

MEMORIA Y ANEJOS DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA. CONDUCCIÓN DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN Y NUEVA ETAP

Nº EXP: 09.322-0380/2111

MEMORIA

ÍNDICE

1. HOJA DE IDENTIFICACIÓN	5	8.2 Programa de usos y criterios de diseño del edificio de control y taller	16
2. OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO	6	8.2.1 Necesidades mínimas de espacios	16
3. ANTECEDENTES	6	8.2.2 Criterios de diseño	16
4. NORMAS Y REFERENCIAS	7	8.3 Criterios de diseño de urbanización	17
4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas	7	9. CAMPAÑAS DE CAMPO	17
4.2 Programas de cálculo	7	9.1 Campaña geotécnica	17
4.3 Personal técnico que ha intervenido en el presente proyecto	7	9.1.1 Descripción de la campaña	17
4.4 Plan de gestión de la calidad aplicado durante la redacción del proyecto	7	9.1.2 Resultados de la campaña	18
4.4.1 Contenido del PAC	8	10. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	18
5. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	8	10.1 Procesos e instalaciones de la ETAP	18
5.1 ETAP	8	10.1.1 Control y registro de caudal de entrada a la ETAP	18
5.2 Conducción	9	10.1.2 Tamizado	19
5.2.1 Trazado	9	10.1.3 Desinfección inicial y preoxidación	19
5.2.2 Material	9	10.1.4 Control de pH y ablandamiento	20
5.2.3 Diámetro	9	10.1.5 Tratamiento físico – químico y decantación	21
6. CRITERIOS Y PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO DEL PRESENTE PROYECTO	9	10.1.6 Filtración por arena	22
6.1 Demandas y prognosis futura	9	10.1.7 Tratamientos avanzados	23
6.2 Caudales de diseño de las conducciones	10	10.1.8 Instalaciones de reactivos de la línea de agua	25
6.2.1 Conducciones desde el embalse de Montearagón, entrada y salida de la ETAP	10	10.1.9 Depósitos de agua tratada y depósito elevado	29
6.2.2 Conducción del Depósito de Loporzano	10	10.1.10 Línea de fangos	29
6.2.3 Conducción del Depósito de Loporzano	10	10.1.11 Depósito de recuperación de agua	31
6.3 Caudales de diseño de la nueva ETAP	10	10.2 Instalaciones eléctricas de la ETAP	31
6.4 Requerimientos de calidad en el agua tratada	10	10.2.1 Centro de transformación	31
6.5 Calidad del recurso	11	10.2.2 Cuadro General de Baja Tensión	31
7. ASPECTOS FUNCIONALES BÁSICOS DE LA ETAP	11	10.2.3 Cuadros de control de motores	31
7.1 Concepción general de la ETAP y alcance de las obras	11	10.2.4 Compensación de reactiva	32
7.2 Criterios básicos de diseño	13	10.2.5 Instalación Fotovoltaica	32
8. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO DE EDIFICACIÓN Y URBANIZACIÓN DE LA ETAP	14	10.2.6 Cables	32
8.1 Criterios generales de diseño de los edificios industriales	14	10.2.7 Botoneras locales	32
		10.2.8 Alumbrado	32
		10.3 Control e instrumentación	32
		10.3.1 Esquema red de control	32
		10.3.2 Instrumentación	32
		10.3.3 Dimensionamiento de PLCs	33
		10.4 Obras civiles de la ETAP	33
		10.4.1 Movimiento de tierras	33

10.4.2 Cimentaciones y sostenimientos.....	34	16. GESTIÓN DE RESIDUOS.....	52
10.4.3 Procesos constructivos relevantes.....	34	17. PLAN DE OBRA.....	53
10.4.4 Afecciones en la parcela.....	35	18. PERIODO DE GARANTÍA.....	53
10.4.5 Organización de los trabajos.....	35	19. SEGURIDAD Y SALUD.....	53
10.5 Conducciones.....	36	20. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	54
10.5.1 Conducción de Entrada a la ETAP.....	36	21. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN.....	56
10.5.2 Conducción de Salida de la ETAP.....	41	22. COSTES DE EXPLOTACIÓN.....	56
10.5.3 Conducción de Saneamiento de la ETAP.....	42	23. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.....	57
10.5.4 Modificación de la Conducción del Depósito de Loporzano.....	43	24. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS.....	57
10.6 Línea eléctrica de media tensión.....	43	25. CÓDIGO CPV.....	57
10.6.1 Características de la Red y Datos de Diseño de las Instalaciones.....	43	26. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO.....	57
10.6.2 Características generales.....	43	27. DECLARACION DE OBRA COMPLETA.....	58
10.6.3 Protección de la Avifauna.....	44		
11. CONEXIONES EXTERIORES.....	45		
11.1 CONEXIÓN ELÉCTRICA DESDE L.E.M.T. (ENDESA DISTRIBUCIÓN).....	45		
11.1.1 Entronque con la Red Exterior.....	45		
11.1.2 Características Generales de la L.E.M.T. proyectada.....	45		
11.2 CONEXIÓN A RED DE SANEAMIENTO MUNICIPAL.....	46		
11.3 CONEXIÓN DE COMUNICACIONES Y TELEFONÍA.....	47		
11.4 CAMINO DE ACCESO A LA ETAP Y A EDIFICIO DE CONEXIONES.....	47		
11.4.1 Acceso al Edificio de Conexiones.....	48		
12. DISEÑO ARQUITECTÓNICO E INTEGRACION PAISAJÍSTICA.....	48		
13. INTEGRACIÓN AMBIENTAL.....	50		
13.1 Introducción.....	50		
13.2 Adecuación ambiental del proyecto.....	50		
13.2.1 Medidas preventivas, correctoras y compensatorias.....	50		
13.2.2 Programa de vigilancia ambiental.....	50		
13.2.3 Presupuesto para implementación del Plan de Vigilancia Ambiental.....	51		
13.2.4 Presupuesto para la integración ambiental.....	51		
14. DOCUMENTACIÓN SANITARIA.....	51		
15. BIENES, DERECHOS Y SERVICIOS AFECTADOS.....	52		
15.1 Parcelas afectadas y relación de bienes afectados.....	52		
15.2 Servicios afectados.....	52		

1. HOJA DE IDENTIFICACIÓN

TÍTULO	ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA Y NUEVA ETAP
PROYECTO	PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA. CONDUCCIÓN DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN Y NUEVA ETAP
CÓD. ACTUACIÓN	ACE/5099.06/21/PROY/01
CLAVE DGA	09.322-0380/2111

TIPO	Proyecto
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	Toda la actuación proyectada se inscribe dentro del área geográfica definida por las siguientes coordenadas (ETRS 89): X1= 714.110 X2= 720.490 Y1=4.669.344 Y2=4.673.584

Comunidad Autónoma:	Provincia
Aragón	Huesca

Término Municipal
Huesca, Quicena y Loporzano

CLIENTE	SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA ,S.A.	
	DIRECCIÓN	C/Agustín de Betancourt, 25-4ª planta 28003 Madrid
	TELÉFONO	91 598 62 70
	FAX	91 535 23 77

DELEGADO DEL CONTRATISTA	D. Pedro Javier Rivas Salvador Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
---------------------------------	---

AUTOR DEL PROYECTO	D. Pedro Javier Rivas Salvador Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos D. Néstor Nájera Canal Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
---------------------------	--

EMPRESA ADJUDICATARIA	UTE ABASTECIMIENTO HUESCA (TYPASA-NOLTER)	
	DIRECCIÓN	C/ Allué Salvador Nº5 50002 Zaragoza
	TELÉFONO	976 48 49 93

FECHA	Zaragoza, mayo de 2023
--------------	------------------------

FIRMA

Autores del proyecto



D. Pedro Javier Rivas Salvador
Ingeniero de Caminos,
Canales y Puertos
Nº Colegiado: 16.602



D. Néstor Nájera Canal
Ingeniero de Caminos,
Canales y Puertos
Nº Colegiado: 22.708

2. OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO

El objeto de presente de Proyecto es la definición técnica y económica de las infraestructuras necesarias para la mejora del abastecimiento de Huesca, incluyendo una nueva conducción desde el embalse de Montearagón, una planta potabilizadora, un depósito de agua tratada más otro de ejecución elevado, así como un edificio aislado para realizar las conexiones necesarias con las tuberías existentes de abastecimiento en alta procedentes de las balsas de Loporzano y con la red de abastecimiento actual de Huesca.

Se define en el presente proyecto todas las actuaciones necesarias para la construcción de estas infraestructuras, las pruebas en vacío y de funcionamiento para que las infraestructuras proyectadas estén en plenamente en servicio desde ese momento.

3. ANTECEDENTES

La ciudad de Huesca cuenta desde antiguo con diversas fuentes de agua que abastecen a la ciudad. Entre ellas podemos citar los manantiales de Fuenmayor, en San Julián de Banzo, siendo esta la primera fuente que se utilizó cuándo a finales del siglo. XIX se estableció en Huesca el suministro y distribución de agua potable.

Tiene asimismo la Captación de las Paulesas, construida en la década de los cincuenta del siglo XX, que recoge agua de unos manantiales situados en una ladera del río Isuela, aguas arriba de la ciudad de Huesca, a unos 25 km de la misma.

Dispone también de agua canalizada desde el embalse de Vadiello, en el río Guatzalema, con una concesión de 250 l/s.

También existe una captación construida de urgencia en el año 2005 desde el embalse de Valdabra (perteneciente al sistema de Riegos del Alto Aragón), la cual es capaz de inyectar agua en la red de distribución de la ciudad.

Todas estas fuentes de agua no son para uso exclusivo de la ciudad de Huesca, y atienden a una casuística de demandas de diverso tipo muy variada. Incluso desde un punto de vista legal la situación concesional de las mismas es compleja.

Aún con todas estas fuentes de suministro podemos afirmar que existe un problema de suministro cuantitativo de agua a la ciudad, ya que varias de las fuentes mencionadas tienen demandas comprometidas para otros usuarios y otras no cuentan con la pertinente concesión (la del embalse de Valdabra, construida de urgencia). A la vez debemos añadir que la ciudad ha ido creciendo en las últimas décadas y las citadas fuentes de suministro tradicionales presentan cada vez menor solidez en su capacidad de atender a la demanda doméstica, industrial y ganadera de la ciudad.

De la misma manera, y en lo referente al aspecto cualitativo del suministro, la situación actual es claramente deficiente, al no disponer siquiera de una estación de tratamiento de agua potable, limitándose el tratamiento de la misma a una simple desinfección. Obviamente esto es posible debido a la alta calidad que originariamente presentan varias de las fuentes de suministro mencionadas, si bien en la actualidad los servicios municipales tienen que hacer importantes esfuerzos de coordinación y gestión de los

suministros para poder realizar una provisión domiciliar de agua potable con cumplimiento de la normativa existente al respecto.

La construcción de la presa de Montearagón estaba recogida en el Pacto del Agua de 1992, y posteriormente se asumió en el Plan Hidrológico Nacional, para mejorar el abastecimiento a la ciudad de Huesca y poner en regadío diversas zonas de la Comarca de la Hoya. Uno de los objetivos del citado embalse es, por tanto, resolver el problema del abastecimiento a la ciudad de Huesca, garantizando la demanda a medio y largo plazo, de manera que el abastecimiento de agua no pueda condicionar el desarrollo de la ciudad de Huesca y su área de influencia.

Para cumplir este objetivo el proyecto dispone de un volumen de 5 Hm³ /año. Tras diversas vicisitudes la presa de Montearagón terminó de construirse en el año 2006.

En fecha 09 de mayo de 2005 el entonces Ministerio de Medio Ambiente autorizó a la Confederación Hidrográfica del Ebro a redactar el "Proyecto de Abastecimiento de Agua a Huesca desde el embalse de Montearagón (Huesca)". En el mes de diciembre de 2009 quedó redactado el citado proyecto.

En el mes de septiembre de 2011 se redactó una adenda para actualizar el tipo del Impuesto del Valor Añadido (IVA), que había sido legalmente modificado. En fecha 24 de abril de 2012 el "Proyecto de abastecimiento de agua a Huesca desde el embalse de Montearagón (Huesca)" y su adenda fueron aprobadas por la Dirección General del Agua.

El objeto material del citado proyecto era la construcción de una conducción a presión que comunicaría el citado embalse de Montearagón con una parcela ubicada en las cercanías de la ciudad, dónde el Gobierno de Aragón tenía previsto acometer la construcción de una ETAP (Estación de Tratamiento de Agua Potable).

La variada problemática surgida en el llenado del embalse de Montearagón hizo que se paralizasen los posteriores trámites del proyecto.

En la actualidad, y tras ver superadas las citadas problemáticas, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico ha decidido retomar los trabajos, incluyendo esta vez, además de la propia conducción ya proyectada, el diseño y futura construcción de una nueva Estación de Tratamiento de Agua Potable.

Además, se ha estimado la necesidad de proceder a una actualización del proyecto ya redactado, a los efectos de adecuarlo a la legislación actual, a las más recientes técnicas presentes en este tipo de proyectos, y a las modificaciones que en el entorno geográfico se han producido en éste dilatado plazo de tiempo. Con la fusión de ambos conceptos, el citado Ministerio ha encomendado en fecha 3 de junio de 2021 a la Sociedad Mercantil Estatal "Aguas de las Cuencas de España, S.A." (ACUAES), la redacción del "PROYECTO DE ABASTECIMIENTO A HUESCA. CONDUCCION DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGON Y NUEVA ETAP".

4. NORMAS Y REFERENCIAS

4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

Se contemplan, a continuación como resumen de las más importantes, el conjunto de disposiciones legales (leyes, reglamentos, etc.) y las normas de no obligado cumplimiento que se han tenido en cuenta para la realización del proyecto.

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
- Real Decreto Legislativo 1/2001 de 20 de julio, por el que aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba Código Técnico de la Edificación y posteriores modificaciones y ampliaciones.
- Orden de 28 de julio de 1974 por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de abastecimiento de agua (BOE núm. 236, de 2 de octubre de 1974).
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10 (BOE núm. 176, de 25 de julio de 2017).
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 (BOE núm. 139, de 9 de junio de 2014), incluyendo las modificaciones efectuadas por Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre (BOE núm. 243, de 11 de octubre de 2021), el Real Decreto 298/2021, de 27 de abril (BOE núm. 101, de 28 de abril de 2021) y Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo (BOE núm. 172, de 20 de junio de 2020).
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantía de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09 (BOE núm. 68, de 19 de marzo de 2008), así como las modificaciones y ampliaciones del Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo (BOE núm. 125, de 22 de mayo de 2010), del Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo (BOE núm.172, de 20 de junio de 2020) del Real Decreto 298/2021, de 27 de abril (BOE núm. 101, de 28 de abril de 2021) y del Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre (BOE núm. 243, de 11 de octubre de 2021).

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. (BOE núm. 224, de 18 de septiembre de 2002) y modificaciones posteriores recogidas en el Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, así como en el Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, en el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, en el Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo y en el Real Decreto 298/2021, de 27 de abril.
- Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio (BOE núm. 89, de 13 de abril de 2013).
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (BOE núm. 97, de 23 de abril de 1997), así como las modificaciones incluidas en el Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre (BOE núm. 274, de 13 de noviembre de 2004).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE núm. 269, de 10 de noviembre de 1995), y las leyes posteriores que la modifican y complementan

4.2 Programas de cálculo

Se contemplan en este apartado la relación de los principales programas utilizados para el desarrollo de los cálculos realizados:

- Cálculo de estructuras de hormigón: ROBOT Structural Analysis y CYPE
- Cálculo de estructuras metálicas: SAP2000 v14
- Cálculos de proceso e hidráulicos: Hojas de cálculo Microsoft Excel
- Realización de planos: AUTOCAD y BRISCAD
- Cálculo de presupuestos: Presto y Sispre
- Edición y otros usos: Microsoft Office

4.3 Personal técnico que ha intervenido en el presente proyecto

Las actuaciones definidas en el presente proyecto abarcan un amplio campo de competencias técnicas, por lo que ha sido necesario para su realización de un equipo multidisciplinar aportado por TYPESA y NOLTER, incluyendo Ingenieros de Caminos, de Montes, Industriales, Ingenieros Técnicos Agrícolas, Licenciados en Biología y en Ciencias Ambientales, así como Arquitecto y Técnicos Superiores en Proyectos de Construcción.

4.4 Plan de gestión de la calidad aplicado durante la redacción del proyecto

El Plan de Gestión de la Calidad constituye el documento básico de referencia para el desarrollo y aplicación del Sistema de gestión de la UTE al proyecto.

Es de obligado cumplimiento por todo el personal de las divisiones y departamentos técnicos de la UTE que participan en las tareas que afectan a la calidad de los trabajos y se mantiene permanentemente actualizado por el Jefe de Proyecto. La obligatoriedad de su cumplimiento, en lo que les sea de aplicación, se trasladará a los subcontratistas, a través del correspondiente subcontrato.

En concreto, en el PAC se establecen o referenciarán las medidas previstas por la UTE para:

- Establecer el organigrama general del proyecto, identificando a cada responsable de gestión y producción, y las entidades externas intervinientes en el proceso de redacción y aprobación del proyecto;
- Definir las funciones y responsabilidades de las personas que integran el equipo para la realización de los trabajos
- Identificar y controlar los recursos materiales aportados por la UTE (oficinas, soporte ofimático, software, etc.) para la realización de los trabajos contratados.
- A través de la aplicación de los métodos, procedimientos e instrucciones necesarios, se asegura que los productos y servicios de la UTE cumplen los requisitos y requerimientos de ACUAES, los requisitos de las Normas ISO 9001 e ISO 14001 de aplicación al trabajo, los requisitos legales y reglamentarios, y los del propio Sistema Integrado de Gestión adoptado por la UTE
- Identificar y controlar las interrelaciones entre los participantes en la realización de los trabajos (ACUAES, la UTE, subcontratistas, etc.), indicando para cada uno alcance, funciones y responsabilidades
- Llevar a cabo una correcta gestión del riesgo, de los datos de partida y de los cambios
- Llevar a cabo un adecuado control del presupuesto objetivo de las obras objeto de proyecto
- Llevar a cabo una adecuada gestión de la información y la documentación del proyecto, que garantice la trazabilidad y evite el uso no intencionado de documentos o información obsoleta
- Identificar la legislación ambiental aplicable y los requisitos específicos exigibles a los trabajos en el proyecto a redactar
- Identificar y tener en cuenta los aspectos ambientales directos, indirectos y potenciales asociados a la redacción del proyecto;
- Proporcionar a la DGC una referencia objetiva básica para evaluar la calidad del trabajo realizado por la UTE.
- Dotar al equipo de trabajo de la documentación básica necesaria para la aplicación del Sistema de Gestión de la Calidad y Medio Ambiente al 'proyecto'.

4.4.1 Contenido del PAC

Las distintas fases y actividades necesarias para el desarrollo y ejecución de los trabajos se agrupan en las siguientes categorías de procesos, que formarán parte del contenido del PAC. El PAC está constituido por los siguientes apartados y documentos:

- Definición del alcance de los servicios
- Objetivos de la calidad del proyecto
- El Manual de Organización
- El Manual de Procedimientos

En el Manual de Organización del PAC figuran:

- La organización general y las interrelaciones entre las empresas y organismos participantes en el contrato
- La organización nominal del personal de la UTE asignado al contrato, con indicación de su formación y experiencia
- Las funciones y responsabilidades relevantes de las principales figuras organizativas del equipo de trabajo
- Los recursos materiales puestos a disposición del trabajo tales como; locales de oficina, equipos informáticos, software de aplicación y versiones, vehículos, etc.
- La relación de equipos de medición y ensayo, conjuntamente con las medidas de control y los requisitos necesarios de precisión
- Directorio con los contactos de los agentes participantes
- Plazo general e hitos más importantes aprobados por el Cliente.

En el Manual de Procedimientos del PAC, figuran:

- La Política del Sistema Integrado de Gestión de la UTE
- La relación de los procedimientos generales de la UTE, que son de aplicación directa a los trabajos ofertados
- Los procedimientos o instrucciones de trabajo desarrollados específicamente para cumplir los requisitos solicitados directamente por ACUAES a lo largo del trabajo, y que no estén cubiertos por los documentos del Sistema Integrado de Gestión de la UTE, citados en el punto anterior
- Los procedimientos de redacción de los documentos del proyecto que contienen las referencias específicas y la metodología a seguir para la ejecución de todas las actividades a desarrollar en la redacción de los documentos, indicando responsables y medios a emplear. Estos procedimientos están basados en:
 - o La normativa vigente
 - o El Pliego de Prescripciones del Concurso
- Los procedimientos de verificación que contienen las referencias específicas y la metodología a seguir en la verificación de las actividades y documentos producidos por el equipo de redacción, indicando los responsables y medios a emplear.

5. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

En el presente proyecto se ha realizado un análisis de alternativas y justificación de la solución adoptada.

5.1 ETAP

Este estudio ha contemplado dos aspectos estudiados de manera diferenciada: la ubicación de la planta y la tipología y procesos de tratamiento de los que dispondrá.

En cuanto a la ubicación de la planta de tratamiento, en el Apartado 2.3.1, se ha justificado convenientemente la idoneidad de la Alternativa nº 4, situada en el Polígono "SEPES", previendo implantar la ETAP en terrenos urbanos y urbanizables industriales, de los cuales los primeros son ya de titularidad municipal del Ayto. de Huesca.

La ubicación de esta alternativa, se sitúa mayoritariamente en las parcelas con referencia catastral 6091019YM1669A0001FE, 6091018YM1669A0001TE y 6091031YM1669A0001XE. Sus superficies son 8.650 m², 6.564 y 2.493 m² respectivamente. Su uso según catastro es suelo urbano industrial sin edificar y está catalogada en el PGOU como suelo urbano. La elevación media de esta parcela es la 460 msnm. Actualmente son de titularidad municipal. También sería necesario ocupar una pequeña zona adicional, colindante y situada al Noreste de este suelo industrial, que actualmente es suelo urbanizable para construcción de un depósito de almacenamiento. Cabe señalar además, que actualmente en esta ubicación ya se encuentra un depósito (actualmente fuera de uso), construido por el ente público SEPES que desarrolló el polig. industrial en su día.

Las ventajas principales de esta localización son su reducida visibilidad y su integración en la zona límite del polígono industrial norte de Huesca, su acceso sencillo y la proximidad de líneas eléctricas y de telecomunicaciones para acometer. Además, los terrenos serán de propiedad municipal en el futuro desarrollo de la zona.

En cuanto al proceso funcional, como conclusión, se puede decir que las tres soluciones descritas en este

documento son válidas para cumplir la normativa actual pero el hecho diferencial entre ellas es que van aportando procesos y tecnologías adicionales para obtener una calidad del agua mayor para los usuarios que requieran futuros cambios normativos, el máximo aprovechamiento del recurso, y una garantía también mayor de suministro en cualquier circunstancia que afecte a las fuentes de suministro.

Este enfoque de las alternativas analizadas, lógicamente se traduce en un incremento de costes tanto de primera inversión como de explotación, dependiendo directamente del número y complejidad de los procesos incluidos en las diferentes alternativas. Por tanto, no se está comparando soluciones equivalentes.

En este caso, dado que la motivación principal de este análisis de alternativas es el beneficio de los usuarios del agua de abastecimiento de Huesca, por ello, se propone adoptar la Alternativa nº 3 de proceso, para su desarrollo posterior durante la redacción del proyecto de Abastecimiento de Agua a Huesca.

La Alternativa 3 comparte con la Alternativa 2 la mayoría de los procesos y equipos, incorporando además una serie de tratamientos avanzados con el objetivo de preparar la ETAP para alcanzar objetivos de calidad más rigurosos que requiera normativas futuras, y permitir para la eliminación de compuestos orgánicos procedentes de la actividad humana (disruptores endocrinos, resto de compuestos farmacéuticos, etc.) o de un empeoramiento natural de la calidad de las aguas de los embalse (geosmina, etc.).

La alternativa 3 también incorpora un sistema avanzado con dosificación de CO₂ para conseguir el equilibrio carbónico del agua, y evitar de esta forma la formación de incrustaciones en las conducciones de la red de abastecimiento.

5.2 Conducción

5.2.1 Trazado

A partir del estudio de soluciones realizado, se concluye con lo siguiente:

- Se descarta la Alternativa 3 debido a que no se recupera toda la energía necesaria para el bombeo y su mayor complejidad y costes de mantenimiento.
- En el ámbito económico, una vez estudiados distintos materiales para optimizar las tuberías, resulta sustancialmente más económica la Alternativa 1 sobre la Alternativa 2.
- Medioambientalmente, la mejor solución es también el trazado que discurre paralelamente al río Flumen, es decir, la Alternativa 1.

Por tanto, desde el punto de vista del trazado, se propone la Alternativa 1.

5.2.2 Material

Se han analizado tres tipologías:

- Fundición dúctil (FD)
- Policloruro de vinilo orientado (PVC-O)
- Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)

Entre todas las opciones se propone fundición dúctil por los siguientes motivos:

- Menor fragilidad frente a golpes y menor deformabilidad frente a cargas externas. Esto es importante en entornos urbanos donde es relativamente frecuente la realización de obras.
- Menos vulnerable frente a depresiones.
- Gran resistencia mecánica.
- Es de contrastada durabilidad.
- Aunque Huesca tiene un alto porcentaje de tuberías de fibrocemento, es de destacar que el anillo perimetral es de fundición dúctil, las últimas obras en las conducciones procedentes del depósito de Montearagón son también tuberías de fundición dúctil. Con ello se uniformiza la tipología facilitando las operaciones de mantenimiento, repuestos, etc.

5.2.3 Diámetro

En cuanto al diámetro se ha estudiado dos opciones, esto es, DN 700 y N600 mm concluyéndose que el DN700 es el óptimo.

6. CRITERIOS Y PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO DEL PRESENTE PROYECTO

6.1 Demandas y prognosis futura

En el Anejo nº 6 de este proyecto se realiza una revisión de los estudios de demandas y una previsión futura de las mismas anteriores a la redacción de este proyecto:

- ANTEPROYECTO DE ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE NORTE (HUESCA) encargado por SODEMASA, con fecha noviembre de 2006
- PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGÓN (HUESCA) redactado por la SERS por encargo de la Confederación Hidrográfica del Ebro con fecha diciembre 2009.
- DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL AYUNTAMIENTO DE HUESCA Y VARIOS MUNICIPIOS DE SU ENTORNO, con fecha marzo de 2019 elaborado por la consultora PW Advisory & Capital Services (PWACS) a petición de la Diputación provincial de Huesca.

Aunque todos los estudios de demandas muestran resultados muy similares, se concluye que el estudio del año 2019 es el más riguroso por la metodología adoptada y por la apreciable cantidad de datos con el que se ha realizado.

Por ello, para el cálculo de la demanda de este proyecto se ha partido de este trabajo completando los datos desde el año 2019 hasta el 2022, matizando algunos aspectos particulares y estableciendo dos nuevos horizontes de 50 y 25 años (2048 y 2073).

Teniendo en cuenta las reservas y precauciones necesarias dado los plazos prolongados de 25 años y 50 años para el servicio de las nuevas infraestructuras que se proyectan, es razonable adoptar los siguientes caudales de diseño:

- Caudal de diseño de la ETAP: 300 l/s, ampliable en un futuro a 425 l/s.
- Caudal de diseño de las conducciones desde el embalse de Montearagón: 425 l/s

6.2 Caudales de diseño de las conducciones

6.2.1 Conducciones desde el embalse de Montearagón, entrada y salida de la ETAP

Los cálculos de estas conducciones se realizan para el caudal de diseño de la ETAP, es decir 300 l/s y para el caudal de una posible ampliación de la ETAP, es decir, 425 l/s.

En el caso de la conducción de entrada de la ETAP se realizan los cálculos con embalse lleno (579,5 msnm) y vacío (542 msnm).

En el caso de la conducción de salida de la ETAP los cálculos se realizan con depósito lleno (524 msnm) y vacío (520 msnm).

6.2.2 Conducción del Depósito de Loporzano

Dado el diámetro de esta tubería (DN350) se ha considerado un caudal de 120 l/s y una altura de depósito de 575 msnm.

6.2.3 Conducción del Depósito de Loporzano

En base al diámetro de esta tubería (DN 400), los cálculos se realizan para un caudal de 180 l/s y una altura de depósito de 605 msnm.

Hágase notar que la tubería de salida de la ETAP devuelve el caudal de agua tratada a las tuberías existentes de los Depósitos de Loporzano y Montearagón por lo que en una hipotética ampliación de la ETAP (Caudal de tratamiento: 425 l/s) estas tuberías no serían capaces de trasegar todo ese caudal y sería necesaria la instalación de una tubería adicional hasta la red municipal de Huesca para poder conducir los 125 l/s adicionales.

6.3 Caudales de diseño de la nueva ETAP

La nueva planta de tratamiento de aguas potables se dimensiona para un caudal de 300 l/s, con una previsión de ampliación para alcanzar los 425 l/s en un futuro.

No obstante, llegado el momento de ampliar la capacidad de la nueva instalación de 300 l/s a 425 l/s y para minorar en lo posible las afecciones a la explotación de la nueva ETAP durante las obras de ampliación, determinados procesos parciales se van a dimensionar para el caudal futuro:

- Conducciones y repartos entre los distintos procesos parciales
- Control y registro de caudal de entrada
- Tamizado
- Cámara de pre-ozonización
- Control de pH con CO₂ y cal
- Reparto a tratamiento físico químico
- Cámara de ozonización intermedia
- Línea de fangos de la ETAP

6.4 Requerimientos de calidad en el agua tratada

La calidad del agua una vez potabilizada deberá alcanzar los parámetros previstos en el Anexo nº 1.- Parámetros y valores paramétricos definidos en el Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro:

Parámetros microbiológicos			
Nº	Parámetro	Valor Paramétrico	Unidad
1	Escherichia coli.	0,00	UFC o NMP en 100 ml
2	Enterococo intestinal.	0,00	UFC o NMP en 100 ml
3	Clostridium perfringens (incluidas las esporas).	0,00	UFC en 100 ml
4	Legionella spp.	100,00	UFC en 1 L

Valores paramétricos de los parámetros químicos			
Nº	Parámetro	Valor Paramétrico	Unidad
5	Acrilamida (CAS 79-06-01).	0,10	µg/L
6	Antimonio.	10,00	µg/L
7	Arsénico.	10,00	µg/L
8	Benceno (CAS 71-43-2).	1,00	µg/L
9	Benzo(a)pireno (CAS 50-32-8).	0,01	µg/L
10	Bisfenol a (CAS 80-05-7).	2,50	µg/L
11	Boro.	1,50	mg/L
12	Bromato.	10,00	µg/L
13	Cadmio.	5,00	µg/L
14	Cianuro total.	50,00	µg/L
15	Clorato.	0,25	mg/L
16	Clorito.	0,25	mg/L
17	Cloruro de Vinilo (CAS 75-01-4).	0,50	µg/L
18	Cobre.	2,00	mg/L
19	Cromo total.	25,00	µg/L
20	1,2-Dicloroetano (CAS 107-06-2).	3,00	µg/L
21	Epiclorhidrina (CAS 106-89-8).	0,10	µg/L
22	Fluoruro.	1,50	mg/L
23	Mercurio.	1,00	µg/L
24	Microcistina – LR.	1,00	µg/L
25	Níquel.	20,00	µg/L
26	Nitrato.	50,00	mg/L
27	Nitritos.	0,50	mg/L
28	Plaguicida individual.	0,10	µg/L
29	Plomo.	5,00	µg/L
30	Selenio.	20,00	µg/L
31	Uranio.	30,00	µg/L
	Parámetros sumatorios		
32	Σ5 Ácidos Haloacéticos (HAH).	60,00	µg/L

Valores paramétricos de los parámetros químicos			
Nº	Parámetro	Valor Paramétrico	Unidad
33	Σ4 Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HPA).	0,10	µg/L
34	Σ20 PFAS.	0,10	µg/L
35	Σn Plaguicidas totales.	0,50	µg/L
36	Σ2 Tricloroetano + Tetracloroetano.	10,00	µg/L
37	Σ4 Trihalometanos (THM).	100,00	µg/L

Valores paramétricos de las sustancias radiactivas.			
Nº	Parámetro	Valor Paramétrico	Unidad
59	Actividad alfa total.	0,10	Bq/L
60	Actividad beta resto.	1,00	Bq/L
61	Radón.	500,00	Bq/L
62	Tritio.	100,00	Bq/L
63	Dosis Indicativa (Σ radionucleidos) DI.	0,10	MSv

Parámetros Indicadores de Calidad			
Nº	Parámetro	Valor Paramétrico	Unidad
38	Bacterias coliformes	0,00	UFC o NMP / 100 ml
39	Recuento de colonias a 22 °C.	100,00	UFC / 1 ml
40	Colifagos somáticos.	0,00	UFP / 100 ml
41	Aluminio.	200,00	µg/L
42	Amonio.	0,50	mg/L
43	Carbono Orgánico total.	5,00	mg/L
44	Cloro combinado residual.	2,00	mg/L
45	Cloro libre residual.	1,00	mg/L
46	Cloruro.	250,00	mg/L
47	Conductividad.	2.500,00	µS/cm a 20 °C
48	Hierro.	200,00	µg/L
49	Manganeso.	50,00	µg/L
50	Oxidabilidad.	5,00	mg/L
51	pH.	6,5 a 9,5	Unidades pH
52	Sodio.	200,00	mg/L
53	Sulfato.	250,00	mg/L
54	Turbidez.	0,80	UNF
55	Índice de Langelier.	+/- 0,5	Unidades de pH

Características Organolépticas			
Nº	Parámetro	Valor Paramétrico	Unidad
56	Color	15,00	mg/L Pt/Co
57	Olor	3,00	Índice dilución
58	Sabor	3,00	Índice dilución

6.5 Calidad del recurso

La ciudad de Huesca y los municipios de Monflorite-Las Casas, Tirz, Quicena, Chimillas, Banastás, Alerre e Igries a los que dará servicio las nuevas infraestructuras, tendrán las siguientes fuentes de suministro:

- Manantiales de Fuenmayor en San Julián de Banzo
- Embalse de Vadiello
- Embalse de Montearagón

En el Anejo nº 5.- Calidad de las Aguas de este proyecto se han recopilado los datos existentes sobre las características del recurso, efectuándose además la correspondiente toma de muestras y análisis de las aguas específica para el presente trabajo.

En general, las características de las aguas muestran que son aguas de calidad, aunque duras a muy duras, con alcalinidades y pH altos. Son aguas poco equilibradas en cuanto al balance de carbono con un alto carácter incrustante.

7. ASPECTOS FUNCIONALES BÁSICOS DE LA ETAP

7.1 Concepción general de la ETAP y alcance de las obras

La nueva potabilizadora se sitúa en una parcela de unos 2,5 Ha situada a 1 km al norte de la población de Huesca, cerca de la confluencia de las conducciones actuales de agua potable, y de la futura procedente del embalse de Montearagón. La parcela se sitúa en la parte superior de un cerro, prácticamente llana a las cotas 509-510.

A continuación, se muestra la implantación de la ETAP con sus diferentes elementos:



DESCRIPCIÓN
VIALES
LOSA DE HORMIGÓN
GEOTEXTIL+GRAVILLA
BORDILLO FORMADO POR CANTOS DE PIEDRA CALIZA
TIERRA VEGETAL
PLANTAS AROMÁTICAS
ESPECIES ARBUSTIVAS
ESPECIES ARBOREAS
ZAHORRA

INSTALACIONES PROYECTADAS	
NÚMERO	DESCRIPCIÓN
1	ARQUETAS DE MEDIDA DE CAUDAL DE ENTRADA
2	PREOZONIZACIÓN, AJUSTE DE PH Y ALCALINIDAD
3	EDIFICIO DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO
4	FÍSICO-QUÍMICO Y DECAANTACIÓN
5	EDIFICIO DE HIPOCLORITO SÓDICO
6	EDIFICIO DE REACTIVOS
7	FILTRACIÓN POR ARENA
8	OZONIZACIÓN INTERMEDIA
9	FILTRACIÓN POR CARBÓN ACTIVO
10	TRATAMIENTO DE FANGOS
11	ESPEADOR DE GRAVEDAD
12	DEPÓSITOS DE REGULACIÓN DE AGUA TRATADA
13	DEPÓSITO DE CARGA
14	EDIFICIO DE CONTROL
15	APARCAMIENTO
16	PANELES SOLARES
17	PREFABRICADO PARA INVERSORES
18	CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN
19	INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CO2 Y O2
20	ARQUETA DE VÁLVULAS
21	ARQUETA DE MEDIDA DE CAUDAL DE AGUA FILTRADA
22	BOMBEO DE VACIADOS
23	BOMBEO DE REBOSES Y CRENAJES

- Tratamientos previos para equilibrar el agua, ajustar su pH y reducir su dureza mediante CO₂ o cal. Se han dispuesto de sendas cámaras específicas de contacto.
- Tratamiento físico químico con el objetivo de eliminar los sólidos en suspensión y obtener valores de turbidez adecuados. Se proyectan tres líneas cada una de ellas de capacidad de 100 l/s con cámara de mezcla de coagulante de 17,36 m³, cámara de floculación de 278,25 m³ y decantador lamelar de dimensiones 11,0 x 11,00 x 5,45 m de calado útil.
- Filtración por arena, tal y como requiere el Real Decreto 3/2023, compuesto de seis líneas con una superficie unitaria de 103,68 m². Los filtros son abiertos con un espesor de arena de 1,00 m y falsos fondos contruidos en acero inoxidable con la tecnología de pantalla Vee-wire.

Además, se dispondrán de instalaciones de lavado de los filtros en tres etapas denominadas, agitación, lavado y aclarado (aire, aire – agua y agua) dimensionadas respectivamente con velocidades de 60 m/h para el aire, 12,5 m/h y 25 m/h para el agua en las fases de lavado y aclarado. Estas instalaciones se ubican en el interior de un edificio junto con un depósito de agua filtrada y un bombeo que impulsará el agua a los tratamientos avanzados.

- Tratamientos y procesos avanzados para asegurar la eliminación de otros contaminantes peligrosos para la salud, como restos de pesticidas, disruptores endocrinos, etc. que consisten en una oxidación avanzada mediante ozonización intermedia y dosificación de peróxido de hidrógeno, con una filtración posterior de carbón activado granular en cuatro líneas con un tiempo de retención superior a 15 min.
- Depósitos de agua tratada.
- Edificio de reactivos para alojar las instalaciones de almacenamiento, preparación y dosificación de reactivos de la línea de agua, incluyendo coagulante, floculante, producción de ozono, carbón activo en polvo, carbonato y permanganato.
- Las instalaciones de almacenamiento y dosificación de hipoclorito para preoxidación y desinfección final y peróxido de hidrógeno se ubican en sendos edificios específicos de acuerdo con las normas de APQ en vigor.

Los fangos producidos en los lavados de los filtros y en el tratamiento fisicoquímico serán conducidos a una línea específica de tratamiento para su concentración progresiva, retornando el agua procedente de los escurridos y rebores a la línea de agua y asegurar el vertido cero de la instalación.

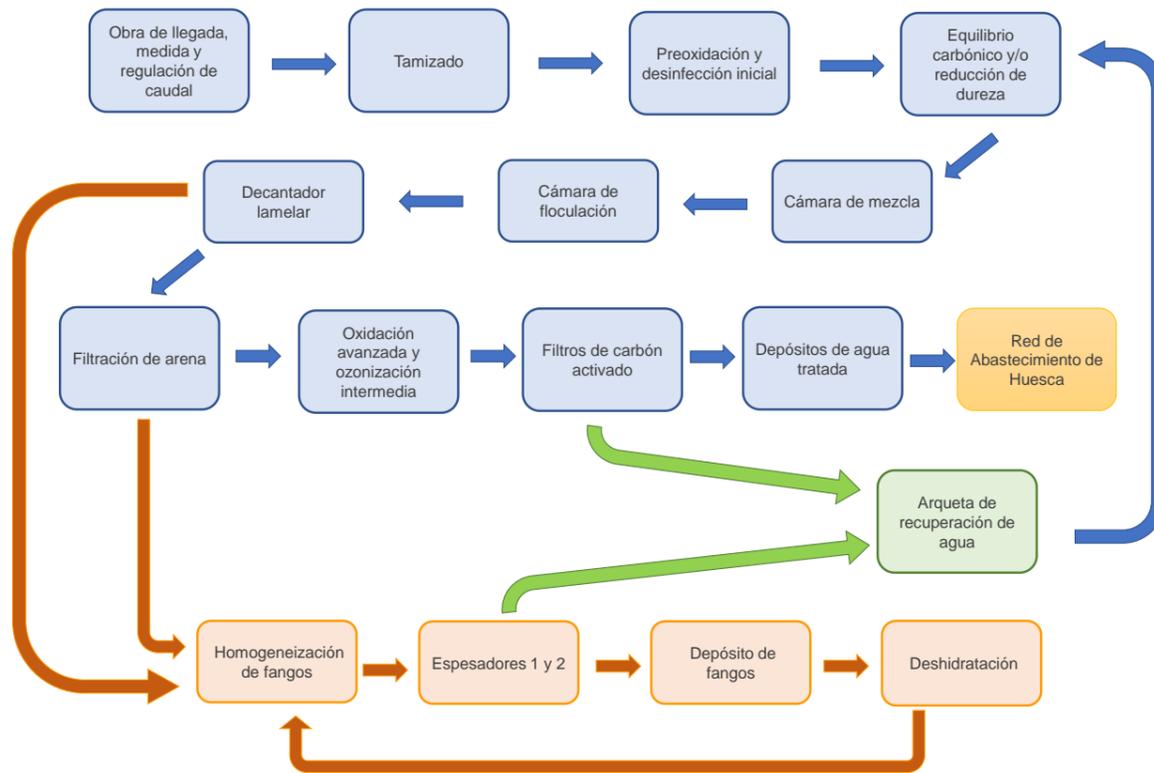
Estos tratamientos constan de:

- Un depósito de homogeneización de fangos procedentes de la filtración.
- Dos espesadores de gravedad
- Un depósito de homogeneización de fangos espesados, así como las instalaciones de deshidratación mediante dos centrifugas y tolva de almacenamiento de fangos.

Se incluye a continuación un diagrama de bloques que resume la secuencia de procesos de tratamiento incluidos en la nueva ETAP de Huesca:

La E.T.A.P. proyectada dispone de los siguientes procesos y elementos en su línea de agua:

- Obra de entrada, registro y control de caudales de entrada.
- Tamizado de las aguas mediante dos (1+1R) canales con un equipo automático de luz de paso 6,00 mm y retención de los posibles sólidos de mayor tamaño que pueda traer el agua desde las fuentes de suministros.
- Preoxidación y desinfección inicial del agua mediante diversos sistemas, cloración, preozonización y dosificación de permanganato potásico con una cámara de preozonización de 264 m³ para eliminar los microorganismos patógenos, destruir la materia orgánica y evitar la presencia de sabores, olores molestos así como sustancias que puedan ser peligrosas para la salud.



7.2 Criterios básicos de diseño

El diseño de la planta se ha realizado teniendo en cuenta tres requerimientos básicos:

1. Inclusión de tratamientos convencionales y avanzados.

Aunque la calidad del recurso disponible es alta tanto en los embalses de Vadiello y Montearagón como en los manantiales de San Julián de Banzo, no hay que olvidar que los plazos de servicio establecido para las nuevas instalaciones son de 25 y 50 años y que probablemente tendrán que hacer frente probablemente a aguas de peores calidades.

El cambio climático está originando incógnitas y preocupaciones de cómo evolucionarán las masas artificiales de agua en el futuro, y por ello hay que estar preparado para problemáticas que nunca han tenido lugar en las fuentes de suministro consideradas en este proyecto.

Por otra parte, está claro que la normativa de abastecimiento de agua potable es cada vez más rigurosa en cuanto a la eliminación de microcontaminantes, apareciendo limitaciones a sustancias y compuestos nuevos que son solubles y no se pueden eliminar mediante las tecnologías convencionales de decantación y filtración por arena.

Además, hay que tener en cuenta las deficiencias actuales del agua, como son sus altas alcalinidades y pH así como el carácter incrustante que deterioran las redes de distribución y los electrodomésticos.

Por esos motivos, se ha proyectado una instalación muy completa con tratamientos convencionales y avanzados que puede parecer excesivos con la calidad actual del recurso, pero necesarias para asegurar un agua potable a ciudadanos e industrias de mayor calidad a corto y también a largo plazo por nuevos requerimientos de eliminación de microcontaminantes o deterioro de la calidad de los embalses.

2. Vertido cero

Se pretende con este criterio, establecer el máximo aprovechamiento del recurso y que la línea de tratamiento de la ETAP no produzca ningún caudal residual que se derive a redes de saneamiento.

Para ello, se ha proyectado un tanque de recuperación de agua donde se derivarán los reboses del espesado y los lavados de los filtros de carbón activado para su retorno a la línea de agua de la ETAP antes del tratamiento físico químico.

3. Sostenibilidad

El carácter de sostenibilidad ambiental es primordial en cualquier nueva infraestructura que se proyecte en la actualidad, y para ello se han previsto en el proyecto la instalación de generación fotovoltaica para reducir el consumo energético de la planta, así como la huella de carbono que producirá su funcionamiento.

Los equipos de bombeo se adaptan a las variaciones de caudal. Para ello se contará con una adecuada modulación de los caudales máximos y mínimos de diseño de cada grupo motobomba y con el empleo de variadores de frecuencia.

Estas medidas junto con otras que se describen en este apartado permitirán el funcionamiento de la ETAP con los mínimos costes energéticos.

4. Flexibilidad de los procesos de la ETAP.

Todos los procesos de la línea de agua de la ETAP disponen de by-pass, para que su funcionamiento pueda ser optativo en función con las características del agua de entrada. Como excepción a este criterio, no se ha considerado en el tratamiento físico químico y filtración por arena, por ser esenciales e imprescindibles para asegurar la calidad del abastecimiento.

En cuanto a los filtros de arena, hay que mencionar que, de las seis líneas, se ha comprobado su funcionamiento con los parámetros adecuados en la situación que un filtro esté lavando y otra unidad esté parada por mantenimiento, es decir, con cuatro líneas activas.

En algunos casos incluso, como en el tratamiento de carbón activo, la dosificación de coagulante o los agentes de Preoxidación y desinfección inicial, se han previsto dos sistemas diferentes para dotar al conjunto de diferentes posibilidades de operación y reducir con ello los costes de explotación de la planta depuradora.

En cuanto a los procesos de la línea de fangos, tanto el depósito de homogeneización de fangos, los espesadores y la deshidratación cuentan con dos líneas para permitir, ocasionalmente en caso y como reserva pasiva en el caso de la deshidratación, la parada por mantenimiento y/o reparación del equipamiento de estos procesos.

El equipamiento asociado a los diferentes procesos dispone de unidades de reserva para asegurar el mantenimiento de los distintos equipos sin comprometer el funcionamiento de un proceso parcial.

5. Fiabilidad

La fiabilidad de la instalación se refiere a la capacidad de mantener en servicio la instalación en situaciones anómalas de motivadas por averías, actividades de mantenimiento y fallos de suministro de cualquier tipo. Esto se consigue en este proyecto con el diseño propuesto, así como con una modulación adecuada de los procesos que permita aislar o poner en marcha las líneas necesarias y dotando a la instalación de unidades de reserva.

Se ha previsto un funcionamiento hidráulico y funcional correcto de los procesos dentro de los márgenes adecuados que marca la experiencia, con los siguientes equipos fuera de servicio:

- Tamizado: una unidad fuera de servicio.
- Tratamiento físico químico: una unidad fuera de servicio.
- Filtración por arena: Cuatro filtros en servicio.
- Filtración por carbón activo: Una unidad en lavado o fuera de servicio.
- Depósito de agua tratada con dos vasos independientes
- Depósito elevado fuera de servicio y bombeo directo a la red de abastecimiento

Como se ha mencionado en el capítulo anterior, la línea de fangos se diseña también con los criterios de fiabilidad para permitir situaciones de parada para mantenimiento, prever posibles averías en los equipos de procesos y poder acomodarse a los diferentes ritmos de funcionamiento en la línea de lodos.

En cuanto a la previsión de medios para mantener el servicio de la planta durante un corte de suministro eléctrico, se ha previsto en Cuadro General de Distribución una entrada dedicada exclusivamente para el servicio de un grupo electrógeno.

6. Alivio de emergencia

La planta dispone de un alivio de emergencia que podrá utilizarse en situaciones muy excepcionales que posibilitará el vertido de agua tratada en el Torrente situado al este de la parcela.

7. Retirada de residuos y carga de reactivos

Se ha considerado en estos casos, los viales suficientes para el movimiento de los vehículos pesados y sus maniobras en el interior de la ETAP.

8. Ventilación y generación de olores

A diferencia de las plantas de tratamiento de aguas residuales, las plantas de tratamiento de aguas potables tratan un recurso sin apenas contaminación orgánica por lo que la producción de malos olores derivados de la descomposición de la materia orgánica es prácticamente inexistente. No hay que olvidar que las fuentes de suministro son los embalses de Vadiello y Montearagón y los manantiales de San Julián de Banzo.

Como excepción, dentro de los procesos parciales de la ETAP de Huesca, se ha incluido un tamizado con luz de paso de 6 mm a la entrada del agua bruta como salvaguardia del funcionamiento de los procesos posteriores. No obstante, el volumen de sólidos que puede traer el agua es muy reducido, y en absoluto comparable con los que traen normalmente las aguas residuales. Además, la tipología de sólido es a su vez muy diferente.

Por otra parte, los procesos de la línea de agua como la decantación y la filtración generarán unos fangos que en su mayoría son de origen químico, resultado de la aglomeración de las partículas en suspensión del agua en la coagulación y floculación. Por ello, los fangos de agua potable no generan malos olores.

Con estas consideraciones, se justifica que no es necesario incluir en este proyecto instalación de desodorización alguna, ni tampoco instalaciones de ventilación forzada para la optimización de aquellas.

En el Anejo 15.-Estudio y cálculos de desodorización de elementos, se incluye además la justificación del dimensionado de la ventilación en los edificios industriales y en el de control para cumplir con los requerimientos de la normativa vigente.

9. Control y generación de ruidos

Las instalaciones garantizan el cumplimiento de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, el documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación y las ordenanzas municipales de aplicación.

Por otra parte, se deberá cumplir con lo establecido en el Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo. De un modo especial, habrá de tenerse en cuenta las medidas encaminadas a evitar y reducir la exposición a ruido mediante las decisiones de tipo estructural (selección de los equipos, concepción de los lugares de trabajo, etc.).

8. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO DE EDIFICACIÓN Y URBANIZACIÓN DE LA ETAP

8.1 Criterios generales de diseño de los edificios industriales

a) Limitaciones en altura:

- Debido al interés general que motiva el proyecto y su catalogación industrial, no se vería afectado por las normas locales de limitación de altura, si bien se ha utilizado como criterio de diseño, la proyección de edificios de una única planta sobre cota de urbanización de parcela.

b) Altura libre en interior

- Las alturas mínimas vienen condicionadas por los procesos industriales. Se ha adoptado un mínimo de 3 m que se utiliza por ejemplo en el edificio de Peróxido de Hidrógeno.
- El edificio de reactivos es el más alto de toda la planta, en una única planta, con alturas variables entre 5 y 8 m desde rasante.

c) Tipología arquitectónica:

Se trata de edificios de paneles de hormigón prefabricados con cubierta plana y peto superior, partiendo de una cimentación realizada in situ, para una mejora del plazo de ejecución de las obras. Las carpinterías son de aluminio y doble hoja de cristal aislante con cámara.

Se tiene en cuenta una especificidad con acabados más nobles y revestimientos de fachada en madera tratada alistonada bajo vuelos de cubierta en losa de hormigón armado.

d) Tipos de pavimentos.

En general se considerarán pavimentos monolíticos de cemento continuo en todos los edificios industriales y en la zona de taller del edificio de control, que podrá ser revestida a posteriori con pintura epoxi en base acuosa para zonas de paso y estancias húmedas que precisen de baldeos periódicos (línea fangos, y resto de zonas donde se manipulen residuos), previa preparación de la superficie mediante granallado.

La configuración de elementos, siempre a base de hormigones, permitirán también a futuro su revestimiento con pinturas epoxi antiácidos en cubetos de retención y zonas anexas en las que puedan existir derrames (zona de bombas de reactivos y zona de descarga de camiones).

En el exterior de los edificios, se ejecutará un pavimento acerado de protección de la fachada, entre ésta y los viales conformados, que comprenderá la ejecución de bordillos, aceras con baldosa hidráulica rejuntada, sobre hormigón y mortero.

e) Situación de las conducciones de procesos y de las conducciones auxiliares

- Se han previsto las conducciones fuera de las zonas de paso y, respetando siempre la altura libre mínima de 2,20 m.
- Asimismo, se ha procurado que todas las conducciones sean accesibles y estén colocadas en superficie sobre soportes o bandejas.
- A mayores, se han previsto comunicaciones en galería de hormigón armado bajo vial entre manzanas funcionales, para el futuro, de tal manera que permitan el paso de conducciones sin tener que afectar al firme proyectado, dejando tales galerías como reserva de espacio para las conducciones sin ocuparlas por ninguna de las tuberías de proceso diseñadas para la planta.

f) Iluminación

- Se han diseñado, en la medida de lo posible para que exista una iluminación natural, a partir de huecos en fachada, o mediante apertura de puertas industriales de servicio durante las operaciones de explotación habituales.
- La iluminación artificial aportará entre 150 y 500 lux según las necesidades de las distintas salas, dando preferencia a tecnologías LED que suponen un bajo consumo energético.

g) Ventilación y climatización

- Se ha realizado un dimensionamiento adecuado de la ventilación y climatización de modo que se garanticen las condiciones de confort adecuados a cada zona de trabajo, con las renovaciones necesarias de volumen interno de aire mediante extractores de conexión automatizada.
- La ventilación será tal que, a pesar del calor generado por los distintos componentes eléctricos, la temperatura en el interior del recinto se adecúe al trabajo de los operarios, evitando atmósferas potencialmente peligrosas por riesgo de explosión que se encuentren

por debajo del LIE, Límite Inferior de Explosión, manteniéndolas en bajo riesgo y diluyendo los aportes de gases o vapores que se vayan produciendo.

h) Control de olores y control de ruidos

- Se ha justificado que el diseño de la planta no produce olores por degradación de materia biológica. A diferencia de las plantas de tratamiento de aguas residuales, las plantas de tratamiento de aguas potables tratan un recurso sin apenas contaminación orgánica por lo que la producción de malos olores derivados de la descomposición de la materia orgánica es prácticamente inexistente.
- Asimismo, se ha justificado que los procesos de la línea de agua como la decantación y la filtración generan unos fangos que en su mayoría son de origen químico, resultado de la aglomeración de las partículas en suspensión del agua en la coagulación y floculación. Por ello, los fangos de agua potable no generan malos olores, no siendo necesaria la adopción de medidas de control de olores específicas.
- En cuanto al control de ruidos, al prescindir de grupos electrógenos en la planta por la posibilidad de by-pass directo de la instalación, no se prevén elementos donde el nivel sonoro sea superior al establecido. Además, las cámaras de bombas bajo filtración (arena y carbón), se encuentran soterradas, por lo que no son necesarias medidas especiales de corrección acústica mediante elementos aislantes o rejillas insonorizadas.

i) Accesibilidad para mantenimiento y elementos de manutención

- En todos los edificios con acceso rodado, el diseño propuesto garantiza el acceso con los elementos de manutención necesarios funcionalmente a todas las áreas de los edificios (carretillas, transpalés, etc).
- Todos los accesos de vehículos se resolverán mediante puertas industriales de gálibo suficiente, en hojas manejables y que incluyen puerta de paso peatonal o acceso próximo.
- Todas las puertas contarán con accionamiento de cierre automático.

j) Instalaciones sanitarias

- Se han previsto lavamanos e inodoros suficientes para el servicio a los edificios industriales de la planta, así como vestuarios y taquillas en el área reservada ad hoc del edificio de control.

k) Red de drenaje y desagües

- Todas las soleras se han diseñado para su correcto drenaje, con pendientes y puntos de recogida suficientes, que a su vez se conectan con la red de drenajes y reboses de la planta. Este diseño, con arquetas a la red está explícitamente indicado en planos, habiendo prestado especial atención a las zonas donde se producen baldeos o con riesgos de vertidos accidentales.
- Todos los equipos que por su mantenimiento u operación pueden generar derrames, contarán con un punto de recogida y evacuación conectado a la red de reboses, drenaje y/o vaciados.

l) Diseño arquitectónico

- El diseño arquitectónico corresponde a una estética industrial de líneas limpias y depuradas con láminas de agua vistas en zonas de decantación y filtración, y todos los elementos contenidos dentro de edificaciones, a excepción del edificio de reactivos donde

resulta inevitable la línea sobresaliente de una pareja de tolvas elevadas y una tercera tolva para almacenamiento en la zona de tratamiento de fangos.

- Los edificios presentan una configuración análoga con cubiertas planas, y carácter prefabricado, de color blanco roto y carpintería grafito en puertas y ventanas. Por tanto los volúmenes son puros de líneas rectas nada estridentes.

8.2 Programa de usos y criterios de diseño del edificio de control y taller

8.2.1 Necesidades mínimas de espacios

El edificio cuenta con una superficie construida superior a los 400 m², que se reparte de la siguiente manera, especificando ya superficies útiles de trabajo:

a) Despachos y zona de espera

- Se ha dispuesto una zona de espera con 4 puestos para visitas, con una superficie de 9 m², que sirve a su vez como antesala de entrada al edificio.
- El despacho de dirección cuenta con de 18 m², equipado con estanterías, armario y puesto de trabajo.

b) Sala de control

- Dispone de 27 m², con varios puestos de trabajo y la pantalla del SCADA.

c) Sala de cocina-comedor

- La sala mixta de cocina y comedor, dispondrá de una superficie de 28 m², equipada con todos los electrodomésticos (nevera, microondas, cocina vitrocerámica, campana extractora y lavavajillas) y mesas necesarias.

d) Vestuarios y lavadero

- Se prevén dos vestuarios (masculino y femenino de 13 y 12 m² respectivamente).
- Contarán con taquillas de ropa de calle, ropa limpia y una para ropa sucia por operario de la planta. Se prevén también taquillas aptas para discapacitados y zona de duchas, lavabos e inodoro en los dos vestuarios.
- Al estar los vestuarios integrados en el edificio de control, tendrán un acceso específico que permita diferenciar la circulación del personal de operación del administrativo, con una puerta separadora a la zona administrativa y también de acceso directo al taller.

e) Servicios sanitarios

- De manera adicional, se han previsto sendos servicios sanitarios adicionales para la zona administrativa de 10 y 12 m² respectivamente, con lavabos, urinario e inodoros (adaptado y con radios de giro normativos en el caso del aseo para PMR de movilidad reducido).

f) Botiquín y Lavadero

- El botiquín no cuenta con sala específica, integrándose en el área de lavadero, que cuenta con 8 m². Esta zona estará dotada de armarios y fregaderos, así como sendas lavadoras.

g) Laboratorio y archivo

- La superficie del laboratorio será de 67 m² e incluirá un ámbito de trabajo con todos los compartimentos necesarios, sala de báscula, sala para mufla etc., un despacho para gestión del laboratorio y zona de lineales para almacén-archivo en sala aparte de 12 m².
- Se ha considerado la instalación de una red automática de captación y envío de muestras de agua al laboratorio. También se han definido las instalaciones necesarias de agua fría y caliente sanitaria, desagüe y extracción de gases.
- Se adecúan los sistemas de climatización y extracción de gases de manera independiente, dimensionado éste último conforme a la legislación aplicable a este tipo de recintos.

m) Taller y repuestos

- Contará con una superficie mínima de 100 m² para zona de reparaciones y repuestos. Será diáfano mayoritariamente (un único pilar central), con ventana, puerta industrial e iluminación artificial de apoyo, para las tareas de explotación, con luminarias de techo convenientemente distribuidas de manera homogénea.

8.2.2 Criterios de diseño

n) Límites de alturas de los edificios

- Debido al interés general que motiva el proyecto y su catalogación industrial, no se vería afectado por las normas locales de limitación de altura, si bien se ha utilizado como criterio de diseño, la proyección de edificios de una única planta sobre cota de urbanización de parcela.

o) Altura libre en interior

- Planta baja: en zona de taller, altura mínima libre de 3,00 m (3,90 m de altura exterior sobre rasante)
- Zona de oficinas: altura mínima de 2,70 m a falso techo y 3,00 m a forjado. (3,90 m de altura exterior sobre rasante)

p) Climatización

- El diseño del sistema de climatización por aerotermia permitirá realizar el control individualizado por salas. Las unidades interiores de los locales irán ocultas en el falso techo de baños, y los cassettes de difusión sobre falso techo de las estancias.
- El taller estará climatizado y correctamente ventilado para garantizar el confort de los operarios siguiendo las prescripciones establecidas para el edificio de control, y con la maquinaria de climatización común a este.

q) Accesibilidad

- Se ha previsto la accesibilidad de todas y cada una de las salas del edificio para personas discapacitadas, con puertas de paso de 0,90 m de anchura y salas con posibilidad de radio de giro de R > 1,50m, inc. en baños ad hoc.

r) Sistema de comunicaciones y de control

- En todas las salas que no disponen de suelo técnico el paso de instalaciones se ha diseñado por el falso techo.

s) Diseño arquitectónico

- El diseño arquitectónico en el caso del edificio de control, que alberga además, el taller y zona de vestuarios, al considerarse más noble y menos industrial que los demás, presenta acabados interiores no industriales (a excepción del taller situado a la izquierda del siguiente alzado):
- Para la fachada se opta en este caso por un acabado de paneles prefabricados liso, sólido y en color térreo, dotando de cierta personalidad al elemento, mediante sendas viseras curvas que actúan como protectores de la radiación solar directa en las ventanas del laboratorio y zona de SCADA de control, limitando así sus necesidades de climatización.
- Al abrigo de estas viseras de hormigón armado voladas, se ejecuta un revestimiento de alistados de madera natural tratada (Clase IV) en fachada, para humanizar sus acabados, quedando protegidos a su vez de la humedad por el vuelo de las viseras de hormigón.

8.3 Criterios de diseño de urbanización

- Los viales en los giros más cerrados a 90º, presentan unos radios de giro de entre 5 y 12 m, con anchuras de vial de 7 m, suficientes para el giro de vehículos articulados pesados.
- Se ha utilizado como criterio para los viales no será inferior a 7,00 m en caso de vías de doble sentido y a 8,00 m en las de un único sentido en fondo de saco (acceso a prefabricado de inversores fotovoltaicos).
- La urbanización de la planta, comprende el paquete de firmes con 13 cm de MBC de rodadura tipo AC 16 Surf y de base AC 22/32 Base, incluyendo un paquete mínimo de 25 cm de zahorras, y un máximo de 40 cm en función de las pendientes de drenaje transversal y longitudinal.
- La formación de viales, llevará aparejada la ejecución de bordillos, aceras con baldosa hidráulica sobre hormigón y mortero, así como el extendido y nivelación de tierra vegetal/ gravilla en zonas no afectas a tránsito principal, incluyendo tela antiherbácea para facilitar la explotación futura.

9. CAMPAÑAS DE CAMPO

9.1 Campaña geotécnica

9.1.1 Descripción de la campaña

En el año **2006**, y promovido por SODEMASA, (Sociedad para el Desarrollo Medioambiental de Aragón, S.A.U) se realizó el proyecto de "Potabilizadora en Huesca", para el cual se desarrolló un estudio geotécnico, a través de la empresa ENSAYA, basado en dos sondeos realizados en la misma parcela en

la que se ubica el edificio de la ETAP del presente proyecto. Este estudio se incorpora al posterior proyecto de 2010 que se explica a continuación.

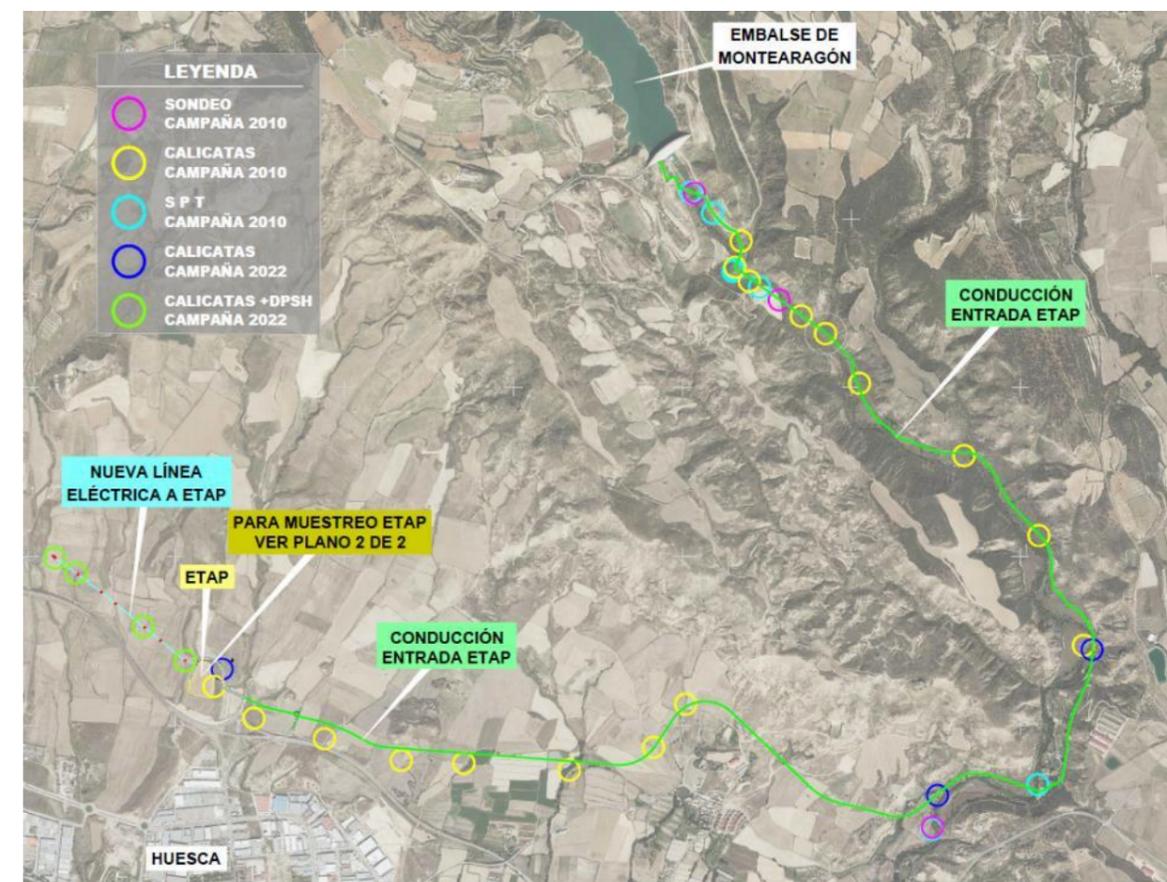
En el año **2010** y promovido por Confederación Hidrográfica del Ebro, se realizó un primer proyecto de "Abastecimiento de Agua a Huesca Desde el Embalse de Montearagón".

En febrero de 2010, la empresa ENSAYA, realizó un estudio geotécnico de la traza, al que incorporó la información obtenida de los sondeos anteriormente comentados, ya que el edificio de tratamiento de agua se ubica en la misma parcela.

Así mismo, por la similitud de la traza del presente proyecto, a la del proyecto de 2010, el anterior estudio geotécnico sigue siendo vigente y ha sido utilizado para la redacción de este proyecto.

En diciembre de **2022**, se complementó la geotecnia original, con los estudios geotécnicos llevados a cabo en la zona de construcción de la ETAP, en la zona de la nueva implantación de la línea eléctrica de suministro a la ETAP y en diferentes puntos de la conducción complementando a los ya existentes.

En las siguientes imágenes se muestran las diferentes campañas geotécnicas desarrolladas.



9.1.2 Resultados de la campaña

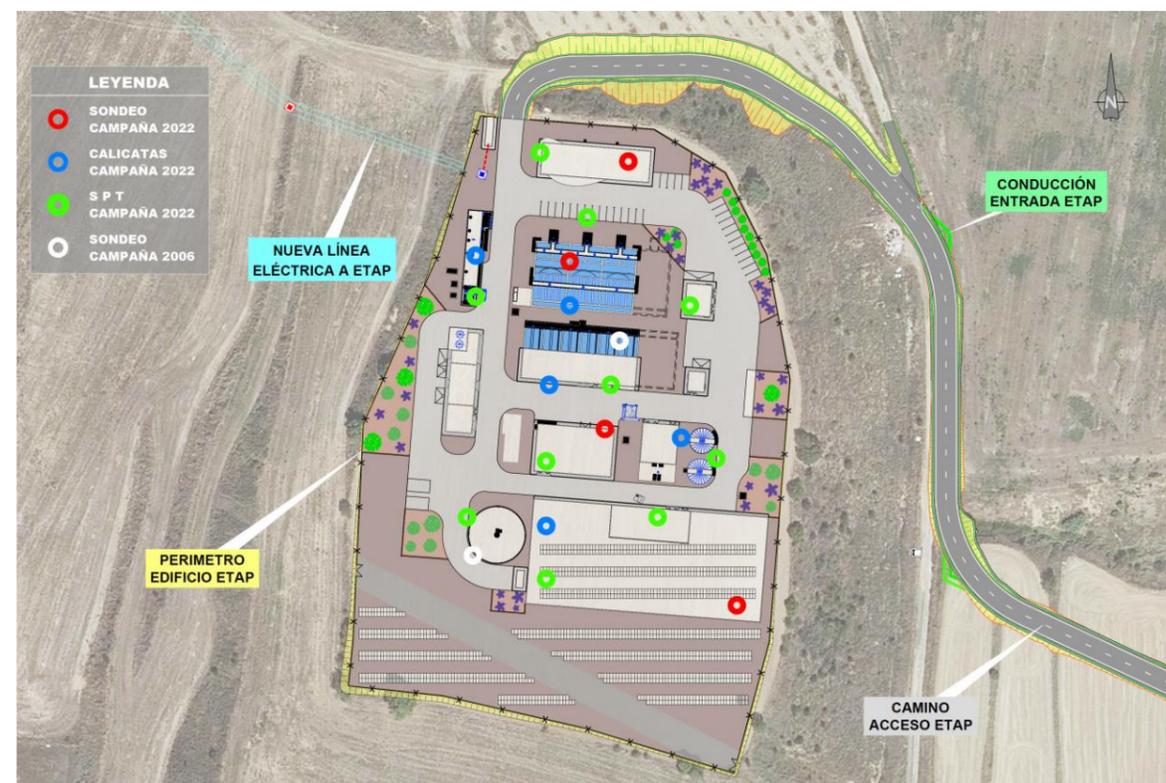
9.1.2.1 Tierra vegetal

En general se aprecia un espesor de tierra vegetal de 0,40 m. constituido por limos arenosos y arcillosos marrones-ocres con cantos, raíces y precipitados.

9.1.2.2 Excavabilidad

La excavación de la zanja se realizará en materiales correspondientes a depósitos cuaternarios aluviales, aluvio – coluviales y glaci (limos con cantos y gravas) o en sustrato Terciario: lutitas y areniscas.

A lo largo de la traza de las tuberías se considera que el 65% se puede excavar con excavadora potente, para el 35% restante será necesario el urso de martillo roedor.



9.1.2.3 Estabilidad de taludes

La zona de estudio presenta, en general, taludes subverticales por lo que se adopta un talud de zanja 1H:5V. Será necesario entibar y agotar en los cruces de río, barranco y acequias.

Para las estructuras construidas en la traza de la tubería se deberá considerar un ambiente de ataque químico de clase de exposición XA2 ya que en los ensayos efectuados se ha detectado que el agua analizada presentaba un contenido en sulfatos mayor a 600 mg/l.

Por el contrario, en la parcela dónde se ha proyectado la construcción de la ETAP, los ensayos realizados no indican la presencia de sulfatos, por lo que no aplica una clase de exposición específica del tipo XA.

En los elementos en contacto con el agua de tratamiento se considera una clase de exposición específica tipo XD2.

9.1.2.4 Capacidad portante del terreno

En base a los estudios realizados se considera una presión admisible del terreno de 4 kg/cm² cuando se cimenta sobre sustrato terciario sano.

En el caso de recubrimientos se considera una presión admisible del terreno de 1,5 kg/cm².

En cuanto a las conducciones no existe ningún tipo de problema de portabilidad ya que la presión que va a transmitir al terreno es menor que la que éste ya ha soportado.

10. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

En los siguientes epígrafes se describen las obras divididas en las tres unidades principales que componen el proyecto:

- ETAP
- Conducciones
- Línea eléctrica de media tensión

10.1 Procesos e instalaciones de la ETAP

10.1.1 Control y registro de caudal de entrada a la ETAP

Se ha proyectado una obra de control y registro de los caudales de entrada a la EDAR con un caudalímetro electromagnético y una válvula reguladora de mariposa en diámetro Ø600, obteniéndose las siguientes velocidades de paso a través del instrumento para diferentes caudales de servicio de la ETAP.

Caudal (l/s)	Velocidades (m/s)
425	1,50
300	1,06
200	0,71
150	0,53

La elección del diámetro de este tipo de instrumentos viene motivada por dos factores: conseguir una medida fiable del caudalímetro en diferentes situaciones y por otro lado, no incrementar en exceso las pérdidas hidráulicas que son proporcionales al cuadrado de la velocidad.

Como parámetros de diseño se ha considerado una velocidad superior a 0,50 m/s para un caudal de tratamiento del 50% de caudal de diseño (300 l/s).



El diseño propuesto tiene una derivación también proyectada en Ø600 para permitir el funcionamiento de la ETAP en el caso que sea necesario efectuar alguna reparación o cambio en el caudalímetro.

Se han proyectado tres arquetas de hormigón para alojar las válvulas de mariposa, el caudalímetro y los carretes de desmontaje de dimensiones en planta 2,30 x 2,40, 2,0 x 2,4 m y 1,40 x 3,30 todas con 1,85 m de profundidad.

10.1.2 Tamizado

Las fuentes de suministro de agua mayoritarias para la ETAP serán los embalses de Montearagón y de Vadiello, por lo que es posible que pueda llegar a la EDAR peces y sólidos de diversos tamaños, que es necesario eliminar antes del tratamiento de potabilización.

Se han previsto dos canales de tamizado de ancho 1,20 m con 1,50 m de alto dimensionados a caudal máximo de 425 l/s en el futuro, uno de ellos equipado con un tamizado de limpieza automático y el otro canal de emergencia con una reja de limpieza manual, ambas con una luz de paso de 6 mm. La longitud de estos canales es de 3,80 m.

Con ello, se obtendrán velocidades de paso a través de las rejas no superiores a 1,5 m/s y evitar de esta forma el arrastre de los sólidos retenidos a través de los barrotes. Por tanto, como parámetros de diseño, se han considerado:

- Nº de canales: uno en activo con tamiz de limpieza automático más uno de emergencia con reja manual.
- Luz de paso de las rejas: 6 mm
- Velocidad máxima de paso: 1,5 m/s

Se han dispuesto de compuertas de accionamiento servomotorizado, medidores de nivel en continuo y boyas para asegurar el funcionamiento automático de esta instalación.

Los residuos retenidos en el tamizado serán evacuados mediante un tornillo transportador compactador a un contenedor de 5 m³ para su traslado a vertedero.

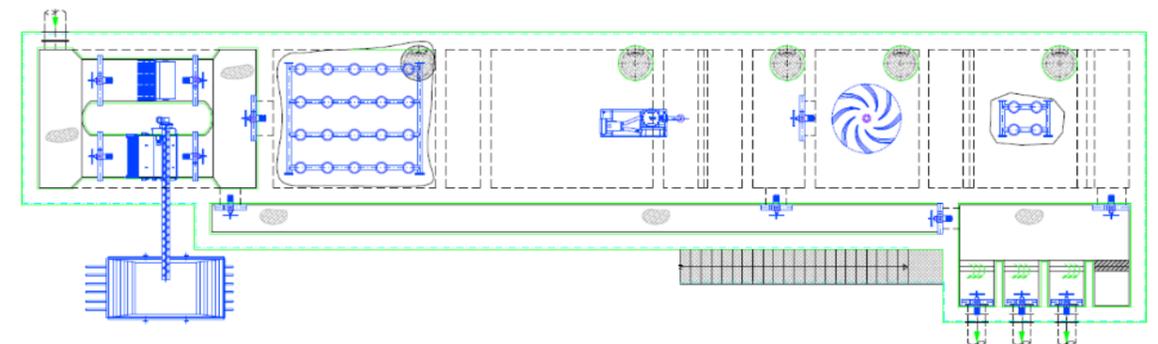
10.1.3 Desinfección inicial y preoxidación

Esta primera fase del tratamiento del agua tiene como objetivo inicial la eliminación de los microorganismos patógenos y oxidar la materia orgánica. En la nueva ETAP de Huesca, esta fase se ha previsto mediante diversos sistemas para que el operador de la planta disponga de la máxima flexibilidad para hacer frente a diferentes casuísticas que se le pueda presentar según la calidad del agua de los embalses.

10.1.3.1 Preozonización

El ozono, forma alotrópica del oxígeno, es un oxidante muy energético, es utilizado como tal en la desinfección del agua, está comprobada su eficacia en oxidación de materias orgánicas e inorgánicas. Su poder oxidante y desinfectante, mayor que el del cloro, le hace más eficaz que éste en la eliminación del olor, sabor y color del agua, así como en la eliminación de bacterias, virus y otros microorganismos. Su potencial de oxidación es el mayor de todos los oxidantes comúnmente utilizados (cloro, dióxido de cloro o permanganato potásico).

La ozonización es una buena alternativa a la cloración en la preoxidación, cuando en el agua hay fenoles y otras sustancias orgánicas precursoras de trihalometanos. Los fenoles por la adición de cloro forman clorofenoles de sabor y olor muy desagradables, aún en concentraciones tan pequeñas como 0,01 mg/l. Los precursores de trihalometanos suelen ser sustancias orgánicas naturales como los ácidos húmicos, fúlvicos y tánicos, generalmente de procedencia vegetal.



También, se ha demostrado que en aguas de alta dureza como es el caso, el tratamiento previo con ozono mejoran los rendimientos de los procesos de mezcla y coagulación.

Para el dimensionamiento de la cámara de preozonización, se han utilizado los siguientes parámetros de diseño:

- Tiempo de retención total: 10 minutos a caudal futuro (425 l/s)
- Nº de líneas: 1 Uds
- Nº de etapas: 2 unidades secuenciales.
- Dosis de ozono a caudal de diseño (300 l/s): Máxima de 5 mg/l y media de 4 mg/l
- Resguardo hidráulico en el vertedero de salida a caudal máximo superior a 0,50 m

Se ha previsto una cámara de contacto en dos etapas de dimensiones 6,0 x 4,0 x 5,50 m³ para garantizar un tiempo de contacto conservador superior de 10 minutos a caudal futuro de 425 l/s, disponiéndose para ello de 28 difusores cerámicos de burbuja fina.

Para la eliminación del ozono que no ha reaccionado, se ha previsto un destructor catalítico de ozono en la zona superior de la cámara de preozonización, que se debe dimensionar para el caudal máximo de funcionamiento del equipo de generación por motivos de seguridad. Con ello se ha previsto un equipo de capacidad 100 Nm³/h y potencia térmica 0,7 kW con un ventilador extractor de 0,6 kW.

En el apartado de instalaciones de reactivos se describen con más detalles la instalación de generación de ozono prevista en el presente proyecto.

10.1.3.2 Otros desinfectantes y oxidantes

El tratamiento por ozono tiene unos costes de explotación muy altos y en los casos que la calidad del agua de los embalses lo permita, se han previsto un by-pass de la cámara de preozonización y otras instalaciones de reactivos con costes inferiores.

El principal objetivo de la cloración es la destrucción de gérmenes, dado su gran poder bactericida, aunque no debe olvidarse que su elevado poder oxidante origina otros efectos también muy importantes, como pueden ser la contribución a la eliminación del hierro y manganeso, eliminación de sulfhídrico, sulfuros y otras sustancias reductoras, reducción de sabores existentes antes de la cloración, impedir el crecimiento de algas y otros microorganismos que interfieren en el proceso de coagulación-floculación y filtración, mantener los lechos filtrantes libres de posibles crecimientos de bacterias anaerobias, reducción del color orgánico, etc.

También se ha previsto una instalación auxiliar para dosificación de permanganato potásico. Este reactivo tiene, de forma general, las siguientes aplicaciones:

- Eliminación del hierro y manganeso fundamentalmente, pero también puede eliminar sulfhídrico, fenoles y otros compuestos orgánicos.
- Eliminación de olores y sabores del agua, y una alta capacidad alguicida por lo que se emplea en determinadas ocasiones en estaciones de tratamiento con fuentes de suministros como lagos y embalses.
- No produce trihalometanos, e incluso reduce los precursores de éstos.
- Contribuye a la coagulación ya que sus precipitados pueden formar coágulos que favorecen la coprecipitación de materias en suspensión y coloides en el agua.

Las instalaciones de almacenamiento y dosificación de estos reactivos previstos en la nueva ETAP de Huesca se describen con más detalle en el apartado de reactivos.

Las dosis de reactivos previstas en este proyecto son las siguientes:

Dosis de cloro		
- Media	mg/l	3,00
- Máxima	mg/l	9,00
Dosis de permanganato sódico		
- Media	mg/l	1,00
- Máxima	mg/l	2,00

10.1.4 Control de pH y ablandamiento

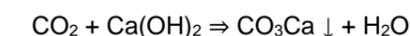
Las aguas brutas que se conducirán a la nueva ETAP son muy incrustantes con índices de Langelier superiores a 0,8, por lo que se van a proyectar dos sistemas para equilibrar el agua y reducir su alcalinidad.

10.1.4.1 Dosificación de CO₂

En el agua, se dice que el CO₂ de equilibrio es la cantidad de dióxido de carbono que debe estar presente en el agua para mantener en solución al bicarbonato que se encuentra en dicha agua. Si existe CO₂ en exceso, éste ataca al CaCO₃ para aumentar la concentración del bicarbonato y mantener el equilibrio; por otro lado, si hay deficiencia de CO₂, el CaCO₃ se precipita para disminuir la concentración de bicarbonato, aumentando así el CO₂ y restableciendo el equilibrio.

Por tanto, para reducir la dureza se debe llevar el equilibrio del CO₂ a la formación de carbonatos para que a un pH determinado precipite en forma de carbonato cálcico y con una correcta separación del precipitado se reduzca a su vez la dureza sin afectar por incrustaciones los procesos posteriores.

En aguas con elevada dureza cálcica, dosificando de manera óptima CO₂, precipitamos los iones causantes de la misma mediante la reacción siguiente:



Otra ventaja de CO₂, es el control de pH ya que al reaccionar con el agua forma ácido carbónico que actúa como un ácido débil y por tanto como agente neutralizante.

Se ha previsto un proceso de dosificación de CO₂ con los siguientes parámetros de diseño:

Criterios de diseño		
Nº de líneas	Uds	1,00
Nº de cámaras por línea	Uds	1,00
Calado mayor de	m	4,50
Tiempo de retención mínimo	min	2,00
Autonomía de almacenamiento	días	3,00
Dosis de CO ₂		
- Media	mg/l	25,00
- Máxima	mg/l	28,00

Se ha previsto una cámara de dosificación de dimensiones 3,0 x 4,0 x 4,55 m para obtener un tiempo de retención de 3,03 y 2,14 minutos a caudal de diseño y a caudal futuro respectivamente.

10.1.4.2 Cámara de contacto para dosificación de cal

Se ha incluido un tratamiento adicional de descarbonatación con cal que, desde siempre, ha ido el más utilizado para eliminar la dureza bicarbonatada (o temporal) del agua. Las reacciones químicas de esta descarbonatación consisten en hacer reaccionar los bicarbonatos disueltos con la cal para formar carbonatos de calcio e hidróxido de magnesio, formando precipitados.

Además de las instalaciones de almacenamiento y dosificación de hidróxido de calcio, se ha dispuesto de una cámara de contacto de 3 x 4 x 4,8 m³ con tiempo de retención superior a 2 minutos a caudal futuro (425 l/s) dotada de un agitador hiperbólico de potencia 4 kW.

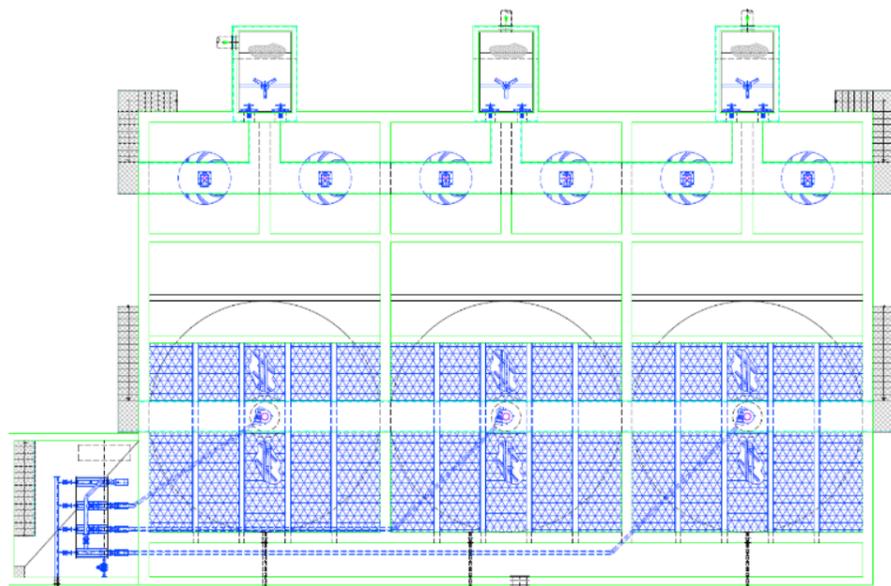
Los parámetros que han servido para el diseño de estos procesos son:

- Tiempo de retención de la cámara de contacto superior a 2 minutos
- Número de líneas: 1 línea
- Dosis máxima: 30 mg/l

10.1.5 Tratamiento físico – químico y decantación

Las aguas naturales contienen sustancias tanto disueltas como en suspensión, ambas pueden ser orgánicas e inorgánicas. Las materias en suspensión pueden tener un tamaño y densidad tal que pueden eliminarse del agua por simple sedimentación, pero algunas partículas son de un tamaño tan pequeño y tienen una carga eléctrica superficial que las hace repelerse continuamente, impidiendo sus aglomeración y formación de una partícula más pesada y poder así sedimentar.

La coagulación en el proceso de tratamiento del agua tiene por objeto preparar a las partículas dispersas en el agua (mediante la anulación de las cargas superficiales) para lograr posteriormente, mediante la floculación, otras partículas más voluminosas y pesadas que puedan ser separadas más fácilmente del agua.



La neutralización de la carga eléctrica del coloide, objeto de la coagulación, se realiza aplicando al agua determinadas sales de aluminio o hierro (coagulantes); generalmente se aplica sulfato de aluminio, de forma que los cationes trivalentes de aluminio o hierro neutralizan las cargas eléctricas negativas que suelen rodear a las partículas coloidales dispersas en el agua. Las reacciones de coagulación son muy rápidas duran fracciones de segundo desde que se ponen en contacto las partículas con el coagulante.

10.1.5.1 Cámaras de mezcla

Se ha proyectado tres cámaras de mezcla de dimensiones 2,50 x 2,80 x 2,50 m de calado para obtener un tiempo de retención superior a 2 min para el caudal de diseño de la planta de 300 l/s, con agitador vertical de hélice con motor de potencia de 0,75 kW. Por tanto, los criterios de diseño adoptados para este procesos son:

- Tiempo de retención hidráulico: superior a 2 minutos
- Número de líneas en situación de diseño (300 l/s): 3 líneas
- Número de líneas adicionales a construir en el futuro para 425 l/s: 1 línea

Previo a las cámaras de mezcla se ha dispuesto de un reparto mediante vertederos de 1 m de longitud y compuertas de aislamiento para lograr un adecuado reparto entre las tres líneas según las necesidades de operación de la planta.

Como se describe en el apartado de reactivos se han previsto dos instalaciones diferentes de almacenamiento y dosificación de reactivos coagulantes (sulfato de alúmina y policloruros de aluminio) siendo el punto de dosificación las cámaras de mezcla descritas.

10.1.5.2 Cámaras de floculación

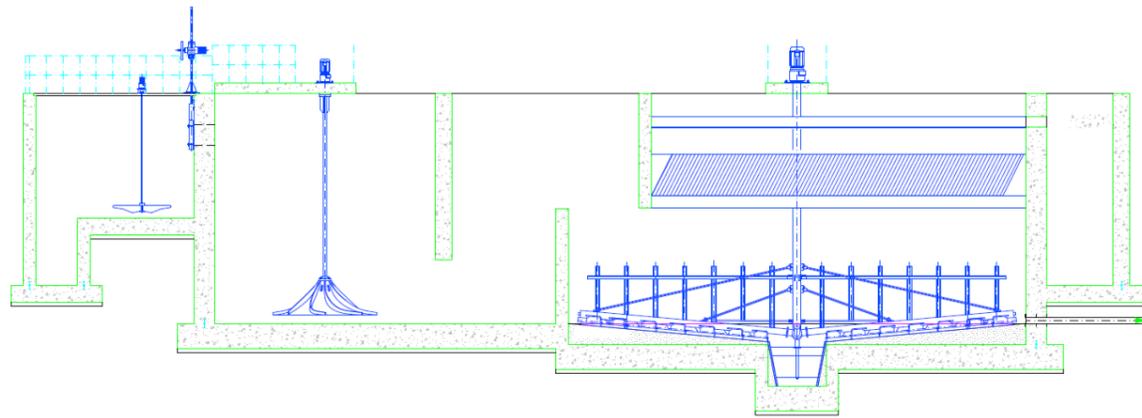
A continuación, se han proyectado 6 cámaras de floculación donde se dosificará el reactivo floculante. Cada cámara tiene unas dimensiones unitarias de 5,25 x 5,30 x 5,0 m, para disponer de un volumen total entre las tres líneas de 834,75 m³ y un tiempo de retención superior a 40 min en la floculación, como parámetro básico de diseño.

Desde hace unos años, la aplicación de polielectrolitos sintéticos está limitada por la normativa de calidad de las aguas para abastecimiento y por ello se recurre al uso de almidones que tienen un rendimiento de floculación inferior. Como consecuencia, es necesario recurrir a tiempos de retención en las cámaras de floculación más grandes que los recomendados por la bibliografía clásica.

En cada cámara de floculación se dispondrá de agitadores verticales tipo hiperbólicos de 2,50 m de diámetro accionados por motores de 1,1 kW de potencia nominal. Como se puede observar en los planos, cada decantador estará alimentado desde dos cámaras de floculación y para evitar la formación de flujos preferenciales en el decantador, cada pareja de agitadores se dispondrá con sentidos de giro contrarios entre sí.

10.1.5.3 Decantación

El objetivo de la decantación es eliminar partículas que en el caso del tratamiento del agua pueden proceder de sustancias disueltas que han pasado a insolubles o proceder por la coagulación y floculación de partículas coloidales en suspensión existentes en el agua bruta.



En la mayoría de las ocasiones, la decantación de estas partículas en potabilización de aguas es mucho más difícil que en tratamientos análogos para otro tipo de aguas, por lo que se han utilizado en este caso parámetros de diseño conservadores con velocidades de Hazen inferiores a 0.4 m/h y tiempos de retención del decantador superiores a 1,5 horas.

Se proyectan tres decantadores lamelares de planta rectangular de dimensiones 11 x 11 m y se reserva el espacio para la construcción de una cuarta línea más cuando se amplie la capacidad de la ETAP en un futuro hasta los 425 l/s. El fondo es troncocónico, contemplándose unos hormigones de segunda fase en la transición entre ambas formas geométricas. La profundidad es de 5.45 m.

En la parte superior, se dispone cuatro canaletas para recogida del clarificado con una longitud total por decantador de 72 m, obteniéndose una carga hidráulica sobre vertedero 5,0 m³/m/h a caudal de diseño (300 l/s).

A una profundidad de 0,8 m se proyecta las lamelas, instalándose un volumen de 93,33 m³ sobre soportes. Las lamelas ocupan una superficie en planta de 10,37 x 9,0, con una altura de 1,0 m y superficie específica de 11 m²/m³.

Los fangos decantados se recogerán y se concentrarán en el fondo de cada decantador mediante una rasqueta con accionamiento central situada en una pasarela que los llevará hasta la poceta central. Los fangos serán aspirados por conducciones de Ø150 hasta las bombas de purga de fangos, proyectándose 3+1 bombas de tornillo helicoidal de caudal unitario 15 m³/h para su impulsión mediante otra conducción Ø80 hasta la línea de fangos de la ETAP.

10.1.6 Filtración por arena

En general, se considera la filtración como el paso de un fluido a través de un medio poroso que elimina la turbidez y retiene la materia que se encuentra en suspensión no eliminada en el tratamiento físico químico.

Los criterios de diseño de este proceso han sido los siguientes:

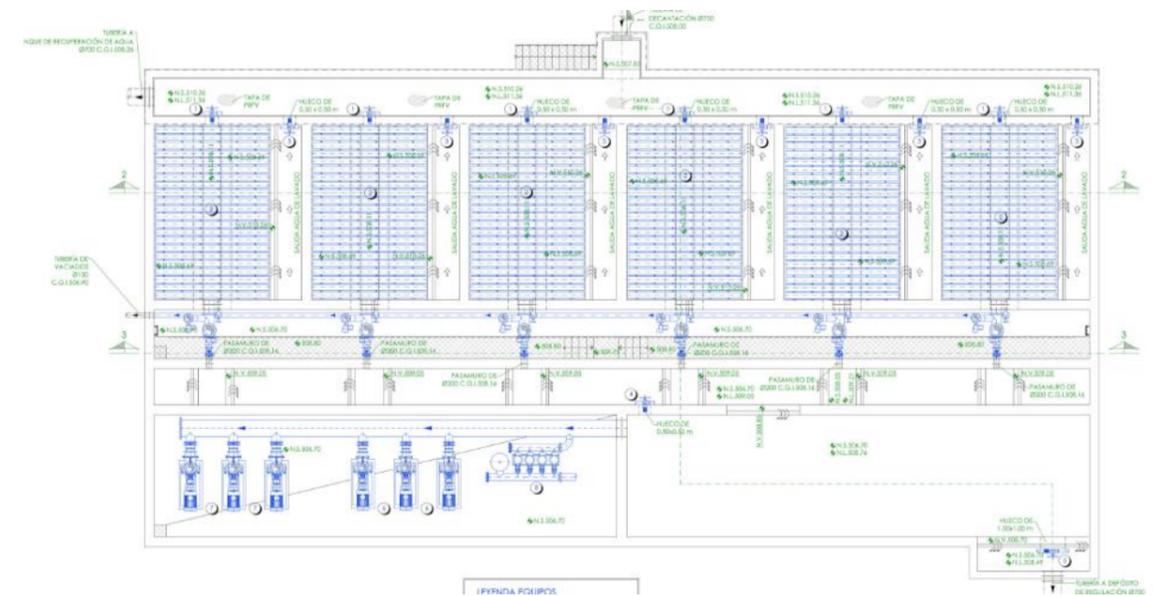
Caudal de diseño	l/s	300
Turbidez del agua filtrada		
- 95% del tiempo de funcionamiento <	NTU	0,30
- 15 minutos consecutivos <	NTU	0,50

Velocidad de filtración		
- Con todas las líneas en servicio <	m/h	6,00
- 1 Ud en Lavado + un filtro en parada técnica <	m/h	8,00
Altura del lecho filtrante	m	1,00
Altura entre lecho y vertedero de agua de lavado	m	0,40
Soporte de material filtrante		Falsos fondos prefabricados en AISI 316L
Material filtrante		Monocapa de arena sílicea
Contenido en sílice >	%	98,00
Talla efectiva	mm	1 + 0,1
Tamaño mínimo	mm	0,60
Coefficiente uniformidad <		1,50
Densidad aparente en seco	Tm/m ³	1,5 - 1,7
Densidad real	Tm/m ³	2,62

Se han previsto 6 filtros de arena de una celda, agrupados en una única batería con una previsión de espacio para para la construcción de dos filtros más en el futuro para atender a los 425 l/s.

La conexión con el tratamiento fisicoquímico se realiza por medio una conducción de Ø700 preparada para los caudales de la situación futura, que alimenta al canal de entrada a filtros de sección 1,50 x 1,60 m.

Anexo a los filtros se prevé un edificio donde se ubicarán los equipos de lavado, depósitos de agua de lavado, bombeo de recuperación de agua de lavado, cuadros eléctricos, así como las instalaciones necesarias para el bombeo intermedio al tratamiento de afino.



Cada filtro dispone de una celda de 4,75 x 7,15 m y un canal de ancho 1,0 m para evacuar las aguas de lavado. La superficie de filtración por línea es de 33,96 m², con ello se obtienen los siguientes parámetros de diseño definidos en este proyecto considerando dos situaciones de servicio:

- Todos los filtros en servicio, en total 6 Uds para el caudal de diseño 300 l/s

- Sólo cuatro filtros en servicios, considerando una unidad en lavado y otra en parada técnica por mantenimiento.

Parámetros de diseño adoptados

Velocidad de filtración

- Con todas las líneas en servicio	m3/m2/h	5,30
- 1 Ud en Lavado + un filtro en parada técnica	m3/m2/h	7,95

La entrada de agua a cada filtro se realiza por una compuerta de accionamiento eléctrico de dimensiones 0,50 x 0,50 m.

Los filtros disponen de un lecho filtrante de espesor de 1,0 m, monocapa con arena de contenido superior al 98% de sílice, talla efectiva 1 + 0,1 mm y coeficiente uniformidad 1,50.

El falso fondo para filtros está proyectado en acero inoxidable con la tecnología de pantalla Vee-wire.

La salida de agua filtrada para cada filtro se diseña mediante una conducción de acero Ø400 con reducción Ø400/Ø200 y válvula reguladora Ø200 que termina en una cámara con vertedero individual de 3,0 m de longitud. La cota de este vertedero (509.95) está situada por encima de la superficie superior del lecho filtrante, para que este se encuentre siempre sumergido.

En la galería de válvulas de este edificio se dispone de un puente grúa de luz 9,10 m para mantenimiento de equipos y tuberías.

Todos los filtros tienen un sistema de vaciado en diámetro Ø150, conectado a una red general de vaciados.

En la galería también se dispone de un sistema de recogida de agua de baldeos y posibles pérdidas, conectado a una bomba de achique, que envía estas aguas también al depósito de agua de recuperación de lavado de filtros.

El lavado de los filtros se diseña con los siguientes parámetros:

Velocidades de lavados de filtros

- Aire en esponjamiento y lavado >	m/h	60,00
- Agua en lavado >	m/h	12,50
- Agua en aclarado >	m/h	25,00

Duración de las fases de lavado

- Esponjamiento y agitación	min	4,00
- Lavado	min	8,00
- Aclarado	min	4,00

Nº posible de filtros en lavado simultáneo:	Ud	1,00
Expansión máxima	%	30-35

En el diseño de este Proyecto, la secuencia de lavado del filtro y los tiempos empleados son los siguientes:

- Vaciado parcial
- Agitación por aire (4 min.)
- Lavado con agua y aire (8 min.)
- Aclarado (4 min).
- Llenado del filtro

El agua de lavado será agua filtrada, tomada del depósito de dimensiones 18,95 x 5,0 x 2,0 m, es decir, con capacidad de 189,5 m³.

El grupo de bombeo de agua de lavado está formado por 2+1 bombas horizontales en cámara seca de caudal unitario 450 m³/h con variación de frecuencia. Con una bomba en funcionamiento se puede realizar la primera fase de lavado, mientras que para la fase de aclarado se utilizan dos bombas. Estas bombas están reguladas con variadores de frecuencia y en las tuberías individuales de impulsión Ø400 se ha dispuesto de un medidor de caudal electromagnético.

El aire necesario para el aire de lavado es suministrado por 1+1 soplantes de émbolos rotativos de caudal unitario 2.050 Nm³/h. Estas soplantes están reguladas con variadores de frecuencia y en la tubería general de impulsión de Ø250 se dispone de un medidor másico de caudal. Se disponen de cabinas de insonorización para las soplantes.

El agua filtrada podrá pasar directamente a los depósitos de agua tratada para el suministro a la red de abastecimiento de Huesca o en su caso, ser conducida a los procesos de tratamiento avanzados.

10.1.7 Tratamientos avanzados

De forma general, los microcontaminantes en las fuentes de suministro de agua son un problema creciente para las empresas de agua. Estos restos químicos proceden de la industria, la agricultura, los hogares y los hospitales. Esta categoría de contaminantes puede incluir productos farmacéuticos, compuestos de perturbación endocrina, productos de cuidado personal, productos químicos industriales o plaguicidas.

Además, existen otros compuestos solubles de origen vegetal que se pueden formar en embalses, como la geosmina, que dan olor y sabor desagradables al agua.

El objetivo de los tratamientos avanzados que se incluyen en este proyecto es poder eliminar estos microcontaminantes u otros que las autoridades sanitarias o europeas requieran en el futuro.

10.1.7.1 Bombeo intermedio

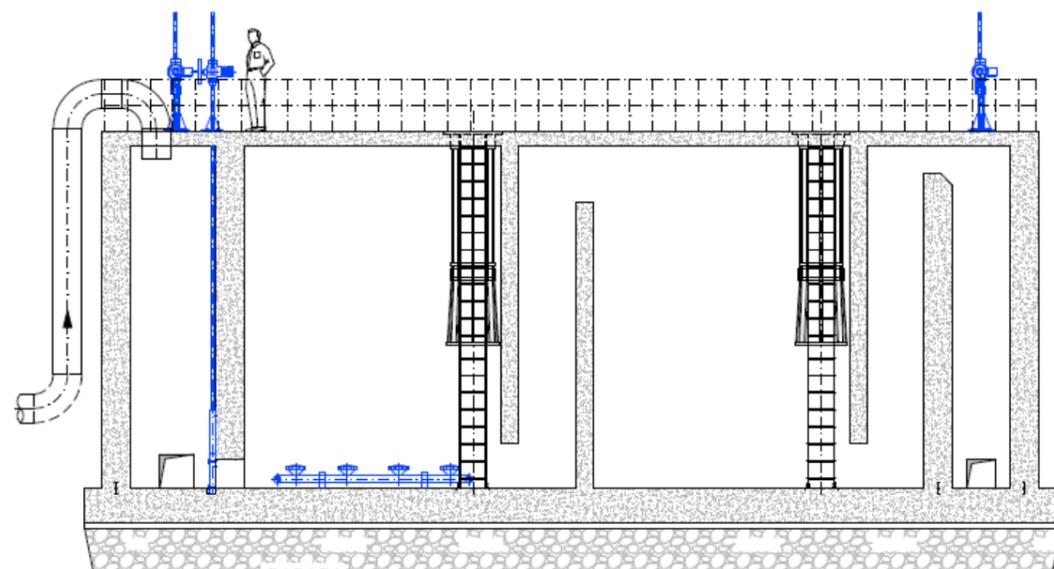
La parcela donde se ubicará la ETAP no tiene apenas desnivel topográfico y esto impide que todos los procesos puedan implantarse por gravedad. Por ello, se ha previsto un bombeo intermedio situado en el edificio de filtración por arena.

El grupo de bombeo de agua de lavado está formado por 2+1 bombas horizontales en cámara seca de caudal unitario 550 m³/h a 5 mca con variación de frecuencia, con una conducción de aspiración de Ø700 y una impulsión Ø600 que descargará sobre la cámara de ozonización intermedia.

10.1.7.2 Oxidación avanzada

Para terminar de romper y desactivar los microcontaminantes, se ha previsto un tratamiento de oxidación avanzada con ozono y peróxido de hidrógeno. Los criterios de diseño utilizados en este proceso son los siguientes:

Caudal de diseño	m ³ /s	0,425
	m ³ /h	1.530,00
Número de líneas a construir	Uds	1,00
Número de etapas por línea	Uds	2,00
Calado mínimo de agua	m	5,00
Desnivel mínimo en vertedero de salida	m	0,40
Tiempo mínimo de retención	min	7,00
Dosis de ozono	mg/l	1 – 1.5
Dosis de peróxido de hidrógeno	mg/l	0,4 -1,0



Se ha previsto una cámara de contacto en dos etapas de dimensiones 5,80 x 3,0 x 5,50 m³ para garantizar un tiempo de contacto conservador superior de 7 minutos a caudal futuro de 425 l/s, disponiéndose para ello de los correspondientes sistemas de difusores cerámicos de burbuja fina.

Para la eliminación del ozono que no ha reaccionado, se ha previsto un destructor catalítico de ozono en la zona superior de la cámara de preozonización, que se debe dimensionar para el caudal máximo de funcionamiento del equipo de generación por motivos de seguridad. Con ello se ha previsto un equipo de capacidad 100 Nm³/h y potencia térmica 0,7 kW con un ventilador extractor de 0,6 kW.

En el apartado de instalaciones de reactivos se describen con más detalles la instalación de generación de ozono prevista en el presente proyecto.

10.1.7.3 Filtración por carbón activo

Para el dimensionamiento de esta fase del proceso, se han considerado los siguientes criterios de diseño para 300 l/s:

Criterios de diseño		
Tipo de filtros:	Abiertos	
Sistema de filtración:	Gravedad	
Regulación:	Sistema de regulación por válvula de salida de agua filtrada con nivel constante en filtro / caudal agua filtrada	
Tiempo mínimo de contacto (300 l/s)	min	15,00
Altura del lecho filtrante	m	2,15
Soporte de material filtrante	Falsos fondos prefabricados	
Material filtrante	Carbón activo granular	
Talla efectiva	mm	1,00
Tamaño mínimo	mm	0,60
Coefficiente uniformidad		1,70
Densidad aparente en seco	Tm/m ³	0,48

Se han previsto cuatro (4) filtros de carbón activado de una celda, agrupados en una única batería.

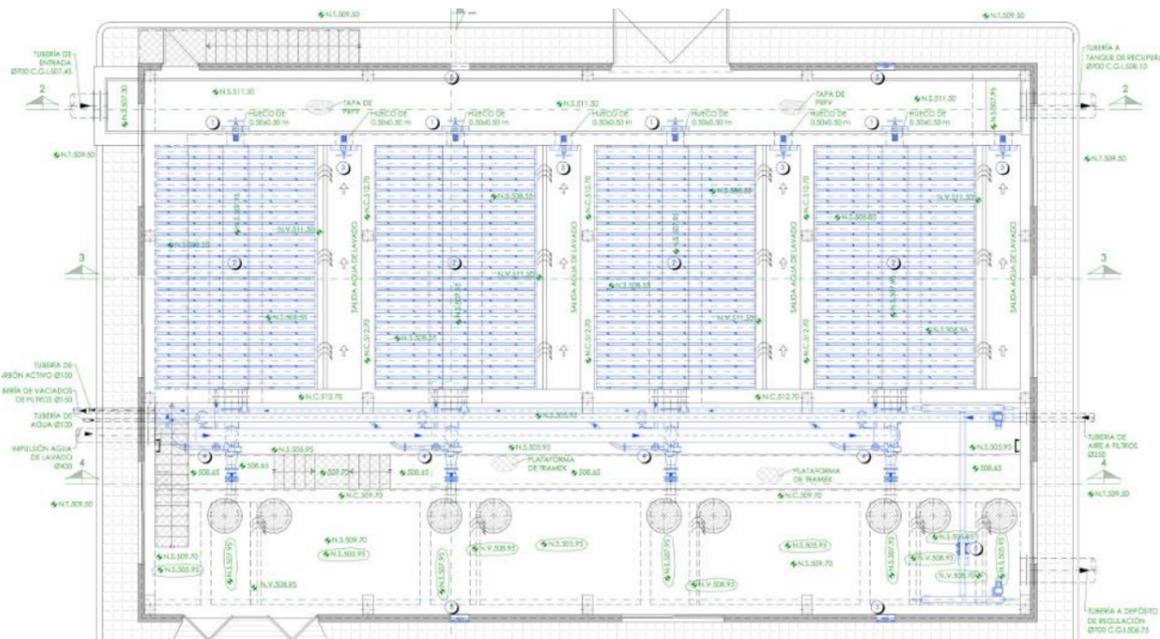
La conexión con la ozonización intermedia se realiza por medio de una conducción de Ø700 preparada para los caudales de la situación futura, que alimenta al canal de entrada a filtros de sección 1,35 x 1,15 m. Los filtros estarán confinados en el interior de un edificio para proteger al medio filtrante de la luz solar.

Cada filtro dispone de una celda de 4,75 x 7,15 m con una profundidad útil de 3,50 m y un canal de ancho 1,0 m para evacuar las aguas de lavado. La superficie de filtración por línea es de 33,96 m² y el espesor del lecho 2,15 m, con ello se obtienen los siguientes parámetros de diseño definidos en este proyecto:

Parámetros de diseño adoptados

Tiempo de filtrado		
- Para 300 l/s	min	16,23
- Para 425 l/s	min	11,45

Como se observa para el futuro se supera el tiempo de filtrado de 15 min establecido como parámetro de diseño para 300 l/s. No obstante, para la situación futura se va a considerar admisible un tiempo mínimo de 10 min. Es previsible que la tecnología de fabricación de los carbones activados granulares haya avanzado y permita obtener compuestos con mejores rendimientos con tiempos de filtrado menores. También la experiencia de explotación del sistema oxidación avanzada – filtración CAG para 300 l/s permitirá contrastar la efectividad en la eliminación de los microcontaminantes con tiempos más reducidos.



Por otra parte, al disponer de filtros de carbón activo de las mismas dimensiones en planta que los filtros de arena simplifica la instalación de lavado y reduce los costes de explotación ya que los equipos pueden ser comunes a ambas instalaciones.

La entrada de agua a cada filtro se realiza por una compuerta de accionamiento eléctrico de dimensiones 0,50 x 0,50 m.

Los filtros disponen de un lecho filtrante de espesor de 2,15 m, monocapa de carbón activado granular. El falso fondo para filtros está proyectado en acero inoxidable con la tecnología de pantalla Vee-wire.

La salida de agua filtrada para cada filtro se diseña mediante una conducción de acero Ø400 con reducción Ø400/Ø250 y válvula reguladora Ø250 que termina en una cámara con vertedero individual de 3,0 m de longitud.

En la galería de válvulas de este edificio se dispone de un puente grúa de luz 5,70 m para mantenimiento de equipos y tuberías.

Todos los filtros tienen un sistema de vaciado en diámetro Ø150, conectado a una red general de vaciados.

El lavado de los filtros de carbón activado tiene como objetivos los siguientes:

- Eliminar los posibles sólidos retenidos entre los gránulos del medio, que hayan podido pasar por la filtración de arena.
- Eliminar biomasa excesiva. Ésta se genera en todas las camas de carbón activado. Conforme las bacterias se reproducen, van tapando la cama, al igual que lo hacen los sólidos retenidos.
- Eliminar partículas del medio que se han fraccionado o cuyo tamaño o densidad ha disminuido porque han reaccionado al realizar su función (por ejemplo, un carbón activado que ha eliminado cloro libre por reacción química; o carbonato de calcio granular que ha reaccionado para aumentar la alcalinidad de un agua con tendencia corrosiva).
- Evitar la cementación o petrificación de la cama. Cuando el agua se trata en sentido descendente, casi siempre ocasiona que las partículas del medio se vayan “pegando” entre sí. Este fenómeno

aumenta cuando el agua tiene tendencia incrustante o cuando contiene biomasa, materia orgánica o algún compuesto “cementante”.

Dada que las carreras de lado de los filtros de carbón son mucho más prolongadas que en los filtros de arena y que ambos tienen las mismas dimensiones en planta, se va a utilizar la misma instalación de lavado, en la que se consideraba los siguientes parámetros:

Velocidades de lavados de filtros		
- Aire en esponjamiento y lavado >	m/h	60,00
- Agua en lavado >	m/h	12,50
- Agua en aclarado >	m/h	25,00
Duración de las fases de lavado		
- Esponjamiento y agitación	min	4,00
- Lavado	min	8,00
- Aclarado	min	4,00
Nº posible de filtros en lavado simultáneo:	Ud	1,00
Expansión máxima	%	40

En el diseño de este Proyecto, la secuencia de lavado del filtro y los tiempos empleados son los siguientes:

- Vaciado parcial
- Agitación por aire (4 min.)
- Lavado con agua y aire (8 min.)
- Aclarado (4 min.)
- Llenado del filtro

10.1.8 Instalaciones de reactivos de la línea de agua

Las instalaciones previstas en el presente proyecto se resumen en el siguiente cuadro:

REACTIVO	FUNCIÓN	PUNTO DE DOSIFICACIÓN
Ozono	Desinfección y oxidación	Preozonización y ozonización intermedia
Cloro	Desinfección y oxidación	Canal de entrada, filtración arena y depósitos de agua tratada
Permanganato potásico	Oxidación y alguicida	Canal de entrada
Dióxido de carbono	Control de pH y equilibrio carbónico	Cámara de contacto de CO ₂
Cal apagada	Ablandamiento	Cámara de contacto de Cal
Carbón activo en polvo	Eliminación de microcontaminantes	Canal de entrada
Policloruro de aluminio	Coagulante	Cámaras de mezcla
Sulfato de alumina	Coagulante	Cámaras de mezcla
Almidón	Floculante	Cámaras de floculación
Peróxido de hidrógeno	Eliminación de microcontaminantes	Ozonización intermedia

En los siguientes apartados se detallan el diseño de las instalaciones de reactivos referidas.

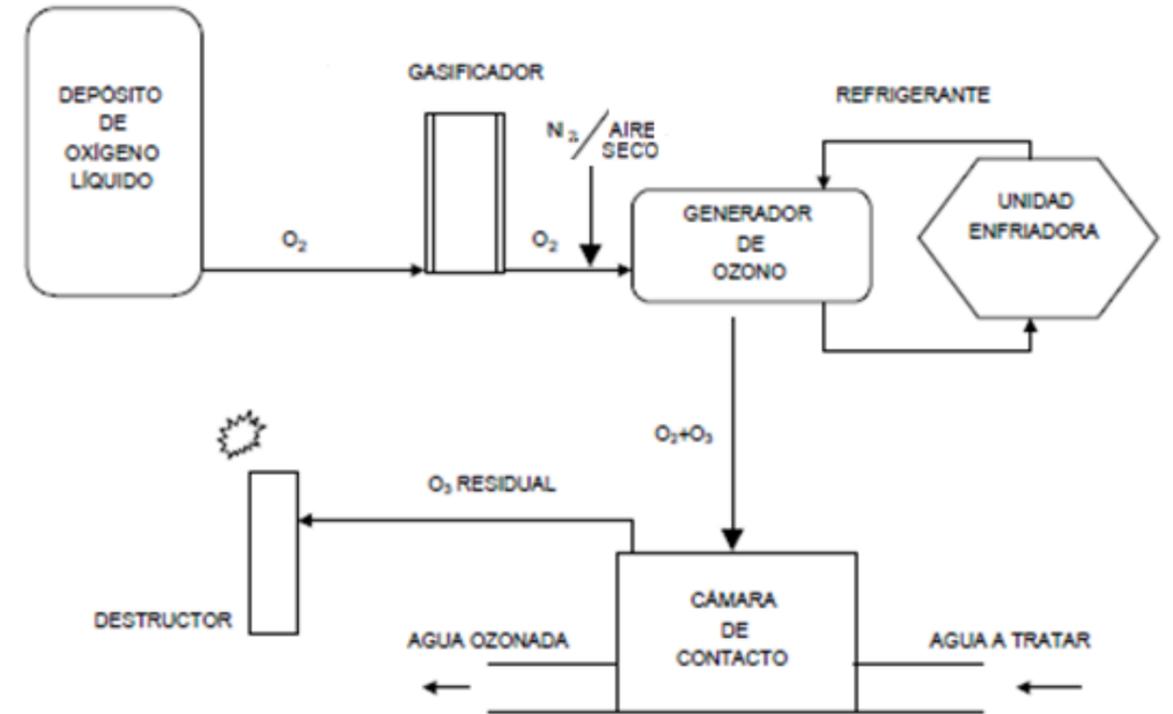
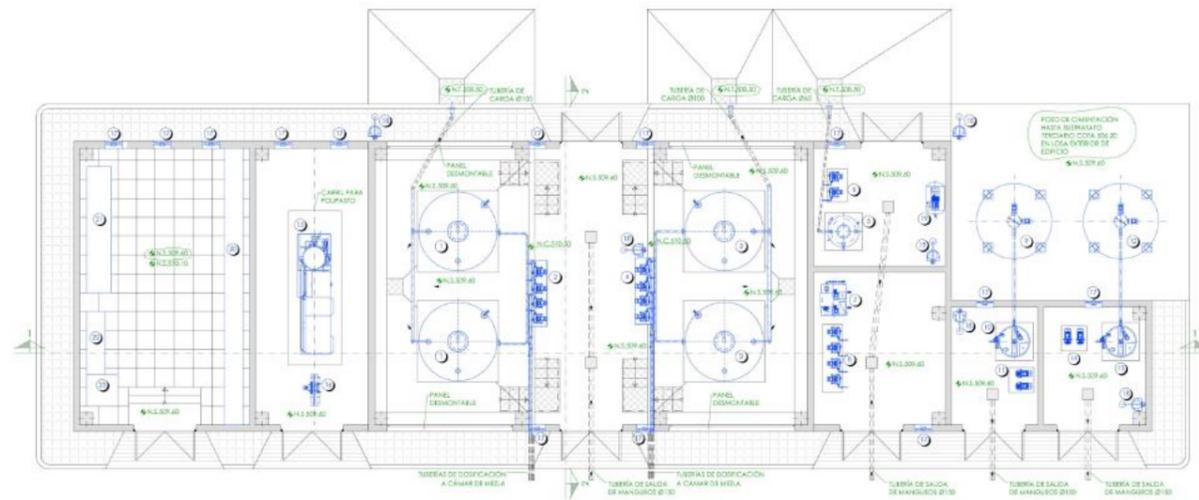
10.1.8.1 Generación de ozono

Los equipos de generación de ozono se diseñarán en común para preozonización y ozonización intermedia para la situación de diseño (300 l/s). Cuando llegue el momento de ampliar el caudal de tratamiento de la ETAP a 425 l/s, se podrá replantear la instalación de generación de ozono de acuerdo a la experiencia de

explotación, instalando una nueva de mejor eficiencia y mayor capacidad, o continuar con la instalada en el caso que se pudieran reducir las dosis de ozono.

Como bases de partida se han establecido las siguientes dosificaciones:

- Preozonización
 - Máxima: 5,00 mg/l
 - Media: 4,00 mg/l
- Ozonización intermedia
 - Máxima: 1,50 mg/l
 - Media: 1,00 mg/l
- Concentración de ozono: 10 %



El ozono que no ha sido transferido al agua se elimina antes de liberarse al ambiente a través de un destructor de forma totalmente segura, emitiendo a la atmósfera oxígeno gas. A continuación, se muestra de forma esquemática el sistema de ozonización propuesto

El equipo de generación previsto es compacto y de ejecución vertical y se instalará en el interior de sala específica, de superficie 3,60 x 8,80 m² en el edificio de reactivos, dotada de ventiladores extractores, polipasto eléctrico, medido de fugas de ozono y sistema de refrigeración con intercambiador, circuito primario y circuito secundario.

10.1.8.2 Cloro

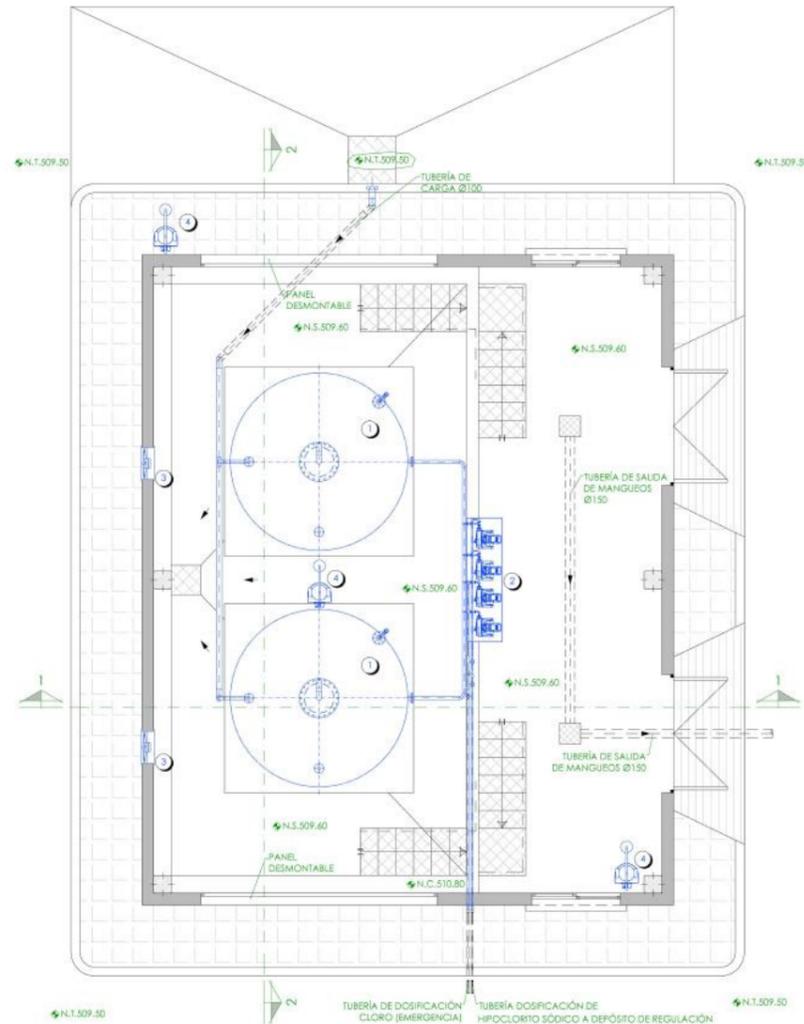
El cloro se utilizará en la ETAP tanto en precloración como desinfectante y oxidante inicial, para la limpieza y desinfección de los filtros de arena, y finalmente en postcloración para mantener en el agua tratada en las condiciones que requiere la normativa.

Con estas dosis será necesario un equipo de generación con una producción máxima de 7,02 Kg/h y 5,40 Kg/h en condiciones máximas y medias con una potencia de 75 KW y un consumo estimado en el punto de funcionamiento de 66,83 kW.

El sistema por ozono proyectado se alimentará de oxígeno almacenado en forma líquida en unos depósitos criogénicos. Antes de pasar a los generadores pasa a unos gasificadores, y una vez evaporado, se introduce en el generador de ozono, será aquí donde se produce la rotura del enlace O-O, y la formación de la molécula de ozono.

Para conseguirlo, se requiere un gran aporte energético, lo que conlleva una importante producción de calor. Por este motivo, la instalación debe disponer de un sistema adecuado de refrigeración de los ozonizadores, con lo que tendremos un mejor rendimiento de la reacción.

Una vez el ozono ha sido producido, se introduce en el interior de la/s, cámara/s de contacto por medio de discos porosos.



ubicación en la planta será en el interior de un edificio específico y separado del resto de los reactivos de la planta. Se ha preferido este tipo de instalaciones por su baja peligrosidad y su manejo sencillo e intuitivo por parte de los operadores.

Para la situación de diseño de este proyecto (300 l/s), se han determinado unas necesidades máximas de este reactivo de 91,38 l/h y 33,23 en condiciones medias, proyectándose bombas de dosificadoras peristálticas con variación de frecuencia:

Precloración

Nº unidades instaladas	Ud	2,00
Nº unidades en funcionamiento	Ud	1,00
Caudal unitario necesario	l/h	74,77
Caudal unitario adoptado	l/h	80,00
Presión máxima	bar	8,00

Postcloración

Nº unidades instaladas	Ud	2,00
Nº unidades en funcionamiento	Ud	1,00
Caudal unitario necesario	l/h	16,62
Caudal unitario adoptado	l/h	20,00
Presión máxima	bar	8,00

Para cubrir las necesidades para el caudal futuro (425 l/s), se podrá ampliar la instalación tanto en precloración como en postcloración con una bomba más pasando a una configuración 2+1.

Se han proyectado dos depósitos de almacenamiento de 35 m³ de capacidad que darán unas autonomías de almacenamiento mínimas (con las dosis máximas) superiores a 30 días para un caudal de tratamiento de 300 l/s y 20 días para un caudal de tratamiento de la ETAP de 425 l/s. Estos depósitos, construido en PEAD se situarán en el interior de un cubeto construido en hormigón de dimensiones 5 x 10 m.

Se ha previsto una bomba de carga de los depósitos de caudal unitario 50 m³/h.

El edificio de cloro tiene unas dimensiones 8,60 x 10,60 m con una luz interior de 6,20 m, y estará dotado de sistema de ventilación y sistemas de seguridad para los operarios.

10.1.8.3 Permanganato sódico

Como complemento de las otras instalaciones de reactivos para oxidación, y teniendo en cuenta sus excelentes propiedades alucidas, se ha considerado incorporar una instalación de almacenamiento y dosificación de permanganato sódico.

Las dosis previstas del reactivo comercial con una riqueza del 20% son 1 y 2 mg/l en condiciones medias y máximas.

La instalación proyectada cuenta con un depósito de almacenamiento vertical en PEAD de 800 l. de capacidad, con una autonomía a necesidades máximas superiores a 15 días para el caudal de tratamiento de 300 l/s y superior a 10 días para 425 l/s.

La dosificación se realiza con 1+1R bombas peristálticas con una capacidad unitaria entre 0.5 - 5 l/h, que cumplen con las necesidades a caudal de diseño y mínimo.

Se han considerado las siguientes dosis de diseño:

A/ Precloración

- Media mg/l 3,00
- Máxima mg/l 9,00

B/ Postcloración

- Media mg/l 1,00
- Máxima mg/l 2,00

Se proyecta una instalación de hipoclorito como reactivo con una concentración de 130 g/l de cloro compuesta por depósitos de almacenamiento, bombas de dosificación y equipos de seguridad. Su

Cada bomba dosificadora cuenta con su correspondiente variador de frecuencia y medidor de caudal para cada una de las dos tuberías de impulsión.

La dosificación del permanganato se realizará en el canal común previo o posterior a las cámaras de preozonización.

Estas instalaciones se dispondrán en el denominado edificio de reactivos en el cual, se dispondrá de una sala específica de dimensiones en planta 4,20 x 3,75 m.

10.1.8.4 Dióxido de carbono

Las dosis de CO₂ a considerar son 25 y 30 mg/l en condiciones medias y punta, y se proyecta una losa de hormigón de dimensiones 7,80 x 4,30 m para alojar el depósito criogénico y el evaporador.

En la parte superior de la cámara de contacto de dióxido de carbono se instalará el equipo específico con capacidad para 80 m³/h que controlará el aporte de este reactivo en función del pH del agua, el pH objetivo y la temperatura del agua.

Estos equipos específicos serán instalados por la empresa suministradora del gas.

10.1.8.5 Hidróxido de cal

Esta instalación se dispone en el interior del edificio de reactivos, en una sala del edificio de dimensiones en planta 2,75 x 3,75 m, situado próximo al grupo de proceso de tratamiento físico químico.

Las dosis de diseño previstas en este proyecto son 15 y 30 mg/l en condiciones medias y máximas.

La instalación cuenta con un silo metálico vertical en el exterior para almacenamiento de cal con un volumen unitario de 41 m³, equipado con los elementos necesarios para su operación correcta y segura: tubo de carga, escalera con protección, barandillas, boca de hombre de apertura rápida estanca, filtro de mangas, sistema de pesaje, niveles y válvula sobrepresión.

El sistema de dosificación de Ca(OH)₂ incluye una cuba de preparación de lechada de cal con alimentación desde un tornillo dosificador con una capacidad de 50 kg/h, regulados con variador de frecuencia. El volumen previsto en la cuba es de 1.000 l y dispone de un agitador vertical.

La lechada de cal se ha diseñado con las siguientes preparaciones: 0.5% a dosis media y 1% a dosis máxima.

El bombeo de la lechada a la cámara de contacto se realiza con 1+1 bombas centrifugas horizontales de 10 m³/h de capacidad máxima.

10.1.8.6 Carbón activo en polvo

Para dotar a la planta de la máxima flexibilidad en el tratamiento de microcontaminantes, se ha proyectado una instalación adicional de dosificación de carbón activo en polvo, que podrá complementar o sustituir a los filtros de CA granular previstos según determine el operador de la ETAP.

Las instalaciones de almacenamiento y dosificación se proyectan para dar servicio a un caudal de tratamiento de 300 l/s con dosis de 4 y 9 mg/l en condiciones medias y máximas. Del mismo modo que la generación de ozono, cuando llegue el momento de ampliar el caudal de tratamiento de la ETAP a 425 l/s,

se podrá replantear la instalación de carbón activo en polvo de acuerdo a la experiencia de explotación, instalando una nueva de mayor capacidad o continuar con la instalada en el caso que se pudieran reducir las dosis planteadas en este proyecto.

La instalación cuenta con un silo metálico vertical en el exterior para almacenamiento de carbón activo con un volumen unitario de 18 m³, equipados con los elementos necesarios para su operación correcta y segura: tubo de carga, escalera con protección, barandillas, boca de hombre de apertura rápida estanca, filtro de mangas, sistema de pesaje, niveles y válvula sobrepresión.

El sistema de dosificación incluye una cuba de preparación de lechada de cal con alimentación desde un tornillo dosificador con una capacidad de 10 kg/h, regulados con variador de frecuencia. El volumen previsto en la cuba es de 1.020 l y dispone de un agitador vertical de 0,75 kW.

La suspensión carbón activo se ha diseñado con las siguientes preparaciones: 0.025% a dosis media y 0.050 % a dosis máxima.

El bombeo de la suspensión a la cámara de contacto se realiza con 1+1 bombas centrifugas horizontales de 1,5 m³/h de capacidad máxima.

Esta instalación se dispone en el interior del edificio de reactivos, en una sala dedicada de dimensiones en planta 2,75 x 3,75 m, situado próximo al grupo de proceso de tratamiento físico químico. El silo de almacenamiento se instalará en el exterior, próximo a la sala mencionada.

10.1.8.7 Instalaciones de reactivos coagulantes y floculantes

En relación con los reactivos coagulantes y para dotar a la planta de la máxima flexibilidad de operación, se han previsto dos instalaciones separadas que podrán contener compuestos químicos distintos. El objeto de este diseño es facilitar la dosificación de un producto u otro en función de las características del agua a tratar, o incluso la de ambos productos si la experiencia es positiva para el operador.

En los ensayos Jar Test previos realizados con aguas de los embalses de Montearagón, se utilizaron dos reactivos basados en el Policloruro de Aluminio con buenos resultados, pero el mercado ofrece una amplia gama de estos productos con formulaciones distintas.

A efectos de diseño, se va a considerar el sulfato de aluminio con una riqueza del 9,5 % y policloruro de aluminio con una riqueza de 17% (comúnmente llamado PAC18).

Respecto a los floculantes, se diseñan las instalaciones de almacenamiento y dosificación considerando almidón.

Las dosis previstas de cada reactivo son las siguientes:

Dosificación reactivo comercial PAC18:		
- Media	mg/l	15,00
- Máxima	mg/l	30,00
Dosificación reactivo comercial sulfato de aluminio 9,3%:		
- Media	mg/l	4,00
- Máxima	mg/l	25,00
Dosis de almidón		
- Media	mg/l	0,60
- Máxima	mg/l	1,00

La dosificación de los coagulantes y floculantes se realiza preferentemente de forma independiente en cada cámara de mezcla y floculación respectivamente.

Las capacidades de los depósitos de PEAD para almacenamiento son las siguientes:

- Policloruro de aluminio: 1+1 de 20.000 l.
- Sulfato de aluminio 1+1 de 20.000 l.

Las bombas dosificadoras individuales a cada cámara de mezcla son del tipo peristálticas. Cada bomba dosificadora tiene su correspondiente variador de frecuencia, con medidor de caudal para cada cámara y reactivo en la tubería de impulsión.

Todos los equipos de almacenamiento de estos reactivos, así como las bombas de carga y dosificadoras, se encuentran ubicados conjuntamente en un edificio denominado en este proyecto "DE REACTIVOS", aunque separados por cubetos de retención en el caso de los coagulantes, y el floculante en sala separada.

Las capacidades de las bombas dosificadoras peristálticas previstas son las siguientes:

- Policloruro de aluminio: 3+1 bombas de caudal unitario 10 l/h
- Sulfato de aluminio: 3+1 bombas de caudal unitario 20 l/h

Para el almidón se dispondrá de un equipo de preparación en continuo con tornillo dosificador de reactivo puro, preparación de la dilución en un contenedor metálico de 550 l con dos agitadores de 0.37 y dos bombas dosificadoras peristálticas de caudal 35 l/h.

10.1.8.8 Peróxido de hidrógeno

La dosificación del peróxido se proyecta con dosis media y máxima de 0,4 mg/l y 1 mg/l, respectivamente y se realizará en la cámara de ozonización

En un edificio específico para este uso, se dispondrá de las instalaciones necesarias para el almacenamiento de peróxido de hidrógeno, cumpliendo toda la normativa en materia de seguridad como cubeto de retención, ducha lavavojos, etc...

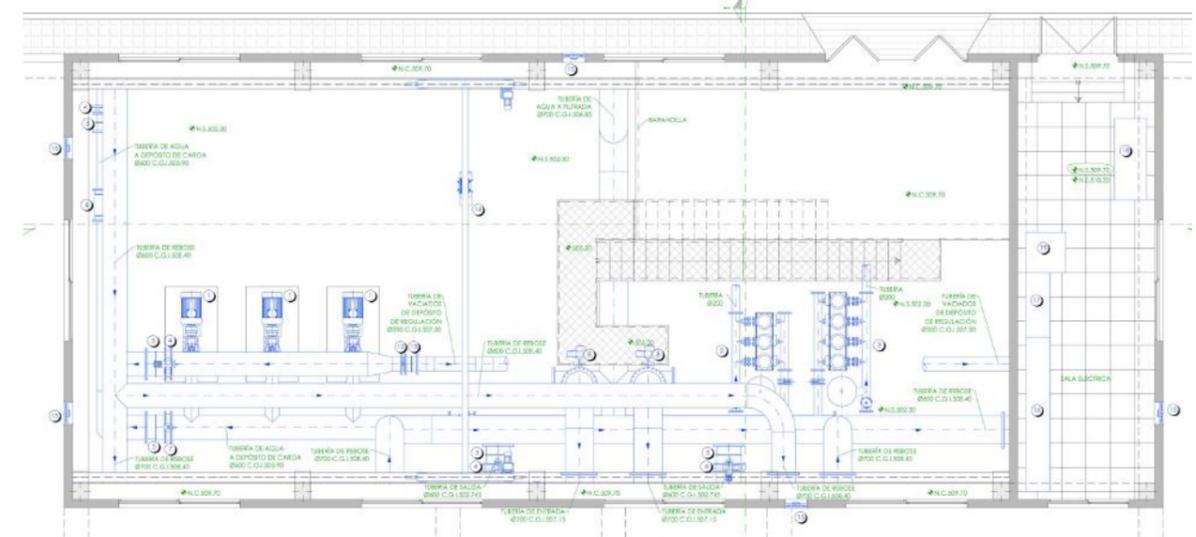
Cada bomba dosificadora tendrá su correspondiente variador de frecuencia con medidor de caudal en su tubería de impulsión.

Se ha previsto una instalación con un tanque vertical de almacenamiento en PEAD de 1.000 l. de capacidad, y dos (1+1) bombas peristálticas de 5 l/h para dosificación del reactivo.

10.1.9 Depósitos de agua tratada y depósito elevado

Se han proyectado un depósito de agua en dos cámaras de volumen útil total 12.267 m³ que supone un tiempo de retención de 11,35 horas en la situación de proyecto y 8 horas para el caudal futuro.

Entre las dos cámaras se ha dispuesto de una cámara seca donde se situará el frente de válvulas y tuberías para alimentación y salida del depósito, y las bombas de impulsión al depósito de carga, el grupo de agua de servicios y el antiincendios.



El bombeo al depósito elevado se proyecta mediante tres (2+1) bombas centrífugas horizontales de caudal unitario 540 m³/h a 20.5 mca, En el futuro se instalará una bomba más para llegar a una capacidad de 425 l/s.

Anexo al depósito de agua tratada se construirá otro de un volumen de 400 m³ pero elevado para poder alimentar a la red de abastecimiento de Huesca con la presión que ofrece el actual depósito de copa situado en el casco histórico de la ciudad. De esta manera, en el futuro se podría prescindir de este elemento que produce un apreciable impacto visual.

Entre ambos depósitos, más los depósitos actuales en servicio que dispone la red de abastecimiento de Huesca se dispone de una capacidad de almacenamiento superior al consumo diario de la ciudad.

10.1.10 Línea de fangos

Los fangos producidos en las purgas de la decantación junto con los contenidos en el agua de lavado de los filtros se conducirán a la línea de fangos para su concentrado y deshidratación final antes de su evacuación a vertedero con los siguientes procesos parciales:

- Depósito de homogeneización de fangos
- Espesado por gravedad
- Depósito de fangos espesados
- Deshidratación de fangos

A efectos de dimensionamiento, se ha previsto que las purgas de los decantadores y las aguas de lavado de los filtros de arena se conducirán al depósito de homogeneización de fangos por ser el modo de funcionamiento más limitante.

Sin embargo, si la concentración de las purgas de la decantación fuera lo suficientemente alta, estos se podrían llevar directamente al depósito de fangos espesados previo a la deshidratación. Con este modo alternativo de funcionamiento el depósito de homogeneización de fangos sería un depósito de regulación de la alimentación a los dos espesadores para concentrado de los fangos del agua de lavado de los filtros.

10.1.10.1 Depósito de homogeneización de fangos

En este depósito se recibirán las aguas de lavado de los filtros de arena, los escurridos de la deshidratación de fangos y, opcionalmente, las purgas de los decantadores lamelares.

Los criterios de diseño considerados en este proceso han sido:

- Capacidad mínima: dos lavados consecutivos de los filtros de arena siendo el volumen de agua producido en un lavado de 113 m³.
- Nº de líneas: 2 Uds para posibilitar su limpieza y mantenimiento.

Se han proyectado dos depósitos de dimensiones útiles 5,70x 5,0 x 4,0 m de profundidad, obteniéndose un volumen de 250 m³, es decir, con capacidad suficiente para dos lavados consecutivos de los filtros de arena. Ambos depósitos están comunicados mediante una compuerta mural para permitir funcionar conjunta o separadamente.

En cada depósito se ha instalado un agitador sumergido de 1.5 kW para mantener la suspensión de los sólidos y dos (1+1) bombas sumergibles de caudal unitario 25 m³/h que impulsarán las aguas a los espesadores.

Con esta disposición se podrán lavar en 24 horas todos los filtros en la situación futura (8 filtros) cada 3 horas si se realiza de uno en uno, y cada seis horas si se plantean dos lavados consecutivos.

10.1.10.2 Espesado de fangos

El agua procedente del depósito de homogeneización de fangos se lleva a los espesadores de gravedad para aumentar su concentración. Los parámetros utilizados en este proceso han sido los siguientes:

- Nº de líneas: 2 Uds
- Carga de sólidos: ≤ 15 kg/m²/día
- Carga hidráulica: ≤ 0,5 m³/m²-h
- Tiempo de retención hidráulico: ≥ 10 horas
- Tiempo de retención de fangos: ≥ 24h
- Concentración mínima del fango espesado: 20 kg/m³

Se han proyectado dos espesadores de gravedad de 8 metros de diámetro y 4 metros de calado perimetral dotados de rasquetas inferiores y picas de espesamiento con accionamiento central desde una pasarela diametral, obteniéndose carga de sólidos de 7,09 y 10,04 Kg/m²/d con cargas hidráulicas de 0,28 y 0,38 m³/m²/h para la situación de diseño (300 l/s) y la futura (425 l/s).

El clarificado se retirará por un vertedero perimetral, llevándose al depósito de agua recuperada para su reincorporación a la línea de agua de la ETAP.

Los fangos concentrados serán purgados mediante dos bombas de tornillo helicoidal de caudal unitario 10 m³/h hasta el depósito de fangos espesados, con un ritmo de funcionamiento de 4 horas y 5,5 horas al día para la situación de diseño (300 l/s) y futura (425 l/s) de la ETAP.

10.1.10.3 Depósito de fangos espesados

Como paso previo a la deshidratación, y para disponer de un volumen pulmón que permita el funcionamiento continuo del espesado de fangos y discontinuo de la deshidratación se ha proyectado un

depósito de fangos espesados. Este elemento facilitará también el funcionamiento de la deshidratación al poder mantener de manera constante la concentración de sólidos en la alimentación a las centrífugas en su periodo de funcionamiento,

Como parámetros básicos de diseño se han considerado un tiempo de retención mínimo de dos días para la situación futura considerando el supuesto que sábados y domingos no se va a deshidratar en la ETAP. Se ha proyectado un depósito de 105.88 m³ con agitador sumergido de 1,5 KW para mantener la homogeneidad del fango.

Este depósito podrá recibir también los fangos de las purgas de los decantadores lamelares directamente.

10.1.10.4 Instalación de deshidratación de fangos

Esta instalación es crítica en muchas ETAP por lo que se han adoptado criterios muy conservadores para hacer frente a situaciones eventuales de baja concentración del fango espesado:

Parámetro		S. Diseño	S. Futura
Días útiles a la semana	d	5,00	5,00
Horas de funcionamiento	h	4,50	6,00
Nº centrífugas a instalar	Ud	2,00	2,00
Nº centrífugas en funcionamiento	Ud	1,00	1,00
Carga máxima horaria por centrifugadora	kgMS/h	250	250
Caudal mínimo por centrifugadora	m ³ /h	15,00	15,00
Sequedad prevista de salida	%	20,00	20,00
Acondicionamiento del fango			
- Dosis media de floculante	KgMS/tn	6,00	6,00
- Dosis máxima de floculante	KgMS/tn	10,00	10,00
Dilución de la preparación	g/l	5,00	5,00

Se han proyectado dos (1+1) bombas de tornillo helicoidal con variación de frecuencia que aspirarán del depósito de fangos espesados de caudal unitario 15 m³/h para su impulsión hasta las centrífugas.

Las centrífugas también serán dos (1+1) y dispondrán de tajadera en la salida del fango deshidratado y lavado automático.

Para acondicionar el fango químicamente y obtener unos rendimientos adecuados de deshidratación, se ha dispuesto de una instalación de preparación en continuo de floculante con tolva 60 l y dosificador de reactivos sólidos de caudal máximo 7,56 Kg/h con variación de velocidad, cuba de dilución y preparación de 550 l con dos agitadores verticales de 0.37 kW.

La dosificación se realizará con dos (1+1) bombas de tornillo helicoidal de caudal unitario 500 l/h con variación de frecuencia.

El fango deshidratado de cada centrífugas será evacuado mediante sendas bombas de tornillo helicoidal de caudal unitario 1,5 m³/h y 12 bar que impulsarán mediante dos conducciones de Ø250 a una tolva de 25 m³ de capacidad.

Los escurridos de las centrífugas se llevarán al depósito de homogeneización de fangos para su mezcla con las aguas de lavado.

10.1.11 Depósito de recuperación de agua

A este depósito se conducirán:

- Las aguas de lavado de los filtros de carbón que, por su bajo contenido en sólidos, es más eficiente su retorno a la línea de agua.
- Los reboses de los espesadores de gravedad.

Se ha proyectado un depósito situado en el edificio de fangos de volumen 290 m³ en el que se situarán tres (2+1) bombas sumergibles de caudal unitario 50 m³/h que impulsará las aguas almacenadas hasta la arqueta de reparto del tratamiento físico químico.

Se ha dispuesto además de un agitador sumergible de 5 kW para evitar la sedimentación de los sólidos que pueda contener estas aguas.

10.2 Instalaciones eléctricas de la ETAP

En el Anejo nº 12.- Cálculos eléctricos se describen y se justifican con detalle las nuevas instalaciones eléctricas de la ETAP. En los siguientes apartados se resume las principales características:

10.2.1 Centro de transformación

El centro de transformación estará situado dentro de la parcela de la ETAP junto a la entrada en una caseta prefabricada independiente. Contendrá un transformador de potencia de 630 kVA, así como toda la aparamenta de alta y baja tensión necesarias.

La caseta prefabricada será de hormigón, modelo EHC-3T1D con dos puertas de acceso peatonal. La resistencia al fuego del edificio será de 240 minutos (RF 240).

10.2.2 Cuadro General de Baja Tensión

Será un Conjunto Verificado de Aparamenta de Baja Tensión. Está formado por columnas donde se ubicarán los módulos de acometida en uno de los extremos del conjunto y por columnas dónde se ubicarán los diferentes módulos de salida, con una compartimentación forma 4b tanto en acometidas como en salida de cables según norma UNE-EN 61439-1, y construidos en chapa de acero plegada y laminada en frío de 2 mm de espesor.

- La composición del CGBT es la siguiente:
- Dos módulos acometida para transformador y grupo electrógeno.
- Seis módulos de salidas a los distintos CCM
- Un módulo de salida batería fija condensador:
- Un módulo salida a Batería Automática de Condensadores:
- Un módulo salida a C.G. Alumbrado:
- Un módulo de salida al cuadro del edificio de conexiones situado en el exterior de la EDAR

10.2.3 Cuadros de control de motores

Los diferentes motores por instalar se dividen en los siguientes centros de control de motores:

- CCM 1 situado en el edificio de reactivos y con servicio a los equipos de reactivos.
- CCM2A y CCM 2B situados en la misma sala que el CGBT, y que dan servicio a la filtración por arena y al tratamiento físico químico.
- CCM 3 y CCM 5 situados en el edificio de fangos y que dan servicio a los tratamientos avanzados y de fangos.
- CCM 4 situado en el edificio de los depósitos de regulación de agua tratada y que da servicio a las bombas de impulsión de agua tratada. En este cuadro se conectará la acometida de la planta fotovoltaica.
- Cuadro en edificio de conexiones que da servicio a los motores y consumidores (válvulas, puente grúa) correspondiente a la conexión de la tubería de entrada con las conducciones procedentes de Montearagón y Vadiello, y con las conducciones de acometidas a la red de distribución de Huesca.

Se consideran los siguientes tipos de arranque para los diferentes motores:

- Tipo AS: arranque mediante arrancador suave, para motores de potencias entre 10 kW y 18.5 kW.
- Tipo AE: arranque mediante arrancador estático para motores de potencias mayores de 18.5 kW y para motores con un elevado par de arranque.
- Tipo VF: arranque mediante variador de frecuencia.
 - Subtipo VF-1: Arranque VF simple.
 - Subtipo VF-2: Para motores accionados con variador de frecuencia y con ventilación forzada.
- Tipo FEEDER: Salidas directas a cuadros locales.
- Tipo FIJA-1: alimentación directa monofásica.
- Tipo FIJA-2: alimentación directa trifásica.

Dado que ningún motor está todo el tiempo en funcionamiento a su capacidad nominal y existen equipos que tienen variador de frecuencia, además de que hay muchos motores pequeños cuyo tiempo de funcionamiento es muy corto, se ha estimado que el factor de simultaneidad de las cargas sea del 75 %.

CUADRO	Equipos Instalados	Suma de P. instalada (kW)	Suma de P. inst. efectiva (kW)	Suma de P. simultánea (kW)	Suma de P. Activa (kW)
CCM1	58	159,02	142,29	106,72	105,62
CCM3	30	18,50	11,3	8,48	8,48
CCM4	20	215,25	141,55	122,66	21,41
CCM5	42	124,38	71,06	53,30	35,98
CCM2A	42	33,40	21,45	16,09	8,34
CCM2B	45	219,20	139,50	104,81	32,40
Edificio de conexiones	14	19,69	14,40	10,80	10,80
Total general	251	789,99 kW	541,55 kW	422,85 kW	223,02 kW

10.2.4 Compensación de reactiva

Con el objetivo de mejorar el factor de potencia de la instalación a 1 se propone la instalación de una batería de condensadores regulable y automática de 322 kVAr. Por otro lado, se propone también la instalación de un bote fijo de 30 kVAr para la compensación de reactiva del transformador de 630 kVA.

Los equipos de compensación propuestos están especialmente diseñados para redes muy polucionadas

10.2.5 Instalación Fotovoltaica

Se propone la instalación de una generación fotovoltaica de 535kW tal y como se indica en planos. Para la integración en la red, se partirá de 5 inversores situados al lado del depósito elevado que verterán la energía al CCM4. Estos se conectarán al cuadro de generación ubicado en el mismo edificio. Desde el cuadro de generación hasta el CCM4 se diseña una línea de 75 metros de longitud.

La instalación se plantea con vertido cero fuera de la planta para evitar la catalogación del explotador como productor eléctrico con el consecuente permiso o autorización administrativa previa necesaria del distribuidor de red (por tratarse de potencia < 1 MW). Todo ello sin perjuicio de que pueda tramitarse posteriormente tal autorización administrativa.

En consecuencia, se plantea la instalación con un sistema automático anti-vertido, que podrá eliminarse en el futuro, en caso de obtenerse la autorización administrativa de producción.

10.2.6 Cables

La sección se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 %.

Como secciones mínimas de conductores se han adoptado las siguientes:

- Cables de alimentación a Motores: 2,5 mm²
- Cables de alimentación a Cuadros locales de alumbrado: 6 mm²
- Cables de alimentación a tomas de corriente: 2,5 mm²
- Cables de alimentación a puntos de alumbrado: 1,5 mm²
- Cables de alimentación del alumbrado exterior: 6 mm²
- Cables de mando y control: 1,5 mm²

Los conductores proyectados son de los tipos siguientes:

- Cables de alimentación a CCM: RZ1-K 0,6/1 KV
- Cables para alumbrado exterior: RZ1-K 0,6/1 KV
- Cables de alimentación a Cuadros Locales: RZ1-K 0,6/1 KV
- Cables de Cuadros de Fuerza a motores y equipos: RZ1-K 0,6/1 KV
- Cables de equipos en zonas ATEX: RZ1MZ1-K (AS)
- Cables para alimentaciones con variador: RC4Z1-K 0,6/1KV
- Cables para instrumentación: RC4Z1-K (señales analógicas) y RZ1-K (señales digitales).
- Cables para mando: RZ1-K

El cableado de alumbrado y fuerza en el interior de edificios se ha previsto libre de halógenos.

10.2.7 Botoneras locales

Todas las máquinas accionadas por un motor eléctrico irán provistas, en las proximidades de estas de una botonera local, con un pulsador tipo seta, protección R65 para parada de emergencia de la máquina.

10.2.8 Alumbrado

Todos los equipos de iluminación propuestos interiores y de emergencia serán de tecnología led de última generación y aportarán entre 150 lux y 500 lux según las necesidades de cada espacio.

La iluminación exterior será también de tecnología tipo led, con una iluminación en viales no inferior a 10 lux. En aparcamientos el mínimo serán 20 lux. Se ha incluido programación en función de la intensidad luminosa o por horario. Los báculos propuestos para las luminarias de exterior son de acero galvanizado en caliente, dotados de los elementos que faciliten las operaciones de montaje y reparación.

10.3 Control e instrumentación

10.3.1 Esquema red de control

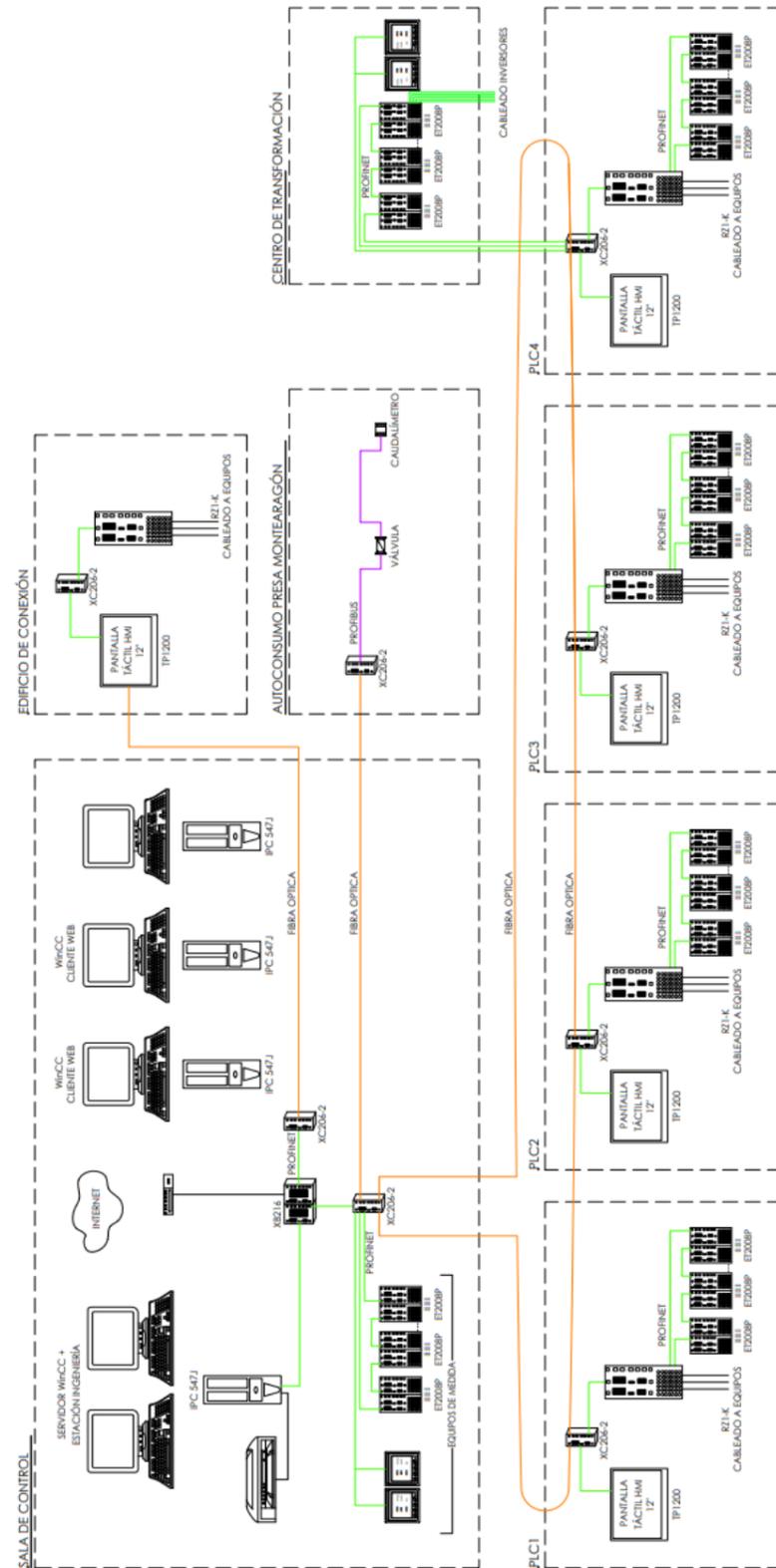
la instalación de control necesaria para el correcto funcionamiento del nuevo abastecimiento de agua a Huesca que consistirá en lo siguiente:

- En la sala de control se situará la estación de supervisión donde habrá un XB216 que conectará la estación de ingeniera y el Firewall necesario por el acceso a internet. Tendrá dos salidas en profinet a dos switch tipo XC206-2. El primero de ellos recibirá el anillo de fibra óptica de la planta. El segundo recibirá mediante fibra óptica las señales del PLC instalado en el edificio de conexiones a 683m de la planta.
- En el **anillo de fibra óptica de la ETAP** estarán conectados los diferentes PLC de la planta y las señales de periferia del C.T.
- En cada PLC se han instalado periferias distribuidas en la medida de lo posible para reducir el cableado de señales.
- Sistema antivertido

10.3.2 Instrumentación

Para el control del proceso y la optimización de las nuevas instalaciones, se ha dispuesto del siguiente esquema y medidas mínimas:

- Caudalímetros electromagnéticos en línea, en tuberías a sección llena.
- Sensores tipo radar o ultrasónicos.
- Correlación ultrasónica.
- Interruptor tipo boya de muy alto/bajo nivel.
- Medidor de cloro amperométrico y cloro total
- Medidor de materia orgánica
- Medidor de turbidez
- Medidor de pH
- Manómetro en impulsión de bombas/soplantes.
- Medida de potencia y energía (activa y reactiva) consumida.



La instrumentación estará conectada tal y como solicita el PPTP al sistema de control de la planta mediante Profibus PA.

10.3.3 Dimensionamiento de PLCs

Para estimar el número de módulo de tarjetas que compondrán el PLC es necesario calcular las señales totales asociadas a la instrumentación como a señales digitales y analógicas de los equipos electromecánicos instalados, teniéndose en cuenta que se trata de una instalación mediante profibus. Para ello se seguirá el criterio que se expone en el anejo nº 10.

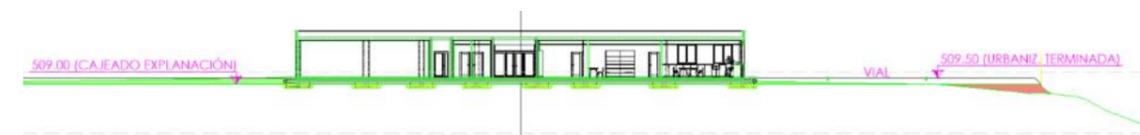
10.4 Obras civiles de la ETAP

En este apartado, se describen los aspectos más relevantes que se incluyen en el proyecto en relación a las obras civiles de los elementos, al margen de las descripciones geométricas de los elementos realizadas en los apartados anteriores.

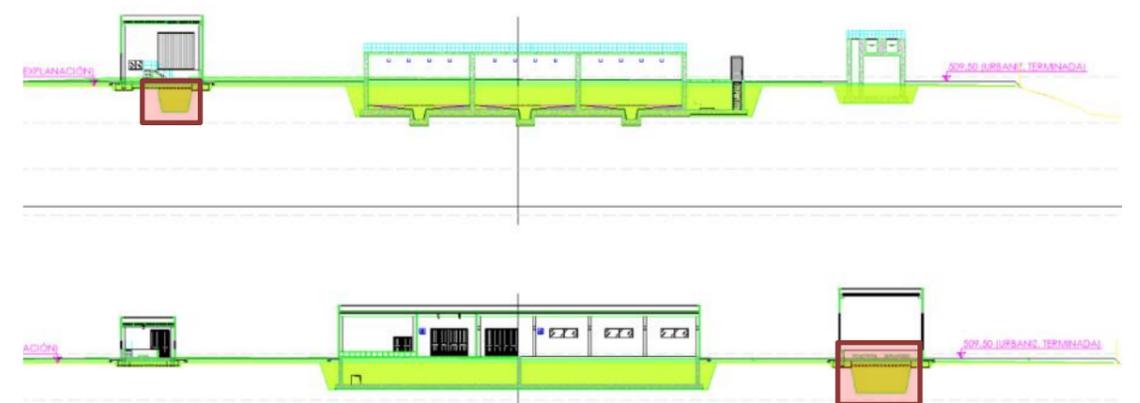
10.4.1 Movimiento de tierras

En el apartado geotécnico, ya se han descrito las características del terreno, y los terrenos existentes permitirán la realización del movimiento de tierras por medios convencionales mecánicos (retroexcavadora media), sin necesidad especial de martillo picador. Asimismo, los taludes provisionales de los desmontes admitirán una verticalidad notable.

En consecuencia, debido a la planeidad de la parcela, se ha planteado la ejecución del movimiento de tierras mediante un cajeadado previo hasta la cota 509,00, tal y como se muestra en la siguiente imagen, con zonas en general en desmonte, salvo pequeños terraplenes en los perímetros de la parcela.

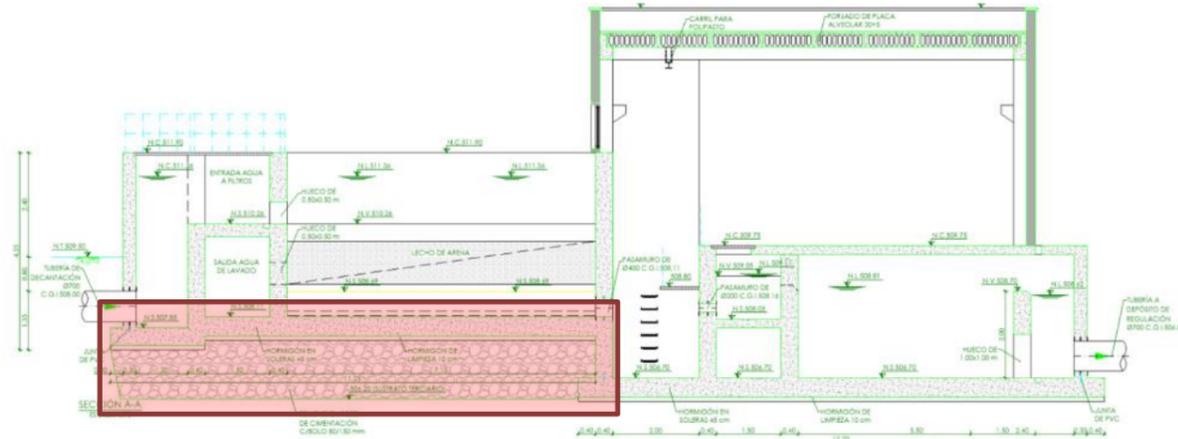


De esta manera a partir de esta nivelación, se prevé el posterior cajeadado el vaciado preciso para la construcción:



Cabe destacarse, que además de la excavación precisa señalada en verde en las secciones representativas anteriores, por requerimiento del estudio geotécnico, a diferencia de las zapatas superficiales de edificios sin cargas elevadas, existentes ciertos elementos o depósitos interiores de los edificios, como los señalados en rojo en la imagen anterior, que necesitan transmitir las cargas hasta el estrato competente terciario mediante un pozo de cimentación.

Esta casuística, también sucede en ciertos elementos, que no son edificios, donde se ubican cargas elevadas y cuentan con un sistema de cimentación por losa, pero en cota elevada por encima de terciario. En esos casos, como sucede en el siguiente ejemplo (filtración por arena), se recurre a la misma sustitución con gravas gruesas y bolos hasta 150 mm de tamaño, para asegurar una correcta transmisión de esfuerzos al sustrato portante indicado, evitando así, posibles asentamientos del elemento fuera del rango calculado:



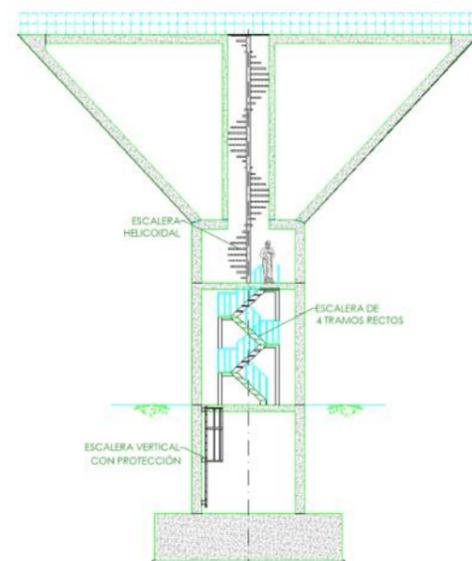
10.4.2 Cimentaciones y sostenimientos

Las dos tipologías de cimentación escogidas, han sido las zapatas superficiales para elementos de bajo peso (edificios industriales y edificio de control, así como pequeñas arquetas sin carga hidráulica), y las losas corridas de cimentación (para depósitos y cámaras secas de elevada profundidad o adyacentes y similares cotas de depósitos profundos).

Como se ha comentado, para evitar contemplar elementos de cimentación para transmisión profunda de cargas, como pilotes o micropilotes, se ha optado por complementar las losas con sustituciones de material hasta alcanzar cota del sustrato terciario, dado que se trataba de elementos muy concretos y de medición acotada.

En cualquier caso, cabe destacarse la cimentación del depósito de carga, que por su elevado peso, cuenta con una losa-zapata de elevadas dimensiones (\varnothing 8,20 m y 2 m de altura), que permite por un lado el apoyo sobre elemento suficientemente rígido del peso superior cercano a las 1.000 ton, y por otro alcanzar la cota de sustrato terciario para transmitir las mismas directamente al mismo sin sustituciones de terreno.

En todos los casos, se recurre a hormigones de 30 MPa de resistencia característica en el caso de las losas y de 25 MPa en el caso de los edificios con acero de armado B-500SD.



10.4.3 Procesos constructivos relevantes

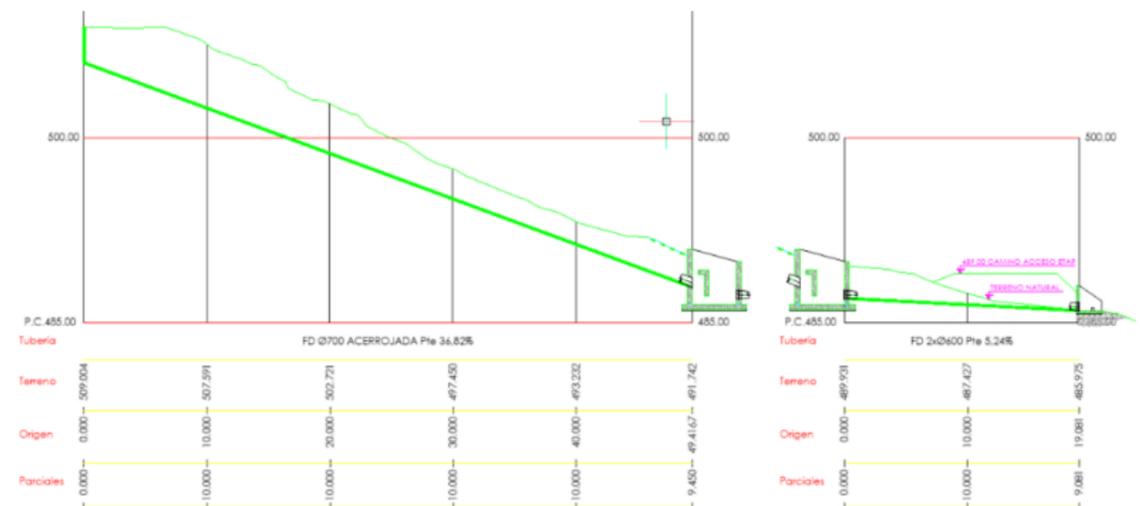
Todos los elementos proyectados precisan de encofrados tradicionales (rectos o curvos), siendo solo destacable el encofrado curvo del depósito de carga (imagen anterior), que precisará de un volumen elevado de cimbra (1.152 m³) para soportar el peso desplomado del hormigón del vaso troncocónico durante el vertido del mismo.

Por el contrario, el hormigón curvo del fuste circular, se podrá ejecutar con trepa vertical estándar sin necesidad de cimbra o elementos adicionales.

Es destacable que en este elemento se tenderán las tuberías de impulsión y retorno por el interior del mismo (\varnothing 600 mm y elevado peso en PEAD), por lo que deberán instalarse verticalmente mediante grúa tras la construcción y antes del cierre superior de losa del depósito, para una mayor sencillez constructiva y de ejecución de juntas.

Igualmente, debe señalarse como elemento singular determinadas aglomeraciones de tuberías en los viales, para discurrir, cada una con su trazado y su cota, entre los diferentes elementos, y dar servicio así a las diferentes líneas de proceso (agua, fangos, drenajes, reactivos, aire, pluviales, muestras, fuerza, alumbrado...etc). Por tanto se deberán ejecutar en orden ascendente, atendiendo a diámetros y separaciones mínimas constructivas que aseguren el buen compactado de camas y riñones.

Entre las tuberías, destaca la previsión de una tubería acorrojada de F.D. \varnothing 700 mm en la tubería de agua que recoge los reboses del depósito de regulación y del depósito de carga. Se ha escogido esta tipología debido al importante desnivel existente entre el punto de desagüe del barranco y la cota de planta, lo cual obliga a una seguridad extra en esta tubería, así como al diseño de un elemento dissipador de energía al final de la misma, antes de restituir el caudal a cauce público, de tal manera que no se produzcan erosiones regresivas bajo la obra de fábrica que sirve para finalizar la conducción de salida:



En cuanto a las edificaciones, como elementos constructivos relevantes, cabe destacarse que todos los edificios (a excepción de la losa de cubierta volada del edificio de control) se ejecutarán con elementos de hormigón prefabricado para una mayor rapidez y seguridad constructiva, albergando en los pilares a recibir en obra, directamente las ménsula cortas necesarias para el apoyo de vigas carril de puentes grúa.

Asimismo, la cubierta será de placa alveolar apoyada sobre vigas y jácenas prefabricadas, siendo necesario en este caso la ejecución de una impermeabilización superior, que se conseguirá a partir de la formación de una capa de mortero en formación de pendientes, impermeabilización con doble lámina asfáltica tipo SBS FV 3 kg + SBS FPV 5 kg autoprotegida con mineral natural (pizarra gris) y acabado de gravilla 6-12 mm en capa final.

En todos los edificios la configuración de peto de cubierta será similar con albardilla superficial sobre las piezas prefabricadas de fachada recta.

Como proceso relevante, también se destaca el elevado aislamiento previsto en el edificio de control, para generar una envolvente térmica completa. Interiormente y a nivel de instalaciones, no se prevén procesos especiales, realizándose con acabados convencionales y gremios habituales de trabajo.

Las conducciones se ejecutan con secciones tipo en las que las tuberías de gran diámetro de línea de agua y fangos, discurren inferiores y las de pequeño diámetro superiores, para facilitar así reparaciones futuras o ampliación de las redes superficiales.

10.4.4 Afecciones en la parcela

En la ETAP, no se prevén demoliciones ni picados de infraestructura alguna que condicione la ejecución de los elementos proyectados.

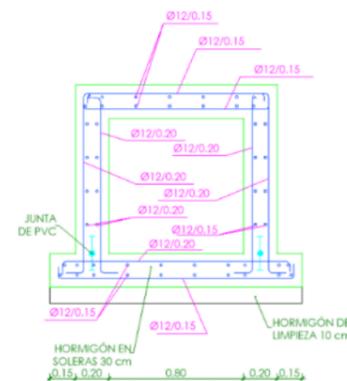
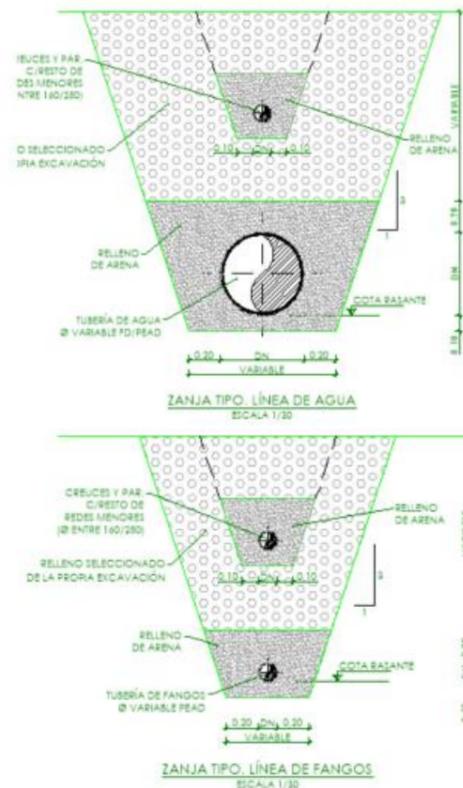
Asimismo, cabe destacar la inclusión dentro de la urbanización perimetral vallada, de sendas puertas cancelas en malla galvanizada y plastificada verde de simple torsión, en sendos puntos de entrada y salida de gasoducto que atraviesa la parcela propiedad de Enagás.

De igual manera, siguiendo las indicaciones de la carta de condiciones recibida de dicha empresa tras la oportuna consulta técnica, se ha procedido al retranqueo de 10 m de cualquier elemento de hormigón respecto a la traza de la misma, siendo el más próximo el depósito de regulación. Igualmente, se ha procedido a incluir una protección superior de la conducción de 150 m de longitud, 10 m de anchura y 30 cm de espesor, de hormigón armado, que asegurará evitar afecciones futuras a la misma, en caso de ampliaciones o modificaciones sobre las obras hoy proyectadas.

Por último, también se ha considerado la ejecución de unas galerías de paso bajo vial, como reserva para futuras conducciones entre procesos que puedan necesitarse, sin necesidad de ejecutar nuevas zanjas futuras en los viales ni afectar por tanto a las conducciones preexistentes contempladas en este proyecto.

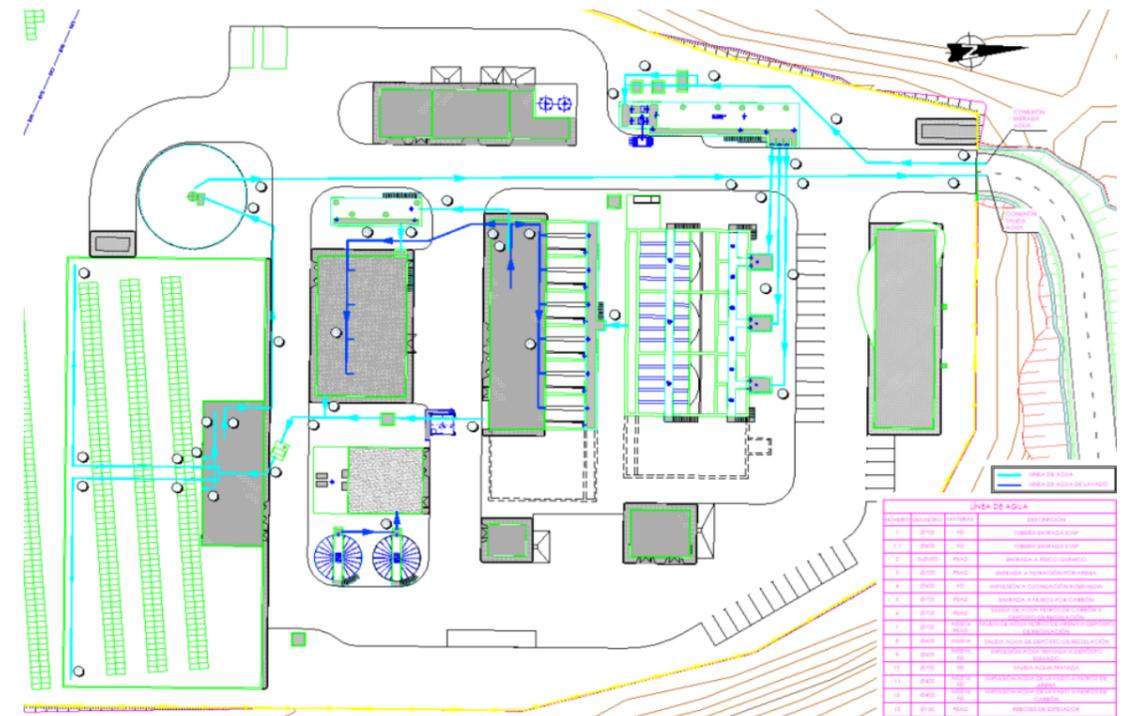
10.4.5 Organización de los trabajos

Es condición indispensable, la colocación de las tuberías de agua bruta y tratada por el camino de acceso, para poder realizarles pruebas y proceder a la ejecución del camino que las alberga, que será el futuro



acceso a la planta. Una vez acondicionado el camino de acceso a la planta, para permitir el acceso de maquinaria de obras y materiales, se mantendrá en zahorras hasta la finalización de la obra, procediéndose a su asfaltado de manera conjunta con los viales a urbanizar dentro de la parcela de la ETAP.

Se iniciará la tramitación de la línea eléctrica y su construcción desde el momento inicial para poder llegar en plazo a los 24 meses con la autorización pertinente de puesta en marcha tanto de Industria como de la Distribuidora ERZ Endesa.



Se ha concebido el proyecto de tal manera, que una vez realizado el desbroce y movimiento de tierras de nivelación general de la parcela en cota 509,00, la ETAP pueda ejecutarse constructivamente de abajo hacia arriba, empezando por las cimentaciones principales de los elementos. Para ello, se ejecutarán los vaciados de los elementos progresivamente, para ejecutar cada agrupación de elementos sin interferencia en el acceso a otras partes

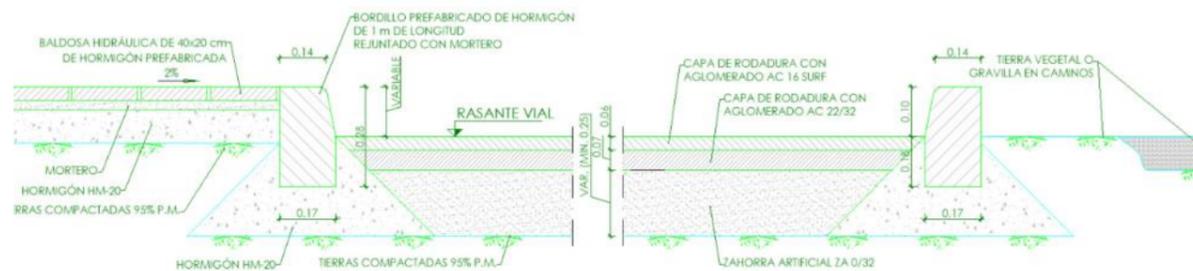
En paralelo, se ejecutarán los tramos de conducciones de las distintas redes de tubería, que colinden con los elementos vaciados, en especial los más profundos.

En general, se deberá trabajar en agrupaciones de elementos por "manzanas", lo cual permitirá homogeneizar rampas de bajada a fondo de excavación para facilitar los trabajos. Además, también permitirá la instalación de tuberías anexas a los elementos, y su posterior tapado compaginado con los rellenos de trasdós de los elementos ejecutados.

Tras la obra civil, se instalarán los equipos electromecánicos, dando prioridad a las conexiones eléctricas de CCM's y de PLC's de lógica y control, para poderlos conectar lo antes posible al sistema eléctrico en B.T. derivado del C.T. asociado a la Línea Eléctrica de Media Tensión que abastecerá a la planta.

En cualquier caso, sólo tras la ejecución de las instalaciones eléctricas se ejecutaría la planta fotovoltaica, puesto que al proyectarse como "autoconsumo", su tramitación administrativa no depende de plazos tan largos como los previstos en la normativa eléctrica para las plantas de generación con vertido a red.

Por último, se ejecutará la urbanización de la planta, que comprende el paquete de firmes con 13 cm de MBC de rodadura tipo AC 16 Surf y de base AC 22/32 Base, incluyendo un paquete mínimo de 25 cm de zahorras, y un máximo de 40 cm en función de las pendientes de drenaje que se prevén dado que la parcela es extremadamente plana:



La formación de viales, llevará aparejada la ejecución de bordillos, aceras con baldosa hidráulica sobre hormigón y mortero, así como el extendido y nivelación de tierra vegetal/ gravilla en zonas no afectas a tránsito principal, incluyendo tela antiherbácea para facilitar la explotación futura.

10.5 Conducciones

En este apartado se describen las 4 conducciones externas a la ETAP que conforman el proyecto:

- Conducción de entrada a la ETAP con agua bruta
- Conducción de salida de la ETAP con agua tratada
- Conducción de saneamiento de la ETAP hasta la red municipal
- Modificación de la conducción del Depósito de Loporzano

10.5.1 Conducción de Entrada a la ETAP

La conducción consta esencialmente de los siguientes elementos:

- Toma en la presa de Montearagón.
- Tubería de fundición dúctil de 700 mm de diámetro nominal y una longitud de 10.904 m. El caudal de diseño es de 425 l/s hasta la E.T.A.P.
- Válvula de corte intermedia para sectorizar la conducción en caso de avería.
- Arqueta de derivación para la futura conexión de las localidades de Monflorite, Tierz y Quicena a la conducción de entrada (Antes del tratamiento en la ETAP).
- Conexión de la conducción de entrada a la ETAP con las conducciones que actualmente abastecen a Huesca desde los denominados depósitos de "Montearagón" y "Loporzano".
- Ventosas para evitar acumulaciones de aire y desagües para facilitar el vaciado de la tubería.

El trazado en planta está constituido por alineaciones rectas unidas bien por codos normalizados, bien por curvas realizadas aprovechando la desviación angular admisible de las juntas.

Sólo en algunos puntos ha sido necesario disponer de codos no normalizados.

El inicio de la obra parte de la toma del embalse de Montearagón y discurre fundamentalmente por la margen izquierda del río Flumen durante los 5.230 primeros metros del trazado proyectado, cruzándolo por razones topográficas en 4 ocasiones.

El terreno existente en el tramo inicial del trazado es abrupto y el diseño se ha adaptado a los caminos existentes en aquellas zonas donde es posible, tratando en cualquier caso de evitar grandes desmontes en laderas y zonas rocosas. Para ello ha sido necesario efectuar los cruces de río anteriormente citados.

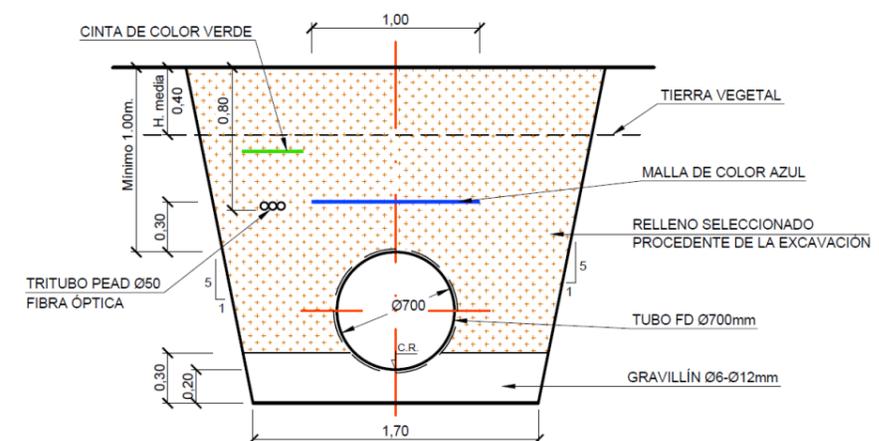
Tras el último cruce del cauce del río Flumen, la conducción se dirige hacia el Oeste, bordeando la localidad de Quicena por el Norte donde se ubica una arqueta con los elementos necesarios para una futura derivación de abastecimiento de agua bruta a las localidades de Monflorite, Tierz y Quicena (P.K. 6+912).

El último tramo fluye sensiblemente paralelo a la conducción existente de FC Ø350 mm que desde el depósito de Loporzano abastece a Huesca. En los últimos 1.300 m se aproxima a la Autovía A-22 guardando una distancia de al menos 100 metros desde la arista exterior de la explanación de la Autovía según indica el artículo 82 del Reglamento General de Carreteras (Delimitación de la zona de afección).

Es necesario recalcar que la posición de los cruces con los servicios existentes es orientativa tanto en planta como en alzado, por lo que será necesario recabar información realizando las catas que sean precisas con las debidas precauciones para no afectar a los servicios existentes.

Además de lo anterior, el trazado en alzado se ha tratado de ajustar en lo posible al terreno, intentando siempre evitar puntos altos y cambios bruscos de pendiente.

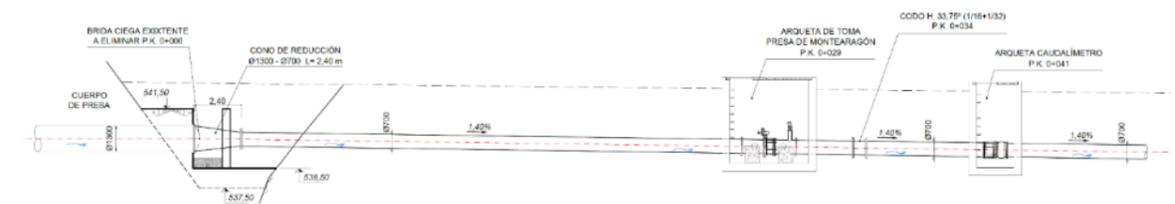
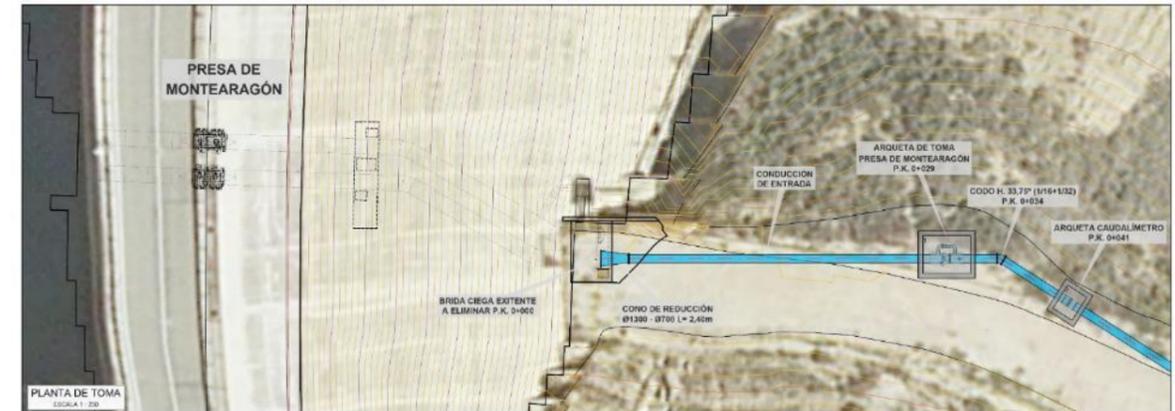
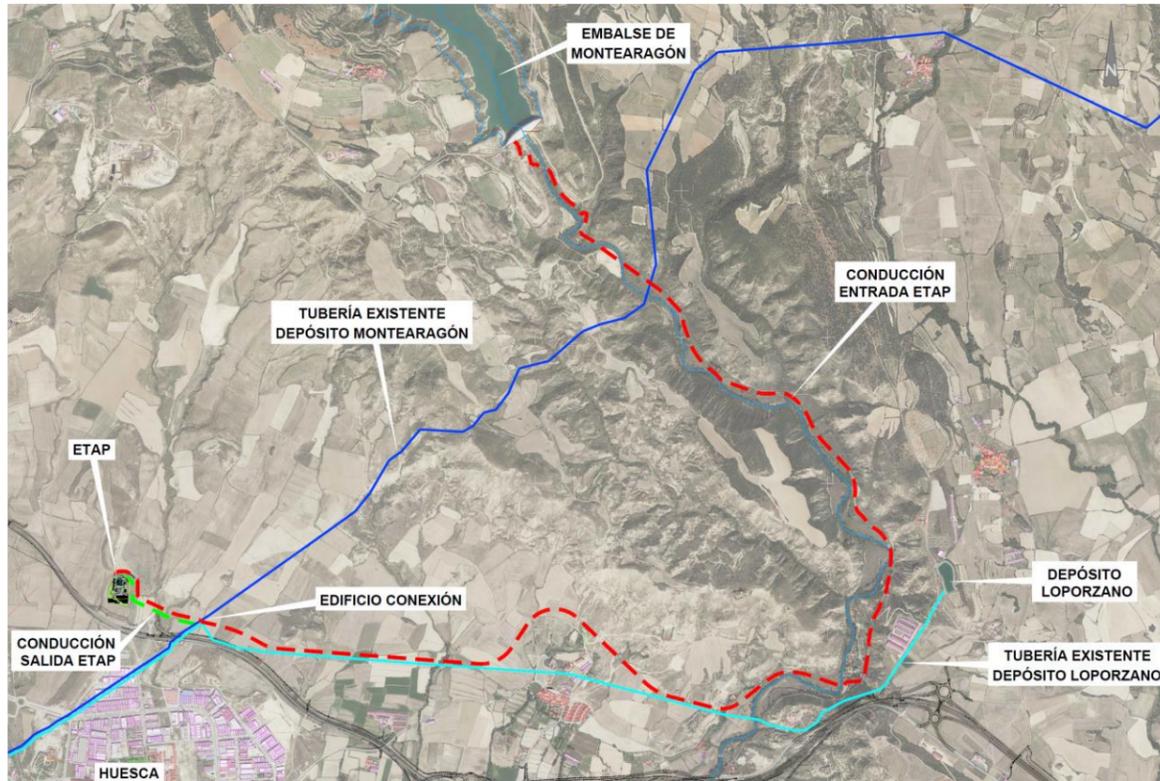
La tubería se colocará en zanja sobre lecho de arena, de acuerdo con la sección tipo definida en los planos. Cuando la altura de la zanja sea superior a 4,50 m se dispondrán sendas bermas, de 2,00 m y de 4,00 m. Sobre la tubería, a 0,30 m de su generatriz superior se coloca una malla de señalización.



Se ha previsto la entibación de la zanja y el hormigonado de la tubería en los cruces de ríos. En los puntos altos de la red se disponen ventosas automáticas que permiten evacuar el aire almacenado en las tuberías.

y garantizar la continuidad del flujo. En los puntos bajos se disponen dispositivos para vaciado de las tuberías en caso necesario. Estos desagües se ubican en las proximidades a cauces existentes.

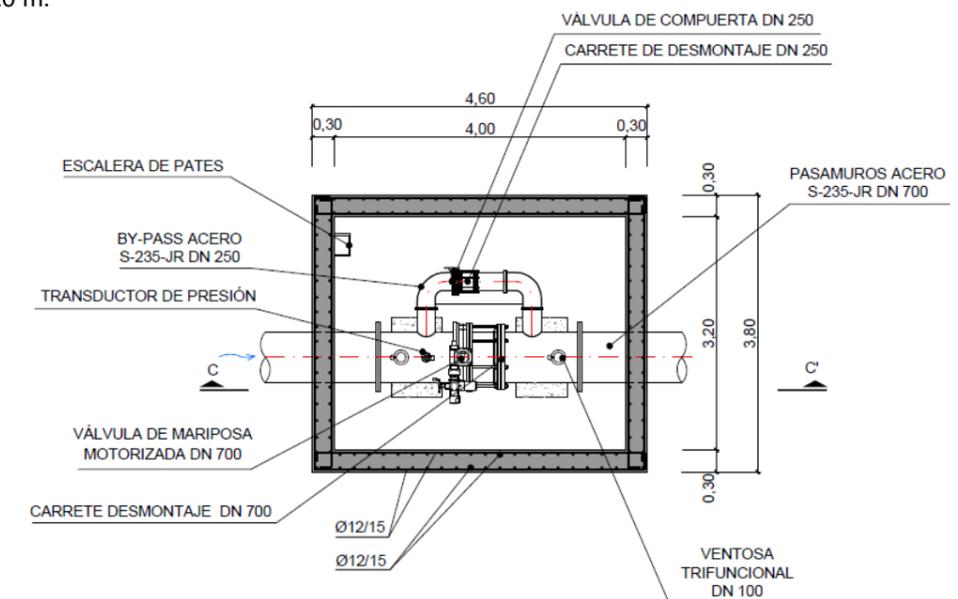
Se adjunta a continuación un plano con la planta general de la conducción proyectada. En el Documento Nº 2.- Planos se incorporan una colección de planos con mayor detalle.



La válvula de mariposa puede funcionar de manera análoga a una válvula de sobre velocidad ya que está combinada con un caudalímetro. En el caso de producirse una rotura importante de la conducción, el caudalímetro manda la señal a la válvula de mariposa para que ésta se cierre.

10.5.1.2 Válvula de corte intermedia

El proyecto contempla una válvula de corte intermedia en el P.K. 6+225 que permite sectorizar la conducción de tal forma que, en el caso de que ocurra una avería en la misma que implique el vaciado de la tubería, solo sea necesario vaciar una parte de la tubería. Se evita de este modo el desperdicio de una gran cantidad de agua. La válvula se aloja en una arqueta de hormigón armado de dimensiones interiores 4,00 x 3,20 m.



10.5.1.1 Toma en la Presa de Montearagón

La presa de Montearagón dispone de una toma compuesta por dos conductos de acero de diámetro 1.300 mm, cada uno con su correspondiente juego de doble válvula (de seguridad y de cierre) alojada en la cámara de válvulas situada en el interior de la presa. Las obras a ejecutar para realizar la conexión de la nueva conducción son las siguientes:

- Desmontar la brida ciega existente en la tubería de 1.300 mm. Se ha optado por la tubería derecha ya que la izquierda trasporta el caudal ecológico del embalse.
- Instalar una reducción de diámetro de 1.300 mm a 700 mm.
- Prolongar la tubería de 700 mm hasta un ensanchamiento del camino donde se instalarán una válvula de mariposa motorizada en el interior de una arqueta de hormigón armado de dimensiones interiores 4,00 x 3,20 m.
- Unos 10 metros aguas abajo se instalará un caudalímetro electromagnético en el interior de una arqueta de dimensiones interiores 1,90 x 2,70 m.

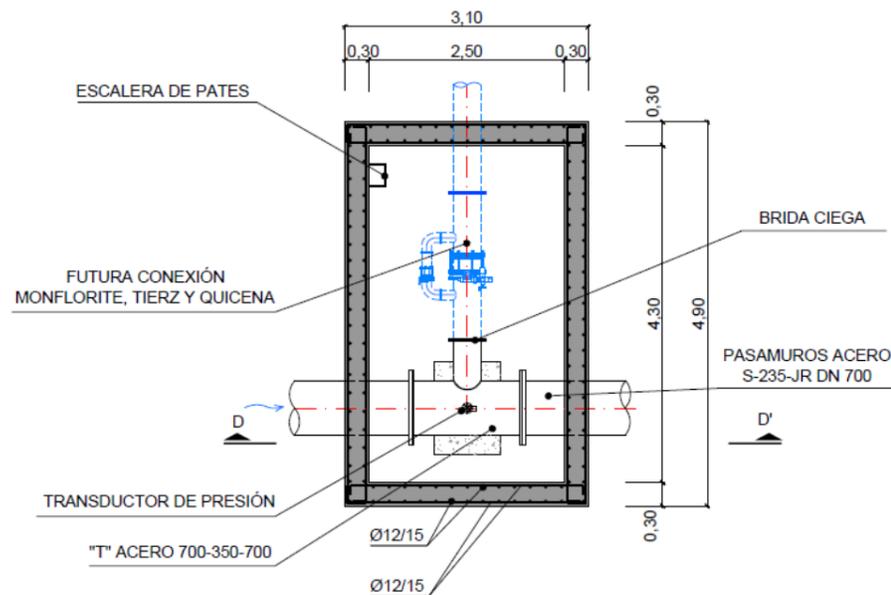
La válvula de mariposa motorizada y el caudalímetro electromagnético se alimentarán mediante instalación fotovoltaica y baterías.

10.5.1.3 Derivación a Monflorite, Tierz y Quicena

El proyecto contempla una futura conexión de los núcleos de Monflorite, Tierz y Quicena a la nueva conducción antes del tratamiento de la ETAP.

Para ello en las proximidades del núcleo urbano de Quicena se dispone de una derivación en "T" de 400 mm de diámetro con brida ciega que permita la futura conexión de estos municipios a la conducción proyectada.

La toma se sitúa en el P.K 6+912 y se aloja en el interior de una arqueta rectangular de hormigón armado de dimensiones interiores 4,30 x 2,50 m con el objeto de disponer de suficiente espacio para albergar una futura válvula de corte. La arqueta se sitúa junto a un camino para facilitar su mantenimiento y explotación.

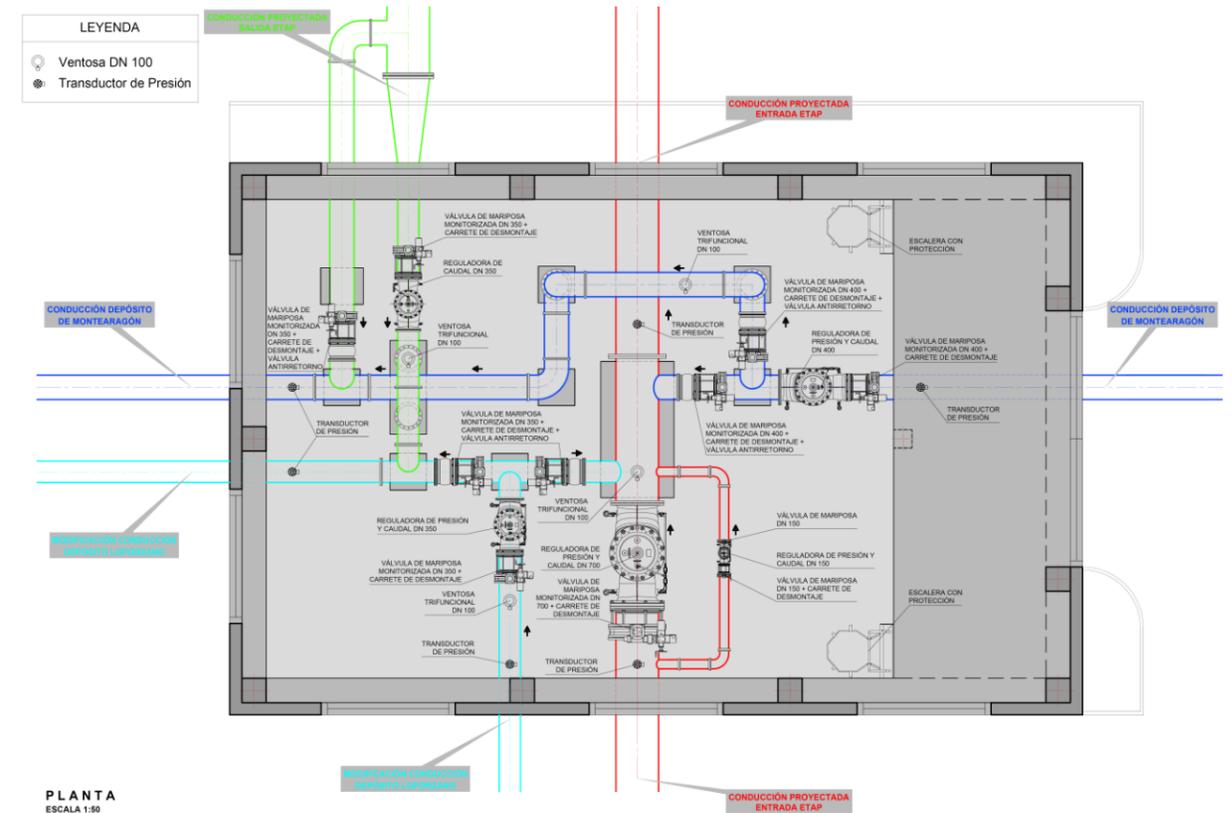


10.5.1.4 Edificio de Conexiones con las conducciones existentes

El sistema de explotación propuesto conecta con las conducciones de abastecimiento existentes procedentes de los depósitos de Montearagón (PRFV Ø400 mm) y Loporzano (FD Ø350 mm).

Para ello se ha diseñado un edificio de conexiones ubicado en el P.K. 10+191 que tiene por objeto interceptar ambas conducciones. De esta manera se tiene la opción de enviar estos caudales hasta la ETAP, si bien, la instalación permite bypassar la ETAP en el caso de que no se desee enviar estos caudales al tratamiento.

Este edificio recibe también la tubería procedente de ETAP devolviendo el agua tratada a las tuberías de los depósitos de Montearagón y Loporzano.

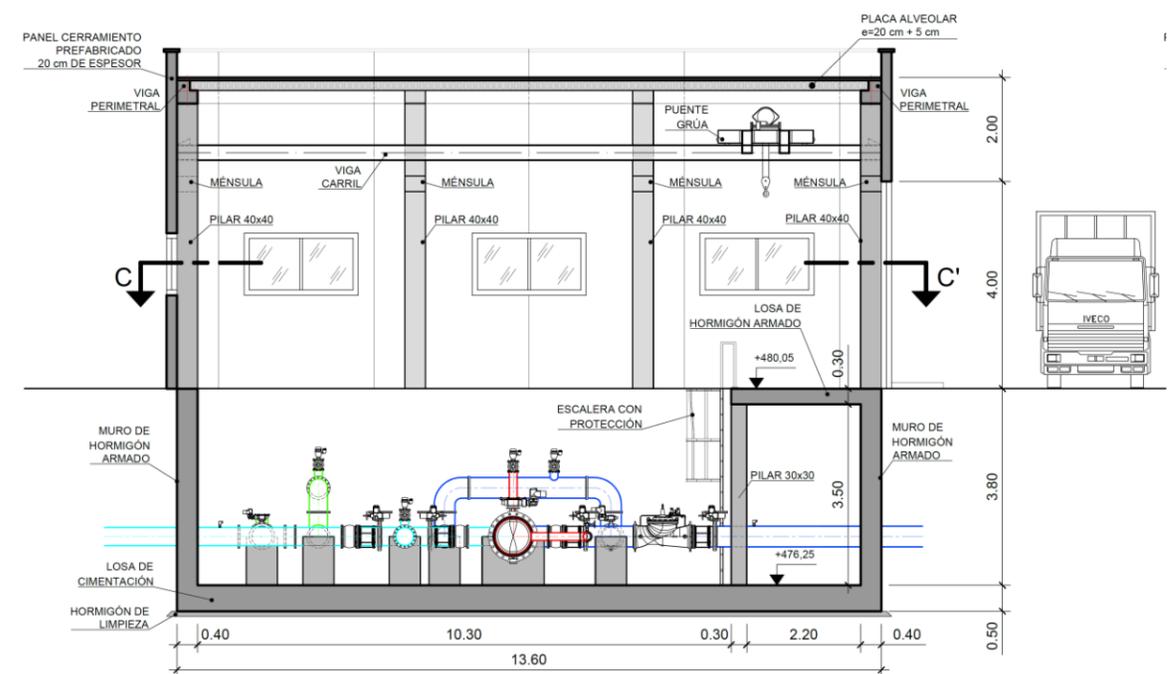
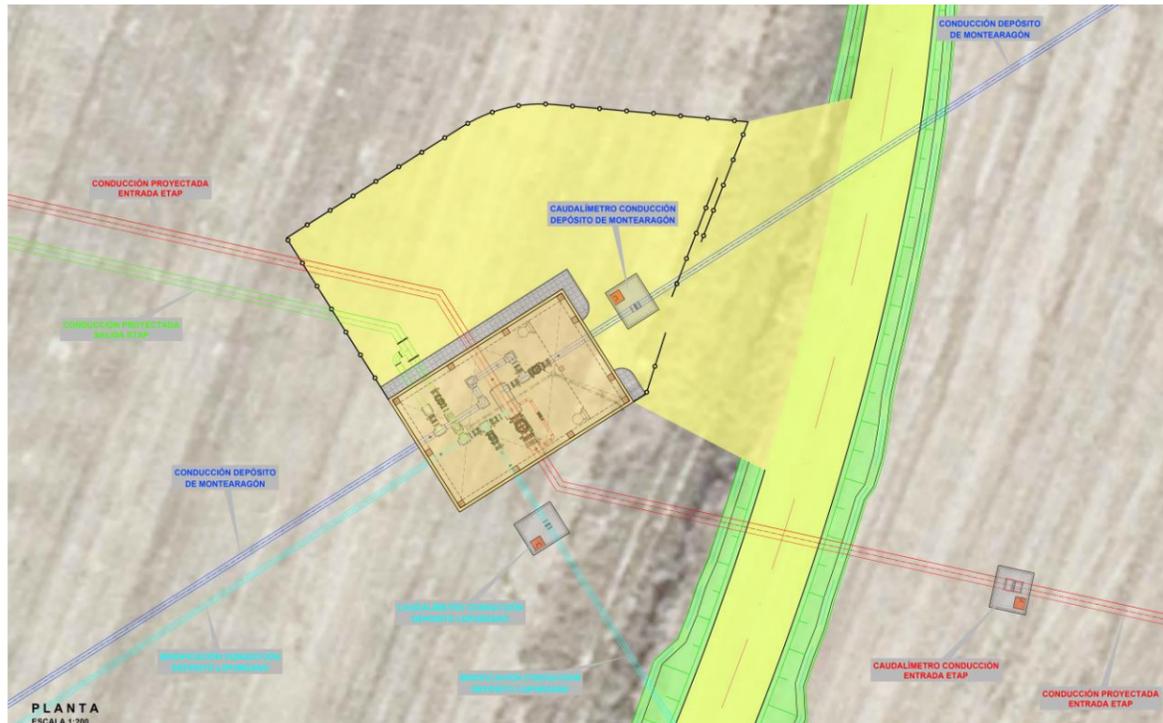


Para lograr este fin es necesario modificar el trazado de la tubería procedente del depósito de Loporzano en una longitud aproximada de 312 metros para reunir en un solo punto los tres abastecimientos (Embalse de Montearagón, Depósito de Montearagón y Depósito de Loporzano).

En ambas conexiones se dispone de un doble conjunto de válvulas de corte motorizadas con válvula anti-retorno que, como se ha mencionado, permiten introducir el caudal en la tubería proyectada para conducirla al tratamiento de la ETAP o continuar su curso hasta la ciudad sin pasar por el tratamiento.

Dado que las tres conducciones confluyen en el edificio de conexiones con presiones diferentes, se hace necesario disponer una válvula reguladora de caudal y presión en cada una de las tuberías con el objeto de igualar la presiones y permitir de esta manera la mezcla de caudales.

Para la lograr este fin, se instala un caudalímetro antes de cada tubería y una serie de transductores de presión que permiten comandar las válvulas reguladoras.



Las hipótesis de funcionamiento establecidas se describen a continuación:

- Hipótesis 1: Todo el caudal proviene de la Presa de Montearagón. En este caso no es posible traer agua de los depósitos de Loporzano y Montearagón puesto que el caudal de agua tratada utiliza ambas conducciones para conectarse con la red municipal.
- Hipótesis 2: Todo el caudal proviene de los Depósitos de Loporzano y Montearagón. En este caso no se utilizaría la presa de Montearagón.
- Hipótesis 3: Parte del caudal proviene de la Presa de Montearagón y parte del depósito de Loporzano. En este caso no es posible traer agua del depósito de Montearagón puesto que el caudal de agua tratada utiliza ambas conducciones para conectarse con la red municipal.
- Hipótesis 4: Parte del caudal proviene de la Presa de Montearagón y parte del depósito de Loporzano. En este caso no es posible traer agua del depósito de Loporzano puesto que el caudal de agua tratada utiliza ambas conducciones para conectarse con la red municipal.

Previamente a la ejecución del edificio se localizará la conducción existente del depósito de Montearagón y, en función de ello, se definirá con precisión su emplazamiento.

El edificio se articula en base a un foso subterráneo de hormigón armado donde se alojan todos los elementos hidráulicos. Sobre el foso se dispone el edificio con estructura de vigas y pilares también de hormigón armado con cerramiento de fábrica de bloque. Los pilares disponen de una ménsula para el apoyo de los carriles del puente grúa. Las dimensiones interiores del edificio son 12,80 x 7,85 m.

El acceso al interior se realiza mediante una puerta metálica de 2 hojas, de 4,20 m de ancho total. Tras la puerta de acceso se dispone una plataforma de hormigón armado a cota de urbanización para facilitar la entrada de vehículos para cargar y descargar la valvulería mediante el puente grúa. Para acceder al foso se dispone de dos accesos mediante escalera de gato.

La instalación eléctrica del edificio se realiza mediante línea subterránea desde la ETAP.

Asimismo, se proyecta una urbanización alrededor del edificio mediante zahorra artificial, acera perimetral y vallado con acceso hasta camino existente que es necesario reacondicionar.

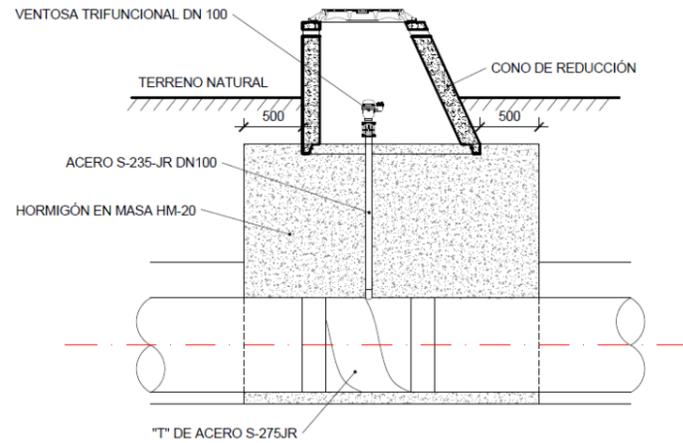
Por último, unos 15 metros antes del edificio de conexiones se instalará un caudalímetro electromagnético en el interior de una arqueta de dimensiones interiores 1,90 x 2,70 m.

10.5.1.5 Ventosas

Se han dispuesto sobre la conducción proyectada ventosas trifuncionales, es decir, que realizan las funciones de llenado, vaciado y purga de aire en presión. Los criterios de ubicación han sido los siguientes:

- Todos los puntos altos absolutos
- Todos los puntos altos relativos, es decir, en los cambios de pendiente brusca
- Por distancia, aproximadamente cada 500 m

Las ventosas a disponer serán trifuncionales de diámetro 100 mm y se disponen en pozos de registro circulares de diámetro interior 1,20 m. Se accede a través de un registro circular de 600 mm de diámetro.



A continuación, se adjunta una tabla resumen con la ubicación de cada ventosa.

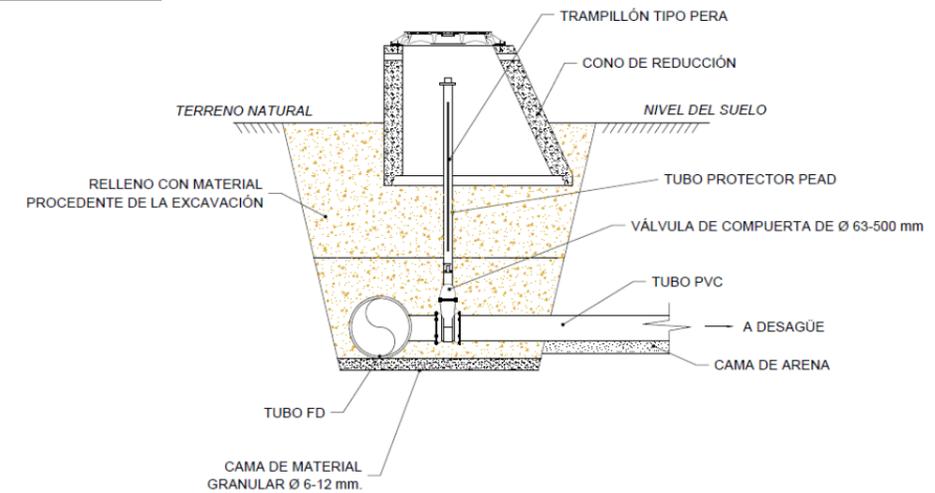
UBICACIÓN VENTOSA (P.K.)	COTA RASANTE	COTA ROJA	COORD. X	COORD. Y
0+030,30	538,576	3,265	717.879,627	4.673.314,805
0+414,00	516,128	2,963	718.132,700	4.673.125,983
0+701,00	529,790	2,210	718.319,956	4.672.922,240
0+995,00	511,048	1,952	718.364,545	4.672.674,206
1+161,00	502,920	2,080	718.497,618	4.672.575,257
1+351,00	507,270	2,479	718.652,166	4.672.464,737
1+890,00	502,114	1,886	719.011,498	4.672.093,586
2+532,00	497,176	1,824	719.425,401	4.671.651,624
3+108,00	489,472	2,744	719.889,374	4.671.403,233
3+760,05	496,400	2,600	720.188,560	4.670.854,215
4+030,00	485,630	2,165	720.361,728	4.670.661,295
4+404,20	488,105	1,895	720.407,202	4.670.309,239
5+068,30	484,168	3,486	720.244,446	4.669.673,221
5+443,00	479,142	1,858	719.897,888	4.669.684,290
5+870,00	472,557	2,503	719.512,595	4.669.595,525
6+224,97	495,591	2,409	719.201,245	4.669.473,878
6+226,00	495,548	2,452	719.200,247	4.669.474,132
6+784,87	487,519	2,481	718.697,452	4.669.691,309
7+211,74	494,197	1,803	718.388,556	4.669.985,930
7+696,56	483,712	2,990	717.975,241	4.670.076,168
8+211,56	472,575	2,129	717.601,661	4.669.768,878
8+941,56	470,220	1,780	716.873,764	4.669.824,259
9+500,63	485,742	2,258	716.316,306	4.669.866,673
10+142,96	476,841	3,359	715.712,424	4.670.062,084
10+263,00	478,121	1,879	715.598,895	4.670.093,151
10+607,40	485,400	1,986	715.281,933	4.670.225,117

10.5.1.6 Desagües

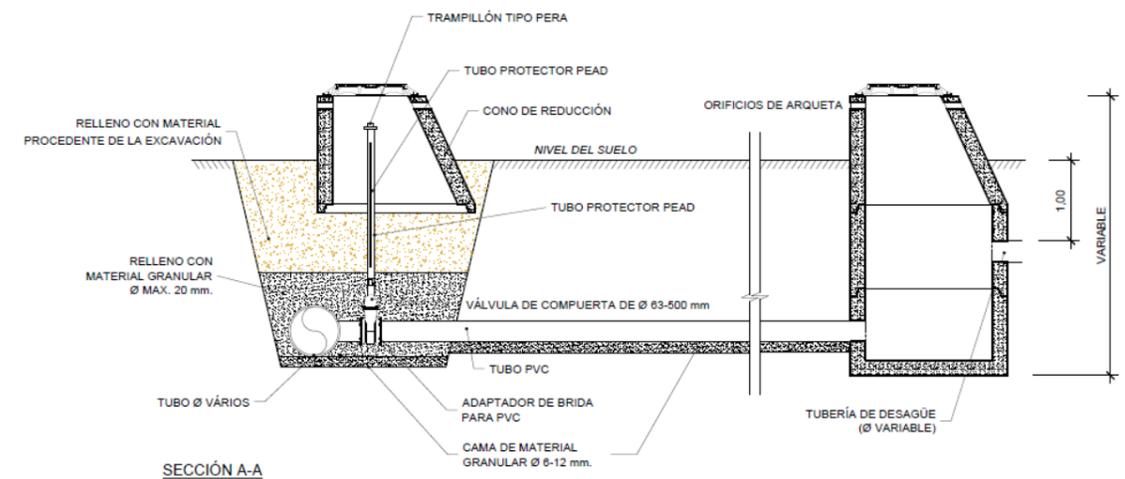
En los puntos bajos de la conducción se han dispuesto válvulas de desagües alojadas en pozos de registro visitables con el fin de poder vaciar la conducción cuando sea necesario. Se han propuesto dos tipos de desagües:

- Desagüe tipo 1 (simple). Su tipología es similar a la de las ventosas anteriormente descritas y proporciona el desagüe directo, ya que el punto de desembocadura se encuentra a una cota inferior a la de la rasante de la tubería en ese punto, y el conducto de alivio a disponer tiene una longitud razonable.
- Desagüe tipo 2 (doble) para el resto de los casos, en los que la cota del punto de desembocadura es mayor que la cota de la rasante de la tubería, o bien, la longitud del conducto de alivio a disponer es demasiado larga. Este tipo de arqueta está formada por dos pozos de registro separados. Uno de ellos alberga la tubería donde se dispone una válvula de corte. El agua desaguada se almacena en el segundo pozo, y de allí, mediante una tubería situada a una cota superior se evacua el caudal.

Desagüe tipo 1 (simple)



Desagüe tipo 2 (doble)



Tanto la ubicación de los pozos como las dimensiones se pueden ver en los planos. No obstante, a continuación se adjunta una tabla resumen con las características de cada tipo de desagüe.

UBICACIÓN DESAGÜE (P.K.)	COTA RASANTE	COTA ROJA	TIPO	COORD. X	COORD. Y
0+336,00	507,32	3,25	Doble	718.060,06	4.673.154,41
0+968,00	504,91	2,40	Doble	718.341,24	4.672.687,85
1+085,00	499,30	1,98	Doble	718.437,77	4.672.622,07
1+287,00	496,72	4,14	Doble	718.600,10	4.672.501,96
2+327,00	491,02	2,98	Simple	719.243,92	4.671.737,22
3+423,00	487,90	4,28	Doble	720.086,18	4.671.159,41
4+240,00	474,37	3,04	Simple	720.430,07	4.670.471,53
5+236,00	468,22	2,92	Simple	720.093,23	4.669.615,80
6+110,56	469,97	2,03	Doble	719.314,09	4.669.464,64
6+869,56	484,95	2,05	Doble	718.636,17	4.669.749,76
8+461,56	467,98	2,82	Doble	717.352,38	4.669.787,84
10+011,50	475,58	2,45	Doble	715.837,67	4.670.029,15
10+446,56	469,61	2,22	Doble	715.427,60	4.670.156,92

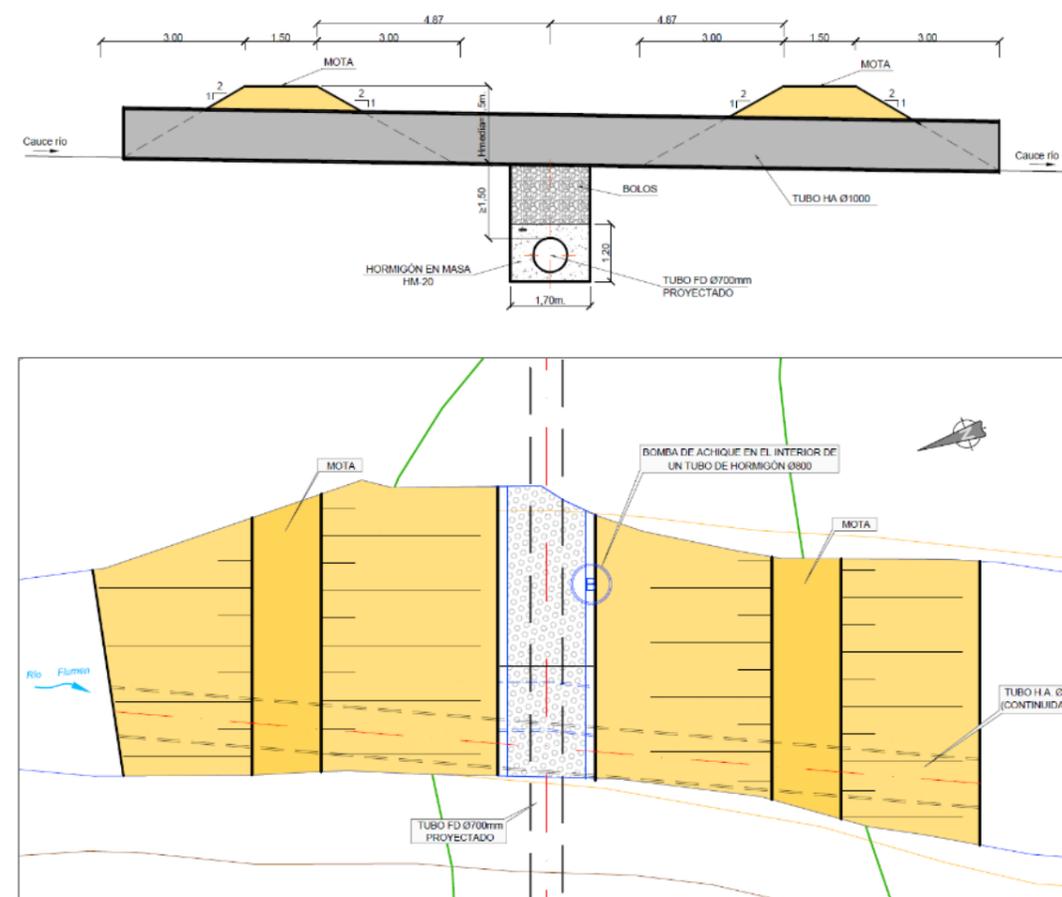
10.5.1.7 Cruces del río Flumen

Los cruces del río se realizarán preferentemente en época estival, cuando el caudal del río es menor. Además, la existencia del embalse de Montearagón, cuyo titular es la propia Confederación Hidrográfica del Ebro, permitirá controlar los caudales circulantes por el río Flumen.

El método propuesto es el siguiente:

- Se instalará temporalmente un tubo de hormigón DN 1000 para dar continuidad al río.
- Se realiza la excavación de la zanja donde se alojará la conducción y se irán conformando sendas ataguías, aguas arriba y aguas abajo de la zanja.
- Entre ambas ataguías se colocará una bomba de achique. En función del terreno se colocará tablestacas que serán retiradas una vez finalizada la obra.
- Se coloca la tubería con el siguiente criterio:
 - Presolera de hormigón.
 - La tubería de hormigón se recubrirá de hormigón por los laterales y 0,30 m sobre su generatriz superior.
 - Se rellenará hasta la cota del fondo del cauce con el material de la excavación, seleccionando los elementos más gruesos de dicho material.
 - La distancia entre la generatriz superior de la tubería y el fondo del cauce será como mínimo de 1,50, salvo que el organismo de cuenca indicase otra cosa.
- Se retirarán las ataguías y el tubo provisional de hormigón.

En los casos en los que el cauce lo permita, el cruce de tubería se realizará en dos veces, de manera que mientras se realiza la obra por una parte del cauce el agua circulará por la otra parte del cauce.



10.5.2 Conducción de Salida de la ETAP

Se trata de una tubería de fundición dúctil de 700 mm de diámetro nominal y una longitud de 757 m. cuya función es devolver el agua tratada en la ETAP hasta el edificio de conexiones donde se conecta con las tuberías de los depósitos de Montearagón y Loporzano.

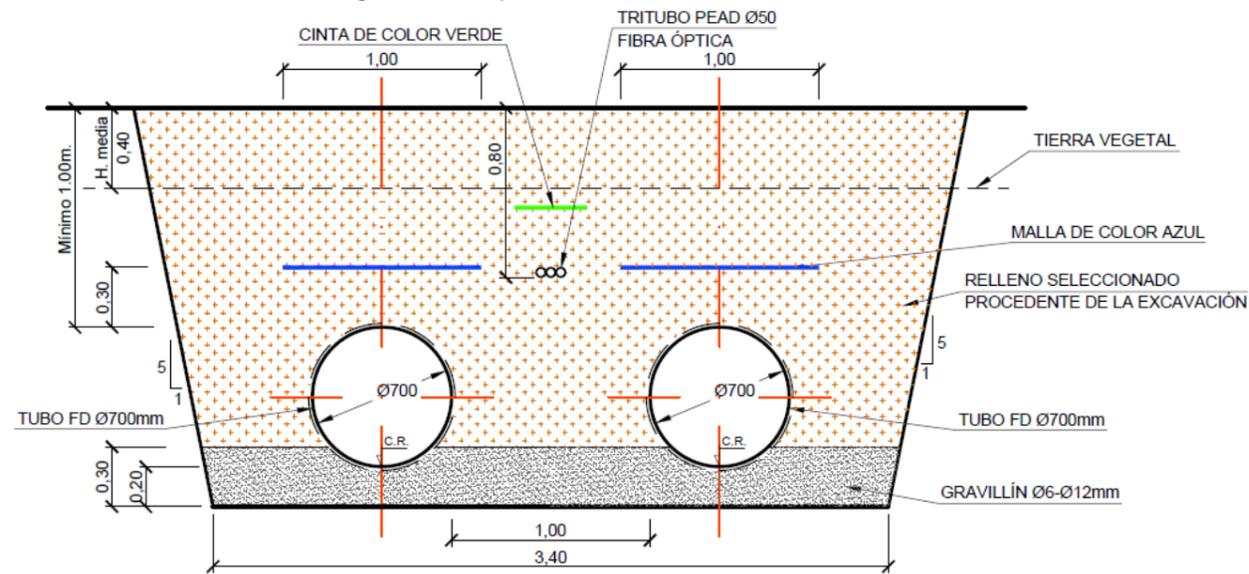
Para realizar esta doble conexión es necesario instalar una bifurcación mediante una T para dividir el caudal entre ambas tuberías.

Dado que las tuberías de los Depósitos de Loporzano y Montearagón tienen distinto diámetro nominal (350 y 400 mm respectivamente) y por tanto distinta capacidad, se dispone una válvula reguladora de caudal en la conducción que conecta con la tubería de Loporzano con el objeto de adecuar la capacidad de ambas tuberías al caudal proveniente de la ETAP. Esta válvula tiene también función anti-retorno y se acompaña de carrete de desmontaje y válvula de corte motorizada.

Por su parte, en la conducción que conecta con la tubería del depósito de Montearagón se instala una válvula anti-retorno acompañada de carrete de desmontaje y válvula de corte motorizada.

El trazado en planta y alzado discurre paralelo a la tubería de entrada a la ETAP y está constituido por alineaciones rectas unidas bien por codos normalizados, bien por curvas realizadas aprovechando la desviación angular admisible de las juntas. Sólo en algunos puntos ha sido necesario disponer de codos no normalizados.

La tubería se colocará en la misma zanja que la tubería de entrada a la ETAP sobre lecho de arena. Cuando la altura de la zanja sea superior a 4,50 m se dispondrán sendas bermas, de 2,00 m y de 4,00 m. Sobre la tubería, a 0,30 m de su generatriz superior se coloca una malla de señalización.



10.5.2.1 Ventosas

Dada la longitud de la tubería, únicamente son necesarias 2 ventosas trifuncionales de diámetro 100 mm. en el P.K. 0+292 y al final de la tubería, ya en el interior del edificio de conexiones.

Al igual que en el caso de la tubería de entrada a la ETAP, la ventosa se dispone en un pozo de registro de diámetro interior 1,20 m.

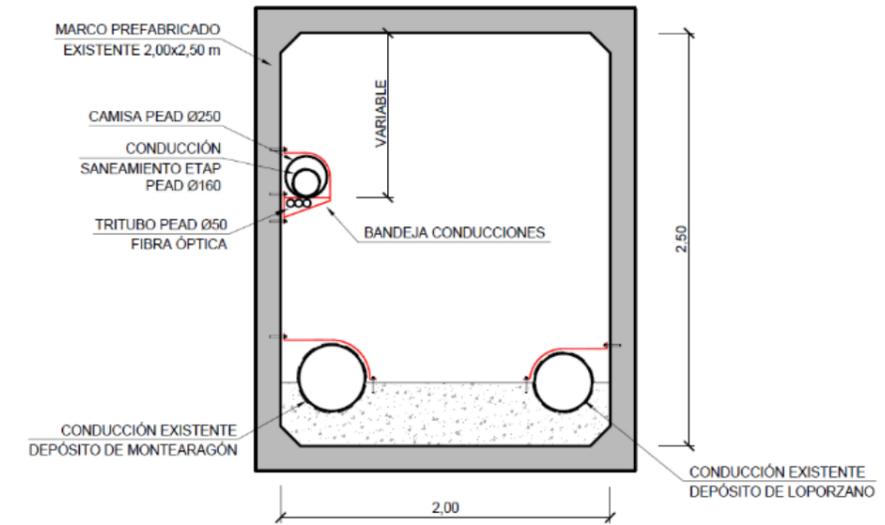
10.5.2.2 Desagües

Únicamente es necesario un desagüe en el P.K. 0+456 para cruzar el Barranco de la Alfóndiga.

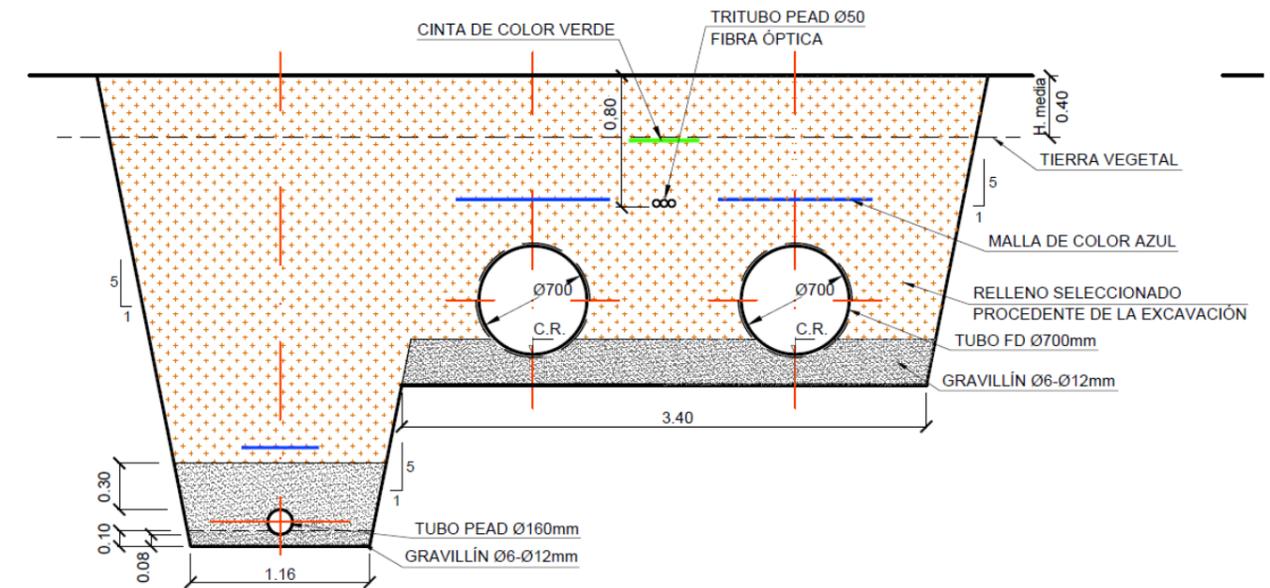
10.5.3 Conducción de Saneamiento de la ETAP

Se trata de una tubería de PEAD PN 6 de 160 mm de diámetro nominal y una longitud de 1.141 m. cuya función es evacuar las aguas residuales de la ETAP hasta la red de saneamiento municipal. El agua es impulsada por un bombeo situado en la ETAP.

El trazado en planta discurre paralelo a las tuberías de entrada y salida de la ETAP en los primeros 560 metros. Continúa después en solitario atravesando la Autovía A-22 a través de un marco de hormigón armado existente.



En cuanto al trazado en alzado, éste discurre un metro por debajo de las tuberías de entrada y salida de la ETAP.



La mayor parte de los cambios de alineación en planta y alzado se ha resuelto mediante curvas aprovechando la desviación angular admisible de las juntas. En los casos en los que no ha sido posible, se disponen codos normalizados y especiales..

10.5.3.1 Ventosas

Dada la longitud de la tubería, únicamente son necesarias 2 ventosas trifuncionales en los PP.KK. 0+286 y 0+715.

10.5.3.2 Desagües

Únicamente es necesario un desagüe en el P.K. 0+452 para cruzar el Barranco de la Alfóndiga.

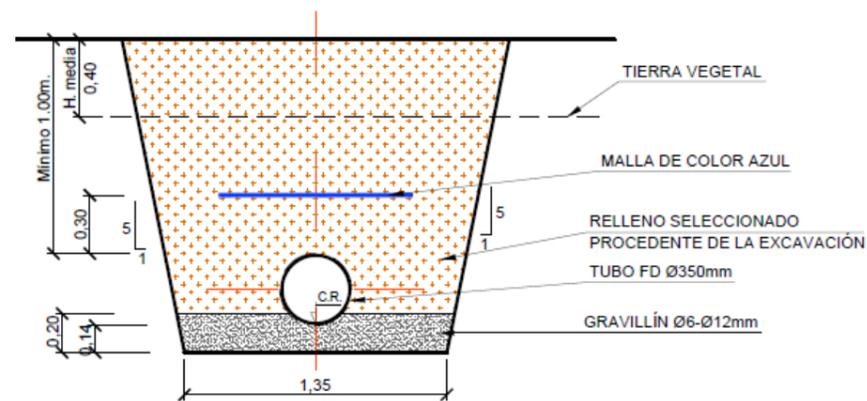
10.5.4 Modificación de la Conducción del Depósito de Loporzano

Como se ha indicado anteriormente, en el edificio de conexiones se conectan las tres fuentes de abastecimiento. Para ello se hace necesario desviar la tubería existente del Depósito de Loporzano hasta el edificio de conexiones.

El desvío se materializa mediante tubería de FD DN 350 con una longitud total de 312 metros. Los cambios de alineación en planta y alzado se han resuelto mediante codos normalizados.



La sección tipo de zanja adoptada se muestra en la siguiente imagen:



10.5.4.1 Ventosas

Dada la longitud de la tubería, únicamente es necesaria 1 ventosa trifuncionales en los PP.KK. 0+145 ya en el interior del edificio de conexiones.

10.5.4.2 Desagües

No es necesaria la instalación de ningún desagüe.

10.6 Línea eléctrica de media tensión

Las instalaciones eléctricas necesarias para alimentar la nueva ETAP son las siguientes:

- Línea aérea de media tensión (15 kV), particular, derivada de una línea aérea propiedad de Endesa.
- Centro de transformación de cliente, en edificio prefabricado de hormigón, necesario para transformar la energía de media a baja tensión para poder alimentar los receptores de las instalaciones de la ETAP.

La alimentación de energía eléctrica a la ETAP de Huesca, según las condiciones de Suministro de la Compañía Distribuidora Endesa, se realizará en media tensión desde la línea aérea de MT "FORNILLO" de 15 kV, LA-56, propiedad de Endesa. Dicha línea aérea transcurre al Oeste de la futura ETAP con un trazado de Sur a Norte.

El punto de conexión con la citada red será mediante cruceta de derivación con seccionamiento y fusibles en el apoyo TM Nº 14 de dicha línea a sustituir por el existente, desde el que se realizará el entronque en vano destensado. Las conexiones y sustitución de dicho apoyo serán ejecutadas por Endesa.

Previa a la puesta en servicio de las instalaciones, se cederá a Endesa el primer vano de la línea aérea de media tensión, hasta el seccionamiento del primer apoyo. El primer apoyo de la nueva LAMT será el primer elemento de propiedad de la ETAP.

La nueva LAMT será particular (de abonado) y alimentará el nuevo centro de transformación a ejecutar. El nuevo centro de transformación se ubicará en la parcela de la ETAP, según se refleja en planos.

Las nuevas infraestructuras eléctricas, a excepción del primer vano de la LAMT, serán propiedad del promotor de las mismas, el cual se hará cargo de su mantenimiento.

10.6.1 Características de la Red y Datos de Diseño de las Instalaciones

Las principales características de la red y de los datos básicos a tener en cuenta para la selección de materiales y cálculo de las instalaciones son:

Categoría de línea	3ª categoría
Frecuencia de red	50 Hz
Tensión nominal de servicio	15 kV
Tensión nominal (U0/U)	12/24 kV
Tensión más elevada para el material (Um)	24 kV
Tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo	125 kV
Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial	50 kV
Potencia máxima de cortocircuito en subestación	519,62 MVA

10.6.2 Características generales

Nº de vanos y de apoyos 8

Longitud vanos	variable
Longitud total	1.050 m (medida en proyección)
	Apoyos metálicos: 1x C-2000-10, 2x C-2000-14, 1x C-2000-16, 1x C-1000-12, 2x C-500-14, 1x C-500-18.
Aisladores	de vidrio templado, y poliméricos
Cadenas	de amarre con aisladores poliméricos C3670EBAV_AR y de suspensión con aisladores U70BS, y herrajes de acero normalizados.
Cable	desnudo Aluminio /Acero (LA-56)
Nº de conductores por fase	1
Nº de circuitos.....	1
Tensión de la línea	15 kV
Categoría	3ª, según artículo nº 3, del R.L.A.T.

La línea aérea será de simple circuito y comienza en el apoyo nº 1, donde se realizará el entronque en vano destensado desde el apoyo nº 14 de la línea existente propiedad de Endesa a sustituir. En este apoyo nº1 se colocarán las protecciones correspondientes (seccionamiento y fusibles). Finalizará en el apoyo nº 8 de la nueva línea. En este último apoyo se realizará también la conversión aéreo-subterránea de alimentación al nuevo centro de transformación.

No existen cruzamientos con otras líneas. No cruza ríos ni carreteras. Cruza tres caminos agrícolas y un barranco.

Se utilizarán cadenas de aisladores en suspensión de vidrio o cerámicos o poliméricos. Serán aisladores tipo U70BS para las cadenas en suspensión y C3670EBAV_AR para las de amarre.

Las crucetas utilizadas son:

1. Para los apoyos de principio y fin de línea, las crucetas serán de bóveda plana de montaje 0 atirantadas.
2. Para los apoyos intermedios de alineación serán crucetas tipo bóveda triangular, para aumentar la distancia de seguridad del conductor central con la parte superior del apoyo, tal y como se muestra en planos.
3. Para los apoyos intermedios de ángulo y de anclaje (A3, A4 y A7), serán crucetas tipo bóveda plana, tal y como se muestra en planos.

10.6.3 Protección de la Avifauna

En cumplimiento de las normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas aéreas con objeto de proteger la avifauna (B.O.A., Decreto 34/2.005, así como normativa nacional RD 1432/2008).

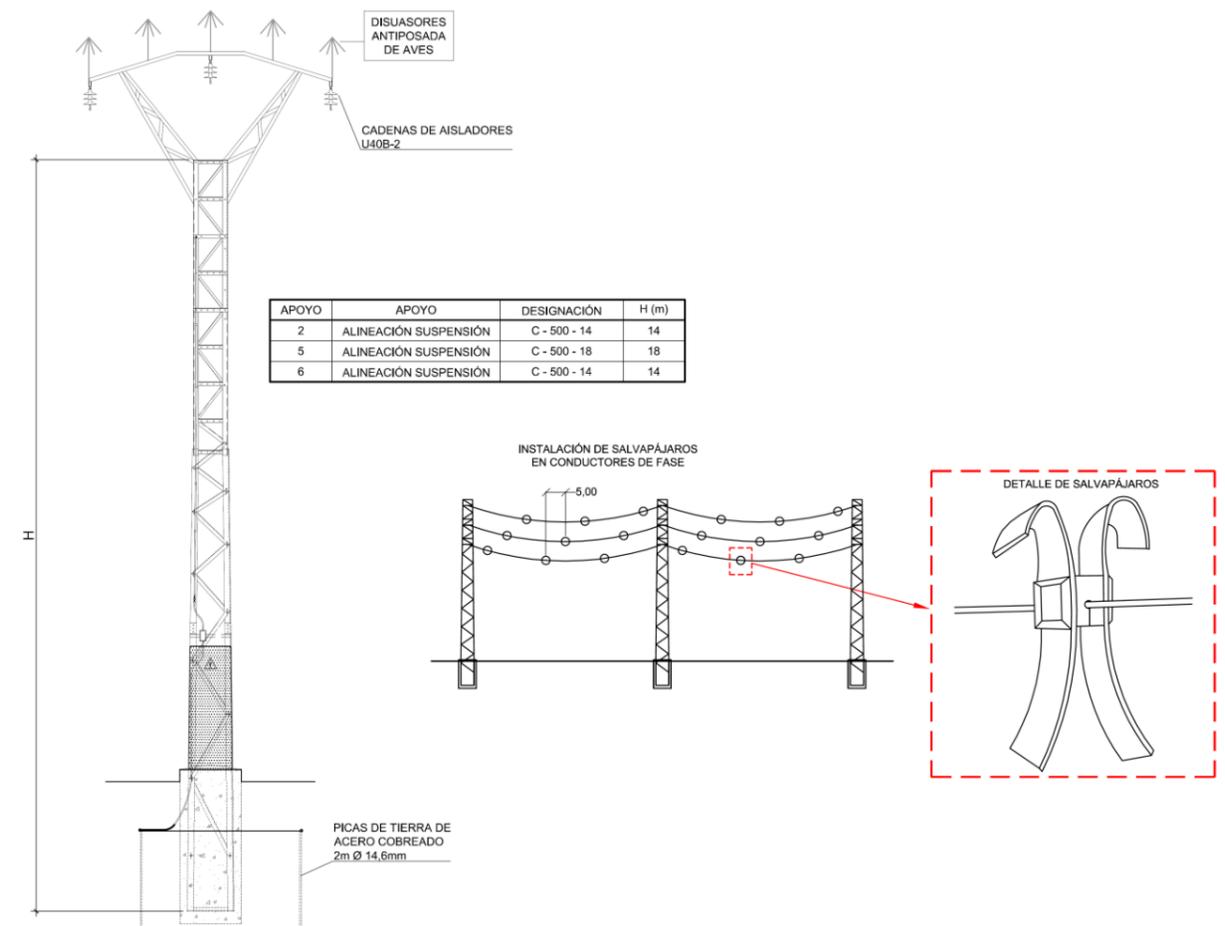
Independientemente de las disposiciones de carácter autonómico, en las líneas eléctricas aéreas con conductores desnudos, que estén situadas en Zonas de protección, se adoptarán medidas anti-electrocución y anticolidión, con el fin de proteger a la avifauna.

La zona afectada por la línea no se encuentra en zona clasificada como ZEPA o LIC, pero se encuentra en el ámbito de protección del Gypaetus Barbatus (Quebrantahuesos), y por tanto se tomarán todas las medidas necesarias para evitar o reducir los riesgos de electrocución, colisión y anidamiento.

Aunque no es necesario por no encontrarse en zona ZEPA, se prevé la instalación de salvapájaros o señalizadores visuales en toda la línea aérea y se colocarán directamente sobre los conductores.

Se utilizarán 2 tiras de neopreno en X de 5x35 cm, y se dispondrán de forma alterna en cada conductor y con una distancia máxima de 20 m entre señales contiguas en un mismo conductor.

También se colocarán disuasores antiposada de aves en las crucetas de todos los apoyos.



11. CONEXIONES EXTERIORES

En el Anejo 24 se detallan las conexiones exteriores desde la parcela de la ETAP a sus puntos correspondientes de enlace, dentro del "Proyecto de Abastecimiento de Agua a Huesca. Conducción desde Embalse de Montearagón y Nueva ETAP", dado que las conducciones y su edificio asociado no precisan de suministros externos de datos o electricidad, por abastecerse:

- Por un lado eléctricamente, bien desde la ETAP en Baja Tensión (en el caso del Edificio de Conexiones), bien mediante generación fotovoltaica autónoma (en el caso de la arqueta en P.K 0+000 situada a pie de presa de Montearagón).
- Por otro lado para suministro de internet y datos del edificio de conexiones y trazado de conducciones, mediante fibra óptica y canalización de fibra óptica de comunicaciones, también desde la ETAP, con una conexión de 683 ml desde el anillo cerrado de la ETAP hasta el edificio, y 11.000 m adicionales para el trazado de la conducción hasta la presa de Montearagón.

Una ETAP como la que aquí se proyecta, cuenta con la ventaja frente a otras instalaciones de tratamiento de aguas, de poder generar su propia agua potable de consumo y/o para riego y baldeo de instalaciones, pero sin embargo está obligada a contar con:

1. Conexión eléctrica estable y de garantías por tratarse de un servicio público.
2. Conexión de comunicaciones para la monitorización continua de elementos y envío de datos en remoto a otras instalaciones o salas remotas de control del explotador.
3. En ausencia de fosa séptica, por la entidad de la planta que se diseña, una conducción de evacuación de aguas residuales generadas en la planta por el personal de explotación asociado a la misma.
4. Camino o vial de acceso de suficiente entidad como para permitir el cruce de vehículos pesados que deben suministrar reactivos a la planta y transportar a gestor autorizado los fangos producidos en el proceso.

Los organismos o empresas a los que ha sido necesario consultar para la gestión de las anteriores conexiones son Endesa Distribución Redes Digitales S.A, Telefónica de España S.A.U. y el Ayuntamiento de Huesca respectivamente.

Las conexiones exteriores planteadas en este proyecto se resumen a continuación y son las siguientes:

11.1 CONEXIÓN ELÉCTRICA DESDE L.E.M.T. (ENDESA DISTRIBUCIÓN)

La conexión eléctrica se efectúa mediante una Línea Eléctrica Aérea de Media Tensión, que ha sido informada a INAGA para comprobar su idoneidad ambiental antes de realizar su desarrollo en detalle para el proyecto.

Las nuevas infraestructuras eléctricas, a excepción del primer vano de la LAMT, serán propiedad de ACUAES, la cual se hará cargo de su mantenimiento.

11.1.1 Entronque con la Red Exterior

La conexión con la red de Endesa se realizará en la línea aérea existente en la zona más próxima a la ETAP, llamada "FORNILLOS", a 15 kV, que discurre del Noroeste al Sureste cruzando la N-240, según se muestra en planos. En el apoyo denominado TM-14 propiedad de Endesa. Las coordenadas UTM de dicho apoyo son: 714.280,57, 4.670.996,94 (Huso 30)

CARACTERÍSTICAS DE LA RED	
Categoría de línea	3ª categoría
Frecuencia de red	50 Hz
Tensión nominal de servicio	15 kV
Tensión más elevada para el material (Um)	24 kV
Tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo	125 kV
Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial	50 kV
Potencia máxima de cortocircuito de diseño	519,62 MVA
Potencia de cortocircuito mínima	77,6 MVA

Estos datos han sido proporcionados por la compañía Endesa.

11.1.2 Características Generales de la L.E.M.T. proyectada

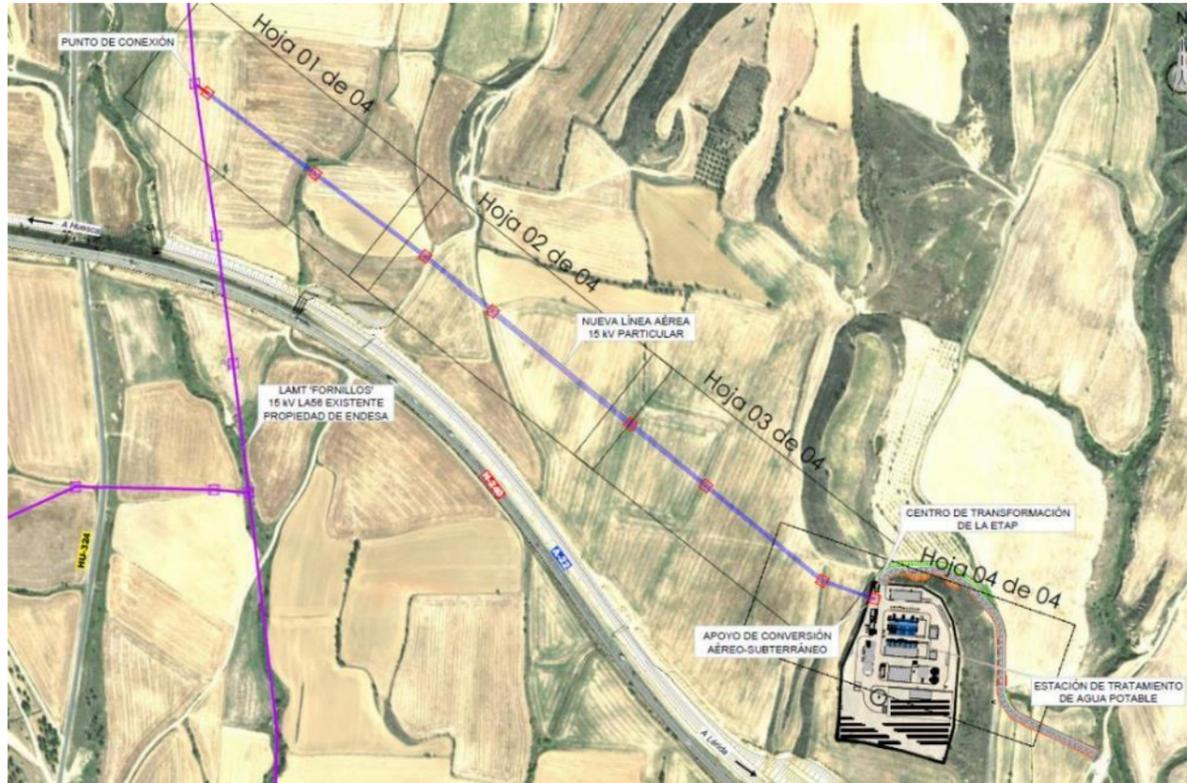
Número de vanos	8
Longitud de vanos	Ver definición en planos
Longitud total	1.050 m
Apoyos metálicos	C-500-14, C-500-16, C-500-18, C-1000-12, C-2000-10, C-2000-14
Aisladores	De vidrio templado y poliméricos
Cadenas	De amarre con aisladores poliméricos C3670EBAV_AR y de suspensión con aisladores U70BS, y herrajes de acero normalizados.
Cable	LA-56
Nº de conductores por fase	1
Número de circuitos	1
Emplazamiento	Zona B (altitud entre 500 y 1.000 m sobre el nivel del mar)
Tensión de la línea	15 kV
Categoría	3ª, según artículo nº3, del R.L.A.T.

La línea aérea en proyecto será de simple circuito. La conexión a la línea de Endesa será realizada por esta Compañía eléctrica. Constará, según Condiciones de Suministro, de la sustitución del apoyo existente por una nueva torre metálica en la que se realizará la derivación a la nueva línea de abonado.

El mayor vano de la LAMT tiene una longitud de 222,56 m.

Existe un cruzamiento con un camino agrícola entre los apoyos 3 y 4, para el cual no es necesario adoptar ninguna disposición especial según la ITC-LAT 07, puesto que la línea en dicho punto tiene mayor altura a la distancia de altura mínima reglamentaria.

La línea discurre según se indica en el siguiente diagrama:



11.2 CONEXIÓN A RED DE SANEAMIENTO MUNICIPAL

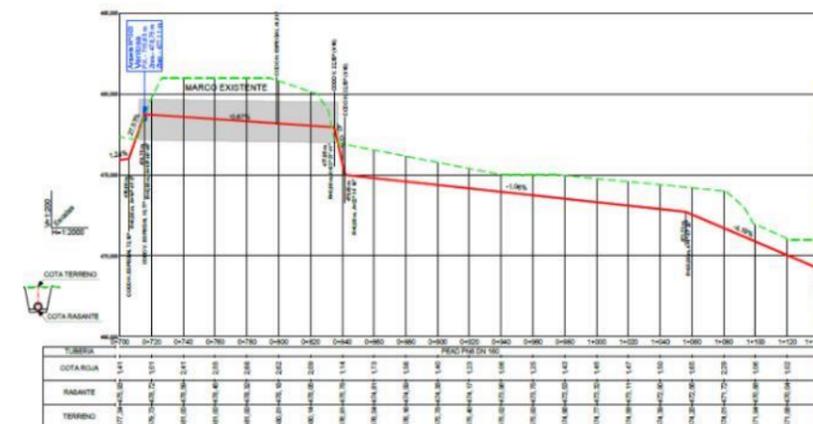
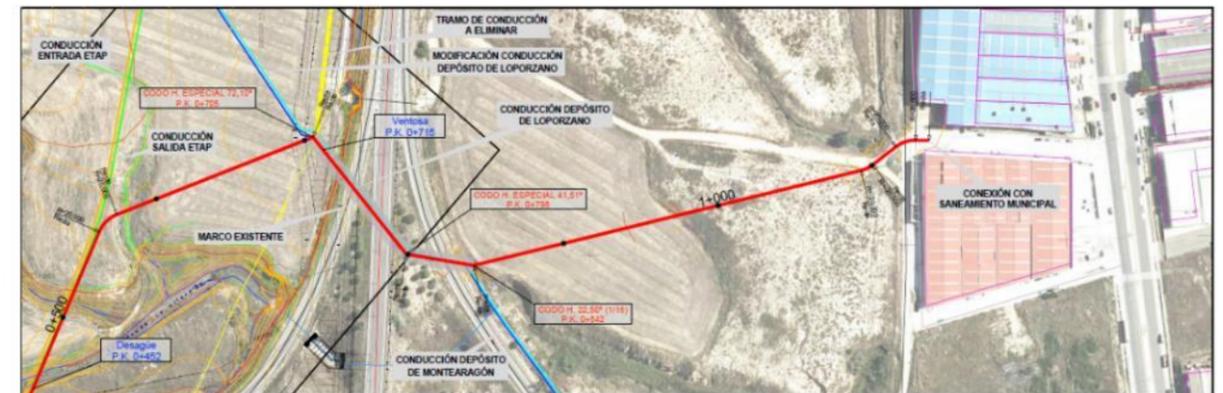
Se ha previsto una conducción de 1.141 ml hasta conectar con la red municipal de saneamiento, cuyo pozo de registro idóneo y más cercano ha sido identificado a partir de la información de la red de saneamiento pública, puesta a disposición de los redactores del proyecto por parte de los servicios municipales de explotación y aguas del Ayto. de Huesca, dado que dicha conducción transcurrirá en paralelo a las conducciones de abastecimiento, y finalmente tras la construcción y puesta en marcha de la planta potabilizadora, todas las conducciones acabarán formando parte de la red de abastecimiento y saneamiento municipales.

El punto de conexión se sitúa en el Polígono Industrial del SEPES al Sur de la carretera nacional N-240 (ver imagen siguiente), por lo que se han estudiado dos posibles soluciones: hinca ad hoc para esta pequeña tubería, o aprovechar los pasos con marco prefabricado de hormigón existentes y que se mantendrán tras la reconversión de la carretera de calzada única en vía de doble sentido con calzadas separadas que se está ejecutando en la actualidad.

A tal efecto, se realizaron consultas previas a la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón, para evaluar la factibilidad de lo planteado, y se obtuvo aprobación técnica por escrito el 19 de Junio de 2023

para la solución planteada y recogida finalmente en el proyecto (Ver Apéndice nº 2 con el Informe Positivo Explotación HU-2023135 adjuntado a este Anexo).

Con el visto bueno a tal solución, se ha procedido a proyectar el detalle de la conducción, con tubería Ø160 mm PEAD PN-10 que trasladará las aguas residuales generadas en la planta mediante impulsión hasta la red municipal. A tal efecto, se prevé dentro de la propia parcela de la ETAP una cámara de almacenamiento, que servirá a su vez como pozo de bombeo, dado que el volumen diario generado será muy pequeño en comparación con el volumen interior de la tubería y su elevada longitud de trazado, por lo que se espaciarán los bombeos convenientemente, al efecto de renovar el volumen interior completo cada vez que las bombas arranquen un ciclo de bombeo:



Vista del trazado en planta y alzado de la conducción en su tramo final y bajo la carretera N-240

Si bien el desnivel geométrico total es negativo, se debe proceder a una solución de bombeo, dado que se atraviesa un punto alto precisamente con el marco bajo la carretera. Al tratarse en este caso de agua residual, resultaría arriesgado dejar el tramo en sifón, habida cuenta del pequeño caudal circulante, por lo que se adopta esta solución de bombeo que garantizará un funcionamiento óptimo.

11.3 CONEXIÓN DE COMUNICACIONES Y TELEFONÍA

En paralelo a la conducción anterior de aguas residuales, se ha previsto el tendido de un tritubo de 50 mm de diámetro en PE Corrugado flexible y curvable, que permita contratar posteriormente con Telefónica de España, u otra empresa en libre competencia, un suministro de fibra óptica y teléfono en condiciones análogas a las que representaría un suministro particular en el Polígono del Sepes, que es donde actualmente se encuentran las redes urbanas de teléfono y datos.

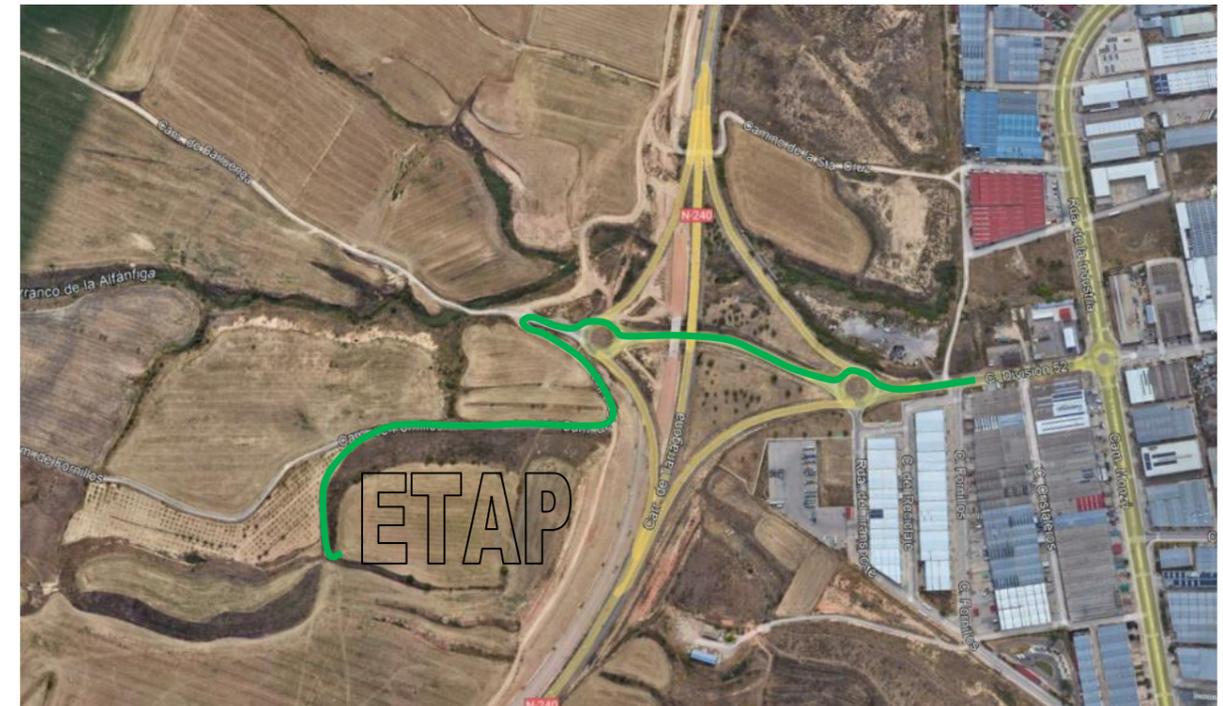
Este tritubo se encuentra medido en el presupuesto, dentro del capítulo de conducción de saneamiento, puesto que comparte tendido y trazado de la zanja (común para ambos), y no tendría sentido ejecutar 2 zanjas en paralelo.

En la siguiente imagen, puede observarse en amarillo oscuro, el trazado de la conducción de saneamiento, coincidente con el tritubo de comunicaciones para conexión a la red telefónica nacional:

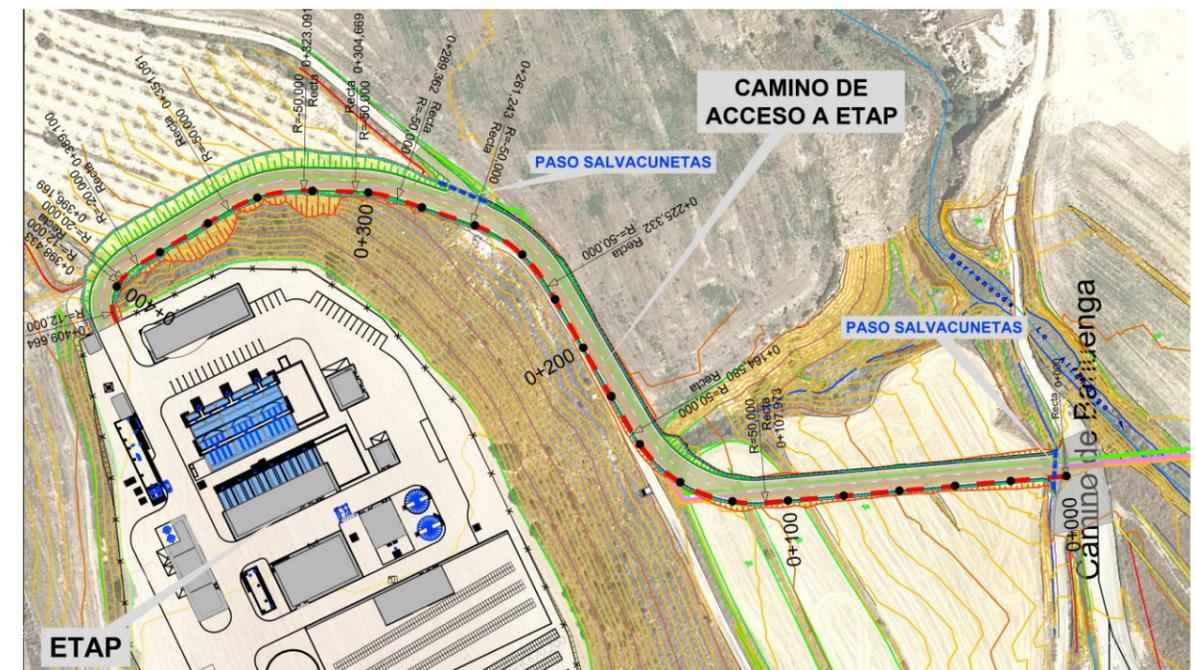


11.4 CAMINO DE ACCESO A LA ETAP Y A EDIFICIO DE CONEXIONES

El acceso a la parcela futura de la ETAP desde Huesca, se realiza actualmente a través de la Calle División 52 en dirección salida de la ciudad cruzando bajo la futura Autovía A-23 a través de sendos pasos inferiores existentes hasta alcanzar el Camino de Fornillos:

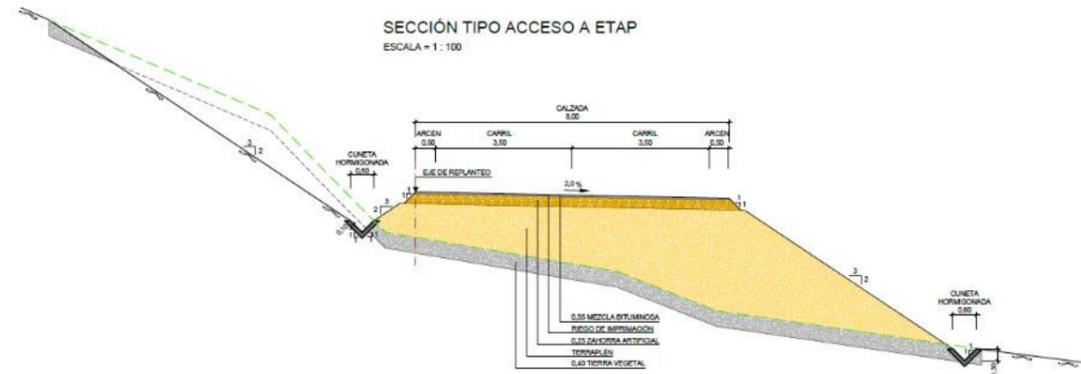


Con la nueva configuración planteada, se eliminará el giro cerrado a 180º de la Rotonda Norte, mediante la expropiación de una banda de parcela que permitirá un trazado más rectilíneo y compatible con vehículos pesados, y que irá ascendiendo progresiva y suavemente hasta el cerro donde se asienta la ETAP:

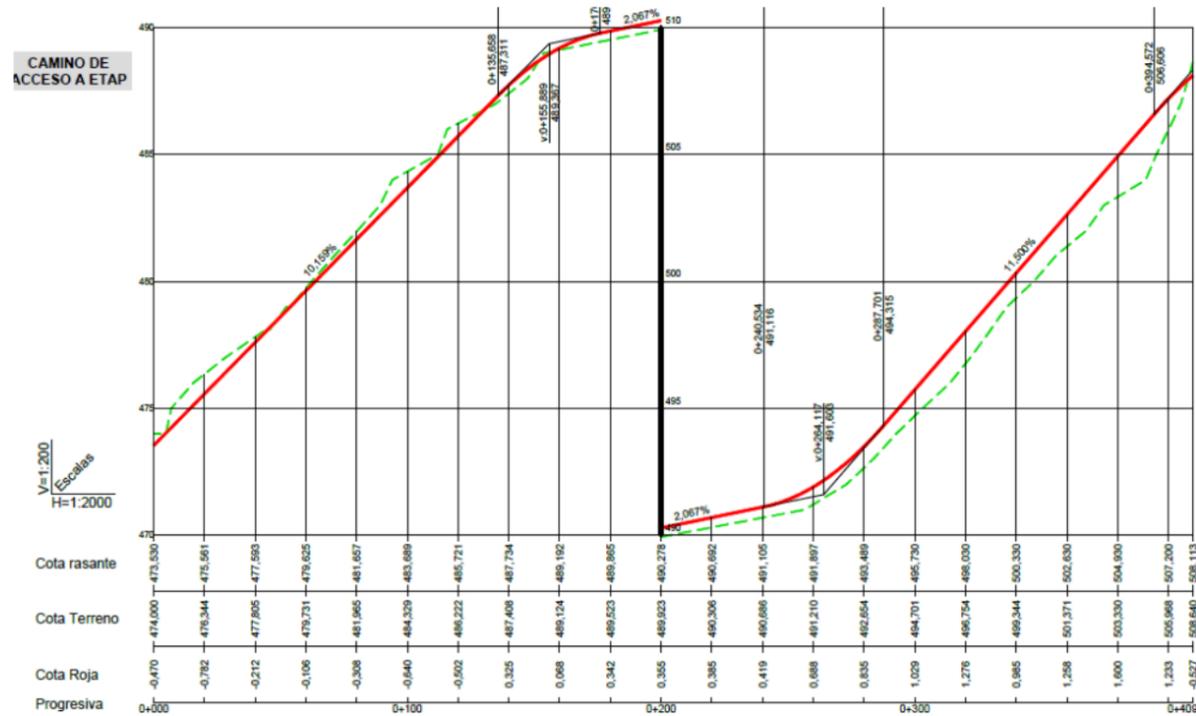


Posee una sección transversal conformada por 2 carriles de 3,5 metros y arcenes de 0,5 metros. Para dimensionar el firme se ha considerado una categoría de tráfico pesado T42 (< de 25 vehículos pesados al día) y una explanada E3. La sección de firme adoptada es la 4221 según la figura 2.2 de la Norma 6.1 IC – Secciones de Firmes.

Se plantea una sección a media ladera, conformada en terraplén de aportación, y un paquete de firmas de 25 cm de Zahorra artificial, un riego de imprimación y 5 cm de MBC en rodadura, según la siguiente sección:



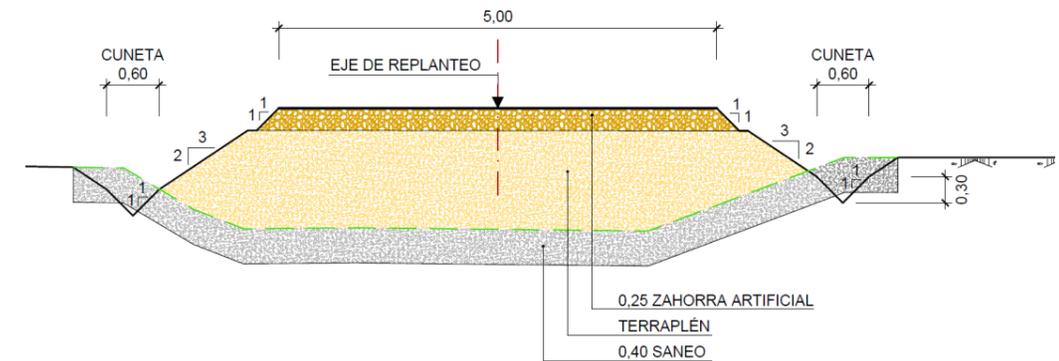
El trazado tendrá un total de 410 ml, con una pendiente sostenida ligeramente por encima del 10 % que se considera razonable para el tráfico puntual de la planta, que permitirá salvar los 35 m de desnivel existente entre la cota 509 de urbanización a la entrada y la cota 474 de inicio de camino, como se puede observar en el siguiente diagrama longitudinal del vial de acceso planteado:



11.4.1 Acceso al Edificio de Conexiones

El acceso al edificio de conexiones se realiza en el mismo punto de inicio del camino de acceso a la ETAP. Discurre por un camino existente en buenas condiciones paralelo a la Autovía A-23 hacia el este en una distancia de unos 400 metros.

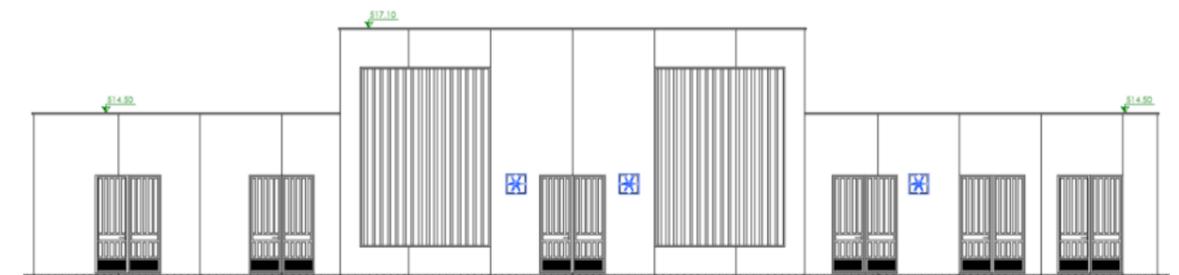
En este punto entronca con otro camino existente que da acceso directo al edificio de conexiones. Este camino se encuentra actualmente en malas condiciones por lo que se ha diseñado su adecuación en una longitud de 153 metros con una sección transversal de 5 metros de ancho, saneo de 40 cm y aporte de zahorra con un espesor de 25 cm.



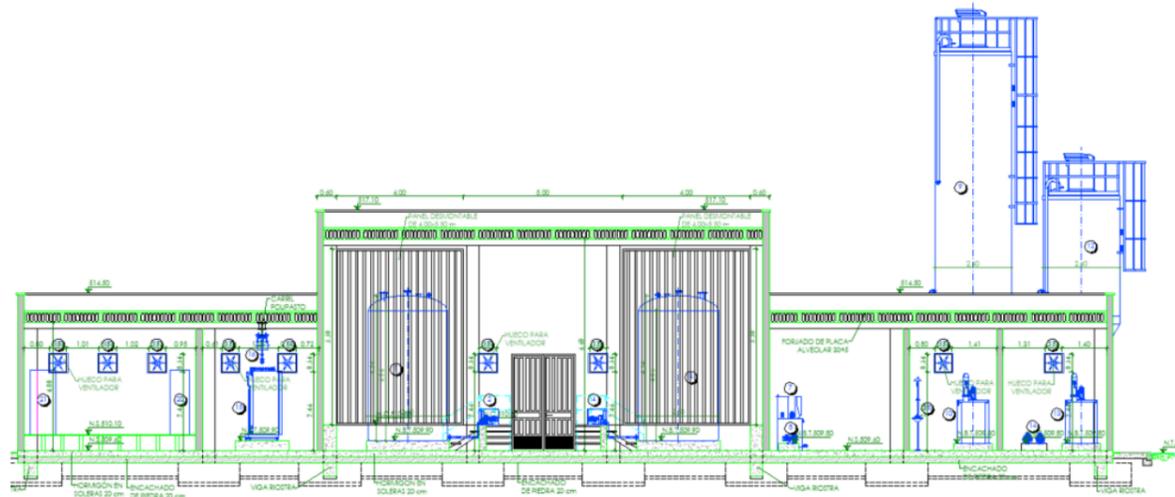
12. DISEÑO ARQUITECTÓNICO E INTEGRACION PAISAJÍSTICA

El diseño arquitectónico corresponde a una estética industrial de líneas limpias y depuradas con láminas de agua vistas en zonas de decantación y filtración, y todos los elementos contenidos dentro de edificaciones, a excepción del edificio de reactivos donde resulta inevitable la línea sobresaliente de una pareja de tolvas elevadas y una tercera tolva para almacenamiento en la zona de tratamiento de fangos.

Los edificios presentan una configuración análoga con cubiertas planas, y carácter prefabricado, de color blanco roto y carpintería grafito en puertas y ventanas. Por tanto los volúmenes son puros de líneas rectas nada estridentes.



Vista de alzados del edificio más alto de toda la planta, en una única planta, con alturas variables entre 5 y 8 m desde rasante

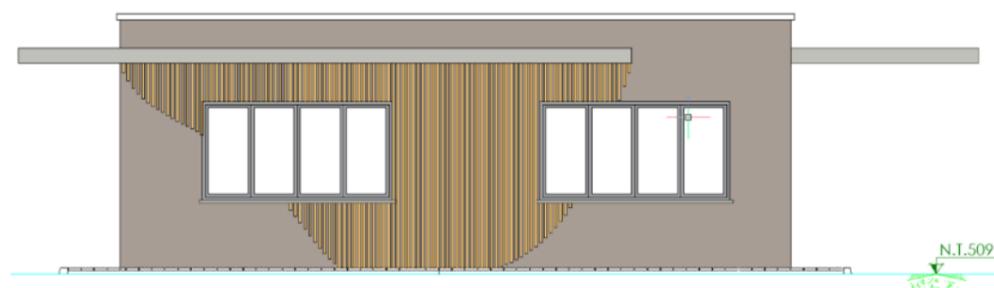


En el caso del edificio de control, que alberga además, el taller y zona de vestuarios, al considerarse más noble y menos industrial que los demás, presenta acabados interiores no industriales (a excepción del taller situado a la izquierda del siguiente alzado):



Para la fachada se opta en este caso por un acabado de paneles prefabricados liso, sólido y en color terreo, dotando de cierta personalidad al elemento, mediante sendas viseras curvas que actúan como protectores de la radiación solar directa en las ventanas del laboratorio y zona de SCADA de control, limitando así sus necesidades de climatización.

Al abrigo de estas viseras de hormigón armado voladas, se ejecuta un revestimiento de alistonados de madera natural tratada (Clase IV) en fachada, para humanizar sus acabados, quedando protegidos a su vez de la humedad por el vuelo de las viseras de hormigón:



La altura total del edificio, incluyendo petos superiores de cubierta plana no supera los 4 m de altura

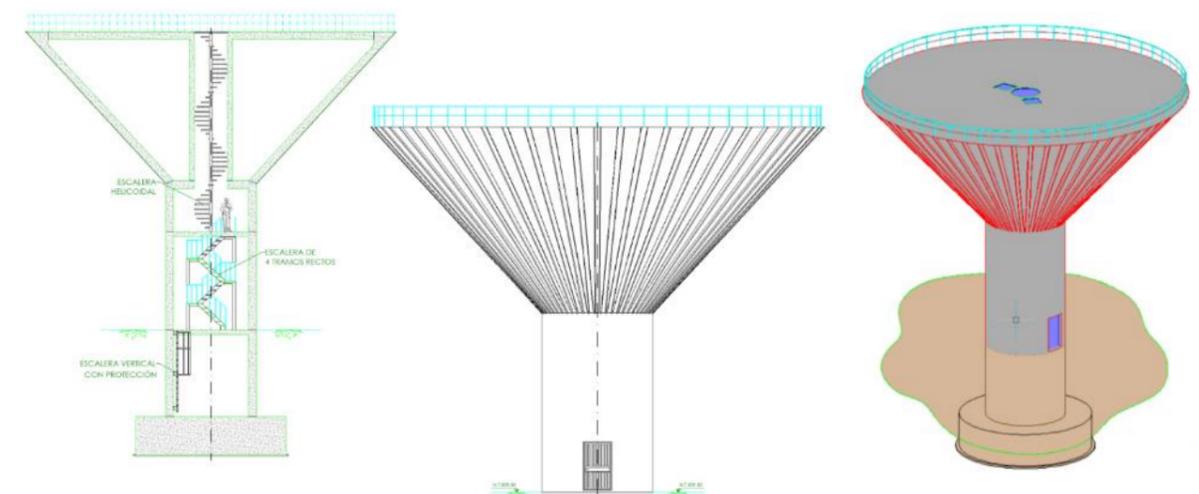
A nivel de impacto paisajístico, ésta será prácticamente nulo, dado que la ubicación escogida se sitúa en la parte alta de un cerro con visibilidad cero desde el exterior, junto a la zona norte industrial de Huesca, colindante con la futura autovía y nudos de enlace:



En la fotografía se observa el cerro y camino de acceso (rojo), sobre el que se asentará la nueva ETAP (naranja) de Huesca, situándose fuera de impacto paisajístico casi por completo, a excepción del depósito de carga elevado, que se verá en la zona señalado en azul.

No obstante, se han previsto diseños especiales, incluso para los elementos vistos más voluminosos, como es el caso del depósito elevado de carga (que además, podrá colateralmente mejorar el impacto paisajístico del sistema de abastecimiento municipal mediante la demolición futura del depósito de carga actual en el casco antiguo, el cual provocó, en su día, la alteración de importancia de la línea tradicional de edificios históricos de esta parte tan significativa de la ciudad).

En concreto, se ha previsto un diseño estilizado, con cimentero soterrado y sin uniones apreciables en los alzados vistos, con forma troncocónica superior y alistonados decorativos en su paramento curvo de revolución exterior:



13. INTEGRACIÓN AMBIENTAL

13.1 Introducción

En el Anejo nº 25.- Integración Ambiental, se ha realizado un ejercicio de diagnóstico y análisis ambiental que, de manera complementaria a la justificación constructiva, expone la información necesaria y suficiente para poder caracterizar, en su estado preoperacional, la estructura y funcionamiento del sistema ambiental previsiblemente afectado. Posteriormente, se han valorado las posibles afecciones, derivados de la construcción y explotación de las infraestructuras.

A continuación, se han definido una serie de medidas protectoras y correctoras y se incluye un Programa de Vigilancia Ambiental, con el objetivo de realizar un seguimiento de los impactos del proyecto y una evaluación de la eficacia de las medidas preventivas y correctoras propuestas.

En el anejo, al cual se remite para consulta de detalles, se resume la tipificación del proyecto conforme a la ley de evaluación ambiental, y la redacción del documento ambiental conforme al artículo 45 de dicha ley.

Al objeto de evaluar las posibles afecciones sobre el medio natural, y sobre los hábitats de interés general y espacios protegidos incluidos en la Red Natura 2000, durante la redacción del proyecto, con fecha de 1 de diciembre de 2022 fue remitido el Documento Ambiental, en su versión inicial al INAGA, para su valoración.

Con fecha 30 de marzo de 2023 se recibió informe favorable, concluyendo que no se afecta a espacios de la Red Natura 2000 y cuyas condiciones son consideradas en una nueva versión del Documento Ambiental definitivo que se incluye en el Anejo.

13.2 Adecuación ambiental del proyecto

Se resumen a continuación las medidas, programa de vigilancia ambiental y presupuesto del documento ambiental redactado, que permiten asegurar la adecuación ambiental del proyecto:

13.2.1 Medidas preventivas, correctoras y compensatorias

Se han contemplado medidas particularizadas en los siguientes ámbitos de posibles afecciones ambientales del proyecto:

- Medidas en fase de construcción:
 - Protección de la calidad atmosférica
 - Protección de la geología, geomorfología y los suelos
 - Protección de la hidrología
 - Protección de la vegetación
 - Protección de la fauna
 - Protección a Figuras de Protección Ambiental
 - Medio socioeconómico
 - Paisaje
 - Patrimonio Cultural
- 10.2 Medidas en fase de funcionamiento:
 - Protección de la geología, geomorfología y suelos

- Protección de fauna
- Protección de las figuras de protección ambiental
- Protección del paisaje

13.2.2 Programa de vigilancia ambiental

La metodología propuesta para el Programa durante la vigilancia ambiental es la siguiente:

- Recogida y análisis de datos, utilizando los procedimientos previamente diseñados.
- Interpretación de los datos, estimando la tendencia del impacto y la efectividad de las medidas correctoras adoptadas.
Este aspecto podrá ser abordado mediante el análisis comparativo de los parámetros frente a la situación preoperacional.
- Elaboración de informes periódicos que reflejen todos los procesos del Plan de Vigilancia Ambiental.
- Retroalimentación, utilizando los resultados que se vayan extrayendo, para efectuar las correcciones necesarias en el mismo, adaptándolo lo máximo posible a la problemática ambiental suscitada.

El Programa de Vigilancia Ambiental se divide cronológicamente en tres fases claramente diferenciadas:

- Fase previa al inicio de las obras. En esta fase se realizarán los estudios y controles previos al inicio de las obras:
 - Verificación de replanteo de la obra, así como instalaciones y actividades auxiliares (parque de maquinaria, zonas de acopio, punto limpio, etc.).
 - Reportaje fotográfico de las zonas a afectar previamente a su alteración.
 - Selección de indicadores del medio natural, que han de ser representativos, poco numerosos, con parámetros mensurables y comparables.
 - Comprobación de que se dispone de todas las autorizaciones y licencias legalmente exigibles.
- Fase de construcción. Se extiende a todo el periodo de ejecución de las obras. Incluye los siguientes aspectos e indicadores de seguimiento:
 - Confort sonoro con seguimientos acústicos
 - Calidad del aire con control de polvo, partículas, gases y humos.
 - Seguimiento de suelos, geología y geomorfología, incluyendo control sobre acopios de tierra vegetal para reutilización y extendido posterior, y vigilancia de erosión y alteración de suelos.
 - Calidad de las aguas, especialmente en zonas de cruce con el río Flumen
 - Vegetación e incendios, con plan de prevención de incendios
 - Control de la afección a la fauna, con seguimiento de atropellos
 - Restauraciones vegetales y paisajísticas. Con seguimiento de las mismas y de préstamos y canteras.
 - Seguimiento de la Gestión de Residuos
- Fase de explotación. Abarca desde la finalización de las obras hasta el final de la vida útil del proyecto. Incluye los siguientes aspectos e indicadores de seguimiento:
 - Control de la erosión
 - Afecciones sobre la avifauna
 - Evolución de los terrenos restaurados
 - Seguimiento de la Gestión de Residuos

13.2.3 Presupuesto para implementación del Plan de Vigilancia Ambiental

Todos los trabajos serán realizados por un técnico cualificado que disponga de la titulación en materia ambiental necesaria para aplicar el Plan de Vigilancia Ambiental, a partir del cual se desarrolla el siguiente presupuesto:

Unidad	Concepto	Coste unitario	Medición	Importe
Días	Desarrollo del PVA en la fase previa al inicio de las obras (1)	233,2	7	1.632,40
Días	Desarrollo del PVA durante de la fase de construcción (24 meses) (2)	233,2	96	22.387,20
Días	Desarrollo del PVA durante el primer año de la fase de explotación (3)	233,2	24	5.596,80
			Total	29.616,40

13.2.4 Presupuesto para la integración ambiental

El presupuesto de las medidas ambientales a llevar a cabo dentro del "Proyecto de abastecimiento de agua a Huesca. Conducción desde el Embalse de Montearagón y nueva ETAP", asciende a un precio de 338.570,94 €

- Medidas antes del inicio de las obras

Actuaciones	Importe (€)
Reconocimiento del terreno por técnico especialista para detectar posibles nidos de aves, refugios, etc.	1.166,00
Prospecciones paleontológicas	2.332,00
TOTAL	3.498,00

- Medidas durante la fase de construcción

Actuaciones	Importe (€)
Seguimiento arqueológico y paleontológico (24 meses)	11.193,60
Riego de viales y caminos con camión cisterna (24 meses)	63.131,40
Jalonamiento perimetral durante las obras mediante piquetas hincadas en el terreno y unidas por cinta plástica	6.303,00
Parque de maquinaria	13.113,80
Mediciones acústicas en el entorno de Quicena (6 mediciones)	699,60
Mediciones acústicas de maquinaria (1 medición)	116,60

Actuaciones	Importe (€)
Barreras de retención de sedimentos (pacas de paja de 90 cm de altura y 150 cm de ancho fijadas con estacas de madera)	14.850,54
Balizas salvapájaros	2.133,00
Disuasores antiposada aves, tipo paraguas	4.873,20
Restauración	207.464,60
TOTAL	323.879,34

- Medidas durante la fase de explotación

Actuaciones	Importe (€)
Seguimiento siniestralidad avifauna en la fase de explotación (3 años)	11.193,60
TOTAL	11.193,60

14. DOCUMENTACIÓN SANITARIA

De acuerdo al nuevo Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro, la construcción o remodelación de una ETAP o del tratamiento para la potabilización del agua de cualquier municipio, requerirá el informe favorable de la autoridad sanitaria.

Para ello, la entidad pública o privada responsable del proyecto, deberá presentar a la autoridad sanitaria antes del inicio de las obras, a través de medios electrónicos, para el informe sanitario vinculante al menos la información siguiente:

- Procedencia del agua y destino del agua, y los operadores que intervengan.
- Zona o zonas de abastecimiento que va a suministrar, población abastecida y volumen de agua tratada por día.
- Esquema o plano de principio y memoria explicativa de la ETAP y de los procesos unitarios de tratamiento para la potabilización del agua que se tengan previstos.
- Sustancias activas, mezclas o polímeros que vayan a ser utilizados en el tratamiento, dosis previstas y nombre comercial.
- Material que vaya a estar en contacto con el agua de consumo.
- Análisis del agua de procedencia con los parámetros que señale la autoridad sanitaria, en un laboratorio que cumpla con lo descrito en el artículo 20.

A tal efecto, esta documentación queda recogida en el Apéndice nº 5 del Anejo nº 5 de Calidad de las Aguas de esta Memoria.

15. BIENES, DERECHOS Y SERVICIOS AFECTADOS

15.1 Parcelas afectadas y relación de bienes afectados

La ejecución de las obras proyectadas dará lugar a diversas afecciones a terrenos situados en los términos municipales de Huesca, Quicena y Loporzano. Estas afecciones serán de tres tipos: la expropiación propiamente dicha, la imposición de servidumbres y la ocupación temporal.

Tomando como base la información obtenida a través de los Centros de Gestión Catastral y Tributaria de las Delegaciones Provinciales de Hacienda, y los límites de expropiaciones definidos por las obras objeto de ejecución se afecta a un total de **228.857,42 m²**. El reparto por tipo de afección se relaciona a continuación:

LOCALIDAD	OCUPACIÓN DEFINITIVA (m ²)	OCUPACIÓN TEMPORAL (m ²)	SERVIDUMBRE DE PASO (m ²)	SERVIDUMBRE DE VUELO (m ²)
HUESCA	52.255,46	40.405,89	10.723,26	12.107,12
LOPORZANO	147,20	40.291,08	19.421,20	0,00
QUICENA	131,55	38.007,77	15.366,88	0,00

15.2 Servicios afectados

La construcción de las obras provocará afecciones a servicios existentes en la zona de actuación. Éstos han de ser modificados para garantizar la continuidad de los mismos.

Para la identificación y propuesta de solución de los servicios que han sido afectados, se han seguido los siguientes pasos:

1. Obtención de las redes existentes a través del portal de información de infraestructuras de INKOLAN.
2. Obtención de las redes existentes a través de las comunicaciones realizadas con los organismos de la zona (ayuntamientos, comunidades de regantes, compañías de los diferentes servicios, etc.)
3. Realización de un minucioso análisis In Situ de la zona de Proyecto.

Los servicios identificados son los siguientes:

- **Infraestructuras de riego:**
Se han contabilizado un total de 12 afecciones a acequias de riego. Se repondrán en las mismas condiciones originales, es decir, manteniendo la misma sección transversal y utilizando el mismo material; fundamentalmente hormigón armado.
- **Canalizaciones de Gas:**
Se han detectado 2 afecciones con redes de gas existentes. Una de ellas es un cruzamiento mientras que la otra es un paralelismo. Ambas afecciones se resuelven siguiendo las indicaciones de la compañía suministradora. En el caso del paralelismo se protegerá el gasoducto mediante losa de hormigón armado de espesor 30 cm. Dado que esta afección se produce en el interior de

la parcela de la ETAP, es necesario disponer dos puertas metálicas en el vallado perimetral de la parcela de la ETAP para garantizar el acceso a los técnicos de la compañía.

- **Electricidad:**
Se han localizado un total de 5 interferencias con líneas eléctricas aéreas sin bien no resultan afectadas al tratarse de cruces simples alejados de los postes.
Por otro lado, la nueva línea de alimentación a la ETAP entronca con la Línea Aérea de Media Tensión "Fornillos". Será necesario sustituir un apoyo de esta línea para realizar el entronque. Estos trabajos serán realizados por la Compañía Eléctrica.
- **Infraestructura de telecomunicaciones y red de saneamiento de Huesca:**
La tubería de saneamiento de la ETAP conecta con la red de alcantarillado del Polígono Sepes en Huesca. Será necesario realizar una perforación en el pozo de saneamiento existente para realizar la conexión.
En este mismo punto existe un cruzamiento con una red telecomunicaciones enterrada. Los trabajos se realizarán según las indicaciones de la compañía.
- **Cerramientos:**
Bajo este epígrafe, se han identificado 2 afecciones. Se trata de la reposición de dos vallados particulares en los PP.KK 6+025 y 10+740 mediante malla de simple torsión.
- **Tuberías de abastecimiento:**
Está previsto realizar un cruzamiento de la tubería de entrada con la tubería del depósito de Montearagón en el PK 1+515. Se ha considerado un apeo de la tubería existente mediante puntales telescópicos y tabloneros para garantizar que no sufre daños.
Por otro lado, es necesario desviar la tubería del depósito de Loporzano para conducir esta fuente de abastecimiento hasta el Edificio de Conexiones en las inmediaciones del PK 10+140 de la tubería de entrada. La conducción será repuesta mediante tubería de FD DN 350 en una longitud total de 312 m.

La relación y descripción, con imágenes y comentarios de todos los servicios, está detallada en el anejo Nº 22 Servicios Afectados, así como la relación de todos los organismos consultados.

16. GESTIÓN DE RESIDUOS

De acuerdo con la normativa vigente, en particular a la Ley 22/2011, de 28 de Julio de residuos y suelos contaminados, al R.D. 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, y la Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron, se incluye en el Anejo 26.- Estudio de Residuos de Construcción y Demolición, el correspondiente estudio para su aplicación durante la construcción de las obras.

En este anejo se ha desarrollado la metodología para la gestión de residuos procedentes de la obra, incluida la preparación de áreas específicas para la gestión de los mismos, señalización con etiquetas identificativas, obra civil asociada, medios materiales, operaciones de clasificación, retirada y proceso de gestor autorizado, permisos y canon de tratamiento.

El presupuesto resultante para el mismo es de 1.039.770,52 € y se ha añadido al de ejecución material del proyecto, según especifica la normativa mencionada, de acuerdo al siguiente desglose:

PRESUPUESTO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS				
UD	Tipología RCDs	Cantidad	Precio o tasa gestión en planta/vertedero/cantera (€)	Importe (€)
Ud	Punto limpio	1	2.967,03	2.967,03
M3	Carga y transporte de tierras a menos de 20 km	69.881,20	8,06	563.242,47
M3	Canon tierras	69.881,20	6,00	419.287,20
Tn	Carga y transporte de residuos pétreos <20km	737,930	30,07	22.189,56
Tn	Carga y transporte RCD valorizables	206,620	30,07	6.213,06
Ud	Contenedores	83	170,56	14.156,48
Tn	Carga, transporte y deposición de residuos peligrosos	39,25	139,43	5.486,57
M3	Canon residuos Nivel II (Pétreos y valorizables)	666,826	9,34	6.228,15
TOTAL PRESUPUESTO PLAN GESTIÓN RCDs				1.039.770,52

17. PLAN DE OBRA

Se desarrolla un programa secuencial del desarrollo de los trabajos con el objetivo de estimar la duración de las obras y su inversión asociada en el tiempo.

De acuerdo con los volúmenes de obra a ejecutar, según el Documento nº 4 "Presupuesto", los equipos previstos, y la secuencia de construcción, se establece un plazo total de las obras de VEINTICUATRO (24) MESES.

Para desarrollar el plan de obra, y teniendo en cuenta los equipos y los rendimientos esperados, se establecen las duraciones de las diferentes actividades.

El plazo total de ejecución, secuenciado en las diferentes unidades de obra queda reflejado gráficamente en el diagrama de Gantt que se incluye en el Anejo Nº21. Programa de los trabajos.

Por último, conociendo los volúmenes a ejecutar mensualmente, se muestran las valoraciones de los trabajos que se esperan a lo largo del periodo de ejecución del duplicado de calzada objeto de este proyecto.

Es necesario reseñar que el Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (INAGA) en su informe sobre el proyecto con número de expediente INAGA/500201/20/2022/11005 indica que "se deberá adecuar y compatibilizar el cronograma de las obras con la ecología de la comunidad faunística de la zona, evitando realizar trabajos en periodos de reproducción o periodos sensibles de las especies, que tienen lugar principalmente entre los meses de marzo a junio". Este informe se adjunta en el Anejo Nº 25. Integración Ambiental.

Se entiende que esta indicación hace referencia a la ejecución de la tubería entre el PK 0+000 y 6+150, es decir, en el tramo en que la conducción discurre cercana al Río Flumen puesto que el resto de la actuación se desarrolla sobre terrenos agrícolas.

El cronograma que se presenta Anejo Nº21 - Programa de los trabajos - está referido a meses genéricos sin establecer una fecha concreta de comienzo de las obras puesto que este dato se desconoce. Es labor del adjudicatario de las obras adecuar este cronograma en función de fecha real de comienzo de los trabajos para tener en cuenta este condicionante. Se incluye un histograma de inversión mensualizada y a origen como previsión de obra.

18. PERIODO DE GARANTÍA

El periodo de garantía de la obra será de dos (2) años.

19. SEGURIDAD Y SALUD

De acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, se incluye en el Anejo 27.- Estudio de Seguridad y Salud, el correspondiente Estudio para su aplicación durante la construcción de las obras.

En este Real Decreto se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras.

El presupuesto resultante para el mismo es de DOSCIENTOS VEINTIDOS MIL SETECIENTOS DOCE EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS (222.712,35) y se ha añadido al de ejecución material del proyecto, según especifica la normativa vigente. Este presupuesto está basado en un plazo para la ejecución de las obras de 24 meses y un personal previsto de un máximo simultáneo en obra de 60 personas entre obreros, técnicos y personal de oficina.

20. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

La formulación del presupuesto del contrato de obras, se ha realizado a partir de los precios de mercado, cumpliendo con los marcados en el convenio colectivo para el sector de la Construcción y Obras Publicas de la provincia de Huesca.

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

A continuación, se presenta el presupuesto base de licitación obtenido tras realizar las mediciones de lo proyectado y aplicados los precios correspondientes:

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE
1	ETAP	17.126.140,17
1.1	Obra civil ETAP	8.743.630,92
1.1.1	Movimientos de tierras	59.905,18
1.1.2	Arqueta de medida de caudal	17.333,98
1.1.3	Preozonización	367.683,25
1.1.4	Tratamiento Físico-químico	853.556,89
1.1.5	Filtración por arena	798.784,07
1.1.6	Arqueta de válvulas	9.145,52
1.1.7	Ozonización intermedia	200.333,51
1.1.8	Filtración por carbón activado	623.026,84
1.1.9	Arqueta de medida de caudal de agua filtrada	9.336,13
1.1.10	Depósito de regulación	2.790.859,90
1.1.11	Depósito de carga	317.504,28
1.1.12	Edificio de reactivos	300.447,22
1.1.13	Edificio de peróxido de hidrógeno	48.911,12
1.1.14	Edificio de hipoclorito sódico	111.954,42
1.1.15	Instalaciones de almacenamiento CO2 y O2	11.623,76
1.1.16	Edificio de fangos	424.205,90
1.1.17	Espesador de gravedad	109.451,95
1.1.18	Bombeo de vaciados	11.800,14
1.1.19	Bombeo de reboses y drenajes	11.800,14
1.1.20	Edificio de control	361.997,27
1.1.21	Báscula	15.178,59
1.1.22	Urbanización	413.897,82
1.1.23	Pasos viarios	22.119,14
1.1.24	Red de tuberías de proceso	745.807,55
1.1.24.1	Línea de agua	310.040,94
1.1.24.2	Línea de fangos	55.450,80
1.1.24.3	Línea de drenajes, reboses y vaciados	216.954,71
1.1.24.4	Línea de reactivos	40.326,30
1.1.24.5	Línea de pluviales	87.539,89
1.1.24.6	Protección contra incendios	13.115,82
1.1.24.7	Línea de aire	17.372,97
1.1.24.8	Red toma de muestras	5.006,12
1.1.25	Canalizaciones eléctricas	86.809,99
1.1.25.1	Baja tensión	56.348,91
1.1.25.2	Alumbrado	16.235,32
1.1.25.3	Red de tierras	14.225,76
1.1.26	Arqueta amortiguadora	20.156,36
1.2	Equipos mecánicos ETAP	5.092.974,00
1.2.1	Medida y regulación de caudal de agua de entrada	90.921,19
1.2.2	Desbaste	98.182,90
1.2.3	Preozonización y ablandamiento	45.174,91
1.2.4	Sistema de ozonización	393.786,87
1.2.5	Coagulación, floculación y decantación lamelar	480.358,47
1.2.5.1	Reparto a cámaras de mezcla	16.312,71
1.2.5.2	Cámaras de mezcla	10.677,45
1.2.5.3	Cámaras de floculación	109.326,60
1.2.5.4	Decantación	299.641,58
1.2.5.5	Bombeo de fangos decantados	37.883,08
1.2.5.6	Vaciados decantación	6.517,05
1.2.6	Filtración por arena	821.192,30
1.2.6.1	Filtros de arena	450.222,98
1.2.6.2	Agua de lavado FA	199.647,72
1.2.6.3	Aire de lavado FA	113.294,12
1.2.6.4	Vaciado FA	16.713,36
1.2.6.5	Equipamiento edificio de Filtros de arena	41.314,12
1.2.7	Bombeo intermedio	125.363,88
1.2.8	Ozonización intermedia y oxidación avanzada	53.733,74
1.2.8.1	Ozonización intermedia	24.800,88
1.2.8.2	Oxidación avanzada con peróxido de hidrógeno	28.932,86
1.2.9	Filtración por carbón	784.514,94
1.2.9.1	Filtros de carbón	590.772,29
1.2.9.2	Agua de lavado FCA	60.556,08
1.2.9.3	Aire de lavado FCA	40.401,67
1.2.9.4	Vaciado FCA	11.141,43
1.2.9.5	Equipamiento edificio de Filtros de carbón	34.806,25

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE
1.2.9.6	Recogida de carbón usado.....	46.837,22
1.2.10	Medida de caudal de agua filtrada.....	18.548,24
1.2.11	Depósito de regulación.....	581.759,47
1.2.11.1	Entrada a depósito y by-pass.....	117.114,53
1.2.11.2	Salida de depósito y reboso a barranco.....	131.488,90
1.2.11.3	Reboso de depósito de carga.....	46.393,19
1.2.11.4	Bombeo de agua tratada a depósito de carga y by-pass.....	210.101,46
1.2.11.5	Vaciado de depósitos de regulación.....	40.717,77
1.2.11.6	Equipamiento edificio de válvulas y CCM.....	35.943,62
1.2.12	Depósito de carga.....	97.916,68
1.2.13	Ajuste de pH y alcalinidad. Instalación de hidróxido cálcico. Ablandamiento.....	101.928,11
1.2.14	Almacenamiento y dosificación de reactivos.....	130.023,00
1.2.14.1	Policloruro de aluminio.....	43.281,97
1.2.14.2	Sulfato de aluminio.....	44.128,25
1.2.14.3	Almidón.....	25.780,88
1.2.14.4	Pemanganato sódico.....	16.831,90
1.2.15	Desinfección. Instalación de hipoclorito.....	64.390,58
1.2.16	Dosificación de carbón activo en polvo.....	95.735,90
1.2.17	Tanque de recuperación de agua de lavado.....	37.907,80
1.2.18	Homogeneización de fangos.....	36.058,36
1.2.19	Espesado de fangos.....	76.698,48
1.2.19.1	Espesado de fangos.....	53.122,68
1.2.19.2	Purga de fangos espesados.....	17.733,89
1.2.19.3	Depósito de reunión de fangos.....	5.841,91
1.2.20	Deshidratación de fangos.....	300.675,50
1.2.20.1	Alimentación a centrifugas.....	15.730,80
1.2.20.2	Centrifugas.....	188.660,82
1.2.20.3	Lavado de la nueva centrífuga.....	1.261,52
1.2.20.4	Dosificación automática de polielectrolito.....	16.458,19
1.2.20.5	Almacenamiento de fangos.....	51.586,86
1.2.20.6	Equipamiento del edificio de tratamiento de lodos.....	26.977,31
1.2.21	Instalaciones varias.....	658.104,70
1.2.21.1	Red de agua de servicios y riego.....	125.383,26
1.2.21.2	Instalación aire de servicios.....	18.195,24
1.2.21.3	Equipos contra incendios.....	34.928,52
1.2.21.4	Bombeo de vaciados.....	14.979,28
1.2.21.5	Bombeo de reboses y drenajes.....	14.843,46
1.2.21.6	Elementos de seguridad.....	12.720,00
1.2.21.7	Equipos de laboratorio.....	78.763,36
1.2.21.8	Mobiliario edificios.....	89.177,80
1.2.21.9	Taller.....	19.080,00
1.2.21.10	Repuestos.....	15.900,00
1.2.21.11	Báscula.....	28.701,88
1.2.21.12	Vallado y seguridad de la ETAP.....	205.431,90
1.3	Equipos eléctricos, control e instrumentación.....	3.289.535,25
1.3.1	Instalaciones eléctricas.....	1.729.784,55
1.3.1.1	Cuadros.....	1.096.502,99
1.3.1.2	Cableado de fuerza.....	298.656,18
1.3.1.3	Mecanismos de baja tensión.....	40.301,62
1.3.1.4	Alumbrado.....	139.553,04
1.3.1.5	Compensación de reactiva.....	5.009,75
1.3.1.6	Red de tierras y pararrayos.....	25.935,64
1.3.1.7	Canalizaciones.....	44.468,40
1.3.1.8	Grupo electrógeno.....	79.358,93
1.3.2	Control e instrumentación.....	826.006,05
1.3.2.1	Cableado.....	99.186,27
1.3.2.2	PLC e integración en el sistema de control.....	396.100,43
1.3.2.3	Instrumentación.....	330.719,35
1.3.3	Instalación fotovoltaica ETAP.....	733.744,65
1.3.3.1	Captación solar.....	578.732,66
1.3.3.2	Evacuación en corriente alterna.....	153.682,63
1.3.3.3	Medida y antivariado.....	1.329,36
2	CONDUCCIONES.....	11.031.101,71
2.1	Entrada ETAP.....	10.231.225,02
2.1.1	Movimiento de tierras.....	1.874.815,19
2.1.2	Tuberías y piezas especiales.....	7.015.538,73
2.1.3	Anclajes.....	117.129,28

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE
2.1.4	Arquetas, ventosas y desagües.....	490.701,24
2.1.5	Accesos.....	183.084,90
2.1.6	Edificio conexiones.....	549.955,68
2.1.6.1	Movimiento de tierras.....	15.941,36
2.1.6.2	Cimentaciones y muros.....	57.914,59
2.1.6.3	Estructura.....	44.864,64
2.1.6.4	Cerramientos y cubiertas.....	46.400,43
2.1.6.5	Carpintería metálica.....	18.194,33
2.1.6.6	Piezas especiales y elementos electromecánicos.....	318.113,61
2.1.6.7	Instalaciones.....	19.222,80
2.1.6.8	Urbanización y acceso.....	29.303,92
2.2	Salida ETAP.....	616.971,56
2.2.1	Movimiento de tierras.....	92.843,92
2.2.2	Tuberías y piezas especiales.....	511.688,67
2.2.3	Arquetas, ventosas y desagües.....	12.438,97
2.3	Saneamiento.....	182.905,13
2.3.1	Movimiento de tierras.....	107.523,62
2.3.2	Tuberías y piezas especiales.....	63.598,78
2.3.3	Anclajes.....	558,36
2.3.4	Arquetas, ventosas y desagües.....	11.224,37
3	LÍNEA ELÉCTRICA.....	126.971,50
3.1	Línea aérea de media tensión particular.....	47.442,28
3.1.1	Apoyos de principio y fin de línea.....	16.651,26
3.1.2	Apoyos intermedios.....	22.748,76
3.1.3	Conductores.....	6.886,86
3.1.4	Legalización y pruebas.....	1.155,40
3.2	Acometida subterránea al centro de transformación.....	3.134,07
3.2.1	Obra civil.....	612,44
3.2.2	Obra eléctrica.....	1.791,91
3.2.3	Legalización y pruebas.....	729,72
3.3	Centro de transformación de abonado.....	76.395,15
3.3.1	Obra civil.....	14.431,61
3.3.2	Equipos y obra eléctrica.....	60.632,27
3.3.3	Legalización y pruebas.....	1.331,27
4	TELECONTROL.....	255.861,75
5	SERVICIOS AFECTADOS.....	296.738,25
6	MEDIDAS AMBIENTALES.....	338.570,94
6.1	Restauración vegetal.....	207.464,60
6.2	Otras medidas ambientales.....	131.106,34
7	VIGILANCIA AMBIENTAL.....	29.616,40
8	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	1.039.770,52
9	SEGURIDAD Y SALUD.....	222.712,35
10	REDACCIÓN DE MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	5.300,00
11	PUESTA EN MARCHA Y PERIODO DE PRUEBAS.....	761.320,87

Finalmente, se presenta el siguiente resumen del presupuesto anterior:

**PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA.
CONDUCCIÓN DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN Y NUEVA ETAP**

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

1	ETAP	17.126.140,17
2	CONDUCCIONES	11.031.101,71
3	LÍNEA ELÉCTRICA	126.971,50
4	TELECONTROL	255.861,75
5	SERVICIOS AFECTADOS	296.738,25
6	MEDIDAS AMBIENTALES	338.570,94
7	VIGILANCIA AMBIENTAL	29.616,40
8	GESTIÓN DE RESIDUOS	1.039.770,52
9	SEGURIDAD Y SALUD	222.712,35
10	REDACCIÓN DE MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	5.300,00
11	PUESTA EN MARCHA Y PERIODO DE PRUEBAS	761.320,87
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		31.234.104,46

VALOR ESTIMADO DEL CONTRATO

	IMPORTE (€)
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	31.234.104,46
13 % DE GASTOS GENERALES	4.060.433,58
6% DE BENEFICIO INDUSTRIAL	1.874.046,27
SUMA	37.168.584,31
21 % DE I.V.A.	7.805.402,71
VALOR ESTIMADO DEL CONTRATO	44.973.987,02

Asciende el Presente Valor estimado del contrato a la expresada cantidad de **CUARENTA Y CUATRO MILLONES NOVECIENTOS SETENTA Y TRES MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS con DOS CÉNTIMOS (44.973.987,02 €)**.

21. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

El Presupuesto para Conocimiento de la Administración se compone de los siguientes sumandos:

- Presupuesto Base de Licitación, según lo especificado en el Documento Nº 4. Presupuesto.
- Importe de las Expropiaciones. Según se refleja en el Anejo Nº 23. Expropiaciones.
- Presupuesto dedicado a la Actuación Conjunta en conservación, restauración, rehabilitación y enriquecimiento del Patrimonio Histórico Español, según "Acuerdo entre el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y el Ministerio de Cultura y Deporte para la actuación conjunta en el Patrimonio Histórico Español a través del 2% cultural", y estipulado en la Ley 14/2021 de 11 de octubre, con un 2% sobre el Presupuesto Base de Licitación.

En virtud de todo lo anterior, las cantidades que configuran el mencionado Presupuesto para Conocimiento de la Administración figuran en la siguiente tabla:

CONCEPTO	IMPORTE (€)
Presupuesto Base de Licitación (sin IVA)	37.168.584,31
Expropiaciones	125285,52
Conservación del Patrimonio Histórico Español (2% s/P.B.L.)	743.371,69
PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	38.037.241,52

Por todo ello, asciende el presente Presupuesto para Conocimiento de la Administración a la expresada cantidad de **TREINTA Y OCHO MILLONES TREINTA Y SIETE MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y UN EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS (38.037.241,52 €)**.

22. COSTES DE EXPLOTACIÓN

Se ha realizado un estudio de los costes fijos y variables de explotación previstos para la planta en el Anejo nº 16, *Estudio de costes de explotación*, al que se remite para su consulta en detalle.

Se muestra a continuación una tabla resumen de los costes de potabilización en la nueva ETAP prevista:

TOTAL COSTES FIJOS	673.676,10	€/año
Término fijo	1.845,69	€/día
TOTAL COSTES VARIABLES	848.965,81	€/año
Término variable	(9.460.800,00	m3/año) 89,74 €/1000 m3
TOTAL COSTES	1.522.641,91	€/año
Coste específico por caudal	(9.460.800,00	m3/año) 160,94 €/1000 m3

El 70% de los costes fijos será la parte de personal adscrito a la planta potabilizadora, debido a la presencia continua de personal. A diferencia de otras instalaciones de tratamiento de aguas, se entiende la ETAP como una instalación estratégica que debe de ofrecer un servicio continuo y controlado a la población con todas las garantías sanitarias.

En los costes variables, el término de energía es el más importante y supone el 44% de los costes de variables. Dentro de este apartado, hay tres instalaciones que se reparte en el 77,5% del consumo energético:

- 18,21 % del coste fijo, corresponde a la generación de ozono.
- El 14,74% es debido al bombeo intermedio de la ETAP.
- El bombeo al depósito elevado, supone la mayor parte del consumo eléctrico con el 44,55%.

A pesar de ello, los costes totales de potabilización se han estimado en **0.16 €/m3**, que es una cantidad perfectamente asumible para garantizar un agua de calidad y con todas las garantías sanitarias.

23. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

En base a la cuantía de la obra y en función de sus características, según indican el RD 1098/01, de 12 de octubre y el RD 773/2015, de 28 de agosto, se propone que para la presente obra se exija al Contratista la clasificación siguiente:

- Grupo K: Especiales.
- Subgrupo 8: Estaciones de tratamiento de aguas.
- Categoría 4: Cuando la anualidad media excede de 840.000 €.

24. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

Las obras que serán objeto del proyecto presentado, dado el importe previsto y su plazo de ejecución, y por cumplirse el resto de las condiciones impuestas por la legislación vigente al efecto, se propone que los precios de este contrato sean revisables de acuerdo con las disposiciones establecidas por el Decreto 1359/2011, de 7 de octubre.

A tales efectos, se propone la utilización, por considerarse la más apropiada dada la naturaleza de las obras (instalaciones y conducciones de abastecimiento y saneamiento), la fórmula polinómica 561, cuya expresión es:

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

Siendo:

- Kt el coeficiente de revisión para el momento de la ejecución;
- Co el índice del coste del cemento en la fecha de presentación de la oferta económica;

- Ct el índice del coste del cemento en el momento de la ejecución;
- Eo el índice del coste de la energía en la fecha de presentación de la oferta económica;
- Et el índice del coste de la energía en el momento de la ejecución; Po el índice del coste de los productos plásticos en la fecha de presentación de la oferta económica;
- Pt el índice del coste de los productos plásticos en el momento de la ejecución;
- Ro el índice del coste de los áridos y rocas en la fecha de presentación de la oferta económica;
- Rt el índice del coste de los áridos y rocas en el momento de la ejecución; So el índice del coste de los materiales siderúrgicos en la fecha de presentación de la oferta económica
- St el índice del coste de materiales siderúrgicos en el momento de la ejecución; To el índice del coste de los materiales electrónicos en la fecha de presentación de la oferta económica
- Tt el índice del coste de materiales electrónicos en el momento de la ejecución.

25. CÓDIGO CPV

El código CPV de aplicación es: CPV 45252126-7 (Trabajos de construcción de plantas de tratamiento de agua potable).

26. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

DOCUMENTO Nº1. MEMORIA Y ANEJOS

- MEMORIA
 - Anejo 1.- Antecedentes y Autorización de Redacción
 - Anejo 2.- Situación Actual
 - Anejo 3.- Topografía
 - Anejo 4.- Geología y Geotecnia
 - Anejo 5.- Estudio de Calidad de las Aguas. Analíticas.
 - Anejo 6.- Estudio de Demandas y Prognosis Futura
 - Anejo 7.- Estudio de Alternativas
 - Anejo 8.- Trazado y Replanteo Conducciones
 - Anejo 9.- Cálculos Funcionales ETAP
 - Anejo 10.- Cálculos Hidráulicos
 - Anejo 11.- Cálculos Estructurales y Mecánicos

- Anejo 12.- Cálculos Eléctricos
- Anejo 13.- Cálculos de Control y Automatismos
- Anejo 14.- Proyecto de Línea Eléctrica Media Tensión
- Anejo 15.- Estudio y Cálculos de Desodorización de Elementos
- Anejo 16.- Estudio de Costes de Explotación
- Anejo 17.- Normas para Manual de Operación y Mantenimiento
- Anejo 18.- Protección contra Incendios
- Anejo 19.- Justificación de Adecuación a Normativa APQ
- Anejo 20.- Justificación de Precios
- Anejo 21.- Programa de Trabajos
- Anejo 22.- Servicios Afectados y Reposiciones
- Anejo 23.- Expropiaciones
- Anejo 24.- Conexiones Exteriores
- Anejo 25.- Integración Ambiental
- Anejo 26.- Estudio de Residuos de Construcción y Demolición
- Anejo 27.- Estudio de Seguridad y Salud
- Anejo 28.- Presupuesto para Conocimiento de la Administración
- Anejo 29.- Declaración de Obra Completa
- DOCUMENTO Nº2. PLANOS
- DOCUMENTO Nº3 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES
- DOCUMENTO Nº4. PRESUPUESTO

27. DECLARACION DE OBRA COMPLETA

En cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 13, apartado 3, de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, se manifiesta que el presente proyecto define una obra completa, susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente una vez finalizadas, sin perjuicio de las ampliaciones de que posteriormente pueda ser objeto, comprendiendo todos y cada uno de los elementos que son precisos para la utilización de ésta.

Los Ingenieros Autores del proyecto:

Fecha: 23 de mayo de 2.023



Fdo.: Pedro Javier Rivas Salvador

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Colegiado nº 16.602

Fecha: 23 de mayo de 2.023



Fdo.: Néstor Nájera Canal

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Colegiado nº 22.708

El Director del Proyecto y Jefe del Área de Proyectos:

Fecha: 23 de mayo de 2.023



Fdo.: Daniel Gálvez Cruz

El Subdirector de Proyectos, Obras y Explotación:

Fecha: 23 de mayo de 2.023



Fdo.: José Piñero Aneiros

El Director Técnico:

Fecha: 23 de mayo de 2.023



Fdo.: Jerónimo Moreno Gaya