gestor autorizado al efecto, para su correcta gestión (Art. 6.1). Según el Artículo 5.1, los productores de aceites usados deberán cumplir las siguientes obligaciones: • Almacenar los aceites usados en condiciones adecuadas, evitando especialmente las mezclas con agua o con otros residuos no oleaginosos; se evitarán también sus mezclas con otros residuos oleaginosos si con ello se dificulta su correcta gestión. • Disponer de instalaciones que permitan la conservación de los aceites usados hasta su recogida y que sean accesibles a los vehículos encargados para ello. • Evitar que los depósitos de aceites usados, incluidos los subterráneos, tengan efectos nocivos sobre el suelo.

Norma legal	Aplicación
Nivel Autonómico	
Decreto 154/1998, de 28/05/1998, por el que se publica el Catálogo de Residuos de Galicia (DOG 107, de 05/06/1998).	Publica el Catálogo de Residuos de Galicia. Por lo tanto, se deben gestionar todos los residuos de acuerdo con su clasificación.
Ley Autonómica 10/2008, de 03/11/2008, de residuos de Galicia (DOG 224, de 18/11/2008).	La presente ley es de aplicación a todo tipo de residuos que se originen o gestionen en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Galicia. Según el Artículo 38, quienes produzcan, posean y gestionen residuos han de cumplir, entre otros, con las obligaciones previstas en la Ley 10/1998, y las previstas en la presente ley y normas que la desarrollen.

2.1.5. Estudio de efectos ambientales

Tabla 5. Normativa de aplicación en materia del Estudio de Efectos Ambientales.

Norma legal	Aplicación
Nivel Estatal	
Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas (BOE 103, de 30/04/1986) (modificado mediante Real Decreto 606/2003, de 23/05/2003).	Según el Artículo 237, las concesiones o autorizaciones administrativas, en relación con obras o actividades en el dominio público hidráulico, que se consideren susceptibles de contaminar o degradar el medio ambiente, requerirán la presentación de un estudio para evaluación de tales efectos.
Real Decreto 1131/1988, de 30 septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación del Impacto Ambiental (BOE 239, de 05/10/1988).	El presente Real Decreto establece el contenido de la Evaluación de Impacto Ambiental. Según el Artículo 28, si un proyecto de los sometidos obligatoriamente al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental comenzara a ejecutarse sin el cumplimiento de este requisito, será suspendida su ejecución.
Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos (BOE 23, de 26/01/2008).	El presente Real Decreto Legislativo establece normas aplicables a la evaluación de impacto ambiental. Los proyectos de obras, instalaciones o cualquier otra actividad comprendida en el anexo I del presente Real Decreto deben someterse a una evaluación de impacto ambiental. Según el Artículo 3, los proyectos de obras, instalaciones o cualquier otra actividad comprendida en el anexo II solo deben someterse a una evaluación de impacto ambiental cuando así lo decida el órgano ambiental. Artículo 7 establece el contenido mínimo de un estudio de impacto ambiental.
Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero (BOE 73, de 25/03/2010).	La presente Ley modifica varios artículos del Real Decreto Legislativo 1/2008, entre otros sobre el contenido mínimo de un estudio de impacto ambiental, y el procedimiento de su tramitación.

Norma legal	Aplicación
Nivel Autonómico	
Decreto 442/1990, de 13 de septiembre, de evaluación del impacto ambiental para Galicia (DOG 188, de 25/09/1990).	El presente Decreto regula la obligación de someter a evaluación del impacto ambiental los proyectos de obras, instalaciones o cualquier otra actividad comprendida en su anexo I. El Artículo 3 establece el contenido de las evaluaciones.
Decreto 327/1991, de 4 de octubre, de evaluación de efectos ambientales para Galicia (DOG 199, de 15/10/1991).	Según el Artículo 1, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Galicia será obligatorio el sometimiento a la evaluación de efectos ambientales de todos los proyectos de ejecución de obras, instalaciones o cualquier otra actividad contemplada en las diferentes legislaciones sectoriales, que precisen o prevean la necesidad de la realización de un estudio ambiental y no estén contemplados en el anexo del Decreto 442/1990. El Artículo 2 establece el contenido del estudio de efectos ambientales.
Ley 1/1995, de 2 de enero, de protección ambiental de Galicia (BOE 143, de 16/06/1995).	La presente Ley establece la clasificación del grado de protección y autorización de actividades: - evaluación de impacto ambiental, - evaluación de los efectos ambientales, - evaluación de la incidencia ambiental. Según el Artículo 10 serán sometidos a evaluación de efectos ambientales todos los proyectos, obras y actividades que se relacionen en la legislación sectorial y sus normas de desarrollo.
Decreto 133/2008, de 12 de junio, por el que se regula la evaluación de incidencia ambiental (DOG 126, de 01/07/2008).	El presente Decreto regula el procedimiento de evaluación de incidencia ambiental, al que deben someterse los proyectos, obras e instalaciones de las actividades incluidas en su anexo I. El procedimiento para la evaluación de incidencia ambiental requiere solicitar la licencia de actividad correspondiente. El Artículo 7 especifica la documentación a presentar con la solicitud.

2.1.6. Espacios naturales y especies protegidas

Tabla 6. Normativa de aplicación en materia de Espacios Naturales y Especies Protegidas.

Norma legal	Aplicación
Nivel Estatal	
Real Decreto 439/1990, de 30 de marzo, por el que se regula el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (BOE 82, de 05/04/1990).	Regula y publica el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.
Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (BOE 310, de 28/12/1995) (modificado por Real Decreto 1193/1998 y 1421/2006).	Regula los lugares y las zonas especiales de conservación, en el ámbito de la Directiva 92/43/CEE. Según el Artículo 6, cualquier plan o proyecto que pueda afectar de forma apreciable a las zonas especiales de conservación, se someterá a una adecuada evaluación de sus repercusiones en la zona, teniendo en cuenta los objetivos de conservación de dicha zona.
Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (BOE 299, de 14/12/2007).	Establece normas para la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y de la biodiversidad. Las normas se establecen en función de la conservación de los componentes del patrimonio natural y la biodiversidad.
Nivel Autonómico	
Decreto 211/1996, de 2 de mayo, por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Parque Natural de las Fragas do Eume (DOG 110, de 05/06/1996).	Aprueba el Plan de ordenación de los recursos naturales (PORN) de las Fragas do Eume en los concellos de Cabanas, A Capela, Monfero, Pontedeume y As Pontes de García Rodríguez, como instrumento de ordenación de los recursos naturales del espacio natural. Según el Artículo 3, la creación de infraestructuras y equipamientos, la actividad extractiva de recursos y minera, la actividad industrial y cualquier otra de singular incidencia en la zona, quedarán sometidas a las restricciones impuestas en el presente decreto y en los instrumentos de desarrollo y ejecución del plan.

Norma legal	Aplicación
Decreto 218/1997, de 30 de julio, por el que se declara el Parque Natural de las Fragas do Eume (DOG 153, de 11/08/1997).	Establece un régimen jurídico especial para el espacio denominado Fragas do Eume, mediante su declaración como parque natural. Según el Artículo 3, las actuaciones a realizar en el parque natural se efectuarán de acuerdo con las prescripciones establecidas en el plan de ordenación de los recursos naturales de este espacio, aprobado por el Decreto 211/1996, de 2 de mayo, por el que se aprueba el plan de ordenación de los recursos naturales de las Fragas do Eume. En todo el ámbito del parque natural no se podrá realizar, entre otros: • El abandono de residuos sólidos en lugares no autorizados. • El vertido de productos tóxicos o peligrosos. • La circulación con vehículos a motor fuera de las carreteras y pistas forestales excepto para la realización de trabajos de explotación y mantenimiento y el acceso de los propietarios a sus fincas. • La creación de infraestructura y equipamientos y la actividad extractiva de recursos y minera, industrial o cualquier otra de singular incidencia en la zona que no cumpla las regulaciones del PORN y los instrumentos de desarrollo y ejecución del mismo.
Ley Autonómica 9/2001, de 21 de agosto, de conservación de la naturaleza (DOG 171, de 04/09/2001).	Establece normas encaminadas a la protección, conservación, restauración y mejora de los recursos naturales y a la adecuada gestión de los espacios naturales y de la flora y fauna silvestres. Según el Artículo 64, se considera infracción grave la ejecución de obras, implantación de infraestructuras básicas, usos o actividades en las zonas sujetas legalmente a algún tipo de limitación en su destino o uso conforme a la presente Ley, sin la debida autorización administrativa o sin la obtención de los informes previstos por la legislación ambiental o que incumplan las normas de los instrumentos de ordenación de los espacios naturales.
Decreto 72/2004, de 2 de abril, por el que se declaran determinados Espacios como Zonas de Especial Protección de los Valores Naturales (DOG 69, de 12/04/2004).	Declara la zona de Fragas de Eume como Zona propuesta como Lugares de Importancia Comunitaria para formar parte de la Red Natura 2000.

2.1.7. Pesca fluvial

Tabla 7. Normativa de aplicación en materia de pesca fluvial.

Norma legal	Aplicación
Nivel Autonómico	
Decreto 130/1997, de 14/05/1997, por el que se aprueba el reglamento de ordenación de la pesca fluvial y de los ecosistemas acuáticos continentales (DOG 106, de 04/06/1997) (modificado por Decreto 179/2004).	Según el Artículo 77, queda prohibido alterar la condición natural de las aguas con cualquier tipo de producto contaminante que dañe los ecosistemas fluviales, en especial la fauna acuática. Toda actividad susceptible de provocar la contaminación o degradación de las masas de agua continentales y, requerirá autorización administrativa, de conformidad con la normativa vigente.
Ley Autonómica 7/1992, de 24/07/1992, de pesca fluvial de la Comunidad Autónoma de Galicia (DOG 151, de 05/08/1992).	Según el Artículo 24, queda prohibido alterar la condición natural de las aguas con cualquier tipo de producto contaminante que dañe los ecosistemas fluviales, en especial la fauna piscícola, considerándose como tal todo aquel que produzca una alteración lesiva de las condiciones físicas, químicas o biológicas de las masas de aguas continentales.

2.1.8. Otros

Tabla 8. Normativa de aplicación en materia de utilización de lodos de depuración en el sector agrario.

Norma legal	Aplicación
Nivel Estatal	
Real Decreto 1310/1990, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario (BOE 262, de 01/11/1990).	Según el Artículo 3, solo pueden ser utilizados en la actividad agraria los lodos tratados y amparados por la documentación expedida por el titulas de la estación depuradora de aguas residuales. Según el Artículo 3, los suelos sobre los que pueden aplicarse los lodos tratados deben de presentar una concentración de metales pesados inferior a la establecida en el anexo I A.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1. Examen de alternativas

Tanto la modernización de los desagües de fondo, como la instalación de sistemas capaces de suministrar caudales regulados de mantenimiento, ya han sido definidas, incluso a nivel de análisis de alternativas viables, en el marco del proyecto de modernización de los desagües de fondo de la presa del Eume. El presente análisis de alternativas se centra, por tanto, no ya en las opciones de proyecto sino en las opciones de ejecución de la solución propuesta, con especial énfasis en los aspectos ambientales.

El aspecto ambiental que permite establecer alternativas en el presente caso, atiende a las opciones de manejo de los sedimentos actualmente existentes en la zona de la toma de los desagües de fondo por la parte del paramento aguas arriba de la presa, ya que para llevar a cabo el proyecto se hace necesario, en primera instancia, la instalación de dos escudos de cierre de seguridad de los conductos de fondo por el paramento de aguas arriba de la presa, lo que a su vez requiere desalojar un cierto volumen de sedimento actualmente depositado en las inmediaciones de la toma de los desagües de fondo y que, de acuerdo con los trabajos subacuáticos realizados, se ha cubicado en unos 1.350 m^3.

El resto de obras, instalaciones y actuaciones asociadas a la ejecución del proyecto, si bien admiten formas distintas de abordarse, no constituyen verdaderas alternativas evaluables.

Las dos opciones o alternativas que se han establecido para el desalojo del depósito de sedimentos existente en las inmediaciones de los desagües de fondo son, en síntesis, las siguientes:

- Alternativa 1: Dragado del depósito de sedimentos mediante embarcación provista de draga de tipo “cuchara” y transporte posterior a vertedero autorizado.
- Alternativa 2: Desalojo subacuático del depósito de sedimentos mediante un sistema de aspiración por bombas y posterior reubicación de los materiales desalojados en un punto seleccionado del mismo vaso de embalse.

3.2. Descripción y justificación de la alternativa seleccionada

Para la selección de la mejor alternativa, y dada la notable diferencia entre las opciones existentes, basta con adoptar un método semicuantitativo de valoración de alternativas, como es el caso del método “Pattern”. A la sencillez de preparación, dicho método aporta también una alta versatilidad al poder incorporar variables de todos los tipos (cuantitativas, cualitativas, continuas o discretas), mediante escalas de valoración preestablecidas. La tabla 10 muestra los criterios adoptados en el análisis comparativo, sus respectivos pesos (ponderación), las escalas de valoración de cada criterio y los valores asignados para cada criterio y cada alternativa. Se han considerado aspectos técnicos, ambientales y económicos.

En el establecimiento de valores y con el fin de homogeneizarlos, se ha considerado, en todos los criterios, el valor máximo como indicativo de las condiciones más desfavorables.

Tabla 9: Aspectos valorados, ponderaciones y escalas de valoración de cada criterio. Se muestran los valores asignados para cada criterio y alternativa.

ASPECTOS VALORADOS	Ponderación	Alternativa 1: Draga	Alternativa 2: Aspiración	Valoración	INTERPRETACIÓN
ASPECTOS TÉCNICOS					
Necesidad de trabajos subacuáticos	0,5	1	2	1-3	1: Se requiere poca o nula intervención de trabajos subacuáticos. 3: se requiere participación intensiva de trabajos subacuáticos.
Despliegue de medios		4	2	1-5	1: Mínimos medios necesarios y restringidos a la masa de agua. 5: Gran despliegue de medios con alcance fuera de la masa de agua
Tiempo necesario		5	2	1-5	1: Menos de un mes. 5: Más de 6 meses
Rendimiento/ unidad de tiempo		2	3	1-3	1: Alto rendimiento (>15%).3: Bajo rendimiento (<5%)
Necesidad de zonas de acopio temporal y depósito definitivo		2	1	1-2	1: Innecesarias. 2: Necesarias
Tratamiento de Lodos		2	1	1-2	1: Innecesario. 2: Necesario
Transporte de lodos a vertedero definitivo		2	1	1-2	1: Innecesario. 2: Necesario
Estabilidad de las zonas dragadas		2	1	1-3	1: Alta estabilidad. 3: Baja estabilidad
ASPECTOS AMBIENTALES					
Riesgo de enturbiamiento del agua	0,4	4	2	1-5	1: Riesgo muy bajo. 5: Riesgo muy alto
Riesgo de movilización de nutrientes		4	2	1-5	1: Riesgo muy bajo. 5: Riesgo muy alto
Riesgo de afección a peces		2	1	1-3	1: Riesgo muy bajo. 3: Riesgo alto
Riesgo de afección a fauna de ribera		2	1	0-3	0: Riesgo nulo. 5: Riesgo muy alto
Riesgo de afección perceptual (paisaje)		2	1	1-3	1: Riesgo muy bajo. 3: Riesgo alto
Ruidos y emisiones a la atmósfera		3	1	1-4	1: Escaso ruido y emisiones. 4: Mucho ruido y emisiones (incluye todo el transporte asociado a la obra).
Afectación a vías de comunicación		3	2	1-3	1: Muy baja. 3: Alto
ASPECTOS ECONÓMICOS					
Recursos materiales	0,1	4	2	1-5	1: Pocos. 5: Muchos
Recursos humanos		4	2	1-5	1: Pocos. 5: Muchos
Afectación a la explotación del embalse (Nivel de embalse)		2	1	1-2	1: Sin efectos. 2: Con efectos
Coste de tratamiento de lodos		2	1	1-2	1: Nulo. 2: Con coste

Los valores se han asignado por parte de un equipo multidisciplinar. De acuerdo con lo que establece el método “Pattern” cada valor asignado se transforma en tantos por uno para su total comparabilidad con el resto. En este caso, al dar el máximo valor a las condiciones más desfavorables, se ha calculado el inverso de los tantos por uno (tabla 9). Finalmente se han aplicado los coeficientes de valoración de cada bloque de criterios (técnicos, ambientales y económicos).

La tabla 10 muestra los resultados obtenidos, donde se destaca la notable diferencia existente entre las dos alternativas. La alternativa 2 descrita, supera a la alternativa 1 en todos los criterios, especialmente en el ambiental.

Se concluye por tanto que la mejor opción para llevar a cabo el desalojo del depósito de sedimentos existente en el entorno de los desagües de fondo, consiste en utilizar un sistema de aspiración por bombas y posterior reubicación de los materiales desalojados en un punto seleccionado del mismo vaso de embalse.

Cabe añadir que, en la consideración de la ubicación final de estos materiales, se ha tenido en cuenta los siguientes tres criterios:

- Que la actuación se lleve a cabo en condiciones de plena estratificación térmica estival del agua, lo que minimiza, por el gradiente creciente de densidad del agua, la posible dispersión de sedimentos hacia la superficie.
- Que la zona de reubicación sea lo más profunda y plana posible, con el fin de que el depósito disponga de las condiciones de máxima estabilidad.

Tabla 10: Valoración de cada aspecto y alternativa. Se muestra el inverso del tanto por uno.

ASPECTOS VALORADOS	ALTERNATIVA VALORADA	
	A1: Draga	A2: Aspiración
ASPECTOS TÉCNICOS		
Necesidad de trabajos subacuáticos	0,667	0,333
Despliegue de medios	0,333	0,667
Tiempo necesario	0,286	0,714
Rendimiento/ unidad de tiempo	0,600	0,400
Necesidad de zonas de acopio temporal y depósito definitivo	0,333	0,667
Tratamiento de Lodos	0,333	0,667
Transporte de lodos a vertedero definitivo	0,333	0,667
Estabilidad de las zonas dragadas	0,333	0,667
Suma	**3,219**	**4,781**
Homogeneización	**0,402**	**0,598**
ASPECTOS AMBIENTALES		
Riesgo de enturbiamiento del agua	0,333	0,667
Riesgo de movilización de nutrientes	0,333	0,667
Riesgo de afección a peces	0,333	0,667
Riesgo de afección a fauna de ribera	0,333	0,667
Riesgo de afección perceptual (paisaje)	0,333	0,667
Ruidos y emisiones a la atmósfera	0,250	0,750
Afectación a vías de comunicación	0,400	0,600
Suma	**2,317**	**4,683**
Homogeneización	**0,331**	**0,669**
ASPECTOS ECONÓMICOS		
Recursos materiales	0,333	0,667
Recursos humanos	0,333	0,667
Afectación a la explotación del embalse (Nivel de embalse)	0,333	0,667
Coste de tratamiento de lodos	0,333	0,667
Suma	**1,333**	**2,667**
Homogeneización	**0,333**	**0,667**
Valoración Ponderada	**0,367**	**0,633**

3.3. Descripción del proceso constructivo

El proceso constructivo consta de las siguientes tareas y elementos:

a) Instalación de obra. Comprende la instalación de los elementos para dotar de la infraestructura necesaria para la realización de los trabajos: casetas de obra, suministro eléctrico, zonas de acopio y aparcamientos, señalización de obra y servidumbre de paso (un sendero para excursionistas). La zona de casetas y acopios se ubicará en una superficie plana con solera de hormigón que se encuentra en la margen derecha de la coronación de la presa. El transformador de 100 KVA (Trif. 220V) se dispondrá en la margen derecha del embalse a unos 140 m de la presa.

b) Instalación de un sifón que tomará agua del embalse de la cota 300 y proporcionará un caudal de 150 L/s al cauce del río Eume aguas abajo de la presa. La tubería del sifón se instalará en la margen derecha de la presa. El reintegro del sifón se dispondrá inmediatamente aguas abajo del cuenco de amortiguación.

c) Reubicación de los sedimentos situados frente a la embocadura de los desagües de fondo en el embalse. Esta tarea se llevará a cabo en dos fases:
   - Primera fase: retirada y reubicación de 252 m^3 50 m aguas arriba con bomba sumergida. La zona despejada estará limitada por taludes de seguridad con pendiente 1V/2).
   - Segunda fase: retirada y reubicación de 1.106 m^3 con bomba sumergida. La zona despejada, con planta semicircular, estará limitada por taludes de seguridad con pendiente 1V/2,5H).

d) Instalación de la torre grúa para el transporte de cargas desde la coronación hasta el pie de presa. La torre grúa se empotrará en la coronación mediante zapatas ancladas al cuerpo de presa.

e) Instalaciones para el acceso de personal a la sala de válvulas. Se salvará un desnivel de 90 m con un montacargas vertical en la margen derecha de la presa. Además se instalará un monorraíl mecanizado en plataforma perimetral.

f) Construcción de una nueva losa de hormigón armado sobre la sala de válvulas para proteger las válvulas Howel Bunger de posibles vertidos por aliviadero, permitir el apoyo de cargas y servir de pase para el apoyo del pórtico de la grúa. Dicha losa poseerá una estructura metálica de protección ante vertidos para garantizar la estanqueidad de la sala de válvulas.

g) Colocación de los escudos obturadores en las tomas de los desagües de fondo. Los

escudos se descenderán desde una pontona sobre el embalse, y cuando se encuentren enfrentados a las tomas de los desagües se anclarán a éstos, tarea que deberá ser efectuada por buzos.

h) Puesta en carga de los escudos obturadores mediante el siguiente procedimiento: cierre progresivo de la válvula del escudo por el buzo, apertura de la válvula Bureau aguas abajo, apertura de la válvula Bureau aguas arriba y establecimiento de valores razonables de pérdidas por filtraciones.

i) Montaje del pórtico grúa sobre la sala de válvulas para el transporte desde la zona de acopio a pie de presa al interior de la sala de válvulas.

j) Demoliciones. Se harán en dos fases. En la primera fase, corte de hueco de 3,00 × 3,30 m en la losa original de la sala de válvulas y demolición del pórtico grúa instalado. Después se montará un nuevo pórtico grúa y se llevará a cabo la demolición interior de la sala de válvulas.

k) Montaje de estructuras auxiliares de protección ante vertidos por aliviadero.

l) Limpieza de los conductos del desagüe de fondo, consistente en la extracción y gestión de los sedimentos acumulados en su interior.

m) Montaje de nuevas instalaciones: tuberías, válvulas y elementos electromecánicos.

n) Pruebas de funcionamiento. Cuatro fases:

- Fase I: Pruebas en vacío. Apertura y cierre de todas las válvulas y elementos electromecánicos.
- Puesta en carga de los conductos de desagüe y Fase II: Prueba de estanqueidad. Se pondrán en carga todos los conductos hasta las últimas válvulas para comprobar que no existen fugas. En caso de detectarse fugas, se procederá a su reparación y a volver a hacer la prueba hasta que el resultado sea satisfactorio.
- Hormigonado de compuertas Bureau y suelo y Fase III (prueba de funcionamiento con bajo caudal: 2,8 m^3/s con cota de embalse 306,9). La cota 306,90 para el nivel de embalse es la obtenida en el apdo. 17.2 de la memoria del Proyecto y se corresponde con la cota máxima en el embalse para que la probabilidad de que se produzca un vertido por aliviadero durante la ejecución de la obra sea mínima.
- Retirada de escudos obturadores, colocación de rejas en las tomas de los desagües y Fase IV (pruebas en condiciones normales de explotación con máximo caudal: 51,6 m^3/s con cota de embalse 306,9).

El desarrollo cronológico de las obras se ajustará al orden apuntado en los apartados anteriores.

De la planificación de las actividades y del proceso constructivo que se recoge en el proyecto, se obtiene que la duración de las obras será de 11 meses.

4. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO

4.1. Embalse

4.1.1. Aspectos generales de la cuenca tributaria y del embalse

El embalse se ubica en las coordenadas geográficas 8º 00' 34'' N de latitud y 43º 24' 31'' W de longitud (Hoja 22 de la cartografía 1:50.000 del IGN; I huso 29).

Las características generales del embalse y su cuenca son:

Tabla 11: Características del embalse y de su cuenca.

Altitud máxima de la cuenca:	680 m.s.n.m.
Altitud mínima de la cuenca:	420 m.s.n.m.
Aportación anual media:	551,74 hm^3
Superficie del embalse a cota MEN:	3,47 km^2
Capacidad total del embalse a cota MEN:	123,00 hm^3
Capacidad útil de explotación:	118,20 hm^3
Pluviometría anual media:	1.889 mm
Avenida teórica (empírica):	600 m^3/s
Meses más lluviosos:	Noviembre a Febrero
Meses más secos:	Julio y Agosto
Estaciones pluviométricas:	Presa de la Ribeira y Central del Eume

4.1.2. Geología de la cuenca del Eume

La Cuenca del Río Eume presenta una geología variada a lo largo de su extensión aunque dominada por materiales magmáticos. En su parte occidental se enclava dentro del dominio de la Serie de Ordenes, en la que predominan los cuarzo-esquistos biotíticos (rocas ácidas), apareciendo un cinturón de metagabros (rocas básicas). Estos materiales aparecen alterados en superficie, siendo frecuente la presencia de suelos de hasta 1,5 m de potencia. Esta serie está formada por esquistos a cuarzoesquistos, siendo la mejor denominación “esquistos silíceos”, al ser la proporción del cuarzo superior al resto de los minerales que constituyen la roca.

En su parte central, la zona se compone por un cinturón de Rocas Graníticas cuyas características indican que se trata de “ortorrocas” presumiblemente antehercínicas. Cabe destacar la existencia de dos tendencias generalizadas: una alcalina muy diferenciada (con granate) y otra calcoalcalina con diferenciaciones más básicas (facies tonalíticas).

En su parte oriental, la zona queda bajo el dominio de la Serie Ollo de Sapo. Está caracterizado por la presencia de gneises glandulares, esquistos, y por una amplia secuencia paleozoica de cuarzoesquistos y cuarcitas. Esta serie se compone fundamentalmente por tres Facies: Megacristales, Medias y Finas; y, por su difícil clasificación, están relacionadas con ortorrocas preordovícidas que bien pudieran ser de origen ígneo (graníticas o volcánicas). Estas rocas volcánicas ácidas pueden presentar problemas de diferenciación entre las diferentes facies debido a la fuerte tectónica y al metamorfismo progresivo sufrido en la zona.

Con relación a la sismicidad, hay pocos registros históricos en la zona. El 26 de noviembre de 1920, se registró un terremoto en la zona de Pontevedra, con una intensidad epicentral aproximada de VII (escala MSK). Por otra parte, unos 10 años antes, el 24 de noviembre de 1910 se registró un sismo de intensidad epicentral VII (escala MSK) en la zona de El Ferrol.

La presa fue diseñada según la metodología de la época. El sismo de proyecto para un periodo de retorno de 500 años en la zona de la ubicación de la presa corresponde a una intensidad de VI en la escala MSK o bien a una aceleración de 0,038g.

4.1.3. Hidromorfología del embalse

Debido a la configuración angosta y cerrada del valle del Eume en la zona, el embalse del río Eume se encuentra bastante adaptado al primitivo cauce, posee una longitud de 12,6 km y una anchura que varía espacialmente entre 200 y 800 m. La superficie es de 347 ha y el volumen de 123 hm^3.

La profundidad media es de 35,4 m y la máxima de 91 m en la proximidad de la presa.

El máximo nivel de explotación normal se sitúa en el labio fijo del aliviadero a cota 312,71m. El nivel mínimo de explotación está a la cota 250,64, siendo la carrera del embalse de 62,07 m, aunque en los últimos 20 años no se ha bajado de la cota 300,16 m (14-oct-1990), lo que equivale a una carrera real de 12,55 m.

Los elevados caudales del Eume mantienen el embalse muy renovado habitualmente. De acuerdo con la serie de datos consultada (1989-2009), el tiempo de residencia medio del agua en el embalse es de sólo 4,1 días. El tiempo máximo de residencia registrado fue de 10,36 días y el mínimo de 0,59 días (figura 4)

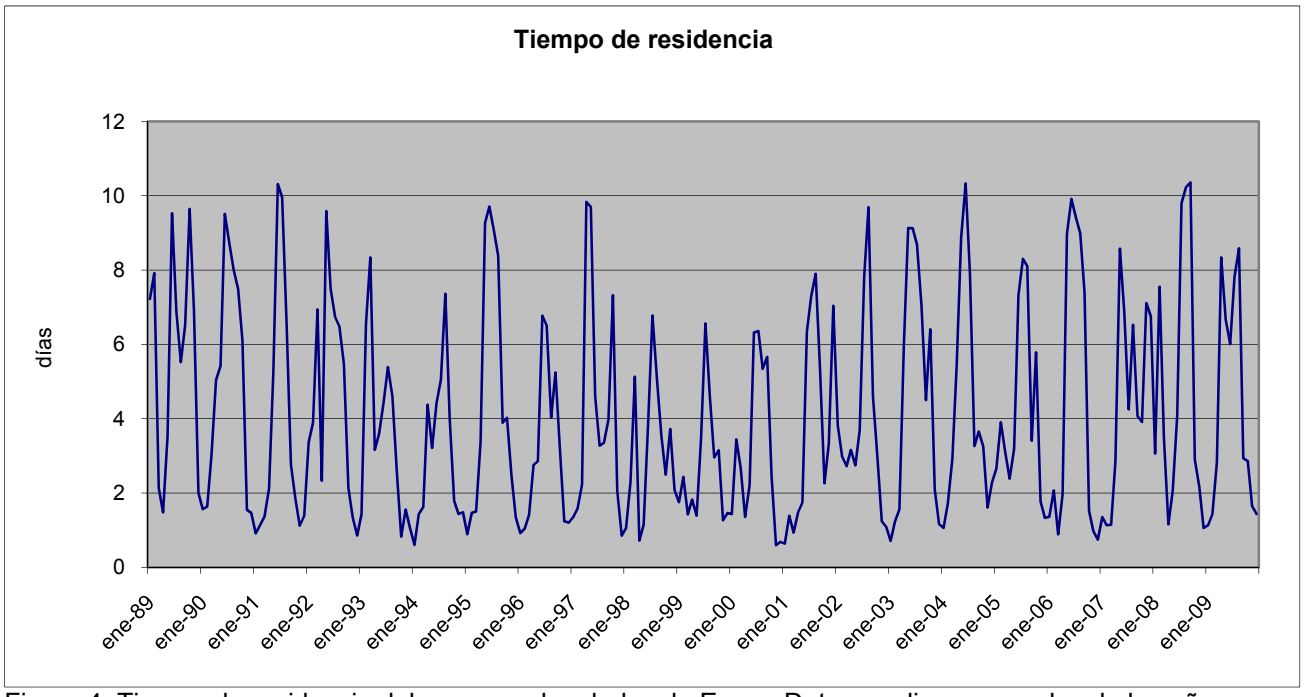


Figura 4. Tiempo de residencia del agua en el embalse de Eume. Datos medios mensuales de los años 1989-2009.

4.1.4. Características limnológicas

La información presentada en este apartado procede de datos de campo obtenidos de propio (junio y septiembre de 2009 y marzo de 2010), así como de los existentes en el "Plan de Vigilancia Ambiental del río Eume"; un estudio que lleva a cabo ENDESA cada 3 años y cuya última edición

corresponde a campañas realizadas en julio y septiembre de 2008)[1].

Todos los muestreos a los que se ha hecho referencia, se hicieron en la zona más profunda del embalse, sobre el primitivo cauce del Eume, a unos 150 m de la presa, y desde una embarcación. Se analizaron los parámetros siguientes:

- Con sonda multiparamétrica se tomaron medidas metro a metro a lo largo de la columna de agua de temperatura, turbidez, conductividad eléctrica, pH y oxígeno disuelto.
- Mediante botellas de muestreo se tomaron muestras de agua a varias profundidades, para su posterior análisis en el laboratorio. En concreto se llevaron a cabo las siguientes determinaciones: alcalinidad, calcio, magnesio, potasio, hierro, manganeso, zinc, silicatos, fosfatos y amonio.

En cuanto a la temperatura del agua, el embalse presenta estratificación térmica estival. El epilimnion se encuentra bien definido y tiene un grosor de entre 8 y 15 m. A partir de esa profundidad se extiende la termoclina con un gradiente continuo hasta los 60 m de profundidad. A ese nivel, la anomalía hidráulica provocada por la captación de las turbinas sobre los perfiles verticales realizados, provoca un cambio en la cadencia del gradiente, el cual continúa hasta el fondo (Figura 5).

Con relación a las condiciones de luz, las aguas son muy transparentes. La turbidez es muy baja y uniforme a lo largo de la columna de agua y es siempre ≤ a 2 NTU (Figura 5). La profundidad de visión del Disco de Secchi se encuentra entre 6 y 16 m, lo que corresponde también a aguas extraordinariamente transparentes (en embalses es muy infrecuente encontrar medidas del Disco de Secchi superiores a 5 m). Cabe indicar, no obstante que en 2008 el embalse del Eume sufrió un proceso de acidificación total como consecuencia de una serie de vertidos que tuvieron lugar en el río Chamoselo, afluente del Eume a la altura de As Pontes y que eliminó buena parte de las comunidades naturales acuáticas del propio Eume y del embalse, desde el plancton hasta los peces. Este hecho contribuyó sin duda a clarificar las aguas embalsadas.

Las aguas son muy poco mineralizadas de acuerdo con la naturaleza geológica de la cuenca (Paleozoico y rocas cristalofílicas). La conductividad es de 61-82 µS/cm y muy uniforme a lo largo del perfil vertical de la columna de agua (Figura 5). El pH es generalmente ácido y superior en las

[1] GESNA Estudis Ambientals SL, 2008. Plan de vigilancia ambiental del río Eume.

aguas superficiales (por efecto de la fotosíntesis, que secuestra CO2) que en las profundas, donde el cociente producción/respiración disminuye. El pH en superficie no suele llegar a 7, aunque ocasionalmente supera este valor, mientras que en las aguas profundas puede bajar a 5,5 (Figura 5). En el episodio de acidificación antes citado, el pH bajó hasta 4,0-4,5 unidades.

La tabla 12 muestra la dureza del agua en términos de concentración.

Tabla 12. Dureza del agua a diferentes profundidades en el embalse del Eume en julio y octubre de 2008.

Profundidad (m)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)
jul-08		
0	4,7	1,8
5	5,0	1,8
25	5,5	2,0
55	5,5	1,9
sep-08		
20	8,3	1,6
30	6,3	1,6
40	6,3	1,6
50	6,4	1,6
60	6,0	1,6
Rango	4,7-8,3	1,6-2,0
Media	6,0	1,7
Desv. Típica	1,1	0,2

Toda la columna de agua se encuentra bien oxigenada, tanto en la época de mezcla como en la de estratificación, con concentraciones que generalmente se encuentran en torno al 100 % de saturación. Con el embalse mezclado la concentración de oxígeno es, lógicamente, muy uniforme a lo largo de la columna de agua. Al inicio de la estratificación se produce un incremento en profundidad que acompaña al descenso de la temperatura. Al final del verano aparece un mínimo metalimnético (figura 5). En todos los casos, la anomalía hidráulica provocada por la aspiración de las turbinas va acompañada también de un leve descenso en la concentración de oxígeno que en ningún caso se encuentra por debajo de 6 mg/L (55% de saturación a 10 ºC de temperatura).

Desde un punto de vista trófico, el embalse es oligotrófico, es decir, tiene muy poca capacidad para generar biomasa planctónica. El factor más importante para mantener esta situación es el reducido tiempo de residencia, el cual se encuentra generalmente por debajo de los 10 días, lo que limita el desarrollo del plancton. Los indicadores que avalan esta situación trófica son los siguientes:

- Las aguas son muy transparentes (Profundidad de visión del Disco de Secchi entre 6 y 16

m. De acuerdo con el Índice de Carlson (TSI) calculado según el Disco de Secchi:

Trophic State Index (TSI) según DS = 60 - 14, 41.ln DS

estos valores se encontrarían entre 34 y 20, es decir en situación inequívoca de oligotrofia. (<40 = oligotrofia; 40-50 = mesotrofia; 50-70 eutrofia; > 70 hipereutrofia).

- Las aguas hipolimnéticas se encuentran siempre bien oxigenadas, lo cual es característico de masas de agua oligotróficas y profundas. Cuanto mayor es la profundidad, mayor es la reserva de oxígeno al inicio de la estratificación y menor es la probabilidad de que las aguas hipolimnéticas lleguen a situaciones de hipoxia o anoxia. Como el embalse de Eume es muy profundo (80-90 m) la reserva de oxígeno es muy importante, y si a esto se añade la escasa productividad biológica de sus aguas, se comprende que las aguas hipolimnéticas contengan permanentemente concentraciones elevadas de oxígeno disuelto.

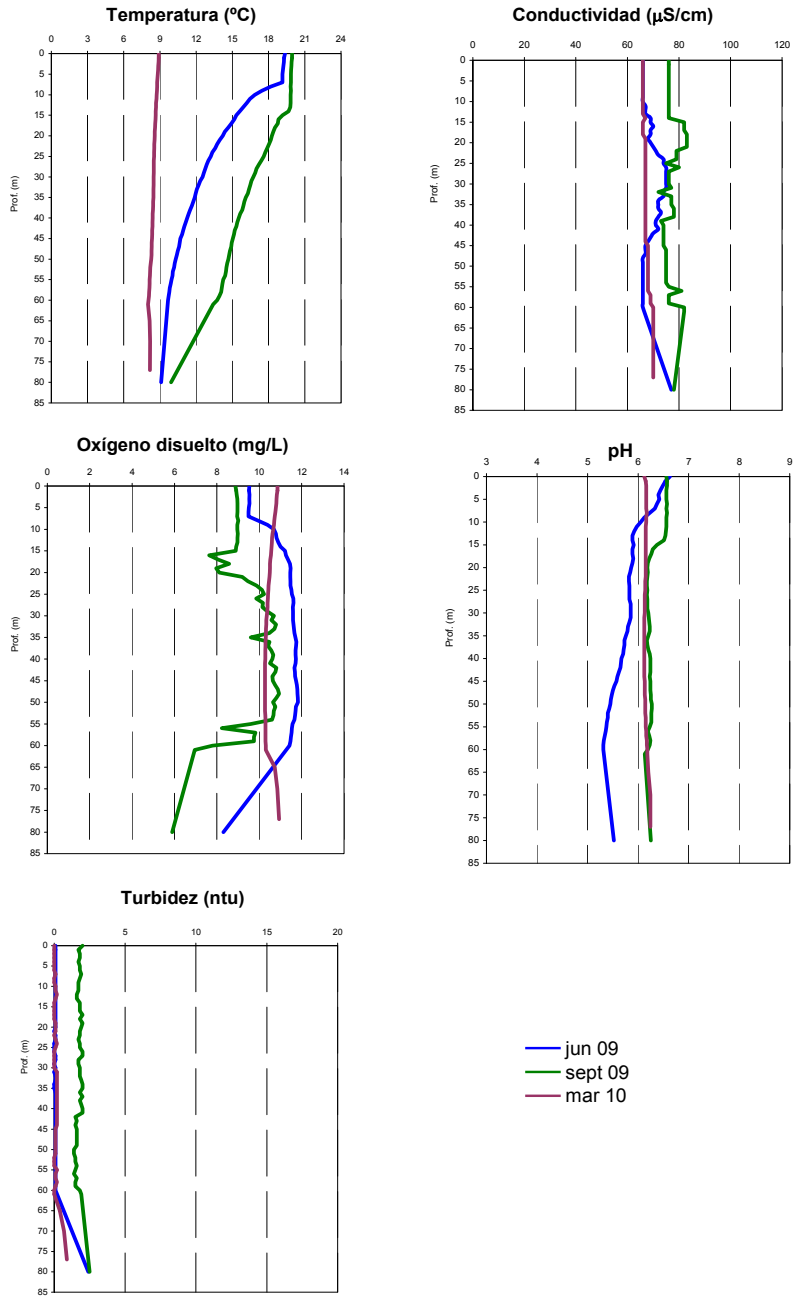


Figura 5. Gráficos del perfil limnológico del embalse de Eume en las campañas de junio y septiembre de 2009 y marzo de 2010.

- Plancton. Las concentraciones de fitoplancton son muy bajas y dominan taxones propios de ambientes oligo-mesotróficos como *Peridinium sp.* pl. (Dinoflagelado), *Radiococcus* (Clorofícea), *Isthmochloron* (Xantofícea) y *Pseudoanabaena* (Cianobacteria). El zooplancton es también escaso y formado por especies indicadoras de aguas oligo-mesotróficas con elevada tasa de renovación.

A nivel de microelementos, las aguas del embalse presentan contenidos bajos de metales disueltos, no superándose los valores de referencia establecidos en la legislación estatal vigente. Los resultados de los análisis de metales (Al y Zn) en la presa del Eume en 2008 se muestran en la tabla 13.

Tabla 13. Concentración en la columna de agua (µg/L) de Al, Fe, Mn y Zn en la presa de Eume en 2008. Los análisis se llevaron a cabo en los laboratorios de la CT As Pontes.

Profundidad (m)	Al (µg/L)	Fe (µg/L)	Mn (µg/L)	Zn (µg/L)
jul-08				
0	<300	<60	70,0	10,0
5	<300	<60	70,0	<10
55	<300	<60	70,0	<10
sep-08				
20	<300	<60	80,0	20,0
30	<300	<60	80,0	30,0
40	<300	<60	80,0	30,0
50	<300	<60	80,0	30,0
60	<300	<60	80,0	30,0
Rango	<300	<60	70-120	<10-430
Media	<300	<60	76,3	25,0
Desv. Típica	-	-	5,2	8,4

4.1.5. Sedimentos

El estudio de sedimentos del embalse se inició con una batimetría de la zona cercana a la presa (hasta 700 m aguas arriba de la presa) con una ecosonda GARMIN GPS MAP 520 S en junio de 2009.

De acuerdo con la batimetría se extrajeron 20 muestras de sedimento con una draga EKMAN (Figura 6) desde una embarcación para poder caracterizar su naturaleza organoléptica. De estas 20 muestras se escogieron las 5 que presentaron una textura y condiciones típicamente sedimentarias, pues en algunos casos, los sedimentos encontrados correspondían a ramas, hojarasca y materiales granulométricos gruesos. Los 5 puntos seleccionados (E1 a E5) se muestrearon en todas las campañas realizadas (junio y septiembre de 2009, y marzo de 2010). La situación de los puntos de muestreo se recoge en la figura 7.

Además, en octubre de 2010, con el fin de caracterizar con la mayor precisión posible los depósitos de sedimentos más próximos a la embocadura de los desagües de fondo, se muestrearon tres puntos más (EUM.01 a EUM.03).

Figura 6. Draga EKMAN utilizada para el muestreo de sedimento en el embalse del Eume

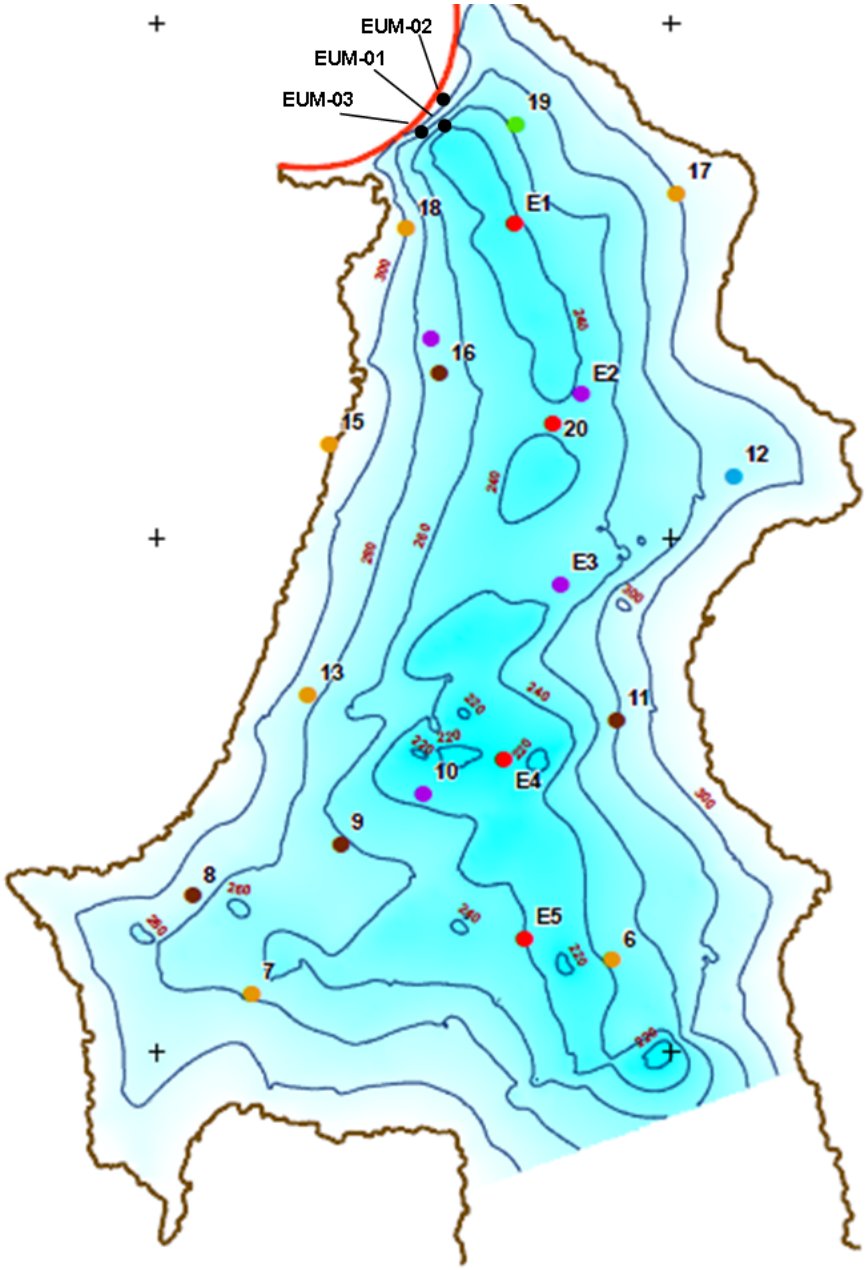


Figura 7. Distribución de los puntos de muestreo de sedimento en el embalse del Eume. E1-E5 son los 5 puntos cuyos sedimentos se analizaron en los tres muestreos (junio-septiembre, 2009; marzo 2010).

De acuerdo con los análisis visuales realizados, en la zona cercana a la presa existen tres tipos de sedimento:

- Sedimento arcilloso o limo-arcilloso sin restos vegetales en las partes más profundas del embalse, coincidentes con el lecho original del río (eje del embalse) y con menor pendiente.

Este sedimento, por su ubicación en el embalse es también el más movilizable.

- Sedimento con grumos de arcilla y restos vegetales en los taludes del embalse, a poca profundidad.

- Sedimento con gravas, arenas y restos vegetales en taludes con elevada pendiente

La heterogeneidad del sedimento responde a un patrón transversal de la cubeta del embalse; es decir de orilla a centro. Los sedimentos limosos y limo-arcillosos sin restos vegetales son homogéneos y más propios del eje del embalse.

De acuerdo con los análisis de las características físicas generales del sedimento muestreado en octubre de 2010 (Tabla 14; muestras EUM.01-EUM.03) se tienen los siguientes resultados:

- Domina la fracción fina (arcilla y limo). Las gravas, aunque en un porcentaje significativo en peso, son muy escasas en volumen. Esta composición del sedimento cercano a la presa es indicadora de la gran capacidad de decantación que posee el embalse a lo largo de su recorrido, explicada en parte por el mantenimiento de cotas altas y también por su elevada profundidad media.

- El contenido en materia orgánica se puede considerar bajo, lo que está de acuerdo con el estado oligotrófico del embalse. Este bajo contenido en materia orgánica del sedimento también supone que éste posee una escasa DBO5, lo que resulta relevante, pues es indicativo de que su eventual movilización no debería llevar asociados consumo de oxígeno disuelto significativos.

Tabla 14. Resultados de los análisis de las características generales del sedimento muestreado en octubre de 2010 en las proximidades de la toma de los desagües de fondo de la presa del embalse del Eume.

PARÁMETROS FÍSICOS		Unidades	EUM-01	EUM-02	EUM-03	Media	Clasificación U.S.D.A (Dpto Agricultura EE.UU)
pH	medida de pH		6,2	6,2	6,2	6,20	
Densidad	Densidad	g/cm3 MS	1,1	1,2	1,2	1,17	
M.O.	Materia Orgánica	% MS	17,9	12,7	18,6	16,40	
GRANULOMETRIA	Fracción (NEN) < 2 µm	% MS	49,0%	68,0%	41,0%	53%	Arcilla (<0,002 mm)
	Fracción (NEN) < 16 µm	% MS	10,0%	13,0%	9,0%	11%	Limo (0,05-0,002 mm)
	Fracción (NEN) < 63 µm	% MS	3,0%	0,0%	6,0%	3%	
	Fracción (NEN) < 90 µm	% MS	0,0%	1,0%	4,0%	2%	Arena Muy Fina (0,10-0,05 mm)
	Fracción (NEN) < 125 µm	% MS	0,0%	0,0%	1,0%	0%	
	Fracción (NEN) < 180 µm	% MS	0,0%	0,0%	1,0%	0%	Arena Fina (0,25-0,10 mm)
	Fracción (NEN) < 250 µm	% MS	0,0%	0,0%	0,0%	0%	
	Fracción (NEN) < 355 µm	% MS	0,0%	0,0%	1,0%	0%	Arena Media (0,5-0,25 mm)
	Fracción (NEN) < 500 µm	% MS	0,0%	0,0%	0,0%	0%	
	Fracción (NEN) < 1000 µm	% MS	0,0%	0,0%	1,0%	0%	Arena Gruesa (1,0-0,5 mm)
	Fracción (NEN) < 2000 µm	% MS	0,0%	0,0%	1,0%	0%	Arena Muy Gruesa (2,0-1,0 mm)
	Fracción (NEN) > 2000 µm	% MS	38,0%	18,0%	35,0%	30%	Gravas y Gravilla (>2 mm)

4.2. Río Eume aguas abajo de la presa

4.2.1. Características hidromorfológicas del cauce aguas abajo

El tramo de río Eume comprendido entre la presa del embalse del Eume y la Ría de Ares tiene una longitud de unos 16 km y una pendiente media de 17,3 ‰. La anchura del cauce oscila generalmente entre 10 y 20 m, si bien la lámina de agua, en la parte inicial puede quedarse en los 2-5 m en algunos puntos.

El cauce, muy encajado y levemente sinuoso, consiste en una sucesión de rápidos (con algún salto), balsas y tablas. Los rápidos y las balsas dominan en los sectores con mayor pendiente (parte superior del tramo) y las tablas en los de menor pendiente. El sustrato esta formado por materiales graníticos, muy lavados y dominado por clases granulométricas gruesas (decimétricas) o muy gruesas (grandes rocas). Los limos y las gravas se encuentran limitados a zonas muy concretas donde puede producirse una cierta decantación. El cauce, en su gran parte, se encuentra poblado por un frondoso y bien conservado bosque de galería constituido por alisos, sauces (varias especies), avellanos, fresnos y abedules.

Figura 8. Imágenes representativas del río Eume aguas abajo de la presa de Eume

Entre la presa y la ría se puede, no obstante, distinguir dos sectores hidromorfológicamente diferenciables:

- **Sector comprendido entre la presa del embalse del Eume y la central hidroeléctrica**

del Eume.

Posee 3,4 km de longitud y una pendiente media del 50,2 ‰. En sus primeros 1,4 km, el cauce es particularmente abrupto y encañonado, y se encuentra muy descubierto ya que, por su naturaleza rocosa (roca madre), es poco apto para el desarrollo de la vegetación ribereña. Los 2 km siguientes hasta la central ya corren muy emboscados debido a que los materiales del cauce, con granulometría algo menor, son ya más apropiados para el asentamiento del bosque en galería y las vertientes, así como la pendiente longitudinal, son menos abruptas. Además, la regulación del caudal ha permitido que la vegetación de ribera avance sobre el cauce, cubriéndolo casi totalmente en algunas zonas. En este sector el caudal mínimo es aportado por una de las válvulas de los desagües de fondo de la presa. Este caudal río abajo, es continuo y permanente, y se va incrementando por las aportaciones de pequeños torrentes laterales permanentes, así como por otras aportaciones temporales de la cuenca vertiente propia, que se encuentra en un área particularmente lluviosa (> 1.800 mm/año).

También este sector recibe aportaciones puntuales muy importantes cuando se producen vertidos por los aliviaderos de la presa de Eume; así en la serie hidrológica de 20 años consultada (1989-2009, ver figura.9), la mayor punta de caudal llegó a 235 m^3/s en enero de 2001. Estos vertidos son más frecuentes e importantes en invierno (se dan en diciembre, enero y febrero en el 61% de los casos) aunque también se han producido algunos registros notables en primavera y otoño (el 31% de los casos). De junio a septiembre, ambos incluidos, no se ha registrado ningún vertido en toda la serie consultada.

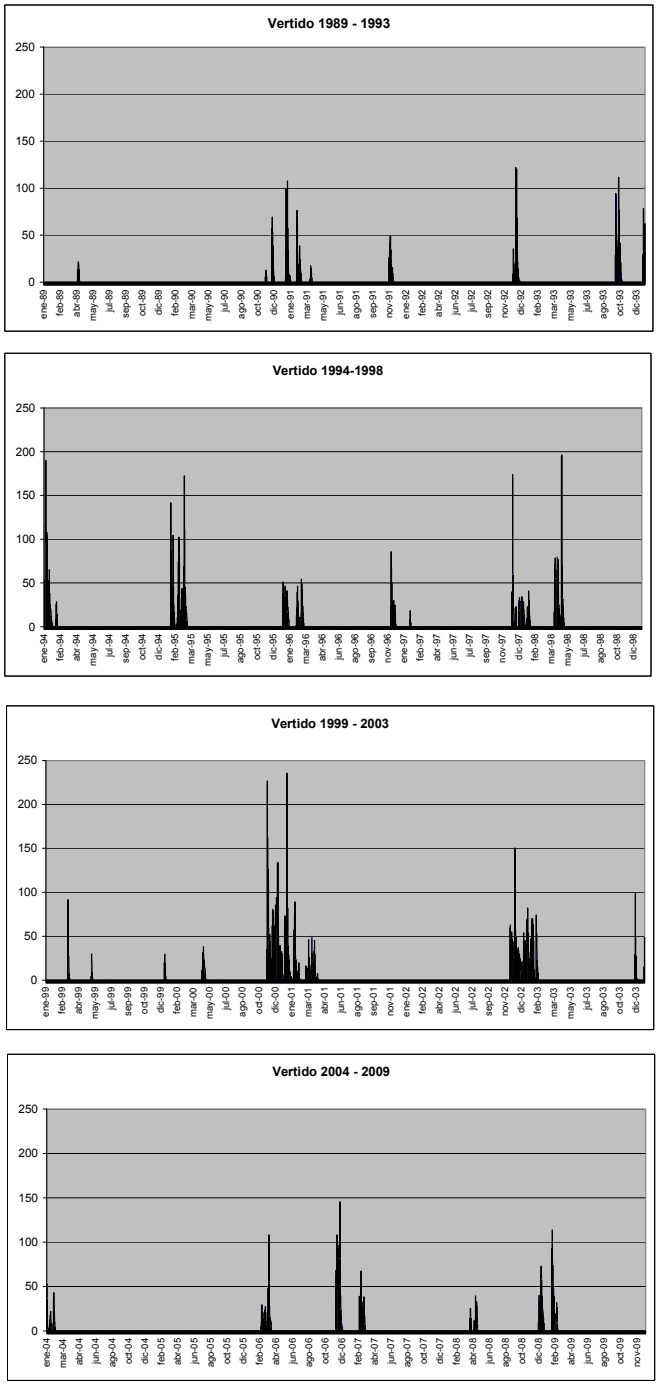


Figura 9. Caudal vertido por aliviadero en el embalse del Eume. Años 1989-2009

- **Sector comprendido entre la central hidroeléctrica del Eume y la Ría de Ares**.

Posee 9,15 km de longitud y una pendiente media de 6,2‰. El caudal aportado por la central mantiene una configuración hidromorfológica próxima a las condiciones naturales. Esto resulta

favorecido por la estrechez del valle, que confina la vena de agua, y se mantiene el trazado original. Por otro lado, el régimen de turbinación mantiene un ritmo que reproduce el rango natural más probable de caudales circulantes en el río, con caudales máximos del orden de 26 m^3/s y mínimos de unos 4 m^3/s. Los caudales vertidos por aliviadero, sumados a los turbinados, han llegado a 266 m^3/s en enero de 2001 (ver figura 10). Estos caudales, que siempre coinciden con las épocas de mayor turbinación, cumplen adecuadamente su papel de caudales generadores del cauce.

A lo largo de este sector se encuentran 3 azudes poco importantes. El primero a 2,14 km de la central, el segundo a 3,99 km. de la central y el tercero a 7,22 km. de la central.

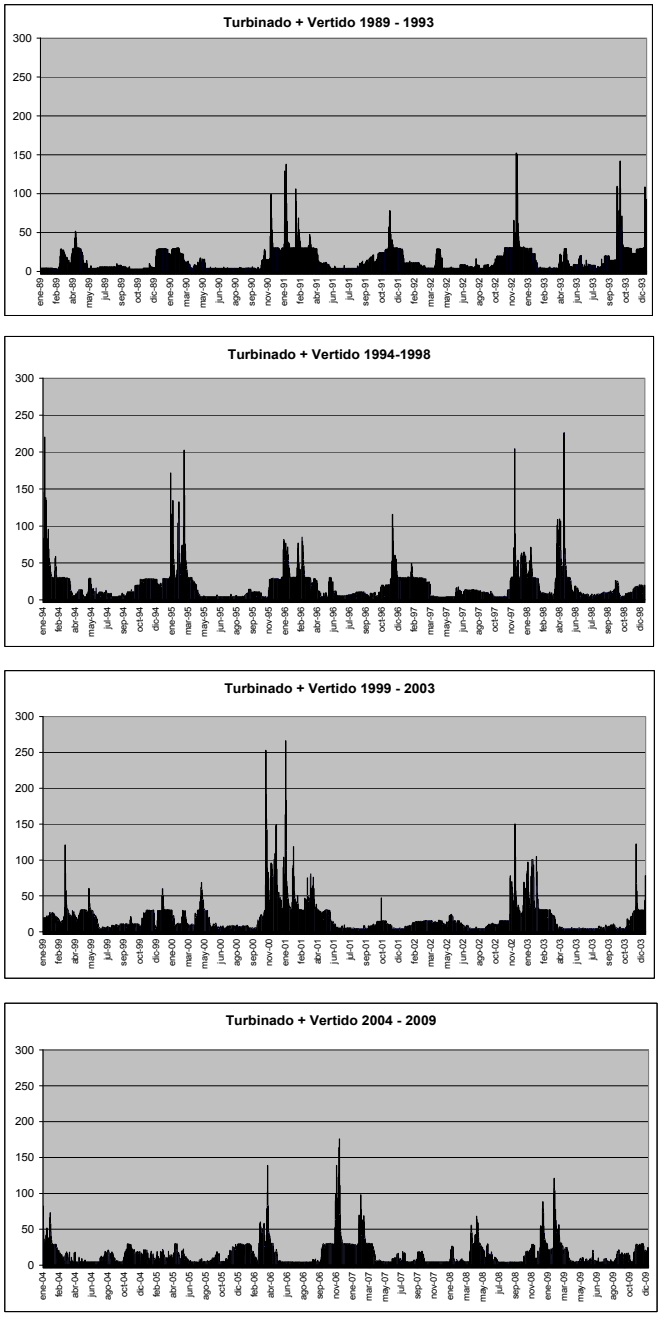


Figura 10. Caudal vertido por aliviadero más turbinado aguas abajo de la Central Hidroeléctrica. Años 1989-2009

4.2.2. Características limnológicas

A continuación se exponen las principales características limnológicas de los dos sectores diferenciados en el río Eume entra la presa y la ría.

- **Sector comprendido entre la presa del embalse del Eume y la central hidroeléctrica del Eume.**

Los datos sobre calidad físico-química y biológica de este tramo de río, se obtuvieron en mayo de 2010.

Las aguas de este sector son frías (10-16 ºC en mayo de 2010), transparentes (<5 NTU), poco mineralizadas (63,8-72,6 µS/cm), prácticamente básicas (pH = 6,9), bien oxigenadas (saturación>100 %) y con concentraciones muy bajas de amonio (< 0,15 mg/l).

En cuanto a la fauna bentónica de invertebrados, se califica a este sector como bueno o muy bueno (IBMWP entre 92 y 122), excepto en la zona situada inmediatamente bajo la presa, donde la simplificación del hábitat restringe la vida a unas pocas especies. En esa zona el IBMWP es de 44, que correspondería a estado moderado.

La comunidad de peces presente en el tramo está formada por grupos de panchos (*Chondrostoma duriense*) y escalos (*Squalus carolitertii*) que se encuentran en el río inmediatamente aguas abajo de la presa. A unos 350 m más aguas abajo también se observaron adultos y alevines de trucha (*Salmo trutta*).

Cabe indicar que en el viejo azud existente al pie de presa, se identificó la presencia de tritón ibérico (*Triturus boscai*), también presente en otros puntos del primer sector, junto con rana verde común (*Rana perezi*) y sapo común (*Bufo bufo*). A nivel de mamíferos cabe destacar la existencia de rastros (excrementos) de nutria (*Lutra lutra*).

- **Sector comprendido entre la central hidroeléctrica del Eume y la Ría de Ares.**

Los datos presentados sobre este sector se remiten a los estudios realizados dentro del Plan de Vigilancia Ambiental del Eume, en su última edición (año 2008; julio y septiembre) referidos a la zona del Coto de Ombre.

Las aguas de este sector son también frías (12,8-14,4 ºC en julio y septiembre respectivamente) debido a que llegan hasta la central del Eume desde el fondo del embalse, mediante una conducción enterrada. Son agua transparentes (<3 NTU), poco mineralizadas (67-96 µS/cm), bien oxigenadas (saturación en torno al 100 %) y con concentraciones muy bajas de amonio (<0,05 mg/L).

No se dispone de datos obtenidos de propio sobre las concentraciones en el agua, de

microelementos para este sector. No obstante, existen los análisis de control periódico que ENDESA realiza dentro del protocolo de seguimiento ambiental de la CT As Pontes. Los resultados disponibles desde 2008, con 3 campañas al año (febrero, junio y octubre), en el punto de muestreo de referencia CT-MR-7 ubicado inmediatamente aguas abajo de la CH Eume, no presentan ningún valor que supere la tabla A1 del RD 927/1988 sobre calidad de agua exigible para la producción de agua potable.

El índice de poluosensibilidad (IPS) calculado mediante las diatomeas epilíticas (fitobentos) es de 20, lo que corresponde a la categoría de "Muy buen estado".

La fauna bentónica de invertebrados califica a este sector como bueno en julio y moderado en septiembre (IBMWP entre 62 y 43). Probablemente, estos valores más bajos que los del sector situado aguas arriba de la Central, se deban a que los primeros corresponden al año 2008, en pleno episodio de acidificación del embalse y de todo el tramo inferior del Eume, como consecuencia del vertido antes indicado en el río Chamoselo. Por el contrario, los datos del primer sector debajo de la presa corresponden a mayo de 2010, tal y como también ya se ha indicado.

Entre los peces aparece la trucha (*Salmo trutta*) y la anguila (*Anguilla anguilla*). La trucha en este tramo llega a tamaños de 30 cm, muestra una distribución de tallas equilibrada y presenta un factor de condición propio de poblaciones sin anomalías alimentarias.

Atendiendo a los objetivos de calidad para el río Eume que vienen establecidos en el Anexo VIII del Plan Hidrológico de Galicia-Costa, de Julio de 2010, elaborado por la Demarcación Hidrográfica de Galicia, se han elaborado las tablas 15 y 16.

Tabla 15: Valores objetivo para los indicadores físico-químico generales no variables por tipología (Fuente: extraído de la tabla 3. Umbral "bueno/moderado" para los indicadores fisicoquímicos generales no variables por tipología del anexo VIII del Plan Hidrológico Galicia-Costa)

Variable	Umbral de incumplimiento para el buen estado	
	Menor que	Mayor que
Temperatura (ºC)		24
Saturación de oxígeno (%)	60	
Nitrato (mg NO_3^-/l)		20
Amonio (mg NH_4^+/l)		0,5
Demanda Biológica de Oxígeno 5 días (mg/l)		5
Fósforo total (mg/l)		0,4
Ortofosfatos (mg PO_4^{-3}/l)		0,7

Tabla 16: Valores objetivo para los indicadores físico-químico para microelementos (Fuente: extraído de la tabla 7. Umbral "bueno/moderado" según el RD 995/2000 para los indicadores fisicoquímicos "otros contaminantes específicos en aguas continentales": sustancias preferentes no reguladas por la Directiva 105/2008/CE del anexo VIII del Plan Hidrológico Galicia-Costa)

Elemento de calidad	Microelementos (µg/l)		Umbral
Lista II Preferente del anexo IV del Reglamento de la Planificación Hidrológica para los que no existan normas europeas de calidad.	Metales y metaloides	Arsénico total	50
		Cobre disuelto	22
		Cromo total disuelto	50
		Selenio disuelto	1
		Zinc total	200

Los umbrales recogidos en las tablas 15 y 16 no se superan ni en el embalse, ni en las aguas salientes ni en el tramo aguas abajo de la presa del Eume.

4.2.3. Usos del río

Con arreglo a la información que se extrae del capítulo 3 "Descripción de Usos, Demandas y Presiones" del Plan Hidrológico de Galicia Costa, los principales usos en el sistema de extracción 13 "Río Eume y Ría de Ares" son los siguientes:

- Domésticos
- Turismo y ocio (pesca)
- Regadío y usos agrarios
- Ganadería
- Industrial para la producción de energía eléctrica (centrales hidroeléctricas)

4.3. Espacios naturales protegidos (P.N. Fragas do Eume)

El embalse del Eume y el tramo de río aguas abajo del embalse se encuentran incluidos en el Parque Natural Fragas do Eume. Abarca 9.126 ha en las riberas del río Eume, concretamente los concejos de Cabañas, A Capela, Monfero, Puentedeume y Puentes de García Rodríguez, todos ellos de la provincia de La Coruña. El Parque está también declarado como:

- Lugar de Interés Comunitario (LIC), coincidiendo sus límites con los del parque natural.

- Zona de Especial Protección de los Valores Naturales.

Posee 9 Hábitats de Interés Comunitario (Natura 2000). Uno de ellos es potencialmente afectable por el proyecto: Bosques aluviales de *Alnus glutinosa* y *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae*).

El espacio protegido incluye también dentro de sus límites, total o parcialmente, a dos Puntos de Interés Geológico: "C-104 Ría de Ares", que afecta a la morfología del valle del Eume, incluido Caaveiro; y "C-20 Embalse del Eume", que subraya la morfología y el metamorfismo de contacto entre las pizarras ordovícicas y los granitos de Forgoselo. El tramo aguas abajo de la presa del embalse de Eume está catalogado como Reserva Natural dentro del Parque natural.

4.4. Ría de Ares

La ría de Ares es una de las 12 rías gallegas que conforman las Rías Altas y una de las cuatro que forman el golfo Ártabro. Se encuentra en la provincia de La Coruña, y baña los concellos de Ares, Cabanas, Fene y Pontedeume.

La ría de Ares se une a la altura de la punta Carboeria con la ría de Betanzos, formando la Ría de Ares – Betanzos. En la ría de Betanzos desaguan los ríos Mandeo y Lambre, mientras que en la Ría de Ares, desemboca el río Eume.

4.4.1. Características generales de la ría

La ría de Ares (Figura 11) tiene una longitud de aproximadamente 6 kilómetros, si se incluye el estuario del río Eume, y de aproximadamente 3 km, si se considera solamente la ría propiamente dicha. Su anchura es variable, entre 1 y 2 km, aproximadamente. El factor fluvial es el principal agente formador de la ría, correspondiéndose ésta con la parte inferior del río inundada por el mar.

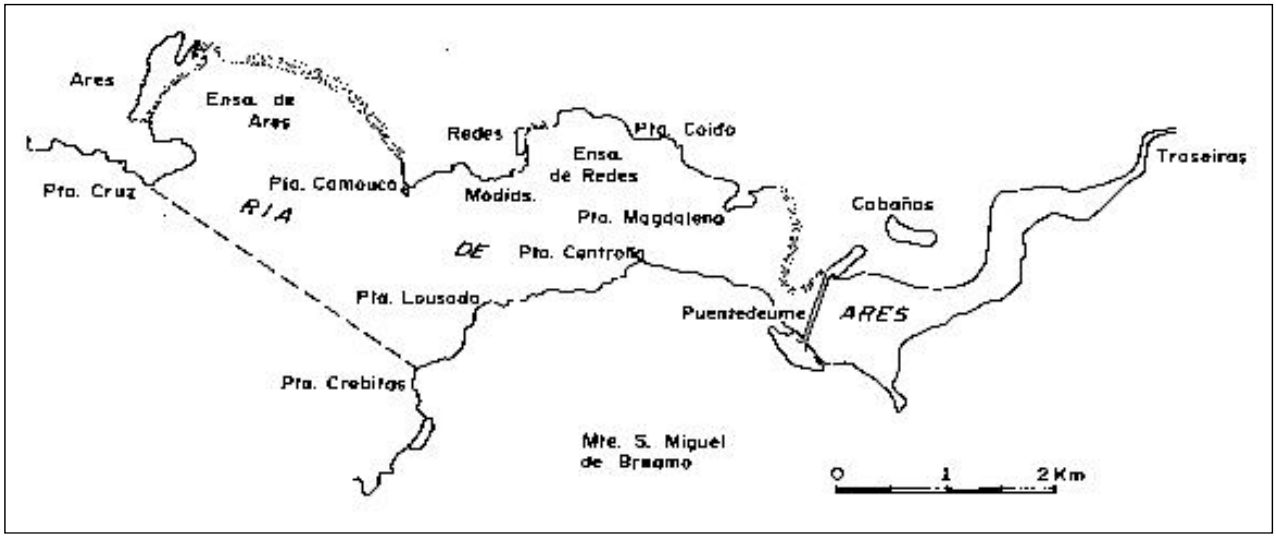


Figura 11: Límites de la ría de Ares. (Fuente: Morfología litoral y sedimentación actual de la ría de Ares (Fuente: Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe, 1982. Universidade da Coruña)

Las principales características morfológicas de la ría son las siguientes:

- La costa norte, marcadamente sinuosa por la presencia de las ensenadas de Ares y Redes, con un sensible retroceso costero a través de procesos tectónicos y muy especialmente de mecanismos de erosión subaérea.

- La costa sur de Centroña, sensiblemente convexa, con entrantes y salientes poco marcados y extendida a lo largo de un frente acantilado y apenas articulado.

- La ensenada de Ares, localizada a la entrada de la ría, en el extremo oeste, conformada por un amplio espacio costero que comprende tres grandes playas asociadas a dunas: Raso, Seselle y Ares, separadas por estrechos salientes costeros de esquistos alterados y sobre todo rocas cuarcíticas más resistentes a la desagregación. Un conjunto de pequeños arroyos, algunos muy ramificados y con relativamente fuertes acumulaciones detríticas en

los cauces, descienden hacia las playas.

La distribución de los sedimentos en la ría se ajusta a un medio hidrodinámico influenciado más por las corrientes de marea y de deriva litoral que por aquellas procedentes del fuerte oleaje de mar abierto. Los cordones litorales arenosos de las ensenadas de Ares y Redes son numerosos y aparecen cortados por salientes de acantilados bajos. Los materiales playeros y dunares proceden tanto de aportes marinos como de acarreos continentales.

Los fondos de la ría evidencian un sólo elemento topográfico: los bancos de arena poco profundos, inferiores a 10 metros, algunos descubiertos en marea media y bajamar, mostrando un marcado descenso del nivel hacia la desembocadura de la ría.

De acuerdo con la carta náutica del Instituto de la Marina Española, la profundidad del agua en la boca de la ría es de 10 a 11 metros, y de 7 a 8 metros en la zona ubicada entre la ensenada de Ares y Punta Crebites, reduciéndose paulatinamente hacia el interior y las márgenes de la ría.

El patrón básico de circulación dentro de la ría se debe a la diferencia de densidad entre el agua que fluye del río por superficie y el agua salina más densa que avanza ría arriba por el fondo. La importancia directa de las mareas en el intercambio de agua entre la ría y la plataforma continental es pequeña (la amplitud de las mareas en esta zona es de aproximadamente 2 metros; régimen mesomareal). Sin embargo, sí promueve la mezcla, que de este modo reduce la diferencia de salinidad entre las capas y aumenta el volumen de agua intercambiada.

4.4.2. Estado ambiental de la ría de Ares

Los programas de control del estado de las masas de agua superficiales establecidos en la Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa, de acuerdo con la Directiva Marco del Agua y la legislación estatal que la traspone, son los siguientes:

- Programa de Vigilancia
- Programa de Control Operativo
- Programa de Zonas Protegidas.

El diseño del Programa de Vigilancia en las masas de agua de transición y costeras se efectuó bajo los siguientes criterios:

- Efectuar un control en un número suficiente de masas para realizar una valoración del

estado de las aguas en general.

- Situar las estaciones aprovechando, siempre que fuera posible, las redes de calidad de las aguas para moluscos del Intecmar (Instituto Tecnológico para el Control del Medio Marino de Galicia) o las radiales del IEO (Instituto Español de Oceanografía).
- Tener en cuenta los nuevos ajustes de tipologías y delimitación de las masas de agua costeras y de transición llevados a cabo en la Demarcación.

En la actualidad el Programa de Vigilancia existente en las masas de agua de transición está formado por un total de 44 estaciones, entre las cuales hay dos en Pontedeume, con los siguientes códigos de estación y coordenadas de ubicación:

TW-38-05; X = 567.508, Y = 4.807.073

TW-38-10; X = 568.865, Y = 4.807.338

Según establece el Plan Hidrológico de Galicia Costa, el estado ecológico de la ría de Ares es el que se muestra en la tabla 17.

Tabla 17: Diagnóstico del estado ecológico y químico en la Ría de Ares (Fuente: Plan Hidrológico Galicia - Costa, Capítulo 8. Diagnóstico del cumplimiento de los objetivos medioambientales, 2010)

Masa de agua	Estado Ecológico	Causa del incumplimiento ecológico	Estado químico	Causa del incumplimiento del estado químico	Estado total
Transición: Eume (Pontedeume)	Muy bueno		No valorado		Bueno
Costera: Ares	Moderado	Turbidez y sólidos en suspensión	Malo	Plomo Mercurio	Malo

La ley 9/2010, de 4 de noviembre, de aguas de Galicia (DOG Nº 222, 18 de noviembre de 2010)[2], en su anexo II establece los objetivos mínimos de calidad de las aguas en las rías de Galicia.

[2] Esta ley entra en vigor el 18 de diciembre de 2010.

Los objetivos de calidad de las aguas de la ría establecidos en esta ley en cuanto a los microelementos se recogen en la tabla 18.

Tabla 18: Sustancias a analizar para la valoración de los microelementos, biocidas y VOCs (Fuente: disposición adicional 9ª de la Ley de Costas modificada por la Ley 42/2007)

Grupo	Parámetro	Objetivo de calidad en aguas µg/L(A)	Objetivo de calidad en sedimentos y biota
Metales y Metaloides	Arsénico	25	N.A.S.(B)
	Cobre	25	N.A.S.
	Selenio	10	N.A.S.
	Cromo VI	5	N.A.S.
	Zinc	60	N.A.S.
Biocidas	Terbutilazina	1	
VOCs	Tolueno	50	
	Xileno	30	
	Etilbenceno	30	
	1,1,1-Tricloroetano	100	

Notas:

(A). Concentración media anual calculada como la media aritmética de los valores medidos durante un año. El 75 % de las muestras recogidas durante un año no excederán los objetivos de calidad. Los valores encontrados no podrán sobrepasar en más del 50 % el valor del objetivo de calidad. Cuando la concentración sea inferior al límite de cuantificación, para calcular la media, se utilizará el límite de cuantificación entre dos. Si todas las medidas en un punto durante un año son inferiores al límite de cuantificación, no será necesario calcular la media; se considerará que se cumple la norma de calidad.

(B). N.A.S.: La concentración del contaminante no deberá aumentar significativamente con el tiempo.

4.4.3. Usos de la ría de Ares

La estructura económica de los municipios localizados en la ría de Ares muestra que el sector Servicios es el predominante en la zona, estando éste enfocado principalmente al turismo de mar y playa. La actividad pesquera es el sector de menor presencia en la zona, al menos en lo que a

población activa se refiere (Tabla 19).

Tabla 19: Comparación de la actividad por sectores en los concellos de la ría de Ares (Fuente: Instituto Galego de Estadística, 2010. URS)

Afiliación por sectores	Ares		Pontedeume		Cabanas		Fene	
	Personas	%	Personas	%	Personas	%	Personas	%
Agricultura y pesca	56	4	101	3	27	3	135	3
Industria	292	20	496	17	165	17	1.040	22
Construcción	205	14	365	12	168	17	555	12
Servicios	942	63	1.969	67	627	64	2.948	63
Total	1.495		987		987		4.678	

En la ría de Ares existen tres puertos pesqueros, que se reparten entre los Concellos de Ares y Pontedume. En Ares existen dos puertos pesqueros, en las parroquias de Ares y Redes, mientras que en Pontedeume existe uno, en la parroquia de Santiago de Pontedeume.

El mayor de los tres puertos es el de Ares, situado en el fondo de la ensenada, con 222 plazas de amarre y un muelle de espera. El puerto de Redes es pequeño. El puerto de Pontedeume, situado al fondo de la ría, sólo acoge barcos de poco calado o susceptibles de quedar en seco en bajamar.

No existen lonjas de pescado en la Ría de Ares, por lo que la pesca en la ría se descarga principalmente en las lonjas de Sada y A Coruña. Los datos sobre capturas de pesca en estas lonjas no están desglosados según su procedencia, por lo que no hay datos disponibles sobre la cantidad y tipos de peces que se capturan en la ría. Asimismo, en la localidad de Ares existe un almacén donde se descarga y almacena pescado y marisco para su transporte a otras lonjas de la zona, pero su procedencia también es diversa.

El sector pesquero ha ido perdiendo actividad en el ámbito de la ría de Ares, aunque logra mantenerse gracias al marisqueo. La única lonja que existe en la ría, la Cofradía de Pescadores de Pontedeume, es exclusiva para mariscos y, en concreto, dispone de 19 licencias de marisqueo a pie dedicadas fundamentalmente a la almeja y al berberecho. En la siguiente tabla se muestra la evolución del las ventas de marisco en la zona en los últimos 3 años hasta 2009.

Tabla 20: Evolución de las capturas en Pontedeume. (Fuente: Xunta de Galicia. Consellería do Mar, 2010. URS)

Lonja Pontedeume	2007		2008		2009	
	Kilos	Importe €	Kilos	Importe €	Kilos	Importe €
Almeja babosa	2.006,51	30.383,32	1.440,28	16.020,53	267,86	2.446,29
Almeja fina	8.427,11	175.519,62	7.377,04	130.604,71	2.849,43	49.216,67
Almeja japonesa	16.094,17	126.969,17	18.932,10	141.913,64	12.940,91	89.602,79
Berberecho	2.361,20	10.542,22	2.753,44	5.957,83	288,78	724,28
Total	**28.888,99**	**343.414,33**	**30.502,86**	**294.496,71**	**16.346,98**	**141.990,03**

5. ANÁLISIS DE EFECTOS AMBIENTALES

5.1. Ámbito del estudio

El presente estudio de efectos ambientales, de acuerdo con la descripción del medio llevada a cabo en los apartados anteriores, abarca el siguiente territorio y sistemas:

- Embalse del Eume en las proximidades de la presa
- Medio atmosférico en torno a la presa del Eume
- Río Eume hasta el inicio de la Ría de Ares
- Ría de Ares hasta el puente de la autopista (“A Pillada”)

Este ámbito espacial es el que acoge los potenciales efectos de las acciones del proyecto analizado.

5.2. Descripción de los efectos de las acciones del proyecto sobre el medio

En este apartado se describen las acciones del proyecto con efecto significativo, se describen las interacciones significativas y se valoran los efectos acumulativos.

5.2.1. Identificación de las acciones del proyecto con efecto significativo

La matriz de la tabla 21 recoge las interacciones posibles entre 14 acciones del proyecto y 27 componentes del medio afectables. El número de interacciones posibles es de 128, de las cuales 44 son significativas y de signo negativo, 12 son también significativas pero de signo positivo y el

resto (72) se han calificado como no significativas (60 negativas y 12 positivas).

Mediante esta matriz, se consigue cribar los efectos reales del proyecto, centrando sobre ellos tanto la cuantificación de su efecto ambiental, como las posibles medidas de adecuación ambiental.

Tabla 21. Acciones con efecto significativo y sus interacciones.

COMPONENTES DEL MEDIO	ACCIONES	Atmósfera		Medio acuático embalse					Medio acuático río					Medio acuática ría				Medio terrestre y ribera		Medio socioeconómico y perceptual								
		Ruidos	Emisiones	Físico-química del agua	Sedimentos	Plancton	Zoobentos	Peces	Hidromorfología	Físico-química del agua	Materiales del cauce y sedimentos	Fito y zoobentos	Peces	Físico-química del agua	Sedimentos	Fito y zoobentos	Peces	Vegetación	Fauna	Paisaje y usos recreativos	Espacios naturales (valor de conservación)	Condiciones de sosiego	Usos consuntivos del agua	Pesca fluvial	Pesca de ría y marisqueo	Vías de comunicación e infraestructuras	Aprovechamiento hidroeléctrico
	Transporte de equipos y maquinaria	-2	-2																	-1		-2				-2	-2
	Instalación de todos los equipos de obra	-2	-2	-1						-1									-1	-2	-1	-2				-1	-1
	Parque de maquinaria, equipos y edificaciones auxiliares																			-1		-1					
	Obras sobre el paramento de presa (andamiaje, sifón,...)	-2	-1	-1						-1									-1	-1							-1
	Retirada y reubicación de sedimentos en el embalse			-2	-1	-1	-1	-1																			
	Trabajos de colocación del escudo aguas arriba	-1																									
	Demolición de equipos y válvulas antiguas de desagüe	-2	-1							-1		-1	-1							-1		-2					
	Limpieza de sedimentos en los conductos de desagüe	-1								-2	-1	-1	-1	-1	-1					-2	-1		-1	-1			
	Instalación y montaje de nuevos equipos	-1								-1		-1	-1														-1
	Posibles vertidos y derrames accidentales			-2		-2	-2	-2		-2		-2	-2	-2		-1	-1		-2	-2	-2		-2		-1		-2
	Gestión de escombros y restos de obra	-1	-1							-1								-1	-1	-2	-2						
	Pruebas preliminares de desagüe hasta 2,8 m^3/s									-2	-1	-1	-2	-1				1	1	1	1		-1	-1		1	-1
	Pruebas de desagüe hasta			1	1				-2	-2	-2	-2	-2	-2	1	-1		-2	-2	-2	-2		-2	-2			-2

Las acciones del proyecto que causan un mayor número de efectos significativos sobre el medio son las siguientes:

- Posibles vertidos y derrames accidentales.
- Pruebas de desagüe hasta 51,6 m^3/s
- Puesta en explotación de los desagües de fondo

Por su parte, los componentes del medio que reciben el mayor número de afectaciones significativas son:

- El paisaje y los usos recreativos
- La físico-química del agua
- La emisión de ruidos

Este primer análisis no evalúa efectos ambientales sino numero de efectos significativos, con independencia de su magnitud y alcance. Los resultados parecen justificables, dada la transversalidad de las 3 acciones del proyecto indicadas sobre el medio y en el caso de los componentes afectables, también parece lógico que el paisaje y los usos recreativos, junto con los ruidos aparezcan entre los más afectables en un paraje como el de la zona de proyecto, y que la físico-química del agua del río sea uno de los componentes más sensibles dada la condición de receptor final de buena parte de efectos que asumirá el ecosistema fluvial y que se pueden manifestar, en primera instancia, mediante cambios en la calidad del agua.

5.2.2. Descripción de las interacciones significativas

En el presente subapartado se describen las acciones que se han identificado como significativas en la matriz de la tabla 21.

5.2.2.1. Acciones del proyecto sobre el medio atmosférico.

Toda obra de cierta entidad genera una serie de acciones con efectos sobre el medio atmosférico, a través de las emisiones de ruidos, gases y partículas, asociadas a la maquinaria empleada y, en general a las actividades del personal de obra. Se trata, en todo caso de efectos temporales que

admiten medidas preventivas eficaces.

La circulación y funcionamiento de la maquinaria de obra y de los vehículos empleados durante esta fase para el transporte de materiales y personal, instalación de equipos, así como las obra en el paramento de la presa para las instalación del "by-pass" y la demolición de equipos y válvulas antiguas de desagüe generarán un aumento de los niveles de ruido de la zona (ver anejo 1 del presente documento).

Estos equipos (grúas, bulldozers, camiones, etc.) pueden producir ruidos en torno a los 100dB(A). En la siguiente tabla se muestran, a modo orientativo, los niveles de presión sonora que pueden generar los distintos equipos de construcción medidos a una distancia de 10 m del equipo:

Tabla 22: Niveles de presión sonora medido a 10 metros de los equipos de construcción (Fuente: FGUA, 2002 y http://www.cdc.gov, 2008).

Equipo de construcción	Niveles de presión sonora dB(A) (medidos a 10 m del equipo)
Bombas	60-80
Camiones	65-87
Cargadoras	70-91
Compresores	60-82
Elevadores	60-98
Generadores	70-91
Grúas	62-90
Martillos pilotes	70-105
Mezcladores	62-90
Taladradores	60-110
Tractores	70-80
Sierras	70-100
Volquetes	62-92

En cualquier caso el ruido siempre estará producido por el funcionamiento de elementos mecánicos. En ningún caso se producirán voladuras.

Todas las acciones que incluyan el uso de vehículos y maquinaria producirán emisiones a la atmósfera en forma de gases de combustión y también de polvo. El polvo estará asociado a la

circulación de vehículos, al transporte de materiales, como por ejemplo cemento y también a las obras de demolición.

5.2.2.2. Acciones del proyecto sobre el medio acuático

Las acciones del proyecto producirán efectos, o riesgo de ellos, en todas las masas de agua del entorno: embalse, río aguas abajo del embalse y ría de Ares.

Embalse de Eume

En el embalse del Eume, el proyecto contempla retirar 1.500 m^3 de sedimento con bomba de aspiración en la zona inmediata a las tomas de fondo, y reubicarlos aguas arriba a una distancia de unos 50 m. Durante todas estas operaciones se producirá cierta resuspensión de sedimento en la columna de agua del embalse, lo que puede suponer un aumento de la turbidez del agua. El uso de los elementos necesarios para llevar a cabo esta acción: embarcaciones a motor, bombas, plataforma flotante, grúas, etc. conlleva también un riesgo de contaminación del agua por derrames accidentales de aceites y combustibles, que afectaría no sólo a la calidad del agua sino también a la comunidad biológica del embalse: plancton, zoobentos y peces.

Río Eume

En el río aguas abajo de la presa, las acciones con potenciales efectos son la limpieza inicial de sedimentos acumulados en los conductos de desagüe, posibles vertidos y derrames accidentales de sustancias contaminantes, las pruebas de los desagües y la puesta en explotación de los desagües de fondo. La limpieza de los desagües de fondo se iniciará después de la colocación del escudo de seguridad; se supone que éstos contienen una cierta cantidad de sedimento de características similares a las del sedimento del embalse en las proximidades de la presa (ver apartado 4.1.5). La cantidad máxima de sedimento que se extraerá por la salida de los desagües se estima en unos 30-40 m^3. Esta operación constituye riesgo de enturbiamiento de las aguas del río circulantes bajo la presa.

También existe el riesgo de contaminación del río por aceites, lubricantes y carburantes, tanto existentes en la instalación a remodelar, y que deberán ser evacuados, como los que se usen para el funcionamiento y mantenimiento de la maquinaria utilizada para la realización de las obras, que eventualmente pueden verterse al agua. Estos posibles vertidos y derrames accidentales afectarían a la calidad fisicoquímica del agua así como a las comunidades biológicas del río: fitobentos,

zoobentos y peces.

Al finalizar la obra se llevarán a cabo las pruebas de los desagües de fondo para comprobar su buen funcionamiento. Estas pruebas se efectuarán en dos fases, una preliminar desaguando un caudal de hasta 2,8 m^3/s y otra posterior y final desaguando hasta la capacidad máxima de 51,6 m^3/s (ambos caudales con cota de embalse 306,9); en ambos casos la duración de la prueba se encontraría en torno a 3 días. En la primera fase es esperable que la turbulencia provocada por el cono de succión de los desagües de fondo resuspenda parte del sedimento situado en la cercanía de la toma de los mismos, y el caudal salga hacia el río inicialmente con cierta carga de sólidos en suspensión, lo que podría afectar a la calidad del agua del río y a los peces. Debido al escaso tamaño y densidad de las partículas del sedimento acumulado frente a la toma de los desagües (densidad = 1,1 g/cm^3 y dominancia de limos) no se espera que la concentración de sólidos en suspensión sea muy elevada, pero es un efecto al que hay que prestar una particular atención. En la segunda fase, las pruebas con capacidad máxima de desagüe, también podrían afectar negativamente a la calidad del agua, al fitobentos, al zoobentos y a los peces, tanto por el incremento de la turbidez como por arrastre de los organismos al elevarse el caudal de la prueba. Esta segunda fase puede también tener efectos positivos al mejorar la condición de los materiales del cauce y de los sedimentos.

Ría de Ares

En la ría de Ares las acciones del proyecto que pueden afectar al medio acuático son los posibles vertidos y derrames accidentales, normalmente de carburantes y aceites, que si se producen en el río acabarían llegando a la ría. También el incremento de turbidez asociado a las pruebas de desagüe hasta capacidad máxima de 51,6 m^3/s, verosímilmente alcanzaría también la ría. Ambas acciones afectarían básicamente a la calidad fisicoquímica del agua.

5.2.2.3. Acciones del proyecto sobre el medio terrestre y la ribera

Si se producen vertidos y derrames, normalmente de carburantes y aceites podrán afectar negativamente a la fauna de ribera, particularmente a los mamíferos (nutria) y a las aves (mirlo acuático, martín pescador, garza real y ánade real) que necesitan introducirse en el agua para alimentarse. Las pruebas de desagüe hasta capacidad máxima también tendrán un efecto sobre la vegetación de ribera y posiblemente también en la fauna que durante los días que dure la prueba tendrá dificultades para obtener sus recursos alimenticios del río y registrará cambios en la configuración de sus hábitats.

La puesta en explotación de los desagües de fondo producirá un efecto positivo, particularmente en el tramo fluvial situado aguas arriba de la Central Hidroléctrica, ya que podrá incrementar los caudales circulantes, y esto mejorará el equilibrio entre la vena fluvial y la vegetación de ribera, la cual ha colonizado buena parte del cauce, manteniéndose en la actualidad en condiciones muy apartadas de las naturales. La fauna ribereña verá también mejorado su hábitat y aumentará la disponibilidad de alimento para ella al incrementarse la productividad biológica del ecosistema acuático fluvial.

5.2.2.3. Acciones del proyecto sobre el medio socioeconómico y perceptual

Todo lo relacionado con el transporte de equipos y maquinaria, instalación de los equipos de obra, demolición de equipos y válvulas antiguas de desagüe y retirada de escombros y restos de obra supondrá una afección negativa al paisaje y a los usos recreativos, al tráfico local y a las condiciones de sosiego. Esta afección o efecto negativo vendrá producida por la mayor frecuentación de vehículos pesados, trasiego de personal e incremento de estructuras poco integrables en el paisaje que se añadirán a las ya existentes. La zona, aunque despoblada, es frecuentada por personas que visitan el Parque de las Fragas do Eume en busca de sosiego y disfrute de los recursos paisajísticos y naturales que este ofrece. Particularmente afectado por el proyecto en tanto duren las obras será el sendero que permite a los visitantes bajar al río desde la coronación de la presa del Eume.

Si se produce contaminación del río tanto por enturbiamiento del agua como por posibles vertidos y derrames accidentales de combustibles y lubricantes, darían cambios organolépticos en el agua que empeorarían notablemente la naturaleza cristalina habitual del Eume en el tramo potencialmente afectable, suponiendo un efecto negativo para el paisaje. También, estas potenciales acciones del proyecto tendrían efectos negativos sobre los usos consuntivos del agua de los asentamientos que se abastecen del río, sobre la pesca fluvial y sobre el aprovechamiento hidroeléctrico que podría verse limitado, cuando interrumpido en su funcionamiento ordinario con el fin de contribuir a confinar la eventual contaminación.

Las pruebas de desagüe hasta capacidad máxima, en el caso de que afecten negativamente a la calidad del agua por incremento de la turbidez, tendrán también efectos sobre el paisaje y usos recreativos, sobre los usos consuntivos del agua y sobre la pesca fluvial. También, el vertido de agua del embalse por desagües de fondo conllevará un decremento de la producción hidroeléctrica, ya que constituirá un caudal que no pasa por turbinas. En la medida en que las pruebas pueden

mejorar la condición de los materiales del cauce y de los sedimentos, también pueden ser beneficiosas para los valores de conservación del Espacio Natural de las Fragas do Eume ligados al ecosistema acuático.

La puesta en explotación de los desagües de fondo permitirá mantener caudales que mejorarán el paisaje y los usos recreativos del río, así como incrementar el valor de conservación del espacio natural. Por otro lado, al constituir una mejora técnica que aumentará la seguridad de la presa del embalse del Eume, también debe considerarse su efecto positivo sobre el aprovechamiento hidroeléctrico.

5.2.3. Valoración de las interacciones significativas

Tras la identificación y descripción de las interacciones significativas, se pasa a valorar los efectos cuantificando, de la forma más racional posible, la magnitud y el sentido de los efectos notables y previsibles que derivan de las acciones proyectadas sobre los diferentes componentes ambientales. A continuación se explican los descriptores utilizados en la valoración de los efectos, que consisten en una adaptación de los definidos para tal fin en el Real Decreto 1131/1998. La valoración se lleva a cabo con una metodología sencilla pero que contiene los principales descriptores de cuantificación de efectos ambientales. Esta metodología (METODRI; Palau, 1998)[3] se ha revelado como suficientemente precisa para este tipo de estudios y se ha aplicado con éxito en el diagnóstico ambiental de los efectos de un gran número de obras hidráulicas. Los descriptores utilizados son 7 con el significado y rangos de puntuación que se indican a continuación:

1) Magnitud del efecto ambiental (M): Se refiere al alcance, por razón de intensidad de la acción, que esta puede tener sobre el medio. Su escala de valoración es la siguiente:

- M = 1,0 (afectación baja)
- M = 3,0 (afectación media o moderada)
- M = 5,0 (afectación alta)

2) Signo del efecto ambiental (S): Las consecuencias de una acción del proyecto con efectos

[3] Palau, A. (1998). Estudio del impacto ambiental del azud regulador de Las Salas. T.M. de Crémenes. León. Documento inédito. Endesa. Barcelona. 88 pp.

significativos, pueden ser positivas ("+" impacto favorable) o bien negativas ("-" impacto no deseable). Se aplica con un valor constante de S = 1 pero con el signo correspondiente (±). En el caso de efectos significativos "neutros", es decir que dan lugar a modificaciones notables pero no interpretables ni como positivas ni como negativas o autocompensadas, se han cuantificado como de signo positivo.

3) Temporalidad (T): Se refiere al tipo de manifestación temporal del efecto ambiental o a su duración. Su escala de valoración es la siguiente:

- T = 0, (manifestación ocasional y/o de efectos poco duraderos)
- T = 1,0 (manifestación frecuente, bien sea periódica o aperiódica, y/o de efectos de cierta duración).
- T = 3,0 (manifestación permanente y/o de de efectos duraderos)

4) Oportunidad (O): Se refiere al grado de inoportunidad del momento en el que ocurre la acción susceptible de provocar un efecto ambiental. Se aplica sobre la temporalidad, pero sólo sobre los efectos ambientales de manifestación ocasional o frecuente. Su escala de valoración es la siguiente:

- 0 =1 (manifestación en un momento en principio no inoportuno).
- 0 =2 (manifestación en un momento potencialmente inoportuno).

5) Extensión (E): Se refiere al alcance, por razones de área o amplitud afectada del componente del medio considerado. Su escala de valoración es la siguiente:

- E = 1 (alcance reducido).
- E = 3 (alcance medio o moderado).
- E = 5 (alcance extenso).

6) Distribución (D): Se refiere a la forma de manifestación de la afectación sobre el medio espacial o sus componentes. Su escala de valoración es la siguiente:

- D = 0,5 (manifestación heterogénea o desigual).
- D = 2,0 (manifestación más o menos homogénea o uniforme).

7) Reversibilidad (R): Se refiere al grado de reversibilidad y/o recuperabilidad de los efectos que se puede causar sobre el medio. Su escala de valoración es la siguiente:

- R = 1,0 (efectos reversibles).

- R = 1,5 (efectos irreversibles pero recuperables).
- R = 2 (efectos irreversibles y/o irrecuperables).

La expresión que aglutina los siete descriptores indicados se muestra a continuación. Su primera parte (M, T, 0) permite la valoración de los efectos en la escala de intensidad y duración; la segunda parte (E, D) se dedica a la manifestación espacial o amplitud de la afectación, mientras que la tercera parte (R, S) describe el sentido de la afectación (±) y la capacidad del componente del medio para recuperar su condición inicial:

Tipo de efecto ambiental (TE) = [(M x (T x 0)) + (E x D)] x R x S

Esta expresión varía entre 1 y 50, estableciendo las siguientes categorías o tipos de impacto:

Efectos ambientales negativos	Rango	Efectos ambientales positivos
Compatibles	1,0 <TI <5,0	Reducido
Moderados	5,1 <TI < 15,0	Moderado
Severos	15,1<TI<30,0	Notable
Críticos	30,1 <TI <50,0	Alto

Mediante la aplicación de la anterior expresión se consigue valorar los efectos ambientales según los principales descriptores recogidos en el R.D. 1131/88 y alguno más.

Por otro lado es una expresión sencilla e intuitiva, que permite reconocer los criterios para la evaluación y, sobre todo, sistematizar las valoraciones, otorgando de forma directa a cada efecto ambiental su categoría correspondiente (compatible, moderado, severo o crítico) según la puntuación resultante.

En la tabla 23 se presenta la valoración de los efectos ambientales de acuerdo con la metodología indicada. A continuación se describe tal valoración exponiendo las puntuaciones asignadas a cada uno de los parámetros que intervienen en el METODRI:

- El transporte de equipos y maquinaria supone un efecto ambiental negativo moderado para los componentes relativos a ruidos y vías de comunicación e infraestructuras, y compatible respecto a las emisiones. Respecto a los ruidos, la afectación y el alcance son moderados, se manifiestan ocasionalmente, pueden ser inoportunos, su distribución es homogénea y los efectos son reversibles. Respecto a las vías de comunicación la afectación es moderada, el alcance extenso, se manifiestan ocasionalmente, pueden ser inoportunos, su distribución es

heterogénea y los efectos son reversibles.

- La instalación de todos los equipos de obra provoca efectos ambientales negativos moderados para el paisaje y los usos recreativos, así como para las condiciones de sosiego, y compatible respecto a los ruidos y emisiones. Respecto al paisaje y los usos recreativos, la afectación es alta al introducir elementos extraños, el alcance reducido y limitado a la presa, se manifiestan ocasionalmente, sólo durante las obras, pueden ser inoportunos por desarrollarse en épocas de mayor afluencia de visitantes, su distribución es heterogénea y los efectos son reversibles, ya que desaparecen cuando finaliza el proyecto. Respecto a las condiciones de sosiego la afectación es moderada, el alcance reducido, se manifiestan frecuentemente, pueden ser inoportunos, su distribución es heterogénea y los efectos son reversibles.

- Las obras sobre el paramento de la presa producen un efecto ambiental compatible en lo relativo a ruidos y condiciones de sosiego.

- La retirada y reubicación de sedimentos en el embalse supone un efecto ambiental compatible.

- La demolición de equipos y válvulas antiguas de desagüe provocará un efecto ambiental negativo moderado en lo que tiene que ver con ruidos y condiciones de sosiego. Respecto a los ruidos, la afectación es alta, el alcance reducido, de manifestación frecuente, no tienen por qué ser inoportunos, su distribución es heterogénea y los efectos son reversibles. Respecto a las condiciones de sosiego la afectación y el alcance son moderados, de manifestación frecuente, pueden ser inoportunos, su distribución es heterogénea y los efectos son reversibles.

- La limpieza de sedimentos acumulados en los conductos de desagüe tiene un efecto ambiental negativo moderado respecto a la fisicoquímica del agua del río y el paisaje y los usos recreativos. Respecto a la fisicoquímica del agua la afectación y el alcance son moderados, se manifiestan frecuentemente, pueden ser inoportunos, su distribución es homogénea y los efectos son reversibles. Respecto al paisaje y los usos recreativos, la afectación es baja, el alcance medio, se manifiestan ocasionalmente, no tienen por qué ser inoportunos, su distribución es heterogénea y los efectos son reversibles

- La retirada de escombros y restos de obra supone un efecto ambiental compatible.

- Los posibles vertidos y derrames accidentales tienen un efecto ambiental negativo moderado para la fisicoquímica del agua del embalse y de la ría, para la fauna de ribera, el paisaje y los usos recreativos, los espacios naturales y los usos consuntivos del agua. También tienen un efecto ambiental negativo severo para la fisicoquímica del agua del río, el fito y zoobentos del río, los peces y la pesca fluvial.

    - Efectos ambientales negativos moderados.

      Respecto a la fisicoquímica del agua del embalse la afectación es alta, el alcance reducido, se manifiestan ocasionalmente, pueden ser inoportunos, su distribución es homogénea y los efectos son reversibles. Respecto a la fisicoquímica del agua de la ría la afectación es moderada, el alcance reducido, se manifiestan ocasionalmente, pueden ser inoportunos, su distribución es heterogénea y los efectos son irreversibles aunque recuperables. Respecto a la fauna de ribera la afectación es moderada, el alcance moderado, se manifiestan ocasionalmente, pueden ser inoportunos, su distribución es heterogénea y los efectos son irreversibles aunque recuperables. Respecto al paisaje y usos recreativos la afectación es moderada, el alcance moderado, se manifiestan ocasionalmente, no tienen por qué ser inoportunos, su distribución es homogénea y los efectos son irreversibles aunque recuperables. Respecto a los espacios naturales la afectación es alta, el alcance extenso, se manifiestan ocasionalmente, pueden ser inoportunos, su distribución es homogénea y los efectos son irreversibles aunque recuperables. Respecto a los usos consuntivos del agua la afectación es alta, el alcance moderado, se manifiestan ocasionalmente, pueden ser inoportunos, su distribución es heterogénea y los efectos son irreversibles aunque recuperables.
    - Efectos ambientales negativos severos.

      Para todos los componentes afectados: fisicoquímica del agua del río, fito y zoobentos, peces y pesca fluvial, la afectación es alta, el alcance moderado, se manifiestan ocasionalmente, pueden ser inoportunos, su distribución es heterogénea y los efectos son irreversibles aunque recuperables.

- La gestión de escombros y restos de obra provocará efectos ambientales negativos moderados sobre la fisicoquímica del agua del embalse, el paisaje y los usos recreativos, y los espacios naturales. Respecto a la fisicoquímica del agua del embalse la afectación y el alcance son moderados, se manifiestan ocasionalmente, no tienen por qué ser inoportunos,

su distribución es homogénea y los efectos son reversibles. Respecto al paisaje y usos recreativos la afectación es alta, el alcance reducido, se manifiestan ocasionalmente, no tienen por qué ser inoportunos, su distribución es homogénea y los efectos son irreversibles aunque recuperables. Respecto a los espacios naturales la afectación es alta, el alcance extenso, se manifiestan ocasionalmente, pueden ser inoportunos, su distribución es heterogénea y los efectos son irreversibles aunque recuperables.

- Las pruebas de desagüe hasta 2,8 m^3/s supone un efecto ambiental negativo moderado para la fisicoquímica del agua y los peces del río. Respecto a la fisicoquímica del agua del río la afectación y el alcance son moderados, se manifiestan ocasionalmente, no tienen por qué ser inoportunos, su distribución es homogénea y los efectos son reversibles. Respecto a los peces, la afectación es alta, el alcance moderado, se manifiestan ocasionalmente, no tienen por qué ser inoportunos, su distribución es homogénea y los efectos son reversibles

- Las pruebas de desagüe hasta la máxima capacidad (51,6 m^3/s) provocarán efectos ambientales negativos moderados a la fisicoquímica del agua del río, los materiales del agua y sedimentos, el paisaje y usos recreativos y la pesca fluvial. También provocarán efectos ambientales negativos al fito y zoobentos y a los peces del río.

    - Efectos ambientales negativos moderados.

      Respecto a la fisicoquímica del agua del río la afectación es alta, el alcance extenso, se manifiestan ocasionalmente, pueden ser inoportunos, su distribución es homogénea y los efectos son reversibles. Respecto a los materiales del cauce y sedimentos la afectación y el alcance son moderados, se manifiestan permanentemente, no tienen por qué ser inoportunos, su distribución es heterogénea y los efectos son reversibles. Respecto al paisaje y usos recreativos la afectación es alta, el alcance extenso, se manifiestan frecuentemente, no tienen por qué ser inoportunos, su distribución es heterogénea y los efectos son reversibles. Respecto a la pesca fluvial la afectación es alta, el alcance extenso, se manifiestan ocasionalmente, pueden ser inoportunos, su distribución es heterogénea y los efectos son reversibles.

    - Efectos ambientales negativos severos.

      Para los componentes afectados: fito y zoobentos, y peces, la afectación es alta, el alcance extenso, se manifiestan ocasionalmente, no tienen por qué ser inoportunos, su distribución es homogénea y los efectos son irreversibles aunque recuperables.

Por ejemplo el zoobentos se recupera en 40-60 días sin medidas correctoras.

- Puesta en explotación de los desagües de fondo

- La puesta en explotación de los desagües de fondo provocará efectos ambientales positivos en la hidromorfología del río, la fisicoquímica del agua del río, el fito y zoobentos y los peces del río, el paisaje y los usos recreativos y el aprovechamiento hidroeléctrico. Respecto a la hidromorfología y la fisicoquímica del río la afectación es baja, el alcance extenso, se manifiestan permanentemente, no tienen por qué ser inoportunos, su distribución es homogénea y los efectos son reversibles. Respecto al fito y zoobentos, y peces, la afectación es alta, el alcance extenso, se manifiestan permanentemente, no tienen por qué ser inoportunos, su distribución es homogénea y los efectos son reversibles. Respecto al paisaje y usos recreativos la afectación y el alcance son moderados, se manifiestan permanentemente, no tienen por qué ser inoportunos, su distribución es homogénea y los efectos son reversibles. Respecto al aprovechamiento hidroeléctrico, la afectación es moderada, el alcance reducido, se manifiestan permanentemente, no tienen por qué ser inoportunos, su distribución es homogénea y los efectos son reversibles.

Tabla 23: Valoración del efecto ambiental de cada acción y componente afectado.

ACCIONES	COMPONENTE AFECTADO		S	M	E	T	O	D	R	TI	Tipo de impacto
Transporte de equipos y maquinaria	S1	Ruidos	-1	3	3	0,5	2	2	1	**-9**	Moderado
	S2	Emisiones	-1	1	1	0,5	1	2	1	**-2,5**	Compatible
	S3	Vias de comunicación e infraestructuras	-1	3	5	0,5	2	1	1	**-8**	Moderado
Instalación de todos los equipos de obra	S1	Ruidos	-1	3	1	0,5	1	2	1	**-3,5**	Compatible
	S2	Emisiones	-1	1	1	0,5	1	2	1	**-2,5**	Compatible
	S4	Paisaje y usos recreativos	-1	5	3	0,5	2	1	1	**-8**	Moderado
	S5	Condiciones de sosiego	-1	3	1	1	2	2	1	**-8**	Moderado
Obras sobre el paramento de presa (andamiaje, sifón,…)	S1	Ruidos	-1	1	1	0,5	1	2	1	**-2,5**	Compatible
	S5	Condiciones de sosiego	-1	1	1	1	2	0,5	1	**-2,5**	Compatible
Demolición de equipos y válvulas antiguas de desagüe	S1	Ruidos	-1	5	1	1	1	2	1	**-7**	Moderado
	S5	Condiciones de sosiego	-1	3	3	1	2	0,5	1	**-7,5**	Moderado
Limpieza de sedimentos en los conductos de desagüe	S6	Físico-química del agua (río)	-1	3	3	1	2	2	1	**-12**	Moderado
	S4	Paisaje y usos recreativos	-1	1	3	0,5	1	2	1	**-6,5**	Moderado
Retirada y gestión de escombros y restos de obra	S2	Emisiones	-1	1	1	0,5	1	2	1	**-2,5**	Compatible
Posibles vertidos y derrames accidentales	S7	Físico-química del agua (embalse)	-1	5	1	0,5	2	2	1	**-7**	Moderado
	S8	Plancton	-1	3	1	0,5	1	2	1	**-3,5**	Compatible
	S9	Zoobentos (embalse)	-1	3	1	0,5	1	2	1	**-3,5**	Compatible
	S10	Peces (embalse)	-1	1	1	0,5	1	2	1	**-2,5**	Compatible
	S6	Físico-química del agua (río)	-1	5	3	0,5	2	2	1,5	**-16,5**	Severo
	S11	Fito y Zoobentos (río)	-1	5	3	0,5	2	2	1,5	**-16,5**	Severo
	S12	Peces (río)	-1	5	3	0,5	2	2	1,5	**-16,5**	Severo
	S13	Físico-química del agua (ría)	-1	3	1	0,5	2	1	1,5	**-6**	Moderado
	S14	Fauna de ribera	-1	3	3	0,5	2	1	1,5	**-9**	Moderado
	S4	Paisaje y usos recreativos	-1	3	3	0,5	1	2	1,5	**-11,25**	Moderado
	S15	Espacios naturales	-1	5	5	0,5	2	0,5	1,5	**-11,25**	Moderado
	S16	Usos consuntivos del agua	-1	5	3	0,5	2	0,5	1,5	**-9,75**	Moderado
	S17	Pesca fluvial	-1	5	3	0,5	2	2	1,5	**-16,5**	Severo
	S18	Aprovechamiento hidroeléctrico	-1	1	1	0,5	1	2	1	**-2,5**	Compatible
Gestión de escombros y restos de obra	S7	Físico-química del agua (embalse)	-1	3	2	0,5	1	2	1	**-5,5**	Moderado
	S4	Paisaje y usos recreativos	-1	5	1	0,5	1	2	1,5	**-6,75**	Moderado
	S15	Espacios naturales	-1	5	1	0,5	2	0,5	1,5	**-8,25**	Moderado
Pruebas de desagüe hasta 2,8 m^3/s	S6	Físico-química del agua (río)	-1	3	3	0,5	1	2	1	**-7,5**	Moderado
	S12	Peces (río)	-1	5	3	0,5	1	2	1	**-8,5**	Moderado
Pruebas de desagüe hasta máxima capacidad (51,6 m3/s)	S19	Hidromorfología (río)	-1	3	3	0,5	1	0,5	1	**-3**	Compatible
	S6	Físico-química del agua (río)	-1	3	5	0,5	1	2	1	**-11,5**	Moderado
	S20	Materiales del cauce y sedimentos	1	3	3	3	1	0,5	1	**10,5**	Moderado
	S11	Fito y Zoobentos (río)	-1	5	5	0,5	1	2	1,5	**-18,75**	Severo
	S12	Peces (río)	-1	5	5	0,5	1	2	1,5	**-18,75**	Severo
	S13	Físico-química (ría)	-1	1	1	0,5	1	2	1	**-2,5**	Compatible
	S21	Vegetación ribera	-1	1	3	0,5	1	0,5	1	**-2**	Compatible
	S14	Fauna ribera	-1	1	1	0,5	1	0,5	1	**-1**	Compatible
	S4	Paisaje y usos recreativos	-1	5	3	2	1	0,5	1	**-11,5**	Moderado
	S15	Espacios naturales	1	1	3	3	1	0,5	1	**4,5**	Reducido
	S16	Usos consuntivos del agua	-1	3	5	0,5	1	0,5	1	**-4**	Compatible
	S17	Pesca fluvial	-1	5	5	0,5	2	0,5	1	**-7,5**	Moderado
	S18	Aprovechamiento hidroeléctrico	-1	1	1	0,5	1	0,5	1	**-1**	Compatible
Puesta en explotación de los desagües de fondo	S19	Hidromorfología (río)	1	1	3	3	1	2	1	**9**	Moderado
	S6	Físico-química del agua (río)	1	1	3	3	1	2	1	**9**	Moderado
	S20	Materiales del cauce y sedimentos	1	1	1	3	1	2	1	**5**	Reducido
	S11	Fito y Zoobentos (río)	1	1	5	3	1	2	1	**13**	Moderado
	S12	Peces (río)	1	1	5	3	1	2	1	**13**	Moderado
	S21	Vegetación ribera	1	1	1	3	1	2	1	**5**	Reducido
	S14	Fauna ribera	1	1	1	3	1	2	1	**5**	Reducido
	S4	Paisaje y usos recreativos	1	3	3	3	1	2	1	**15**	Moderado
	S15	Espacios naturales	1	1	1	3	1	0,5	1	**3,5**	Reducido
	S18	Aprovechamiento hidroeléctrico	1	3	1	3	1	2	1	**11**	Moderado

Tabla 24. Resumen de la tipología de efectos ambientales, negativos y positivos, determinados.

Impactos negativos	Nº	%	Impactos positivos	Nº	%
Compatibles	17	37,8	Reducidos	5	41,7
Moderados	22	48,9	Moderados	7	58,3
Severos	6	13,3	Notables	0	0
Críticos	0	0	Alto	0	0
TOTAL	45		TOTAL	12	

Tal y como se expone en la tabla 24 el 86,7% de los efectos ambientales negativos se han clasificado como compatibles o moderados, lo que según la metodología METODRI y su correspondencia con lo que establece el R.D.1131/88, significa que se trata de efectos cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisan de practicas protectoras o correctoras, o bien éstas no son de tipo intensivo y se recuperan las condiciones iniciales tras un cierto tiempo.

No hay ningún efecto ambiental crítico y todos los identificados como severos, admiten medidas preventivas o correctoras, con plenas garantías de alcanzar las condiciones iniciales en periodos de tiempo bajos.

Lógicamente la actuación comporta también efectos positivos, en este caso entre reducidos y moderados que, entre otras cosas, pueden contribuir de forma sustancial a una mejor gestión ambiental del Salto Hidroeléctrico del Eume.

5.2.4. Efectos ambientales acumulados de las acciones del proyecto

Los efectos acumulados de las acciones del proyecto sobre un mismo componente del medio se identifican sobre las propias matrices de valoración y su importancia se cuantifica como un sumatorio de los impactos acumulados para cada componente, sobre la base de la misma metodología de valoración de los efectos ambientales antes expuesta.

Para la cuantificación e interpretación del grado de importancia de los efectos acumulados identificados, procurando quedar siempre del lado de la seguridad, se ha procedido de la forma que se expone a continuación, estableciendo dos niveles de significación:

- Efectos acumulados de baja significación: cuando el efecto ambiental acumulado es inferior o igual al valor de referencia “S” propio de cada situación identificada.

- Efectos acumulados de alta significación: cuando el efecto ambiental acumulado es superior al valor de referencia “S”.

El valor de referencia se deduce de considerar como efectos ambientales significativos los severos y críticos, lo que por aplicación del METODRI supone una puntuación superior a 15 como referencia básica.

Dado que el número de acciones que pueden coincidir para un mismo componente del medio es variable, se establece que el valor “S” se calculará en cada caso de acuerdo con la siguiente expresión:

$$S= (n-1) \times 15$$

donde “n” representa el número de acciones identificadas que convergen sobre un mismo componente del medio. De esta forma, el valor que discrimina el nivel de significación del impacto acumulado no guarda proporcionalidad lineal con el número de acciones y permite identificar, quedando al lado de la seguridad, aquellas cuyo efecto ambiental acumulado puede ser importante.

La tabla 25 muestra que los efectos ambientales acumulados de signo negativo son de baja significación. Sólo los efectos ambientales acumulados de signo positivo relacionados con la pesca fluvial y los materiales del cauce y sedimento, poseen elevado nivel de significación.

Tabla 25. Efectos ambientales acumulados para acciones del proyecto sobre un mismo componente del medio.

Efectos acumulados	Componente afectado	Nº total de acciones	Nº de acciones acumuladas de referencia (n-1)	Nivel de significación (n-1)x15	Efecto Ambiental acumulado	Efectos acumulados de baja significación	Efectos acumulados de alta significación
S1	Ruidos	4	3	45	-22	+	
S2	Emisiones	3	2	30	-7,5	+	
S4	Paisaje y usos recreativos	6	5	75	-29	+	
S5	Condiciones de sosiego	3	2	30	-18	+	
S6	Físico-química del agua (río)	5	4	60	-38,5	+	
S7	Físico-química del agua (embalse)	3	2	30	-13,5	+	
S11	Fito y Zoobentos (río)	3	2	30	-22,3	+	
S12	Peces (río)	4	3	45	-30,8	+	
S13	Físico-química del agua (ría)	2	1	15	-8,5	+	
S14	Fauna de ribera	3	2	30	-5	+	
S15	Espacios naturales	4	3	45	-11,5	+	
S16	Usos consuntivos del agua	2	1	15	-13,8	+	
S17	Pesca fluvial	2	1	15	-24		+
S18	Aprovechamiento hidroeléctrico	3	2	30	7,5	+	
S19	Hidromorfología (río)	2	1	15	6	+	
S20	Materiales del cauce y sedimentos	2	1	15	15,5		+
S21	Vegetación ribera	2	1	15	3	+	

La tabla 25 muestra dos casos de efectos ambientales acumulados calificables de significativos. El primero se refiere a la práctica de la pesca fluvial (que no a las poblaciones de peces existentes). Ciertamente esta actividad puede verse temporalmente interrumpida tanto por las pruebas de los desagües de fondo a máxima capacidad (duración máxima prevista de 3 días), como en el caso de algún tipo de vertido accidental contaminante. La otra situación de efecto acumulado tiene carácter positivo y hace referencia a la mejora en los materiales del cauce y los sedimentos del tramo de río aguas abajo de la presa bien por las pruebas de los desagües (remoción, renovación, aireación, etc.), como por la puesta en explotación de dichos desagües y las posibilidades de caudales circulantes que ello ofrece.

Tras la identificación de los efectos ambientales asociados al proyecto, y su valoración individual y acumulada sobre los componentes del medio afectado, se puede concluir que el proyecto es ambientalmente viable. Tal y como ya se ha indicado, todos los efectos negativos admiten medidas ambientales para alterar su manifestación hasta niveles de afectación aceptables para las

características y capacidades del medio receptor. Estas interpretaciones se fundamentan en la ausencia de efectos ambientales críticos, que son los que llevan asociados efectos irrecuperables, y en el hecho de que los efectos severos identificados se dan sobre componentes del medio que, o bien disponen de capacidad de absorción (paisaje, visibilidad) o bien presentan capacidades ecológicas (resiliencia, tasa de renovación) suficientes para recuperarse.

6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

El presente apartado recoge todas aquellas medidas destinadas a prevenir o corregir los efectos ambientales negativos derivados de las acciones del proyecto. Estas medidas se aplican a los efectos más significativos valorados como “moderados” o “severos” si bien también se dan indicaciones para los efectos valorados como “compatibles”. Se trata, en definitiva, de minimizar al máximo cualquier efecto ambiental no deseable del proyecto, potenciando si cabe sus efectos positivos.

Aunque en el análisis y valoración de efectos ambientales se han identificado 27 componentes potencialmente afectables, en realidad éstos lo eran siempre por uno o varios tipos de acciones que pueden clasificarse por la afección que producen. Estos tipos de acciones se pueden resumir en 6:

- Acciones que afectan a las vías de comunicación e infraestructuras
- Acciones que afectan a la calidad acústica
- Acciones que afectan a la calidad del aire
- Acciones que afectan a la calidad del agua por sólidos en suspensión
- Acciones que afectan a la calidad del agua por vertidos y derrames accidentales
- Acciones que afectan al paisaje

6.1. Medidas para prevenir la afectación a las vías de comunicación e infraestructuras

- Se programarán los trabajos de forma que se optimice el trasiego de vehículos, para evitar desplazamientos y tránsito innecesario por las vías públicas.

- Se establecerá una señalización adecuada destinada a reducir los itinerarios de los vehículos destinados al transporte de cargas relacionadas con la obra.
- Se habilitarán zonas de aparcamiento para no interrumpir la circulación.
- Se programará la circulación de vehículos de obra de forma que interfiera lo mínimo posible con la circulación normal de la población de la zona.
- Los vehículos de transporte pesado respetarán estrictamente las normas relativas a la circulación y a las dimensiones de la carga.
- Se habilitarán medidas de limpieza de todos los vehículos de obra a la salida de la zona de obras. También se implementarán medidas para que todo el transporte de materiales de obra no cause problema alguno ni a las vías públicas ni a los usuarios de éstas.

6.2. Medidas para prevenir la contaminación acústica

Con objeto de minimizar el efecto ambiental negativo sobre la calidad acústica durante las obras, se adoptarán las siguientes medidas preventivas y correctoras:

- Se establecerán limitaciones en la velocidad y en los horarios de circulación de los vehículos; en este último caso, restringiendo la circulación a horas diurnas.
- Se utilizará maquinaria de obra homologada y certificada.
- Se utilizará maquinaria de obra con silenciadores.
- Se realizará un mantenimiento preventivo de los equipos para garantizar la minimización de las potenciales emisiones sonoras.

6.3. Medidas para prevenir la contaminación del aire (emisiones)

- Los vehículos y maquinaria alimentada con combustibles pasará por las revisiones necesarias para minimizar las emisiones a la atmósfera (Inspección Técnica de Vehículos y similares para el resto de maquinaria).
- Las cargas, susceptibles de generar polvo durante el transporte, se confinarán o se tratarán

adecuadamente para evitar las emisiones (cubiertas estancas, humectación, etc).

- En el caso de que se utilicen viales sin asfaltar, se procederá a regarlos con la periodicidad necesaria para evitar las emisiones de polvo.

6.4. Medidas para prevenir la contaminación del agua por sólidos en suspensión

Como fase previa a cualquier actuación se construirán 4 balsas de decantación en los primeros 1,3 km de cauce, en el sector situado entre la presa y la Central eléctrica. La primera a 360 m de la presa (500 m^3), la segunda a 680 m (500 m^3), la tercera a 780 m (700 m^3) y la cuarta a 1.370 m (900 m^3). La construcción de las balsas consistirá en el cerramiento del cauce con azudes de 1 m de altura sobre el nivel de agua con el caudal actual, fabricados con sacos terreros trasladados a la zona en helicóptero. Dichos sacos se retirarán una vez se hayan dado por concluidas las pruebas y circule el caudal de mantenimiento con normalidad. (En las figuras 12-16 se ilustra la distribución de las balsas y su aspecto aproximado, y su ubicación. El objetivo es decantar en lo posible la mayor cantidad de partículas que en mayor grado contribuyen a los sólidos en suspensión (las de mayor tamaño y densidad). Posteriormente, una vez acabadas las pruebas, se efectuará un análisis Terrattest© del sedimento. Si la cantidad y composición del sedimento es similar a la anterior al proyecto no se tomará ninguna medida. En caso de encontrarse diferencias sustanciales se adoptarían medidas consensuadas con la Autoridad Competente como por ejemplo sueltas controladas para movilizar el material sedimentado en condiciones de máxima dilución.

Figura 12. Aspecto de la balsa 1. Datos aproximados: Superficie de 1.000 m^2, Volumen 500 m^3

Figura 13. Aspecto de la balsa 2. Datos aproximados: Superficie de 1.000 m^2, Volumen 500 m^3

Figura 14. Aspecto de la balsa 3. Datos aproximados: Superficie de 2.000 m^2, Volumen 700 m^3

Figura 15. Aspecto de la balsa 4 Datos aproximados: Superficie de 2.000 m^2, Volumen 900 m^3

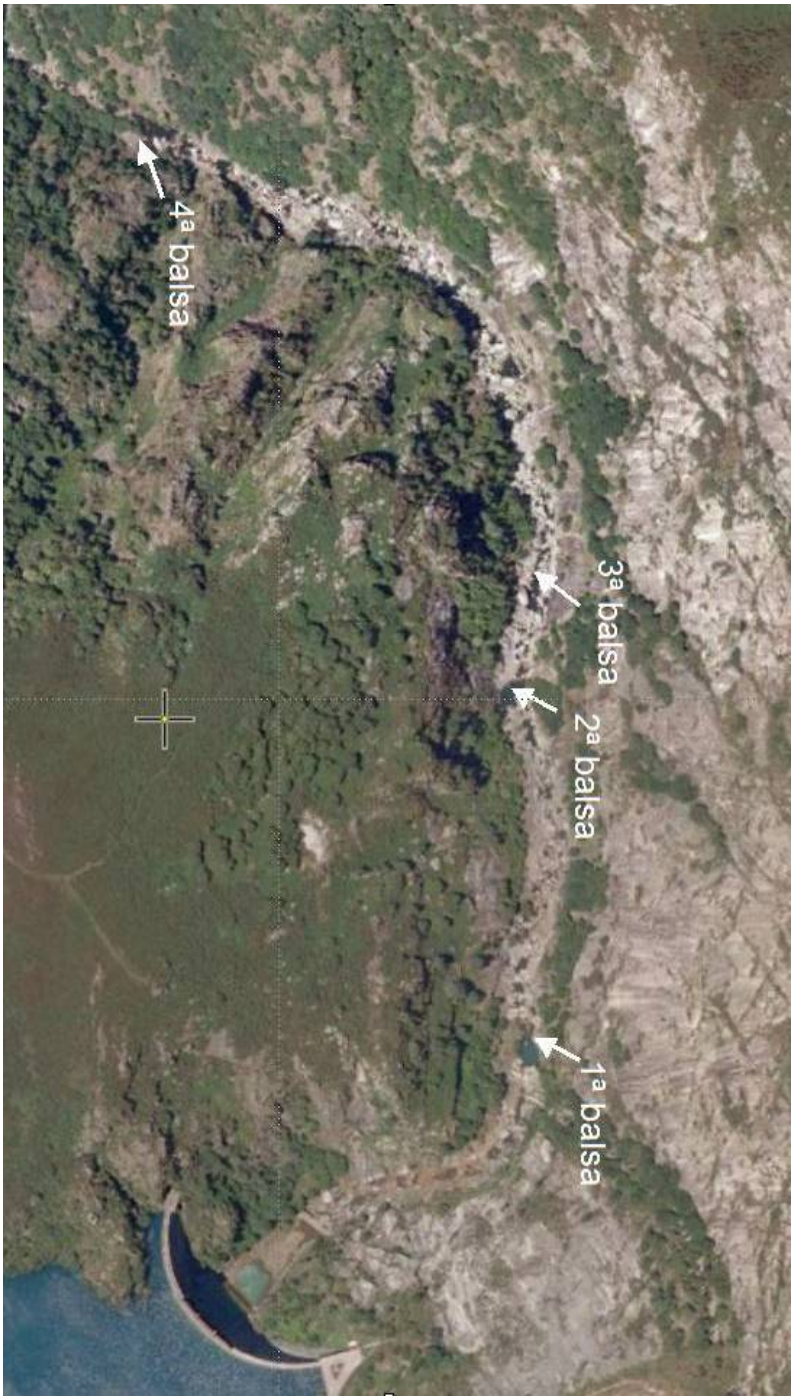


Figura 16. Situación de las balsas de decantación en el tramo de río Eume situado aguas arriba de la C.H. del Eume

6.4.1. Gestión de los sedimentos movilizados en el embalse

Con el fin de evitar o minimizar un posible enturbiamiento de las aguas del embalse a partir de las labores de retirada y reubicación de sedimentos desde la zona próxima a la presa, se llevarán a cabo tales labores con el embalse plenamente estratificado térmicamente; es decir con una termoclina persistente que garantice un gradiente creciente de densidad del agua hacia el fondo, actuando como contención frente a la dispersión del sedimento movilizado más fino hacia niveles superiores de la columna de agua. En el mismo sentido, la zona seleccionada para la reubicación de los sedimentos deberá disponerse a la máxima profundidad posible y presentar un relieve lo más plano posible.

El equipo de bombeo utilizado para esta actuación deberá disponer de un sistema que garantice la dirección de salida del sedimento impelido hacia el fondo, con el fin de evitar la generación de plumas de turbidez hacia la superficie.

6.4.2. Gestión de los sedimentos acumulados en los desagües de fondo

Para prevenir la posible contaminación de las aguas del río por los sedimentos extraídos de los desagües de fondo (estimados en unos 30-40 m^3), éstos se irán disponiendo en contenedores situados a la salida de los desagües y evacuados mediante la grúa para su transporte a vertedero. La operación de carga del sedimento en los contenedores se efectuará en el interior del cuenco de amortiguación, el cual se encontrará debidamente aislado del río para evitar que cualquier fracción que quede fuera de los contenedores pueda pasar a las aguas. También, la actividad de limpieza de los desagües se programará con la cota del embalse lo más baja posible para reducir la probabilidad de que se produzcan vertidos por aliviadero mientras se realizan las operaciones de limpieza o de carga del sedimento en los contenedores.

El sedimento será gestionado como un residuo, por lo que deberá caracterizarse como tal. La tipología de vertederos para realizar su deposición será la que establezca el gestor autorizado a cargo de la actuación.

6.4.3. Programa de aperturas de los desagües de fondo

Cuando se pongan en operación los desagües de fondo, tanto durante las pruebas preliminares de desagüe (2,8 m^3/s) como durante las pruebas hasta capacidad máxima (51,6 m^3/s), se establecerá un programa de aperturas progresivas condicionadas a la calidad del agua de salida.

Durante las pruebas preliminares, el objetivo es ir movilizando paulatinamente los sedimentos que se encuentran afectados por la turbulencia del cono de aspiración de los desagües de fondo, hasta que se consiga una situación de equilibrio y de no movilización para un caudal suficiente, en principio, para abastecer todo el rango de caudales mínimos ordinarios a los que pueda verse sujeto el río Eume aguas abajo de la presa. El programa se desarrollaría en 5 fases o escalones para cada desagüe de fondo. Cada fase durará hasta que en la salida de la última balsa de decantación se estabilice la concentración de sólidos en suspensión en los valores establecidos como objetivo de calidad en el Plan de Vigilancia (ver 7.2.1.1). Las fases serán:

- Desaguado de 0,3 m^3/s.
- Desaguado de 0,7 m^3/s.
- Desaguado de 1,4 m^3/s.
- Desaguado de 2,1 m^3/s.
- Desaguado de 2,8 m^3/s.

El escalonado de caudales propuesto supone incrementos sucesivos suficientes para el objetivo perseguido y absolutamente inocuos para las capacidades hidráulicas del cauce del río, cuya conformación en base a grandes bloques rocosos, presenta una gran capacidad de atenuación de la energía del agua y por tanto de los cambios de la hidráulica fluvial.

El plan de aperturas alcanza 2,8 m^3/s con objeto de establecer el equilibrio de caudal-resuspensión de sedimento en el cono de aspiración de los desagües de fondo con un margen de seguridad suficiente. Tras la quinta fase de desaguado de fondo con 2,8 m^3/s, ya se podrá desaguar cualquier caudal del rango operado durante las pruebas sin riesgo de enturbiamiento del agua.

Se supone que el tiempo medio de duración de cada fase será menor de 3 horas, y que la punta de turbidez durará menos de 2 horas. Habitualmente en este tipo de actuaciones, la turbidez inicial se va atenuando y se normaliza la transparencia del agua en 35-50 minutos. El plan de vigilancia establecido contempla la forma de proceder en el caso de desviaciones significativas con relación a lo previsto.

Durante las pruebas hasta capacidad máxima (51,6 m^3/s), se seguirá la misma cadencia con el mismo objetivo; es decir, ir movilizando paulatinamente los sedimentos que se encuentran afectados por la turbulencia del cono de aspiración de los desagües de fondo, hasta alcanzar una situación de equilibrio, en este caso para el régimen alto de caudales ordinarios de los desagües de fondo. El programa se desarrollará en 6 fases para cada uno de los dos desagües de fondo, de

forma acoplada a las pruebas preliminares antes descritas. Cada fase durará hasta que en la salida de la última balsa de decantación se estabilice la concentración de sólidos en suspensión en los valores establecidos como objetivo de calidad en el Plan de Vigilancia (ver 7.2.1.1). Las fases serán:

- Desaguado de 2,8 m^3/s.
- Desaguado de 5,2 m^3/s
- Desaguado de 13 m^3/s.
- Desaguado de 26 m^3/s.
- Desaguado de 39 m^3/s.
- Desaguado de 52 m^3/s.

Como en el caso de las pruebas preliminares, el plan de vigilancia establecido contempla la forma de proceder en situaciones de desviaciones significativas con relación a lo previsto.

Tanto en las pruebas con caudales bajos, como en éstas últimas, la razón de variación entre las fases establecidas responde a un criterio de incrementos decrecientes de caudal que, en el caso de las pruebas con caudales bajos empiezan siendo de 2,5 y acaban en 1,3. Para las pruebas con caudales altos, se han establecido los mismos criterios de incremento, si bien se ha añadido una primera fase con una tasa de incremento de caudal más baja (1,8) con el fin de atenuar los efectos río abajo. Cabe indicar que toda fase inicial de arranque de un cambio de caudal, es la que concentra mayor afectación potencial sobre el ecosistema fluvial receptor (movilización de sedimentos, deriva de organismos sésiles, efecto de advertencia para organismos móviles como peces, anfibios, etc); de ahí el interés en cuidar la gradualidad de los cambios en la primera maniobra de aumento de caudal.

Tanto las pruebas con caudales bajos, como las de caudales altos se llevarán a cabo siempre con la CH Eume funcionando a plena carga (unos 27 m^3/s) con el fin de conseguir la máxima dilución y capacidad de transporte de las materias en suspensión que eventualmente deriven de dichas pruebas. De esta forma se conseguirá también mantener la máxima capacidad de aireación (oxigenación) posible del agua. Con la misma finalidad, en caso de juzgarse necesario, las pruebas de los desagües de fondo con caudales altos se podrían llevar a cabo combinadas con sueltas controladas de agua desde los aliviaderos de superficie de la presa, mediante la gestión de niveles de embalse. De esta forma se podría contribuir a la dilución de la eventual carga de materias en suspensión así como a maximizar la capacidad de transporte de dichas materias.

6.5. Medidas para prevenir la contaminación del agua por vertidos y derrames accidentales

Es recomendable que las empresas contratistas encargadas de la realización de todos los trabajos que entrañen riesgos de contaminación del agua por vertidos y derrames accidentales cuenten con la acreditación ISO 14001. Dado el carácter accidental de este tipo de contingencias, las empresas certificadas disponen de procedimientos para disminuir al máximo su probabilidad de ocurrencia, así como para actuar de forma eficaz en el caso de que se produzcan.

Los equipos e instalaciones que conforman los actuales desagües de fondo pueden contener volúmenes de aceites y lubricantes susceptibles de generar vertidos accidentales, por lo que aplica lo comentado en el apartado 6.4.2. respecto a tratar el sedimento extraído como un residuo y acondicionar el cuenco amortiguador como sistema de retención de posibles vertidos y derrames accidentales. Estas medidas no sólo están dirigidas a prevenir contaminaciones procedentes del interior de las instalaciones a sustituir, sino también de las que se deriven de la existencia, funcionamiento, recarga de combustible y mantenimiento de la maquinaria existente durante el periodo de tiempo que dure la obra, todo lo cual deberá enmarcarse en un estricto código de buenas prácticas medioambientales. Es imprescindible el acondicionamiento de espacios controlados para llevar a cabo la manipulación de cualquier sustancia susceptible de dar lugar a un vertido accidental.

Para los trabajos de retirada y reubicación de sedimentos en el embalse se utilizará maquinaria también susceptible de contaminar las aguas del embalse si no se toman las medidas preventivas necesarias. También el manejo de la citada maquinaria, tanto en el agua como en la orilla del embalse deberá contar con procedimientos específicos que eliminen el riesgo de que carburantes y lubricantes alcancen el agua o se viertan en la ribera, tras lo cual acabarían igualmente contaminando el agua.

En cualquier caso, tanto en los trabajos que se realicen en el embalse como en los que se realicen en el paramento de la presa, se dispondrá de sistemas de recogida de hidrocarburos en cantidad suficiente (barreras absorbentes) para actuar inmediatamente en el caso de que, pese a las medidas adoptadas, alguna situación totalmente imprevista tenga como resultado el vertido de estas sustancias al agua.

El parque de equipos, maquinaria y edificaciones auxiliares contará con todos los sistemas

necesarios para el almacenamiento seguro de todos los materiales potencialmente contaminantes que se utilicen en la obra (combustibles, aceites, lubricantes) y para los residuos que se vayan generando que posteriormente deberán ser correctamente gestionados. Los almacenes contarán con sistemas de retención de vertidos y protección efectiva contra incendios. Los residuos que se vayan generando, ya sean o no peligrosos, se gestionarán mediante un gestor autorizado.

El agua residual procedente de los sanitarios, duchas y lavabos contará con los sistemas de depuración necesarios antes de ser vertida a los cauces, o en su defecto se utilizarán instalaciones químicas con el posterior tratamiento autorizado de los desechos generados.

Para la limpieza de vehículos de obra se utilizarán sistemas de alta presión sin detergentes que garanticen el mínimo consumo de agua y, a su vez, el mínimo volumen de aguas residuales.

6.6. Medidas para prevenir y corregir acciones al paisaje y usos recreativos

Las medidas que se adopten estarán dirigidas a prevenir básicamente la afección visual. En definitiva se trata de velar porque los elementos de la obra presenten durante todo el tiempo de su desarrollo un aspecto ordenado y que al finalizar la actuación no queden evidencias ni restos de ella. En particular se recomienda:

- Que el parque de maquinaria que se situará en el margen derecho de la coronación de la presa se encuentre debidamente señalizado y confinado, así como los aparcamientos para los vehículos de obra y particulares del personal de obra.
- Disponer las edificaciones auxiliares en la forma más estética y equilibrada posible, construidas con la mínima altura. Procurar que el colorido sea también uniforme e integrado con el paisaje (grises, ocres y verde claro).
- No acumular residuos a la vista. Los escombros generados deberán apartarse de zonas de paso, ya sea para paseantes a pie o tráfico rodado, y confinarse en espacios controlados, a ser posible de forma segregada para facilitar su retirada y gestión final.
- La retirada de restos y escombros al finalizar la obra debe ser total, incluyendo material fraguado, y todo aquello que no tenga una función autorizada por la Administración Competente. Hay que tener en cuenta que no está permitido quemar restos.
- Señalizar y aislar las zonas de uso para las obras y respetar en todo momento un paso o

sendero para el acceso al camino que recorre el río por su margen derecho, habitualmente utilizado por excursionistas.

7. PLAN DE VIGILANCIA

El Plan de Vigilancia asegurará que las operaciones llevadas a cabo, tanto en la fase de obra, como en la del inicio de la operación, no producirán más efectos ambientales negativos de los previstos y que se aplicarán las medidas preventivas y correctoras planificadas.

Además, el plan de vigilancia deberá recoger los datos necesarios y suficientes para poder documentar la situación ambiental de los medios potencialmente afectados por el proyecto durante las diferentes fases de su ejecución.

A continuación, se detalla el plan de vigilancia para el embalse del Eume y para el río Eume.

7.1. Embalse del Eume

Durante las operaciones de dragado y reubicación del sedimento en el embalse será preciso hacer un seguimiento de la turbidez generada y de otros parámetros de calidad general del agua del embalse y de contaminantes.

En cada zona de trabajo (dragado y reubicación de sedimento) se llevarán a cabo las siguientes operaciones de vigilancia:

- Perfiles diarios (con medidas metro a metro) de temperatura (determinación de la termoclina), turbidez, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y pH, antes de iniciar de los trabajos de dragado, cada 2 horas durante los trabajos, y 2 horas después de finalizar los trabajos. Esta cadencia será la inicialmente adoptada, sin perjuicio de que pueda modificarse en función de los resultados que se vayan obteniendo.
- Medida de la profundidad de visión del Disco del Secchi en cada perfil realizado.
- Muestras discretas para análisis de NH_4^+ “in situ” y de sólidos en suspensión a 0m, 2m, y en las 5 profundidades con mayor turbidez, simultáneas a todos los perfiles que se lleven a cabo.

- Muestras discretas para análisis Terrattest© de agua de las tres profundidades con mayor turbidez una vez al día.

7.2. Río Eume

7.2.1. Establecimiento de los objetivos de calidad y criterios de actuación durante las pruebas de los desagües de fondo

El plan de vigilancia del río Eume contará con los siguientes valores de referencia respecto a los valores que no deberán sobrepasarse.

- NH_4^+: <1 mg/L
- O_2 > 6 mg/L
- Materia en suspensión (MES): 500 mg/L. El RD 927/88 fija el límite para aguas salmonícolas en 25 mg/L; no obstante, para este parámetro reconoce situaciones de excepcionalidad por situaciones meteorológicas o geográficas de tipo natural. A pesar de que la actuación proyectada no responde a un patrón natural, se considera razonable catalogarla como excepcional y acogerse a rangos más altos de los establecidos en el citado Real Decreto, avalados por la práctica y el desarrollo científico. En este sentido, las experiencias llevadas a cabo por EDF (Electricité de France) en los obligatorios vaciados decenales de embalses, así como a la propia experiencia de ENDESA en la materia, reiteran como límites tolerables de materias en suspensión para la vida piscícola un primer umbral de 2 g/L que puede mantenerse más de 24 h con contenidos de oxígeno disuelto por encima del 50% de saturación, un segundo umbral de 5 g/L a partir del cual pueden darse efectos sobre las poblaciones de peces si su duración supera 10 h y si simultáneamente se dan concentraciones de oxígeno disuelto de 5 mg/L. Estas referencias[4] coinciden en gran medida con estudios específicos sobre el efecto combinado de las materias en suspensión y la concentración de oxígeno disuelto sobre la mortalidad de trucha[5], donde se acredita que con concentraciones de oxígeno de 6 mg/L, la mortalidad de trucha expuesta a una

[4] Cardinal, H. (1989). Procédure LIVRE (Limitation de l'impact de Vidange des Retenues). Dép. Environnement Aquatique el Atmosphérique. Electricité de France. Paris. 96 pp.
[5] Garric J. Migeon B. & Vindimian E. (1990) Lethal effects of draining on brown trout. A predictive model based on field and laboratory studies. *Wat. Res*. 24, 59-65

concentración de materia en suspensión de 5 g/L es del 10% en 9h.

Dado que la densidad del sedimento del embalse es muy baja (1,1 g/cm^3), se establece como umbral máximo admisible una concentración de materia en suspensión (MES) de 2 g/L a la salida de la última balsa de decantación proyectada.

Pruebas de los desagües de fondo con caudales bajos (hasta 2,8 m^3/s)

La duración de cada fase de prueba queda supeditada en primera instancia a criterios técnicos. No obstante no se podrá acceder a una fase siguiente de mayor caudal si la concentración de MES a la salida de la Última balsa supera 500 mg/L, valor que ese establece por tanto como el máximo de referencia ordinario. Cabe indicar que en un episodio de lluvia no torrencial se pueden superar con cierta facilidad los 500 mg/L de MES en cuencas moderadamente forestadas.

En el caso extremo de que la punta de MES sea mayor de 2 g/L y se extendiese por más de 2 h, en cualquiera de las fases de prueba, a la salida de la última balsa de decantación, se interrumpirían las pruebas de desagüe y se reduciría el caudal hasta el correspondiente a la fase anterior hasta conseguir una concentración en el mismo punto de 500 mg/L.

Para el tramo aguas abajo de la CH Eume durante las pruebas con caudales bajos, teniendo en cuenta que el caudal máximo turbinable es de unos 27 m^3/s, la concentración máxima de referencia para las MES se sitúa en 50 mg/L. En el caso de superarse esta concentración, se interrumpirá la prueba y se reducirá el caudal hasta el correspondiente a la fase anterior hasta conseguir descender por debajo de los 50 mg/L de MES.

Pruebas de los desagües de fondo con caudales altos (hasta 51,6 m^3/s)

Dada que la capacidad de las balsas de decantación proyectadas no es suficiente para las pruebas con caudales altos, se procederá a la retirada de los sacos terreros y se pasará a realizar el seguimiento en el tramo situado aguas abajo de la CH Eume.

Para estas pruebas con caudales de hasta 51,6 m^3/s, la concentración máxima de referencia para las MES pasa a ser de 330 mg/L, en el punto de control establecido aguas abajo de la CH Eume (ver apartado 7.2.3) valor que se obtiene de considerar el agua procedente de la presa del Eume con una carga de MES de hasta 500 mg/L y unas aguas turbinadas sin MES.

7.2.2. Fase de obras

La vigilancia comenzará 2 días antes de iniciarse la obra y finalizará 15 días después. Estará

enfocada a analizar parámetros fisicoquímicos (temperatura, turbidez, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto y NH_4^+) y biológicos (IBMWP de fauna bentónica de invertebrados). Además se controlará visualmente si existen afecciones a los peces y anfibios.

- Se llevará a cabo una regresión empírica en laboratorio entre la turbidez medida con la sonda multiparamétrica y diferentes concentraciones de sólidos en suspensión preparadas con el sedimento del embalse. De esta forma se podrán elaborar registros continuos de turbidez que podrán ser extrapolados directamente a concentraciones de sólidos en suspensión.

- Se instalará una sonda de turbidez que realice un registro en continuo de este parámetro en el caudal saliente del embalse, aguas arriba de la primera balsa de decantación. El registro comprenderá todo el periodo de duración de las obras.

- Diariamente se analizarán los siguientes parámetros: temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH y NH_4^+ en el mismo punto que la turbidez y aguas arriba del barranco de Ventureira.

- Semanalmente se analizará el IBMWP en los mismos puntos indicados.

En función de los resultados que se vayan obteniendo se podrá modificar justificadamente el número de puntos de muestreo, la frecuencia de análisis y los parámetros fisicoquímicos considerados.

7.2.3. Fase de pruebas de los desagües de fondo

La vigilancia se llevará a cabo desde el inicio de la fase de pruebas hasta que los parámetros de calidad del río se estabilicen en los valores establecidos en al apartado 7.2.1.

Durante la fase de vigilancia, el caudal del río aguas arriba de la Central será aportado exclusivamente por los desagües de fondo, mientras que aguas abajo de la Central, al mencionado caudal se le añadirá el caudal turbinado (aproximadamente 30 m^3/s), con la posibilidad ya planteada de aplicar crecidas controladas a través de los aliviaderos de superficie de la presa, en el caso que se considerase necesario.

Se establecerán 4 estaciones de vigilancia:

- Salida de la última balsa de decantación
- Aguas arriba del Barranco de Ventureira
- 500 -700 m aguas abajo de la CH Eume
- En una zona del río representativa de condiciones de mezcla homogénea de las aguas turbinadas con las procedentes de la presa del Eume.
- El Coto de Ombre
- Entorno de Traseiras, aguas abajo (zona de ría).

Análisis fisicoquímicos

- En cada estación de vigilancia se irán tomando medidas en continuo (cada 10 minutos) con la sonda multiparamétrica de: temperatura, turbidez, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y pH. Los valores de turbidez se irán transformando a sólidos en suspensión de acuerdo con la regresión efectuada (SS = f turbidez) al inicio de la vigilancia.
- En cada estación de vigilancia se realizarán análisis in situ de NH_4^+, cada 20 minutos.
- Se tomarán muestras para análisis de Sólidos en Suspensión en laboratorio en todas las estaciones de vigilancia para caracterizar la evolución de la turbidez y comprobar el ajuste de la regresión efectuada.
- En la salida de la última balsa de decantación y en la estación Coto de Ombre se tomarán muestras para análisis Terrattest© coincidiendo con la punta de turbidez máxima de cada escalón de caudal y de cada prueba de desagüe.

En función de los resultados se podrán modificar las frecuencias de muestreo, los puntos de muestreo y los parámetros analizados.

Análisis biológicos

Antes del inicio y al final de cada prueba de los desagües se realizará un análisis de IBMWP en las 5 estaciones de vigilancia de ámbito fluvial.

7.2.4. Fase posterior a las pruebas del desagüe de fondo

Cuando se finalicen las pruebas de los desagües de fondo y se encuentre circulando un régimen

estacionario de caudal, se llevará a cabo un análisis Terrattest© extensivo del sedimento a lo largo de todo el tramo de río Eume situado aguas abajo de la presa y también de la Ría de Ares. De esta forma se podrá dar cumplimiento a lo que establece la normativa aplicable de calidad ambiental, tanto en el río (R.D. 60/2011, de 21 de enero) como en la ría (Decreto 1310/1990, de 29 de octubre).

Tras finalizadas las pruebas de los desagües de fondo se entenderá, desde el punto de vista ambiental, que éstos se encontrarán plenamente operativos y que cualquier actuación de explotación ordinaria que contemple el manejo de dichos desagües en su rango total de caudales, carecerá de efectos ambientales significativos.

ANEJO 1:

ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

Aprobado por Alberto Gonzalo Carracedo
Director General de HCC (ICCP Nº: 6099) DNI: 649764Z

Fecha: 13 de Mayo de 2011

ÍNDICE

1. OBJETO 3
2. REFERENCIAS 4
3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA SOMETIDA A ESTUDIO 5
4. METODOLOGÍA EMPLEADA 7
4.1. Definiciones 8
4.2. Modelo Predictivo 9
4.3. Objetivos acústicos 10
5. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN OPERACIONAL 11
5.1. Fuentes emisoras de ruido 11
5.2. Resultados: mapas sonoros 14
6. CONCLUSIONES 23

1. OBJETO

Este estudio se realiza con el fin de evaluar el impacto acústico generado por la obra de modernización del desagüe de fondo de la presa del Eume, ubicada en el Parque Natural de las Fragas do Eume

Con este estudio se analiza acústicamente la influencia de las obras, para así poder respetar (si hace falta con las medidas oportunas) los niveles de contaminación acústica que la legislación vigente establece, considerándose a este respecto que el espacio natural protegido debe ser tratado como una zona de alta sensibilidad acústica tal y como viene recogido en el anexo I del Decreto 320/2002, de 7 de noviembre, por el que se aprueba el reglamento que establece las ordenanzas tipo sobre protección contra la contaminación acústica.

Según el Anexo II de este mismo Decreto, para esta zona de alta sensibilidad acústica, los niveles de evaluación máximos recomendados en el ambiente exterior son de 60 decibelios y 50 decibelios para los intervalos horarios de 8 a 22 horas y de 22 a 8 horas respectivamente.

Para evaluar el impacto de las obras, se modela acústicamente las diferentes etapas de la obra, diferenciando en cada etapa los lugares de trabajo previstos para cada una de las diferentes máquinas que intervienen.

La modelización se realiza siguiendo las recomendaciones de la guía metodológica para la elaboración de mapas de ruido estratégicos en la Comunidad Autónoma de Galicia, editada por la Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible de la Xunta de Galicia.

2. REFERENCIAS

Para la realización del estudio se han considerado los siguientes documentos:

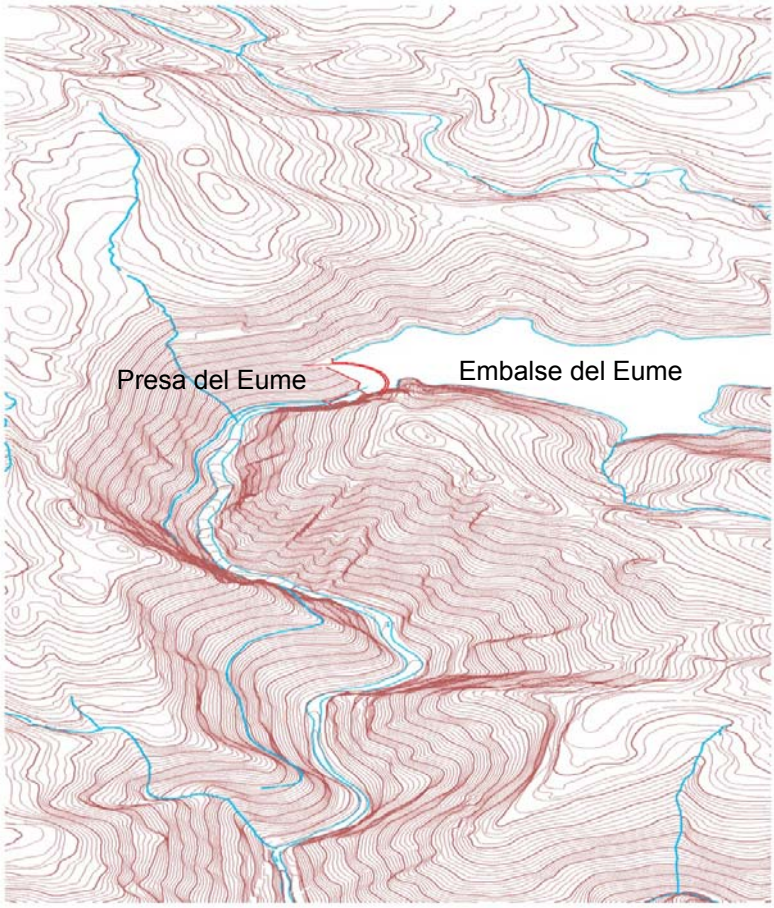
- Guía metodológica para la elaboración de mapas de ruido estratégicos en la Comunidad Autónoma de Galicia
- Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 25 de Junio de 2002, sobre la evaluación y gestión del ruido ambiental (Unión Europea)
- Recomendaciones de la Comisión, de 6 de agosto de 2003, relativa a las Orientaciones sobre los métodos de cálculo provisionales revisados para el ruido industrial, procedentes de aeronaves, del tráfico rodado y ferroviario, y los datos de emisiones correspondientes. (Unión Europea)
- Ley 37/2003, del 17 de noviembre, del ruido - Transposición de la Directiva Comunitaria - (España)
- RD 1513/2005, del 16 de diciembre, por el que se desenvuelve la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo tocante a la evaluación y gestión del ruído ambiental (España)
- RD 1367/2007, de 19 de Octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Ley 7/1997, del 11 de agosto, de protección contra la contaminación acústica (Galicia).
- Decreto 150/1999, del 7 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de protección contra la contaminación acústica (Galicia)
- Decreto 320/2002, de 7 de noviembre, por el que se aprueba el reglamento que establece las ordenanzas tipo sobre protección contra la contaminación acústica.
- Norma UNE-ISO 1996 “Descripción, medición y evaluación del ruido ambiente.
- Norma ISO 9613 “Atenuación del sonido en la propagación al aire libre”

3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA SOMETIDA A ESTUDIO

El ámbito de estudio lo constituyen las proximidades de la presa del Eume, esto es, los Concellos da Capella, de Mofero y das Pontes, ubicados en el Parque Natural de las Fragas do Eume.

El terreno existente en esta zona es muy irregular, encontrándose con altitudes sobre el nivel del mar que van desde los 50 metros hasta los 550 metros.

La presa divide el terreno en dos zonas bien diferenciadas a efectos de la modelización acústica de las obras de modernización del desagüe de fondo de la presa del Eume; aguas abajo, y aguas arriba de la misma. Esto hace que se contemplen diversos escenarios de trabajo según las máquinas se encuentren en la zona de válvulas o en la coronación de la presa.


Presa del Eume
Embalse del Eume

4. METODOLOGÍA EMPLEADA

Partiendo de la cartografía a escala 1:5000, correspondientes a la situación actual, así como de las fuentes consultadas, se ha modelizado la zona objeto de estudio y su entorno, en el software de simulación acústica CADNA-A. Mediante esta herramienta se evalúa el comportamiento de la propagación acústica con las diferentes escenarios según la fase de la obra.

A continuación se muestra una imagen en 3D de cada una de las dos zonas de trabajo: la coronación de la presa, y la cámara de válvulas del desagüe de fondo.

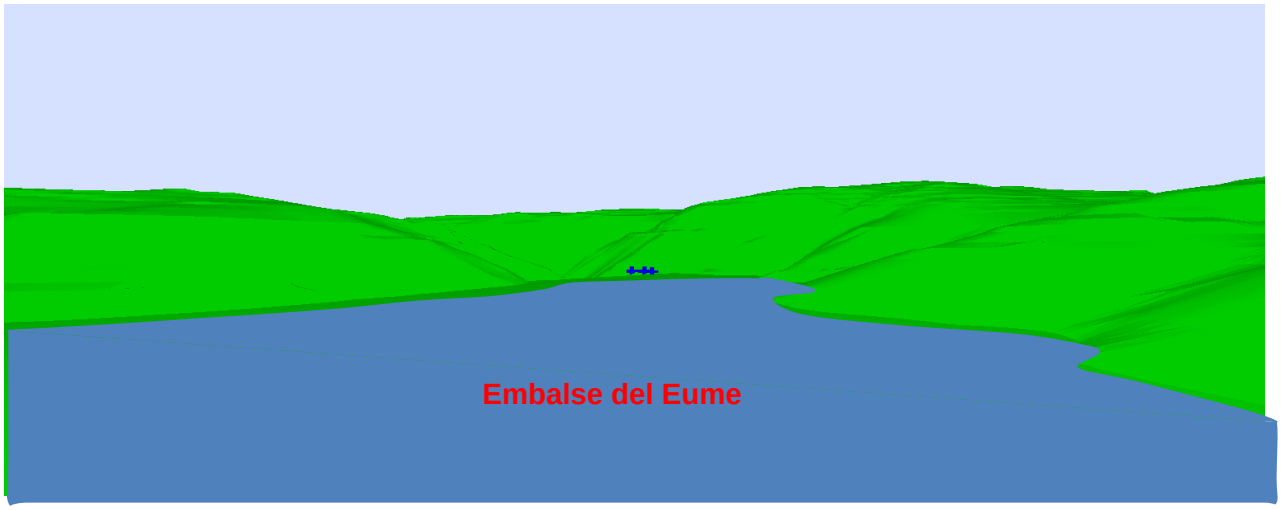


Figura 1: Vista en 3D de la zona de coronación sometida a estudio (vista desde el embalse del Eume).

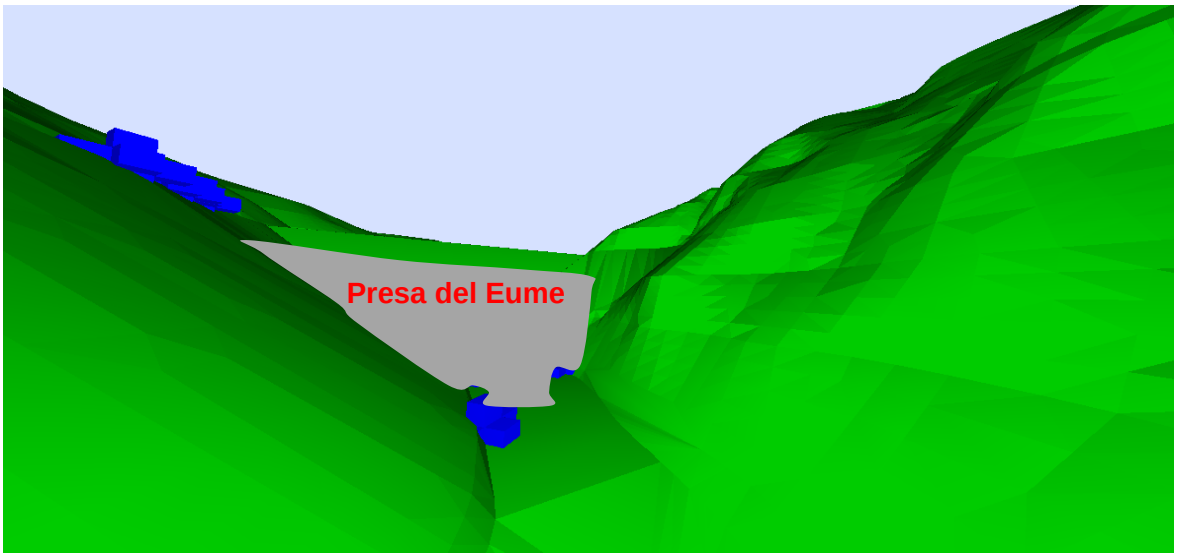


Figura 2: Vista en 3D de la zona de la cámara de válvulas sometida a estudio (vista desde aguas abajo de la presa).

4.1. Definiciones

Presión Sonora ponderada A (en Pascales):

Es el valor cuadrático medio calculado, medido con el filtro de ponderación "A" definida en la publicación IEC 651.

Nivel de Presión Sonora (en dB):

$$L_p = 10log\left(\frac{p}{p_0}\right)^2$$

donde "p" es el valor cuadrático medio de la presión sonora (en pascales) y "p0" es la presión sonora de referencia (20 µPa).

Nivel de Presión Sonora ponderado A (en dBA):

$$L_{pA} = 10log\left(\frac{p_A}{p_0}\right)^2$$

Niveles Percentiles (LN):

Es el nivel de presión sonora que excede el N % del intervalo de tiempo considerado.

Nivel de Presión Sonora Equivalente ponderado A (en dBA):

$$L_{Aeq,T} = 10log\left(\frac{1}{t_2 - t_1}\int_{t1}^{t2}\frac{p_A^2(t)}{p_0^2}dt\right)$$

4.2. Modelo Predictivo

Para la realización de los cálculos se ha utilizado el software de predicción CADNA-A. El algoritmo de cálculo utilizado corresponde con el método de cálculo recomendado por la DIRECTIVA 2002/49/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental (Anexo II de la Directiva) así como con el Real Decreto 1513/2005 (de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental):

Para Ruido industrial: ISO 9613-2: <<Acústica- Atenuación del sonido cuando se propaga en el ambiente exterior, Parte 2: Método general de cálculo>>

Esta parte de la norma ISO 9613 especifica un método de ingeniería para el cálculo de la atenuación del sonido en el ambiente exterior, para predecir los niveles de ruido ambiental a cierta distancia generados por varias fuentes sonoras.

El método predice el nivel continuo equivalente ponderado A (descrito en la Norma ISO 1996), bajo condiciones favorables de propagación de fuentes de las que se conoce su emisión sonora de forma individual.

4.3. Objetivos acústicos

En este estudio se ha utilizado la documentación mencionada en el capítulo 2 como apoyo a la hora de definir las características y los parámetros de las simulaciones a realizar.

Además, según la legislación del capítulo 2, al encontrarse las obras en una zona de alta sensibilidad acústica, los niveles de evaluación máximos recomendados en el ambiente exterior son de 60 decibelios y 50 decibelios para los intervalos horarios de 8 a 22 horas y de 22 a 8 horas respectivamente.

Es decir, el objetivo acústico de este estudio es la mayor cobertura posible de niveles situados por encima de 60 decibelios y 50 decibelios para los intervalos horarios de 8 a 22 horas y de 22 a 8 horas respectivamente.

5. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN OPERACIONAL

El objeto de este estudio es el análisis de la cobertura acústica producida por las obras de la modernización del desagüe de fondo de la presa del Eume. Para ello se han realizado varias simulaciones acústicas, considerando la maquinaria ubicada en el emplazamiento de trabajo (coronación o cámara de válvulas) utilizada en cada fase de la obra.

Las diferentes fases de la obra con la maquinaria utilizada y la ubicación de ésta en cada fase viene detallada en el Apéndice 1.Plano del Plan de obra

5.1. Fuentes emisoras de ruido

Se parte de los datos de los niveles de potencia acústica proporcionados por los fabricantes de la maquinaria utilizada y de los valores de la Norma Británica BS 5228/97 “Noise Control on Construction and Open Sites” para aquellas máquinas de las que no se tienen datos del fabricante (puente grúa,…).

Durante las 49 semanas de la obra se presentan distintas combinaciones de maquinaria trabajando en coronación y en la cámara de válvulas. De todas las combinaciones, las más desfavorables en cuanto a fuentes emisoras de ruido son las seis siguientes:

- Escenario 1: En coronación trabajando el camión pluma, la auto grúa y el grupo electrógeno, y en la cámara de válvulas trabajando el pórtico grúa.
- Escenario 2: En coronación trabajando el camión pluma, la hormigonera y el grupo electrógeno.
- Escenario 3: En la cámara de válvulas trabajando la maquinaria de corte de hormigón, el pórtico grúa, la maquinaria de demolición y el grupo electrógeno.
- Escenario 4: En la coronación trabajando el camión pluma, la góndola y la auto grúa.

- Escenario 5: En coronación trabajando el camión pluma y en la cámara de válvulas trabajando el pórtico grúa y el grupo electrógeno.
- Escenario 6: En coronación trabajando el camión hormigonera y en la cámara de válvulas el pórtico grúa y el grupo electrógeno.

El siguiente cuadro resume los seis escenarios con la ubicación de las máquinas y los niveles de potencia acústica en decibelios de cada máquina.

	Combinación de maquinaria			
	Coronación		**Cámara de válvulas**	
ESCENARIO 1	Camión pluma Auto grúa Grupo electrógeno (GESAN DTS 300)	104,9 db 103 db 97 db	Pórtico grúa	95,2 db
ESCENARIO 2	Camión pluma Hormigonera Grupo electrógeno (GESAN DTS 300)	104,9 db 90 db 97 db		
ESCENARIO 3			Maquinaria de corte (Amoladora angular DCG 125-S) Pórtico grúa Maquinaria de demolición (martillo rompedor TE1500 AVR) Grupo electrógeno (GESAN DTS 300)	101 db 95,2 db 100 db 97 db
ESCENARIO 4	Camión pluma Auto grúa Góndola	104,9 db 103 db 103 db		
ESCENARIO 5	Camión pluma	104,9 db	Pórtico grúa Grupo electrógeno (GESAN DTS 300)	95,2 db 97 db
ESCENARIO 6	Camión hormigonera	105,4 db	Pórtico grúa	95,2 db

		Grupo electrógeno (GESAN DTS 300)	97 db

5.2. Resultados: mapas sonoros

Como resultado del análisis se presentan mapas sonoros de los seis escenarios

De acuerdo al tercer punto del anexo I del Real decreto 1513/2005, la altura del punto de evaluación de los índices de ruido depende de su aplicación:

a) En las proximidades de edificios se evalúa a una altura sobre el nivel del suelo de 4 metros en la fachada más expuesta.

b) En las zonas donde no existen viviendas o se trata de zonas rurales con edificaciones de una planta, se elige una altura de 1,5 metros sobre el nivel del suelo.

Teniendo en cuenta las características de la zona bajo estudio y el objeto del proyecto, los mapas sonoros se han calculado a una altura de 1,5 metros, dado que es la altura a la que se sitúan los receptores afectados será ésta.

Para obtener los diversos mapas sonoros se ha tenido en cuenta la reflexión de orden segundo (es decir, sonido directo y las dos primeras reflexiones).

El enrejillado de cálculo (“grid”) que se ha empleado en la obtención de los distintos mapas sonoros es de 10 x 10 metros (separación de los receptores que intervienen en los cálculos).

Dado que no se poseen datos meteorológicos sobre el viento en esa zona se ha considerado el estándar alemán VBUI, fruto de la implementación de la Directiva Europea en Alemania, y en donde se prescribe una corrección día / tarde / noche de 2 / 1 / 0 dB.

El parámetro representado es el Leq,T, en dBA, para cada uno de los periodos horarios considerados. Los niveles sonoros representados en el plano se dividen en la leyenda en franjas de 5 dB.

Estos mapas sonoros se caracterizan por tener como fuentes de ruido predominantes las máquinas que trabajan en la modernización de desagüe de fondo de la presa del Eume,

pudiendo observar como el sonido se propaga a las zonas próximas.

A continuación se muestran dos imágenes en 3D en la que se observa la propagación del ruido en el escenario 1. La escala de colores es la misma que se muestra en los mapas sonoros del apéndice (Mapa 2).

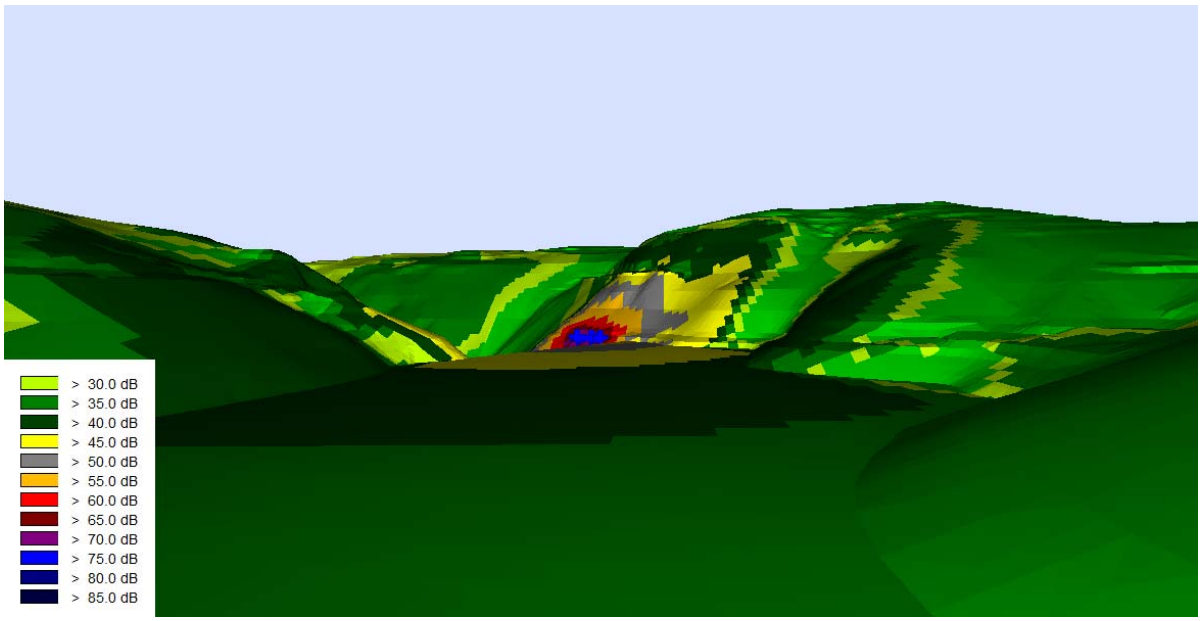


Figura 3: Resultados en 3D del escenario 1 (vista desde el embalse del Eume)

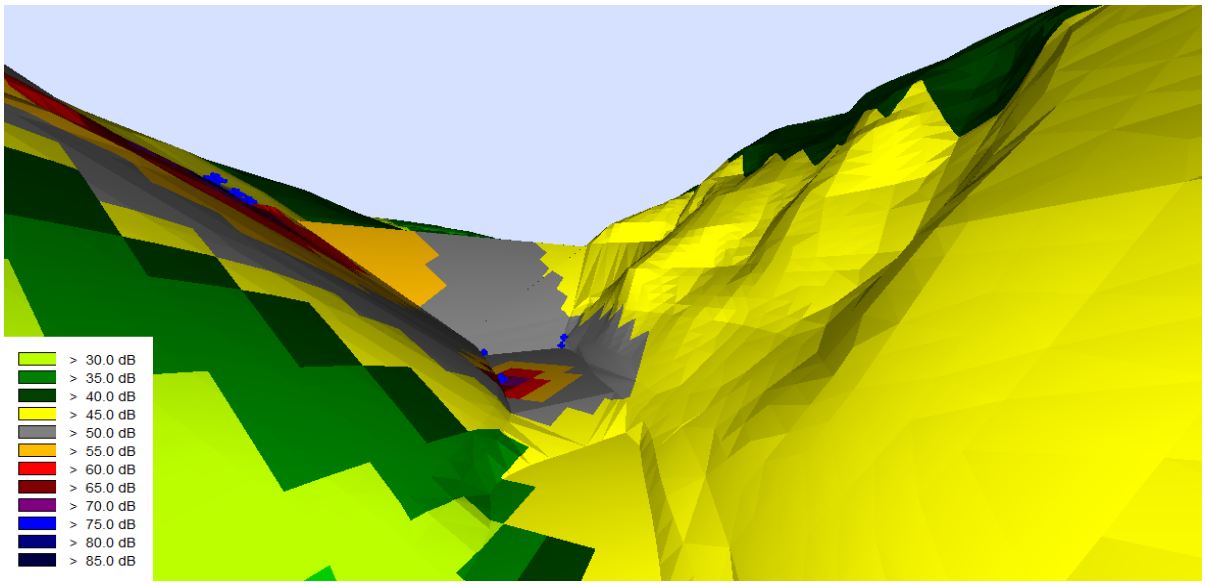


Figura 4: Resultado en 3D del escenario 1 (vista desde aguas abajo de la presa)

Las siguientes imágenes muestran en 3D la propagación del ruido en el escenario 2. La escala de colores es la misma que se muestra en los mapas sonoros del apéndice (Mapa 3).

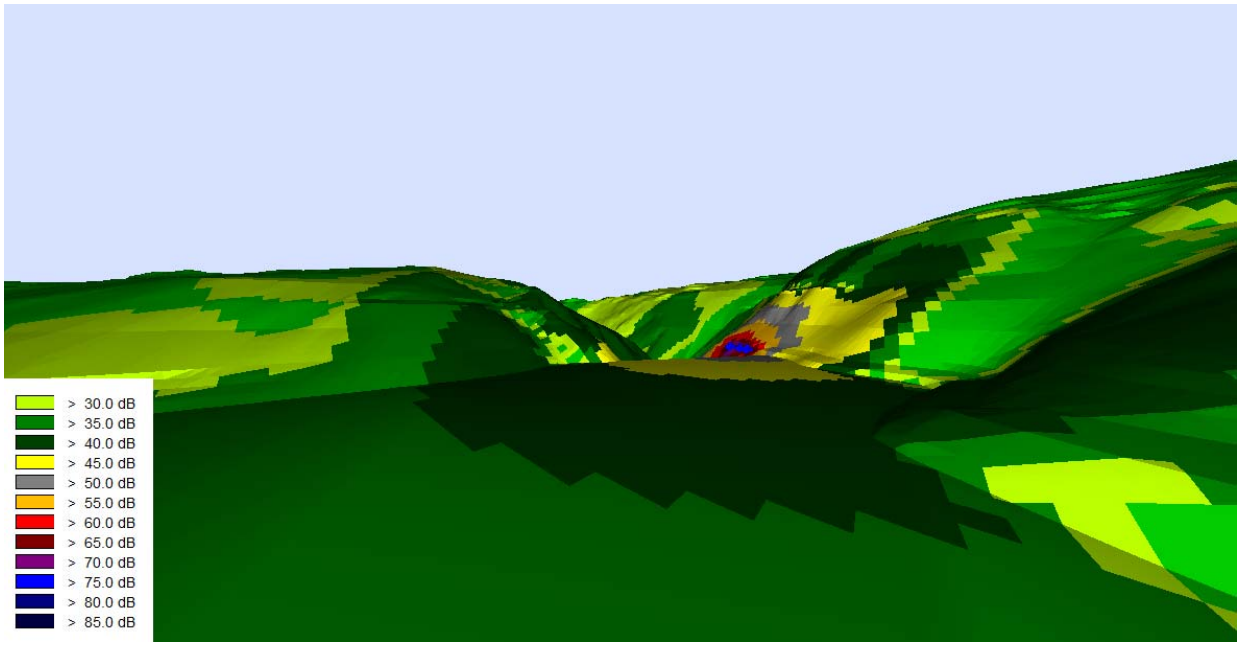


Figura 5: Resultados en 3D del escenario 2 (vista desde el embalse del Eume)

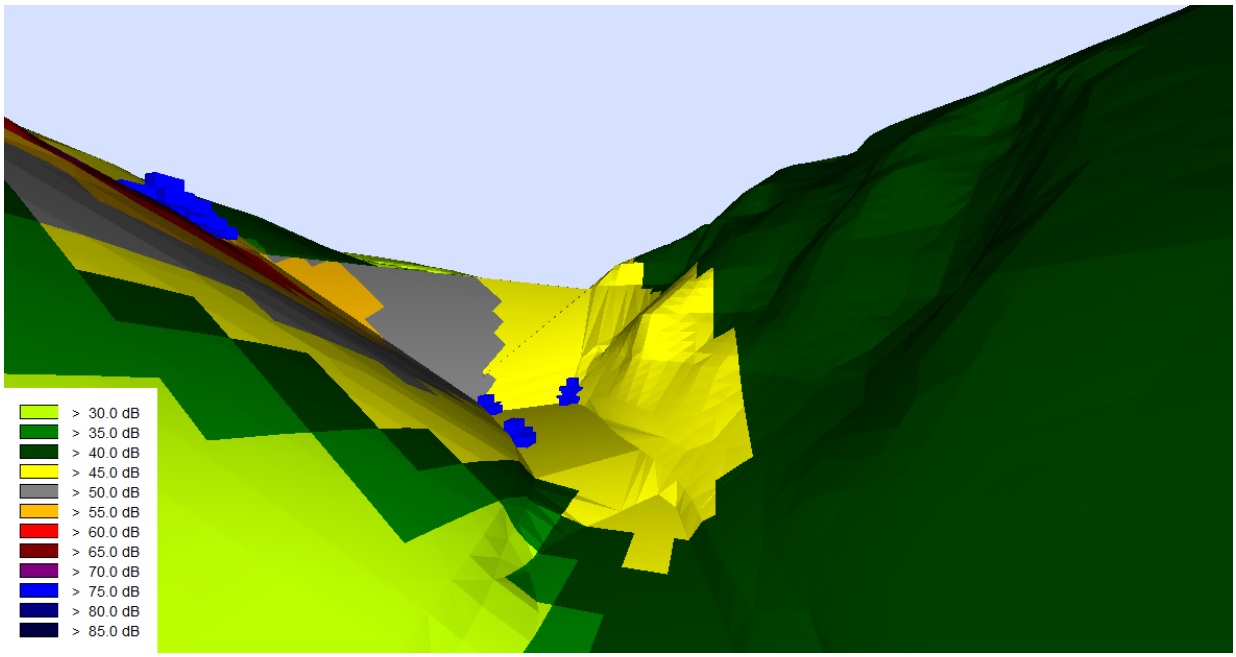


Figura 6: Resultado en 3D del escenario 2 (vista desde aguas abajo de la presa)

A continuación se muestra en 3D la propagación del ruido en el escenario 3. La escala de colores es la misma que se muestra en los mapas sonoros del apéndice (Mapa 4)..

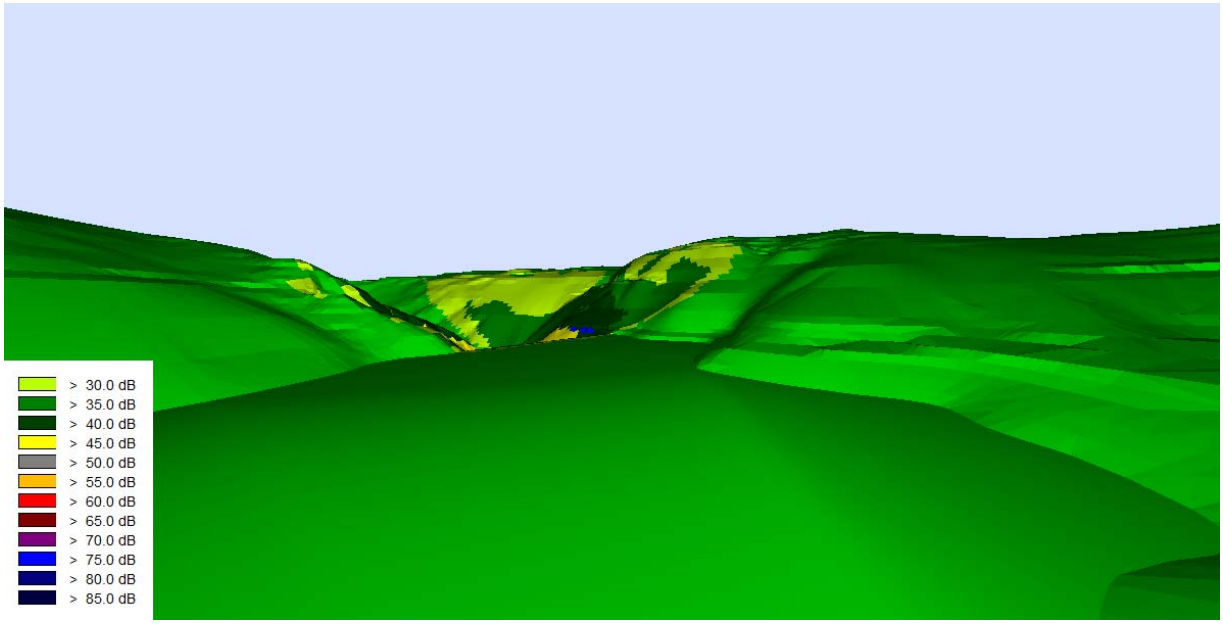


Figura 7: Resultados en 3D del escenario 3 (vista desde el embalse del Eume)

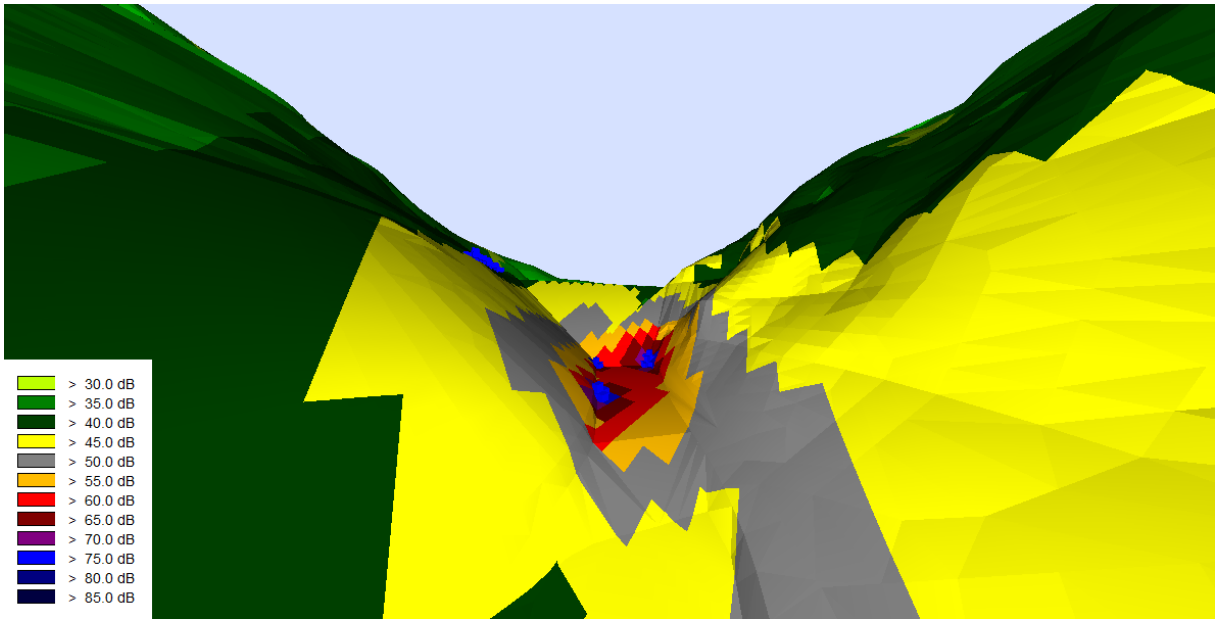


Figura 8: Resultado en 3D del escenario 3 (vista desde aguas abajo de la presa)

Las siguientes imágenes muestran en 3D la propagación del ruido en el escenario 4. La escala de colores es la misma que se muestra en los mapas sonoros del apéndice (Mapa 5).

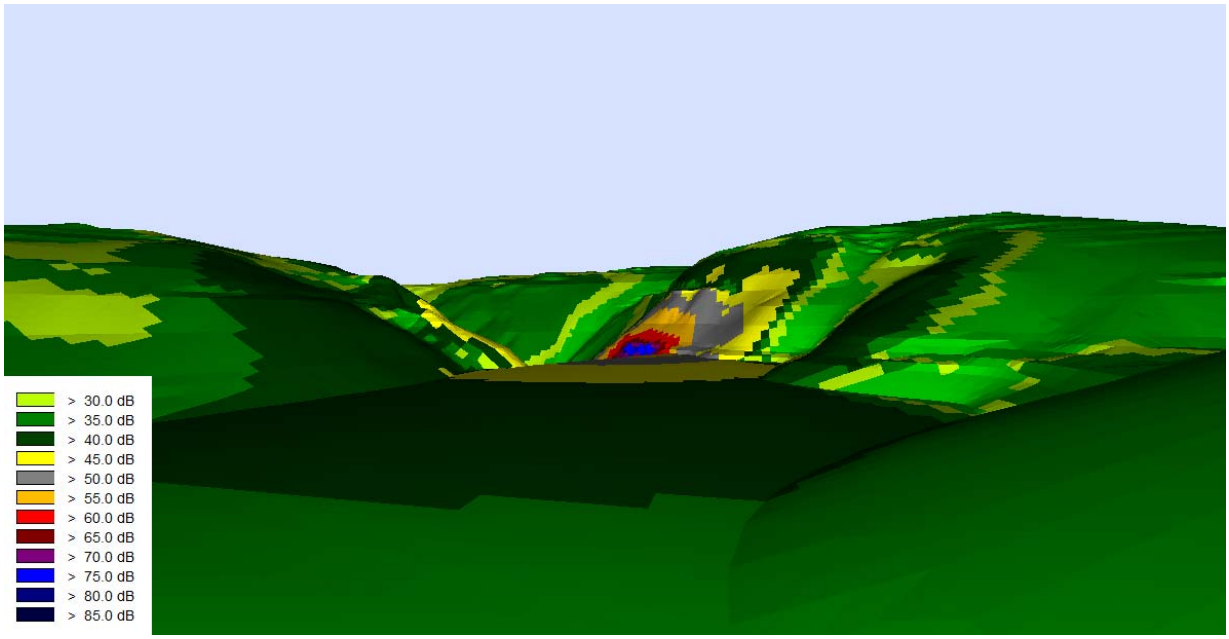


Figura 9: Resultados en 3D del escenario 4 (vista desde el embalse del Eume)

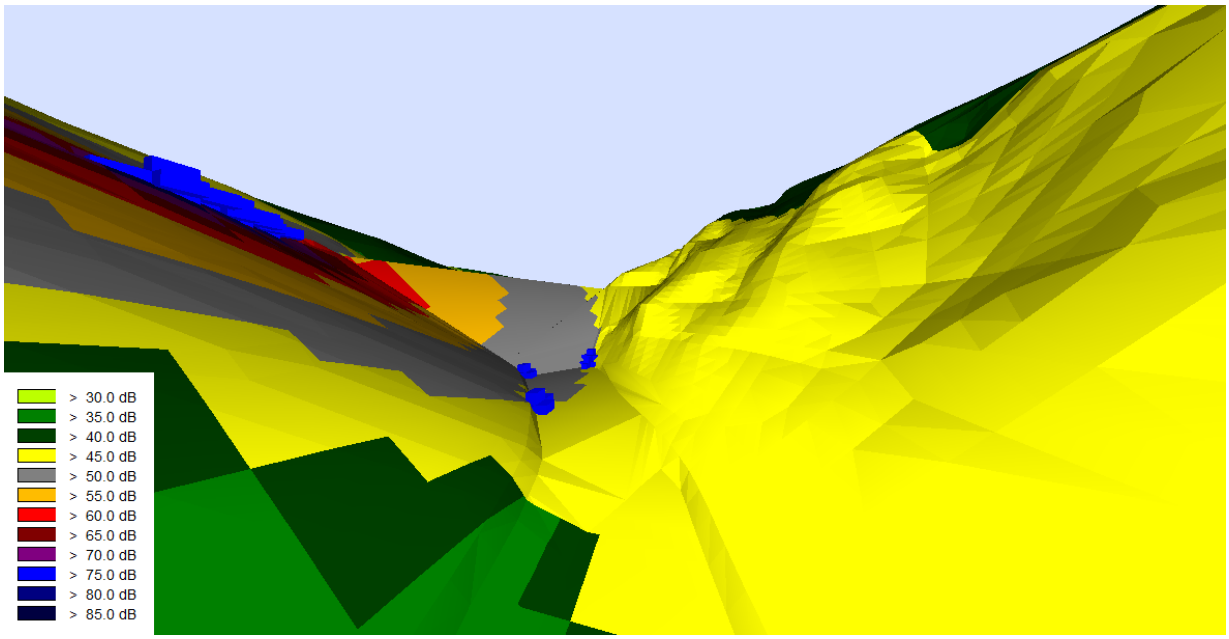


Figura 10: Resultado en 3D del escenario 4 (vista desde aguas abajo de la presa)

A continuación se muestra en 3D la propagación del ruido en el escenario 5. La escala de colores es la misma que se muestra en los mapas sonoros del apéndice (Mapa 6).

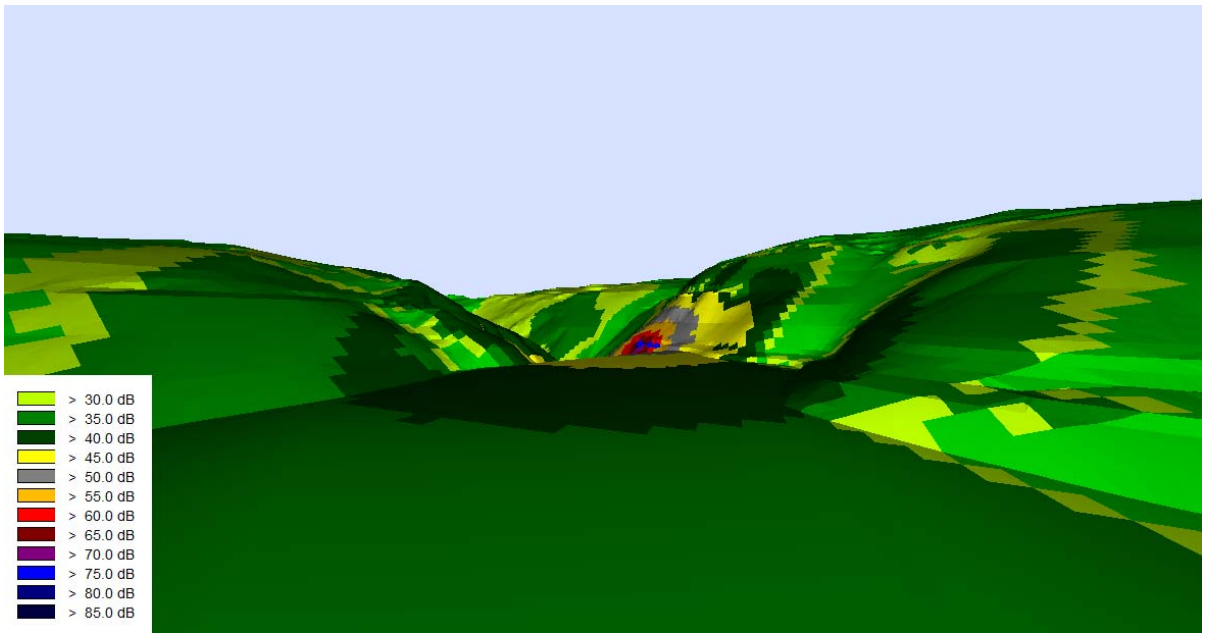


Figura 11: Resultados en 3D del escenario 5 (vista desde el embalse del Eume)

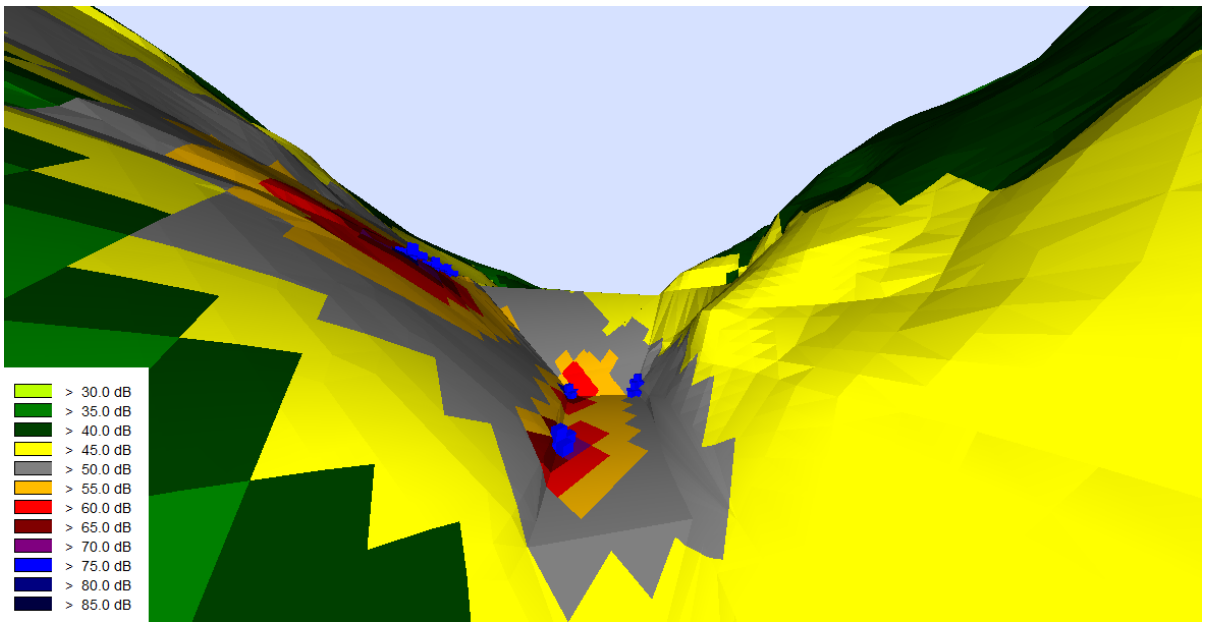


Figura 11: Resultado en 3D del escenario 5 (vista desde aguas abajo de la presa)

Por último, a continuación se muestra en 3D la propagación del ruido en el escenario 6. La escala de colores es la misma que se muestra en los mapas sonoros del apéndice (Mapa 7).

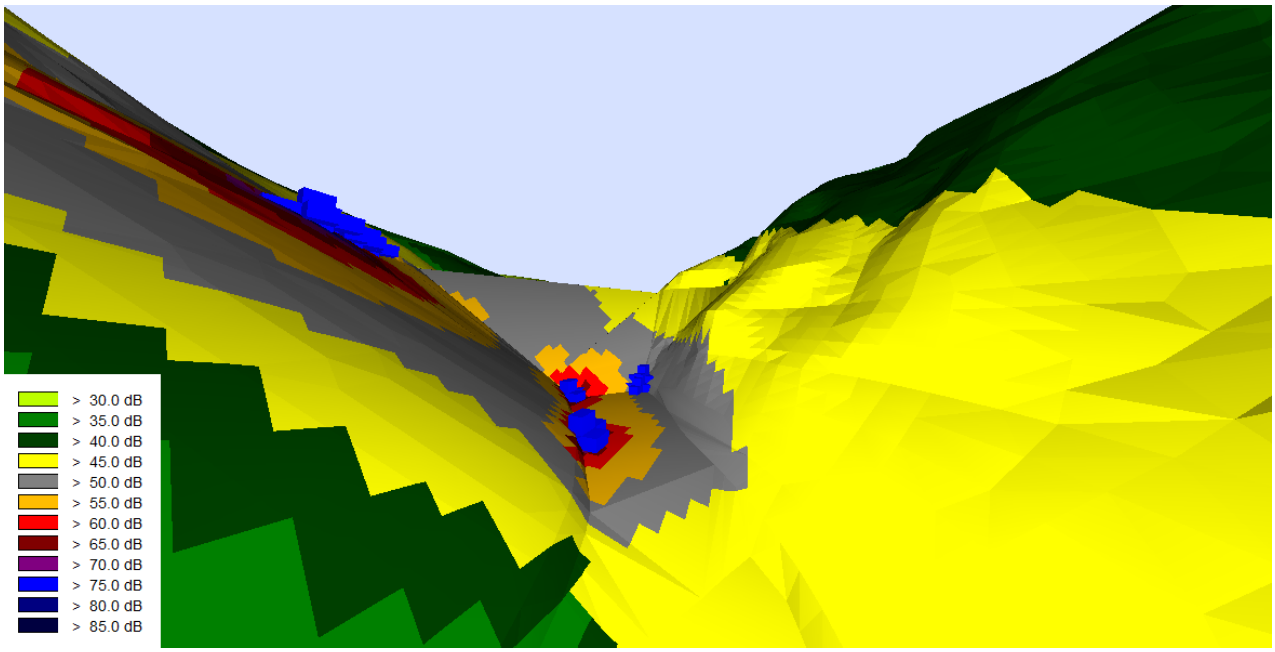


Figura 12: Resultados en 3D del escenario 6 (vista desde el embalse del Eume)

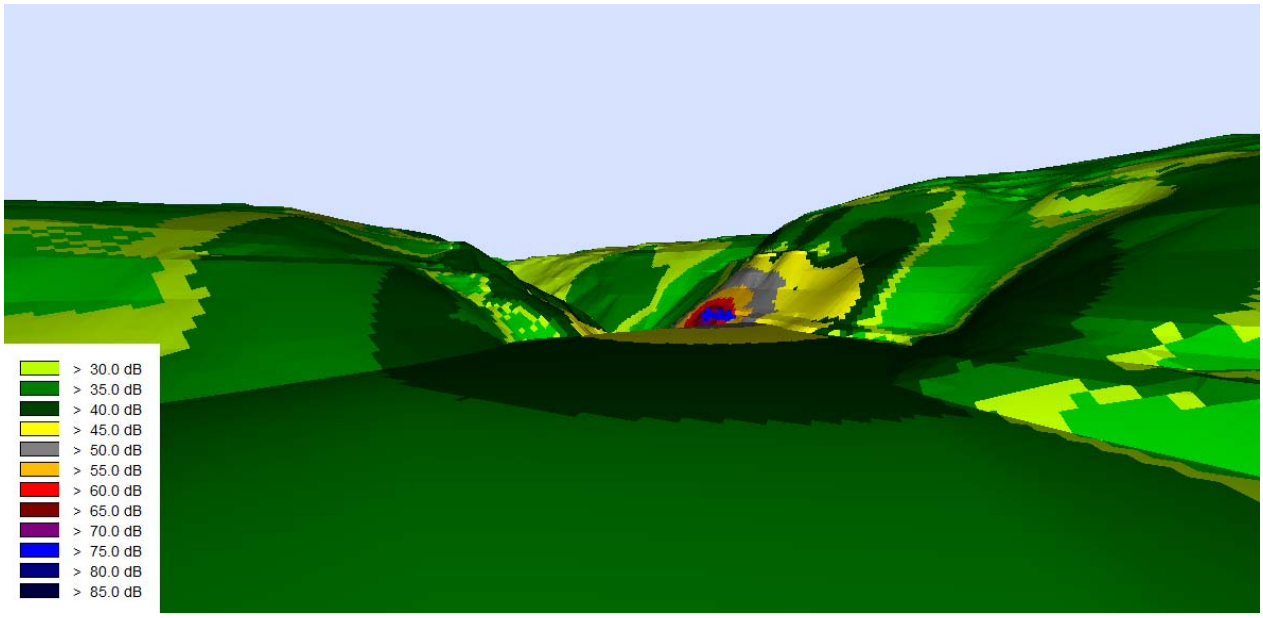


Figura 13: Resultados en 3D del escenario 6 (vista desde el embalse del Eume)

6. CONCLUSIONES

En el presente estudio se han evaluado las coberturas acústicas generadas por las máquinas que intervienen en las obras en las diferentes fases de la misma, ubicándolas en la coronación de la presa o en la cámara de válvulas según el emplazamiento a la hora de trabajar en cada fase.

En particular se han estudiado seis escenarios distintos, obteniendo de esta manera las áreas de los diferentes niveles de presiones sonoras para cada escenario, con el fin de conocer la contaminación acústica que genera la obra en el entorno.

Al encontrarse las obras en una zona de alta sensibilidad acústica, los niveles de evaluación máximos recomendados en el ambiente exterior son de 60 decibelios y 50 decibelios para los intervalos horarios de 8 a 22 horas y de 22 a 8 horas respectivamente. De las áreas de los niveles de presión sonora de 50 y 60 decibelios de todos los mapas sonoros obtenidos se obtiene las siguientes envolventes de 50 y 60 decibelios de presión sonora (más detallado en el apéndice, mapa 8).

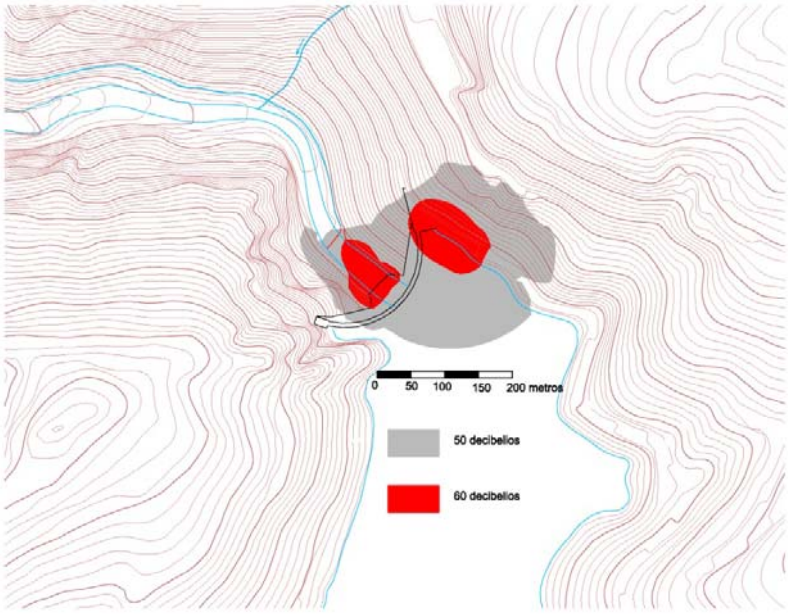


Figura 14: Envolvente de las áreas de 50 y 60 db de presión sonora

La escasa área con ruido a 60 decibelios de nivel de presión sonora y el trabajo durante el periodo diurno justifican la no necesidad de medidas correctoras durante las obras de modernización del desagüe de fondo de la presa del Eume.