



---

## PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

---

**Contrato:** SERVICIO PARA LA GESTIÓN DEL CENTRO AVANZADO DE TRATAMIENTO  
DE AGUA BILBAO BIZKAIA, CATABB

**Subdirección gestora:** Subdirección de Sostenibilidad, Tecnología e Innovación

### ÍNDICE

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| 1. OBJETO DEL CONTRATO                       | 3  |
| 2. ANTECEDENTES                              | 3  |
| 3. OBJETO DEL SERVICIO QUE SE CONTRATA       | 3  |
| 4. DEFINICION DE INTERESADOS                 | 4  |
| 5. GESTIÓN DEL CATABB                        | 5  |
| 5.1. OPERACIÓN Y DESARROLLO DE PROYECTOS IDI | 5  |
| 5.1.1. OPERACIÓN                             | 5  |
| 5.1.1.1. TAREAS DE OPERACIÓN                 | 5  |
| 5.1.1.2. MANTENIMIENTO                       | 7  |
| 5.1.1.3. LIMPIEZA                            | 8  |
| 5.1.1.4. PERSONAL                            | 8  |
| 5.1.2. PROYECTOS DE I+D+I                    | 8  |
| 5.1.2.1. PERSONAL                            | 8  |
| 5.1.2.2. COMITÉ ASESOR DEL CATABB            | 9  |
| 5.1.2.3. ORIGEN DE LOS PROYECTOS             | 9  |
| 5.1.2.4. EVALUACIÓN DE PROYECTOS             | 10 |
| 5.1.2.4.1. EVALUACIÓN DE PROYECTOS CABB      | 10 |
| 5.1.2.4.2. EVALUACIÓN DE PROYECTOS EXTERNOS  | 10 |
| 5.1.2.5. GESTIÓN DE PROYECTOS                | 10 |
| 5.1.2.6. GESTIÓN DE PERSONAL EXTERNO         | 12 |
| 5.1.2.7. COMUNICACIÓN                        | 12 |
| 5.1.2.8. GESTIÓN DE DATOS                    | 12 |
| 5.1.3. ANALITICAS                            | 12 |



|        |                                                                                                                                                        |    |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.1.4. | REACTIVOS                                                                                                                                              | 12 |
| 5.1.5. | MODIFICACIONES DE LAS INSTALACIONES DEL CATABB                                                                                                         | 13 |
| 5.1.6. | REQUISITOS Y FUNCIONES DEL PERSONAL                                                                                                                    | 13 |
| 5.2.   | PREPARACIÓN DE CONVOCATORIAS PARA PROYECTOS I+D+I                                                                                                      | 15 |
| 6.     | OTROS TRABAJOS INCLUIDOS EN EL CONTRATO (DE CARÁCTER NO PERIODICO)                                                                                     | 15 |
| 6.1.   | CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y LA DIRECCIÓN FACULTATIVA DE LAS OBRAS DE CERRAMIENTO Y REUBICACIÓN DE LA PLANTA. | 15 |
| 7.     | INOPERATIVIDAD DE LA PLANTA                                                                                                                            | 16 |
| 8.     | DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL CATABB                                                                                                            | 16 |
| 9.     | DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL E INDUSTRIAL                                                                                                         | 16 |
| 10.    | PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES                                                                                                                        | 16 |
| 11.    | PRESUPUESTOS PARCIALES Y TOTAL                                                                                                                         | 18 |
| 12.    | ANEJOS                                                                                                                                                 | 19 |

## 1. OBJETO DEL CONTRATO

El objeto del contrato es la prestación del Servicio para la gestión del Centro Avanzado de Tratamiento de Agua Bilbao Bizkaia (CATABB).

El servicio que se contrata comprende todas las labores de gestión del **CATABB**: operación y desarrollo de proyectos I+D+i y preparación de convocatorias para proyectos I+D+i. Así mismo se incluyen otros trabajos (de carácter no periódico): la redacción de proyecto y dirección de obra del cerramiento y reubicación de la planta.

## 2. ANTECEDENTES

El Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia, CABB, ha proyectado y construido la Planta piloto para ensayos de tratamiento de aguas del río Nervión en Etxebarri durante los años 2017 y 2018, con una inversión superior a un millón de euros. Desde entonces, se han realizado distintos proyectos de I+D+i promovidos por el propio CABB u otras entidades, con el apoyo de empresas explotadoras y centros tecnológicos. Para la realización de esos trabajos se han realizado algunas ampliaciones y mejoras de las instalaciones. La relación de proyectos realizados y la metodología de trabajo se adjunta en el Anejo 3: Documento Director.

El 28 de febrero de 2019, se suscribió el “CONVENIO MARCO DE COLABORACIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO/EUSKAL HERRIKO UNIBERTSITATEA Y EL CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA PARA CONTRIBUIR AL FORTALECIMIENTO DE LA EDUCACIÓN, FORMACIÓN, INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN EL CAMPO DE LA GESTIÓN DE AGUA”. En el mismo se reconoce que *“el CABB incluye entre sus objetivos estratégicos, el ser un referente en las áreas de conocimiento, innovación y gestión del ciclo del agua, mediante el seguimiento y aplicación de las tecnologías más avanzadas, fomentando el talento y la capacidad innovadora, por lo que ambas Instituciones están llamadas a desempeñar un papel fundamental en el desarrollo científico y sus aplicaciones, siendo el intercambio de experiencia y conocimientos científicos y técnicos entre el personal de ambas y con el resto de agentes del tejido económico del mayor interés para su progreso y el servicio a la sociedad”*.

Con objeto de dar cumplimiento a esas premisas, el CABB pretende dar un impulso más a la Innovación poniendo a disposición de otros equipos de I+D+i las instalaciones de la Planta Piloto, y las nuevas que se creen dentro de este contrato, para el desarrollo de proyectos relacionados con la gestión del agua urbana, por lo que constituye el **Centro Avanzado de Tratamiento de Agua Bilbao Bizkaia (CATABB)**.

## 3. OBJETO DEL SERVICIO QUE SE CONTRATA

El objetivo del servicio que rige las condiciones de este Pliego es la gestión del **CATABB**, estando incluidos los siguientes conceptos:

### 1. Gestión del CATABB:

#### 1.1. Operación y desarrollo de proyectos I+D+i

1.1.1. Operación: Incluye todas las actuaciones a realizar por el adjudicatario de operación y mantenimiento necesarias en el CATABB.

1.1.2. Proyectos de I+D+i. Se incluye la dedicación por parte del adjudicatario necesaria para llevar a cabo proyectos de I+D+i.

1.1.3. Analítica. Incluye los elementos necesarios para llevar a cabo la analítica en el Centro, o externalizar la parte que no se pueda llevar a cabo en el mismo.

1.1.4. Reactivos: Los necesarios para operar el centro.

1.1.5. Modificaciones de proceso. Se han previsto una serie de modificaciones en la planta en función de la experiencia acumulada.

- 1.2. Preparación de convocatorias para proyectos I+D+i: Los proyectos de I+D+i también pueden venir por participación en convocatorias a nivel regional, estatal e internacional que pueden incluir la obtención de fondos que permitan financiar parcial o totalmente los proyectos de investigación, así como cofinanciar la gestión del CATABB. Se ha previsto una dedicación de horas de personal especializado para suplir la no disposición de medios por parte del Consorcio para la participación en este tipo de proyectos, tanto en la convocatoria en sí como en el desarrollo del proyecto, si fuese necesario.

Así mismo se incluyen otros trabajos, de carácter no periódico:

2. Otros trabajos incluidos en el contrato:

- 2.1. Redacción de proyecto y Dirección de obra de cerramiento y reubicación de la planta piloto.

Con respecto a los proyectos de I+D+i, entre otros proyectos, es de máximo interés para el CABB determinar las implementaciones y mejoras a realizar en la ETAP Venta Alta, para que pueda tratar el agua captada del río Nervión en Etxebarri y obtener un agua producto que cumpla mínimamente la legislación vigente, por la que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. Se deben considerar los distintos escenarios de calidad de agua bruta en el cauce a lo largo del año en situaciones normales y excepcionales, y la eliminación de sustancias prioritarias de las Normas de Calidad Ambiental, así como de sustancias de preocupación emergente, preferentes, bacterias resistentes u otros contaminantes.

El contrato que se licita supone una oportunidad para el adjudicatario de colaborar con un ente público de la gestión del ciclo del agua urbana, en el desarrollo de la innovación en este campo incluido entre los ODS, entrando de lleno en la Innovación abierta (Open Innovation). Así mismo, se ofrece la oportunidad de desarrollar proyectos propios en el ámbito del contrato, siempre que sean de interés para el CABB; la coparticipación en proyectos promovidos por el propio CABB u otros entes públicos o privados; y, por supuesto, compartir la propiedad intelectual de los éxitos alcanzados, mediante la posible comercialización de productos o servicios nuevos.

#### 4. DEFINICION DE INTERESADOS

- CABB: Consorcio de Agua Bilbao Bizkaia. Es la propiedad del centro y organización licitadora.
- Adjudicatario: Empresa, UTE o consorcio que gestiona el CATABB durante la duración del contrato.
- CATABB: Centro Avanzado de Tratamiento de Agua Bilbao Bizkaia.
- Comité asesor del CATABB: Organismo pluriorganizacional de seguimiento de los proyectos.
- Entidad proponente: Entidad que propone un proyecto de I+D+i al CATABB, puede ser el CABB, el adjudicatario, la UPV/EHU, o cualquier ente público o privado.
- UPV/EHU: Universidad del País Vasco, con quien el CABB tiene un Convenio de colaboración.
- Equipo científico-técnico: Equipo multidisciplinar que forma parte del Adjudicatario para el asesoramiento científico y tecnológico.
- Responsable del contrato: responsable del contrato por parte del CABB, y representante de este ante el adjudicatario.
- Responsable del Adjudicatario: responsable técnico por parte del Adjudicatario.

## 5. GESTIÓN DEL CATABB

### 5.1. OPERACIÓN Y DESARROLLO DE PROYECTOS IDI

#### 5.1.1. OPERACIÓN

Dentro de la operación se consideran las labores de operación y mantenimiento, y el adjudicatario se deberá hacer cargo de todos los gastos generados durante la duración del contrato.

Los gastos que como mínimo deberá tener en cuenta serán:

- Personal
- Consumibles en general
- Teléfonos móviles
- Comunicaciones, WIFI, etc.
- Seguros
- Mensajería
- Transportes
- Material de Oficina
- Productos de limpieza industriales
- Vehículo para desplazamientos
- Seguridad y salud. EPI's
- Vestuario Laboral
- Limpieza de la instalación
- Mantenimiento

Dentro de los espacios a operar y mantener se considerarán incluidas todas las nuevas instalaciones/modificaciones que se creen dentro del presente pliego, excluyendo las nuevas instalaciones generadas en las obras que el Consorcio ejecutará durante este contrato, y especificadas en el apartado de “Otros trabajos incluidos en el contrato”. Para la operación y mantenimiento de las instalaciones generadas en dichas obras, se realizará una modificación del contrato.

Los gastos de energía eléctrica y agua potable para un uso normal de la planta, tomando como referencia los del año anterior, serán asumidos por el CABB.

Se realizarán reuniones de seguimiento de la operación y mantenimiento y se deberá presentar un informe mensual detallando las labores realizadas.

##### 5.1.1.1. TAREAS DE OPERACIÓN

El adjudicatario deberá realizar las siguientes tareas:

- Adaptar la planta piloto a la configuración elegida cada semana.
- Ajustar y poner a punto cada proceso.
- Verificación del correcto funcionamiento de los equipos.

- Gestión y trabajo con Kits de analíticas (DQO, Nitratos, fosfatos, fosforo tota, hierro, aluminio, ozono en agua, amonio, dióxido de cloro, cloro libre, manganeso, ozono)
- Realización de dos rondas de muestreos diarias
- Calibración de equipos de medición en continuo
- Ajuste de dosificación de reactivos.
- Purga de compresores.
- Gestión de reactivos de la planta piloto.
- Análisis químicos en el laboratorio.
- Integración de los resultados obtenidos en las hojas de control.
- Gestión de la administración de la planta piloto (material oficina, productos industriales, vestuario, comunicaciones, gestión de seguros)
- Organización de la logística de la planta piloto.
- Gestión de modificaciones en la planta.
- Puesta en marcha y calibración de equipos tras periodo de parada.
- Limpieza de las instalaciones comunes.
- Seguridad y Salud de la instalación incluyendo formaciones en términos de seguridad y salud (riesgo eléctrico, riesgo químico)
  - Asistencia a las reuniones de seguimiento de operación.

Así mismo, dentro de este apartado estará incluido la realización de las siguientes tareas relacionadas con trabajo del equipo científico-tecnológico:

- Planificación anual de proyectos I+D+i: A comienzo de año se presentará una planificación que incluya tanto los proyectos principales como los secundarios.
- Revisión de la planificación anual y seguimiento: Asesoramiento y participación en el diseño de las diversas configuraciones, realizando un seguimiento de la experimentación y un análisis de los resultados, aportando su conocimiento y criterio técnico en el análisis y la toma de decisiones.
- Actualización del documento director: Actualización del documento director sobre la planta piloto, la experimentación realizada, informes y conclusiones obtenidas y planificación de la actividad a realizar.
- Asistencia a reuniones de operación: Asesoramiento científico en las reuniones de seguimiento y planificación.
- Apoyo a los trabajos de ensayo y análisis de las aguas de captación y proceso: Apoyo analítico en la explotación de la planta piloto (SUVA, TOC, Jar-Test, tratamientos de aguas...)
- Supervisión de actividades de planta piloto y laboratorio: Visitas técnicas a la planta piloto y el laboratorio para realizar un seguimiento de la forma de realización de análisis y estado de la planta piloto.

#### 5.1.1.2. MANTENIMIENTO

El adjudicatario será el responsable y asumirá todos los gastos que conlleve, el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de la instalación.

Las tareas mínimas de mantenimiento que deberá realizar serán:

- Mantenimiento de instrumentación general de la planta
- Mantenimientos reglamentarios
- Planificación y control de los mantenimientos especializados contratados (Trihalometanos, TOC, ozono, UV, generación de ozono, dióxido de cloro)
- Mantenimiento equipos electromecánicos
- Mantenimiento de tuberías, estructuras, casetas, etc.

En el ANEJO 4, se describen las instalaciones que conforman el CATABB, y que son objeto de mantenimiento.

Adicionalmente, en el ANEJO 5, Listado Equipos Mecánicos e Instrumentación, se listan los equipos electromecánicos e instrumentación con sus marcas y modelos.

El mantenimiento de los equipos e instrumentación llevará incluido los fungibles, repuestos y reparaciones correspondientes.

Se deberá contratar mantenimiento especializado con la empresa suministradora de la misma, como mínimo para:

- Los equipos de instrumentación en general.
- Medidor de Trihalometanos.
- Medidor de TOC.
- Los equipos de ozono.
- Los equipos de ultravioletas.
- Los equipos de cloro y dióxido de cloro.
- Otros equipos que se instalen a lo largo del contrato y lo requieran.

Se deberá entregar un plan de mantenimiento, con unas gamas, que detallen el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo que se va a hacer.

Se deben incluir así mismo los mantenimientos reglamentarios: Protección contra incendios, Baja tensión, etc.

El objetivo mínimo es alcanzar una disponibilidad de equipos en máquinas, instrumentación, válvulas, electricidad y control, del 98%.

El adjudicatario deberá usar el programa PRISMA para la gestión del mantenimiento. Actualmente la planta piloto no está dada de alta en el programa PRISMA, por lo que el adjudicatario deberá crear un árbol de activos y darlo de alta en el programa, siguiendo la especificación del CABB. La licencia del programa será suministrada por el Consorcio.

#### **5.1.1.3. LIMPIEZA**

El adjudicatario contratará a una empresa especializada las labores de limpieza de las dependencias de la planta con la siguiente periodicidad mínima:

- Oficinas, laboratorio, sala de reuniones, aseos. Dos veces por semana.
- Limpieza general del centro: Semestral.

Así mismo el Adjudicatario deberá realizar a su coste la desinsectación, desinfección y desratización.

#### **5.1.1.4. PERSONAL**

Todos los gastos originados por el personal serán a cuenta del Adjudicatario. El CABB no tendrá relación jurídica ni laboral con el personal perteneciente a la empresa adjudicataria durante la vigencia del Contrato, ni a su terminación.

Para la estimación del apartado de operación en el presupuesto se ha realizado de dedicación mínima al contrato:

- Responsable del adjudicatario: 4 horas/semana
- Equipo científico-tecnológico: 8 horas/semana
- Responsable del CATABB: 50% de su jornada
- Responsable de explotación: 100%
- Responsable de mantenimiento: 100%
- Analista de laboratorio: 100%

#### **5.1.2. PROYECTOS DE I+D+I**

El adjudicatario será el responsable de llevar a cabo los proyectos de I+D+i, que pueden ser propuestos por el CABB, por el propio adjudicatario o por entidades externas.

Con el objetivo de maximizar la utilización del centro se ha previsto la realización de varios proyectos simultáneamente. A modo de ejemplo se muestra la planificación de proyectos para un año tipo en el anejo 8, Planificación proyectos CATABB. En esta planificación se muestran una serie de proyectos principales, que son los que necesitarán la utilización del centro en su totalidad, o gran parte del mismo, (mayor del 75%). Al mismo tiempo se muestran una serie de proyectos secundarios que se pretenden llevar a cabo en paralelo con los proyectos principales y haciendo un uso parcial del centro (menor del 25%).

El abono de la dedicación del adjudicatario a los proyectos, tanto principales, como secundarios, se realizará por mes de dedicación. Se estima que se pueden realizar en paralelo un mínimo de 1 proyecto principal y 2 proyectos secundarios durante todos los meses. En el que caso de que la duración de un proyecto no sea mes completo, se abonará la parte proporcional.

##### **5.1.2.1. PERSONAL**

Para la ejecución de todos los proyectos arriba indicada se ha estimado una dedicación mínima por parte del adjudicatario. Esta dedicación es adicional a la contemplada en el apartado de operación:

- Responsable del adjudicatario: 4 horas/semana



- Responsable del CATABB: 50% de su jornada
- Equipo científico tecnológico: 16 horas/semana

#### **5.1.2.2. COMITÉ ASESOR DEL CATABB**

Existirá un comité encargado del seguimiento de los proyectos de I+D+i llevados a cabo en el CATABB, con las siguientes funciones:

- Supervisión y validación de las propuestas de proyectos.
- Asesoramiento técnico al CABB sobre las propuestas y los proyectos.
- Seguimiento de los proyectos.

El comité asesor estará formado, al menos, por:

- El responsable del contrato, del CABB
- Un representante de la Subdirección de laboratorio del CABB
- Un representante de la Subdirección de Explotación de Abastecimiento del CABB
- Un representante del Adjudicatario.
- Un representante de la UPV/EHU, designado desde el Convenio Marco de Colaboración entre UPV/EHU y CABB vigente.

El CABB podrá sustituir las subdirecciones representadas en el comité por otras, en función de los proyectos que se estén desarrollando.

Los miembros del comité podrán proponer otros actores para su participación de forma puntual o periódica.

El comité se reunirá periódicamente, con una frecuencia mínima de 2 meses, para realizar sus funciones, y cuando sea requerido por alguno de sus miembros.

#### **5.1.2.3. ORIGEN DE LOS PROYECTOS**

Los proyectos a realizar en el ámbito del CATABB serán aprobados por el CABB, tras la validación por parte del comité asesor y estarán relacionados con la gestión del ciclo integral del agua urbana.

El origen de los proyectos podrá ser:

- Proyectos CONSORCIO: Ideas surgidas del propio CABB gestionadas a través del Sistema de Gestión de Innovación, SGI.
- Proyectos EXTERNOS:
  - Propuestas realizadas por el adjudicatario, tanto las que se incluyan en la licitación, como otras posteriormente presentadas al CABB.
  - Acuerdos con la UPV/EHU en el marco del Convenio vigente o su renovación.
  - Propuestas de otros entes públicos o privados para desarrollo de proyectos de I+D+i, así como de utilización de banco de pruebas de nuevas tecnologías.

A la entidad que haga la propuesta de proyecto se le denominará Empresa Proponente.

Todas las propuestas serán analizadas por el adjudicatario, quien presentará un informe de alcance o viabilidad al comité asesor para su validación.

#### **5.1.2.4. EVALUACIÓN DE PROYECTOS**

##### **5.1.2.4.1. EVALUACIÓN DE PROYECTOS CABB**

Las propuestas de estos proyectos serán realizadas por el CABB. El adjudicatario, tras las indicaciones del CABB, redactará un informe de alcance, que incluya los objetivos, planificación, recursos y objetivos esperados.

##### **5.1.2.4.2. EVALUACIÓN DE PROYECTOS EXTERNOS**

Las propuestas de estos proyectos serán realizadas por el Adjudicatario, u otros entes públicos o privados.

En este caso el adjudicatario deberá presentar un informe de viabilidad, que incluya una valoración científica, técnica y económica de los mismos, al comité de seguimiento, quien lo validará para posterior aprobación por el CABB.

En el citado informe se incluirá una planificación del desarrollo del proyecto propuesto, contemplando las necesidades de utilización de las instalaciones y su compatibilidad con otros proyectos, las necesidades de personal, las inversiones y gastos necesarios, etc., así como la rentabilidad y resultados esperados.

Dentro de la parte económica del informe, evaluará los distintos costes del proyecto, tanto de los entes que los propongan, como de los propios del adjudicatario (entendiendo estos como de gestión y ejecución del proyecto).

Para la elaboración de dicho informe, el adjudicatario deberá contar con el equipo científico-técnico especializado en los distintos ámbitos de la gestión del ciclo urbano del agua.

El adjudicatario será responsable de redactar el acuerdo de colaboración con la entidad proponente de acuerdo con lo especificado en el presente pliego.

#### **5.1.2.5. GESTIÓN DE PROYECTOS**

El Adjudicatario tendrá a su cargo la gestión completa de la ejecución de los proyectos, tanto del CABB como externos, incluyendo en este caso la formalización y gestión de la documentación requerida, coordinación, seguimiento del proyecto, prevención de riesgos laborales, etc.

Se llevarán a cabo reuniones de seguimiento quincenales en las que se presentará un informe de seguimiento de cada proyecto.

El adjudicatario presentará al comité asesor, con una frecuencia de dos meses, un informe de la situación de los proyectos en ejecución para su seguimiento tanto técnico, como económico.

En caso necesario, presentará propuesta justificada con las modificaciones técnicas o económicas que se requieran en el desarrollo del proyecto.

Al finalizar cada proyecto, en el plazo máximo de un mes, presentará un informe final del proyecto que incluirá un resumen de todos los trabajos realizados, incidencias significativas, resultados y conclusiones. Así mismo, presentará una propuesta de artículo para publicaciones técnicas, presentaciones en congresos, etc., de acuerdo al formato del CABB. Por último, en el caso de aplicabilidad de la tecnología desarrollada propondrá el reparto de los derechos de propiedad intelectual e industrial, de acuerdo con el artículo del presente Pliego que recoge estas cuestiones.

Anualmente el Adjudicatario presentará un informe con la relación de proyectos llevados a cabo para su seguimiento tanto técnico, como económico.

Al comienzo de cada año el adjudicatario presentará un calendario con los proyectos previstos, y mantendrá este calendario actualizado durante todo el año, y todo el contrato.

La redacción de los informes del presente contrato seguirá los procedimientos del SGI del CABB. En caso de no existir procedimiento para un determinado uso, el Adjudicatario propondrá uno nuevo.

En aquellos proyectos que se considere que puedan financiarse a través de los distintos programas europeos, nacionales, autonómicos o locales, el adjudicatario se encargará de preparar la documentación a presentar, buscar y gestionar la participación de otros posibles socios y gestionar las distintas fases de presentación, evaluación, ejecución y cierre de los proyectos ante los organismos correspondientes.

Además de las mencionadas, las tareas del adjudicatario en lo que respecta a los proyectos IDI serán:

Por parte del responsable del CATABB:

- Definición de las investigaciones a realizar.
- Desarrollar la investigación prevista semana a semana y mantenerla actualizada en un calendario al efecto.
- Definición de ensayos a realizar en el futuro.
- Toma de muestras en la planta piloto.
- Integración de los datos obtenidos en las hojas de control para elaboración de los informes.
- Elaboración de gráficos.
- Preparación de informes de las reuniones de seguimiento semanales.
- Elaboración y distribución de las Actas de reunión.
- Elaboración de informes mensuales.

Por parte del equipo científico-tecnológico:

- Asesoramiento científico-tecnológico en la explotación de la planta piloto bajo las diferentes configuraciones y situaciones, así como en aspectos técnicos relacionados con los procesos de tratamientos de aguas y otros de investigación desarrollados por terceros (Ej.: UPV-EHU)
- Revisión de informes y artículos (monográficos, mensuales, semanales, actas, TFM's, informes master, artículos y presentaciones...): Participación, asesoramiento y revisión de informes, artículos y documentación.
- Contribución a la generación de nuevas propuestas de proyecto: Aportar ideas para la realización de nuevas propuestas tecnológicas propias del Consorcio (nuevos proyectos de I+D+i) y otras para la ejecución de terceros (ej.: TFM's, proyectos Master)
- Supervisión de actividades de planta piloto y laboratorio: Visitas técnicas a la planta piloto y el laboratorio para realizar un seguimiento de la forma de realización de análisis y estado de la planta piloto.
- Apoyo en la realización de informes y presentaciones.

El adjudicatario podrá intercambiar las tareas de cada parte si así lo cree conveniente para una mejora del servicio.

#### **5.1.2.6. GESTIÓN DE PERSONAL EXTERNO**

El Adjudicatario tendrá a su cargo la coordinación del personal externo adscrito parcial o totalmente a la ejecución de proyectos, así como de alumnos en prácticas, doctorandos, especialistas de otras entidades, etc., cuando su trabajo se desarrolle en las instalaciones del Consorcio.

En todos los casos, el adjudicatario será responsable de la formalización y gestión de la documentación requerida, coordinación, prevención de riesgos laborales y su documentación asociada, etc., tanto de su personal como del personal externo participante en proyectos del CATABB.

Respecto a Prevención, el adjudicatario trabajará en estrecha relación con el departamento de prevención de riesgos laborales del CABB para gestionar toda la documentación asociada.

#### **5.1.2.7. COMUNICACIÓN**

El adjudicatario creará y mantendrá un portal web para publicar la disponibilidad del CATABB para proyectos de I+D+i, así como los proyectos y actividades que allí se realicen. Este portal estará alojado en la web general del CABB, y seguirá el estilo de esta. El diseño y uso de software seguirá las instrucciones y normativa del CABB en cuanto a Ciberseguridad.

Así mismo, el adjudicatario, será responsable de realizar acciones de comunicación de las acciones del CATABB mediante conferencias, webinars, videos, redes sociales, etc.

#### **5.1.2.8. GESTIÓN DE DATOS**

Los proyectos de I+D+i que se llevan a cabo en el CATABB generan una gran cantidad de datos. El adjudicatario deberá poner a disposición del Centro de un software de gestión de grandes volúmenes de datos basados en el Big Data, y con capacidad de compartir (no válidos aquellos para trabajo exclusivo en local).

### **5.1.3. ANALÍTICAS**

Durante la ejecución del contrato se han previsto la realización de una serie de analíticas y trabajo de laboratorio, que el adjudicatario debe realizar. Se ha considerado una serie de material para este fin tal y como se define en las mediciones del presupuesto. El adjudicatario será el responsable del suministro, utilización, y gestión de residuos de este material.

### **5.1.4. REACTIVOS**

Durante la ejecución del contrato se necesitará la dosificación de los siguientes reactivos, cuyas mediciones están definidas en el presupuesto:

- Policloruro de aluminio al 39%
- Sulfato de alúmina al 27%
- peróxido de hidrógeno al 35%
- almidón
- polyadmac
- carbón activo en polvo



- permanganato potásico
- hidróxido de sodio al 25%
- cloro gas. Botella 100 kg
- ácido clorhídrico
- clorito sódico

El adjudicatario será el responsable del suministro, almacenamiento, carga, utilización y gestión de envases, de los reactivos.

#### **5.1.5. MODIFICACIONES DE LAS INSTALACIONES DEL CATABB**

Durante el periodo de duración del contrato, se podrán realizar modificaciones en las instalaciones del CATABB, adicionalmente a las obras que el Consorcio va a ejecutar durante este contrato, y especificadas en el apartado “Otros trabajos incluidos en el contrato”. Esas modificaciones se realizarán a cargo del vigente contrato según los conceptos especificados en las mediciones del presupuesto.

Los precios de las modificaciones realizadas se entienden instaladas y puestas en servicio, así como con la actualización de los proyectos de obras ejecutadas, incluyendo los modelos BIM. Así mismo, se deberá actualizar la documentación de los anejos del presente pliego: Anejo 3 Documento Director y Anejo 5: Listado de Equipos Mecánicos e Instrumentación.

#### **5.1.6. REQUISITOS Y FUNCIONES DEL PERSONAL**

La descripción de los requisitos y funciones del personal es la siguiente:

##### ***RESPONSABLE DEL ADJUDICATARIO***

Se requiere una persona que deberá acreditar una titulación profesional de licenciado/a o Máster en química, biología o Ingeniería Industrial y una experiencia mínima de 10 años en trabajos de Ingeniería en la gestión integral del ciclo del agua urbana, y con experiencia en la dirección de proyectos de I+D+i. Será la persona encargada de coordinar con el CABB los proyectos a realizar y de interpretar, junto con el Equipo científico-tecnológico y el responsable del CATABB, los resultados. Formará parte del comité asesor. Entre sus cometidos están:

- Supervisión de las actividades del CATABB.
- Relación con el Responsable de Contrato del CABB.
- Dirigir el equipo asignado al contrato.
- Asistir a las reuniones de operación, que, con frecuencia quincenal, se realizarán entre el adjudicatario y el CABB para el seguimiento de los trabajos.
- Asistir a las reuniones de gestión de proyectos IDi, que, con frecuencia quincenal, se realizarán entre el adjudicatario y el CABB para el seguimiento de los trabajos.
- Colaborar en coordinación con el CABB en la divulgación de los resultados obtenidos.

##### ***EQUIPO CIENTIFICO-TECNOLÓGICO***

El adjudicatario contará con un equipo multidisciplinar para el asesoramiento científico y tecnológico sobre los proyectos de I+D+i a evaluar y desarrollar. Abarcarán todas las disciplinas relacionadas con la gestión integral del ciclo del agua urbana. Para formar el equipo podrán contar con personal propio o ajeno, mediante UTE, o consorcio con Centros Tecnológicos especializados o

similares. Acreditará amplia experiencia en contratos de investigación relacionados con la gestión integral del ciclo del agua urbana. Asistirá a las reuniones de operación y gestión de proyectos.

#### ***RESPONSABLE DEL CATABB***

Se requiere de un perfil de Investigador licenciado/a o Máster en química, biología o en Ingeniería Industrial con experiencia acreditada de más de 5 años en proyectos de I+D+i o como responsable de operación y mantenimiento de Plantas Piloto. Será la persona encargada de gestionar todos los trabajos que se llevan a cabo en el CATABB, incluyendo todas las modificaciones del proceso necesarias para implementar las pruebas, estudios y configuraciones de proceso que se requieran. Realizará el análisis de datos y resultados de los proyectos en coordinación con el responsable del adjudicatario y el personal del CABB. Así mismo, deberá ser el responsable de atraer proyectos al CATABB. Entre sus funciones estará la gestión de personal del CATABB (responsable de explotación, responsable de mantenimiento, responsable del laboratorio), y coordinación/gestión de personal externo. Asistirá a las reuniones de operación y gestión de proyectos.

#### ***RESPONSABLE DE OPERACIÓN***

Se requiere de un perfil de licenciado/a o Máster en química, biología o en Ingeniería Industrial, con experiencia acreditada de más de 5 años en trabajos de Operación de Plantas de tratamiento de agua, así como experiencia como responsable de operación de Plantas Piloto. Entre sus funciones estará la operación de la planta siguiendo las indicaciones del responsable del CATABB, ajustar los parámetros de explotación, toma de muestras y realización de ensayos en el laboratorio del CATABB, gestionar los consumibles, labores de seguridad y prevención, atención a visitas.

#### ***RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO***

Se requiere de un perfil de oficial electromecánico, con experiencia de 5 años en operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua, así como experiencia en plantas piloto. Deberá tener conocimientos electrónicos: PLC, SCADA, instrumentación y del equipamiento específico del CATABB. Entre sus funciones estará el mantenimiento de la planta siguiendo las indicaciones del responsable CATABB, realizar las revisiones de mantenimiento y coordinación de las actuaciones de reparaciones que fueran necesarias, mantenimiento de la limpieza y orden en las instalaciones. Así mismo dentro de sus funciones estarán: soporte al equipo de trabajo del CATABB en toma de muestras, control de la operación, ejecución de pequeñas modificaciones, etc.

#### ***ANALISTA DE LABORATORIO***

Se requiere de un perfil de licenciado/a en química o biología con una experiencia acreditada de más de 5 años en plantas de tratamiento de agua, así como experiencia en plantas piloto. Entre sus principales funciones estarían: realizar ensayos y determinaciones analíticas (espectrofotometría, cromatografías, pH, Conductividad, DQO, DBO5, ensayos microbiológicos, etc....) así mismo gestionar los datos generados en los ensayos de acuerdo con los procedimientos establecidos. Parte de las analíticas necesarias para los proyectos se realizan en el laboratorio del CABB de Venta Alta. Durante la duración del contrato la persona analista del laboratorio puede tener que realizar su jornada en el laboratorio del CABB, al no existir todos los equipos necesarios en el CATABB.

## 5.2. PREPARACIÓN DE CONVOCATORIAS PARA PROYECTOS I+D+I

Los proyectos de I+D+i pueden venir por participación en convocatorias a nivel regional, estatal e internacional para la obtención de fondos que permitan financiar parcial o totalmente los proyectos de investigación, así como cofinanciar la gestión del CATABB. Se ha previsto una serie de horas de distintos perfiles técnicos para suplir la no disposición de medios por parte del Consorcio para la participación en este tipo de proyectos, tanto en la convocatoria en sí como en el desarrollo del proyecto, si fuese necesario.

Dentro de los objetivos a cargo de este apartado estará la redacción de un Plan para la captación de fondos para la financiación del CATABB y de los proyectos que en él se llevan a cabo.

## 6. OTROS TRABAJOS INCLUIDOS EN EL CONTRATO (DE CARÁCTER NO PERIODICO)

Los trabajos que se muestran a continuación podrán ser ejecutados por separado, conjuntamente, o incluso no ejecutarse, en función de las necesidades futuras del CABB. En ningún caso esto supondrá una indemnización o reclamación por parte del adjudicatario.

Las fechas que se han estimado para el cálculo de anualidades es:

- Redacción de proyecto: Año 1 del contrato
- Dirección de obras: Año 3 de contrato.

Las fechas definitivas se definirán por el CABB según necesidades del contrato.

La redacción del proyecto se realizará según lo descrito en el anejo 7. El proyecto y las obras se llevarán a cabo mediante metodología BIM.

### 6.1. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y LA DIRECCIÓN FACULTATIVA DE LAS OBRAS DE CERRAMIENTO Y REUBICACIÓN DE LA PLANTA.

Dentro de este contrato estará incluida la redacción del proyecto de construcción y dirección facultativa de las obras de cerramiento y reubicación de la planta piloto.

El adjudicatario será el responsable de la redacción del proyecto arriba indicado, así como de la realización de todas las consultas y autorizaciones necesarias. El proyecto será totalmente constructivo. Una vez redactado el proyecto, el CABB procederá a su aprobación y a la licitación pública de las obras. Tras la adjudicación de las obras, se ejecutarán, siendo el adjudicatario del presente contrato el responsable de la dirección facultativa de las mismas.

En la situación actual la planta tiene limitado su crecimiento y con esta reubicación dentro de la misma parcela, se pretende evitar esa limitación. Adicionalmente se pretende realizar un cerramiento perimetral a la planta. El adjudicatario será responsable de la dirección facultativa de esta obra. En el anejo 6 del presente pliego se incluye información de los trabajos que se realizarán dentro de la misma.

Con respeto al cerramiento, el CABB ya dispone de un proyecto redactado del cerramiento, pero este tiene unas dimensiones menores de las que se piden actualmente. Por ello, el adjudicatario utilizará este proyecto existente como base para el proyecto que tiene que redactar.

Tras la ejecución de las obras se deberán actualizar todos los proyectos de obras ejecutadas afectados.

La información sobre el alcance del proyecto se incluye en el anejo 6 del presente pliego.

## 7. INOPERATIVIDAD DE LA PLANTA

La obra de cerramiento y reubicación de la planta piloto tendrá una duración estimada de 8 meses. Las dos actividades principales de la obra son la ejecución del cerramiento perimetral y la reubicación de la planta. La ejecución del cerramiento puede afectar a la operación de la planta, al ser pequeño el espacio entre una instalación y otra. Por ello el adjudicatario, adicionalmente a ser el responsable de la dirección facultativa, colaborará con el contratista de las obras para el bien común de los dos contratos.

Sin embargo, es la reubicación de la planta, la parte de la obra que más va a afectar al contrato, ya que para esta reubicación hay que desmontar la planta de su ubicación original y volver a montarla en la nueva ubicación. Durante este periodo, que se estima en unos 3 meses, la planta no estará operativa.

Las fechas aquí indicadas son orientativas, y será el adjudicatario, en la redacción del proyecto de construcción de la obra, quien defina exactamente los plazos.

## 8. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL CATABB

Las instalaciones son las descritas en el ANEJO 4.

Tal y como se refleja en el apartado de “Otros trabajos incluidos en el contrato” del presente pliego, durante el presente contrato se va a realizar una obra de cerramiento y reubicación, que cambiará la ubicación, superficie y el cubrimiento exterior de la planta.

El adjudicatario será el responsable de la operación y mantenimiento tanto de las instalaciones existentes como de las nuevas.

## 9. DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL E INDUSTRIAL

Como criterio general, los derechos de propiedad intelectual de los productos, tecnologías o servicios que resulten de los proyectos de I+D+i serán compartidos, según lo siguiente:

- CABB: Uso ilimitado en tiempo y espacio (licencia libre no exclusiva)
- Entidad proponente: comercialización de productos o servicios

La entidad proponente estará obligada a conceder al CABB acceso ilimitado a los resultados de la investigación y desarrollo gratuitamente para su uso y a conceder acceso a terceros en condiciones de mercado, por ejemplo, mediante licencias no exclusivas.

No obstante, en cada proyecto concreto, tanto interno como externo, se establecerán los criterios concretos a aplicar en cada caso, mediante la firma de un acuerdo de colaboración.

En los casos de proyectos externos, donde la Entidad proponente no sea el Adjudicatario, el CABB se reserva el derecho de poder establecer un acuerdo entre las dos partes, sin que el Adjudicatario tome parte del mismo, más allá de las labores de gestión, y sin participar en la I+D+i, resultados y/o propiedad industrial e intelectual.

## 10. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Corresponderá al Adjudicatario la organización de los recursos necesarios para el desarrollo de las actividades preventivas durante la prestación del servicio, e incluidos todos los gastos que ello genere.

En el plazo de un mes a partir del inicio del servicio, el Adjudicatario elaborará el Plan de Prevención en el que han de constar las obligaciones a que se somete:

#### **a) Evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva**

- Evaluación de riesgos específica de las labores a realizar en las distintas instalaciones objeto de este Pliego.
- Detalle de todas las medidas de seguridad a observar, y operación por operación.
- Plan de localización inmediata del contenido de la medida de seguridad e interpretación de esta para ser usada en todo momento.
- “Protocolo” detallado a seguir en la realización de cada trabajo que implique la adopción de determinadas medidas de seguridad.
- Plan de seguimiento y control para que se observen en todo momento las medidas de seguridad necesarias, detalle del personal que va a efectuar el mismo, y su categoría profesional dentro del organigrama de la empresa.
- Designación del responsable de seguridad durante el periodo de vigencia del contrato, quedando documentado el nombramiento.
- En caso de subcontratación se requerirá la designación de Responsable de Seguridad en empresa subcontratista.
- Relación de “medios” materiales necesarios para garantizar la aplicación del plan de prevención en todo momento, comprendiendo:
  - Distribución sobre plano en los diferentes puntos de la instalación, si procede.
  - Plan de mantenimiento de esos medios siempre en perfectas condiciones de uso, si procede.
  - “Medios” cuyo suministro y conservación es a cuenta del contratista adjudicatario.
  - “Medios” cuyo suministro y conservación es a cuenta del CABB.

#### **b) Vigilancia de la salud**

- Plan de reconocimientos médicos de todo orden, de forma periódica, para garantizar que cada persona está en condiciones físicas y psíquicas de desarrollar la función encomendada.
- Presentación de una copia de la Relación de Aptitud del último reconocimiento médico de los trabajadores que vayan a realizar trabajos para el CABB.
- Plan de asistencia sanitaria en caso de necesidad (centros médicos, urgencias, etc.).

#### **c) Formación e información a los trabajadores**

- Plan de reuniones periódicas, en torno a la aplicación del plan de prevención y en torno a modificaciones que a lo largo del periodo de vigencia del contrato se tengan que realizar por cambios de instalaciones, de procesos o incorporación de nuevas instalaciones.
- Plan de formación específica para garantizar que sus trabajadores reciban la información y formación adecuada y suficiente, tanto profesional como preventiva, acorde a los trabajos que van a realizar.

#### **d) Formación e información a empresas subcontratistas y trabajadores autónomos**

Informar sobre el Plan de prevención a las empresas subcontratistas y/o trabajadores autónomos que tenga subcontratados, debiendo quedar documentada dicha información.



#### **e) Equipos de protección individual**

Documentar la entrega de los equipos de protección individual, registrando la firma de cada trabajador en cada entrega.

El CABB durante la fase de concurso facilitará toda la información necesaria para que la empresa contratista realice una previsión de los equipos de protección individual que van a necesitar sus trabajadores para la realización de sus tareas.

#### **f) Equipos de trabajo**

En el caso de que la empresa contratista deba utilizar equipos de trabajo de su propiedad en las instalaciones del CABB, éstos han de ser adecuados para la realización de los trabajos contratados, de forma que se garantice la seguridad y salud de los trabajadores al utilizarlos. Los equipos de trabajo han de cumplir los requisitos establecidos en el R.D. 1215/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo.

En el caso de utilizar maquinaria propia, la empresa contratista confeccionará un listado de maquinaria a utilizar en sus instalaciones, a la que adjuntará sus Permisos de Industria o Certificados necesarios (Certificado de conformidad CE, Certificado de OCA, ENICRE, de Industria, etc.)

Asimismo, será responsabilidad del contratista la formación adecuada de sus trabajadores, en relación con la utilización segura de los equipos.

Antes del inicio de los trabajos el CABB aportará la siguiente documentación:

- Evaluación Inicial de Riesgos de las Instalaciones.
- Normas de Actuación ante emergencias.
- Instrucciones específicas para la realización del trabajo.
- Normas de Seguridad.

El Servicio de Prevención del CABB mantendrá inspecciones regulares en cuanto a la seguridad con que se desarrollan los trabajos, denunciando ante quien corresponda, las anomalías observadas.

### **11. PRESUPUESTOS PARCIALES Y TOTAL**

Los precios unitarios se describen en el ANEJO 1, y las mediciones y presupuesto en el ANEJO 2 del presente documento.

#### **A- GESTIÓN DEL CATABB**

1. Operación y desarrollo de proyectos I+D+i
  - 1.1. Operación. En base a un precio/día
  - 1.2. Proyectos I+D+i.
    - 1.2.1. Dedicación proyecto principal. Importe/mes
    - 1.2.2. Dedicación proyecto principal. Importe/mes
  - 1.3. Analíticas. Precios de unidades para analíticas.
  - 1.4. Reactivos. Precios unitarios de kg reactivos



- 1.5. Modificaciones de las instalaciones del CATABB
2. Preparación de convocatorias para proyectos I+D+i. Precio hora de distintos perfiles.  
B- OTROS TRABAJOS INCLUIDOS EN EL CONTRATO (De carácter no periódico)
3. Redacción de proyecto de construcción y dirección de obra de Cerramiento perimetral y reubicación de planta piloto de Etxebarri

## 12. ANEJOS

- ANEJO 1. Cuadro de precios.
- ANEJO 2. Mediciones y presupuesto.
- ANEJO 3. Documento director V14. Analíticas y frecuencias.
- ANEJO 4. Memoria de proyecto de obras ejecutadas de la planta piloto.
- ANEJO 5. Listado de equipos mecánicos e instrumentación.
- ANEJO 6. Alcance proyecto cerramiento y reubicación de planta piloto.
- ANEJO 7. Recomendaciones para redacción de proyectos.
- ANEJO 8. Planificación proyectos CATABB

Bilbao, 16 de marzo de 2021

VºBº

Santos Paunero Herrero  
Responsable de contrato

Miguel Gómez Martínez de  
Lahidalga  
Subdirector de Sostenibilidad,  
Tecnología e Innovación



## ANEJO 1. CUADRO DE PRECIOS



| CÓDIGO | UD. | CONCEPTO                                         | MEDICIÓN | PRECIO |
|--------|-----|--------------------------------------------------|----------|--------|
| A      |     | GESTIÓN DEL CATABB                               |          |        |
| 1      |     | OPERACIÓN Y DESARROLLO DE PROYECTOS IDI          |          |        |
| 1.1    |     | OPERACIÓN                                        |          |        |
| 1.1.1  | día | Operación                                        | 365      |        |
| 1.2    |     | PROYECTOS DE I+D+i                               |          |        |
| 1.2.1  | Mes | Dedicación proyecto principal                    | 12       |        |
| 1.2.2  | Mes | Dedicación proyecto secundario                   | 24       |        |
| 1.3    |     | ANALÍTICA                                        |          |        |
| 1.3.2  | Ud. | Kit de fosfatos de 25 unidades                   | 35       |        |
| 1.3.3  | Ud. | Kit de amonio de 500 unidades                    | 2        |        |
| 1.3.4  | Ud. | kit de aluminio de 300 unidades                  | 5        |        |
| 1.3.5  | Ud. | kit de hierro de 1000 unidades                   | 2        |        |
| 1.3.6  | Ud. | kit de nitratos de 250 unidades                  | 3        |        |
| 1.3.7  | Ud. | kit de manganeso de 500 unidades                 | 3        |        |
| 1.3.8  | Ud. | Kit de cloro libre de 1000 unidades              | 1        |        |
| 1.3.9  | Ud. | kit de ozono de 200 unidades                     | 3        |        |
| 1.3.10 | Ud. | kit de DQO de 25 unidades                        | 35       |        |
| 1.3.11 | Ud. | Analítica de THM en laboratorio externo          | 12       |        |
| 1.3.12 | Ud. | Analítica de dureza en laboratorio externo       | 12       |        |
| 1.3.13 | Ud. | Analítica de SS en laboratorio externo           | 12       |        |
| 1.3.14 | Ud. | Analítica de bromuros en laboratorio externo     | 12       |        |
| 1.3.15 | Ud. | Analítica de bromatos en laboratorio externo     | 12       |        |
| 1.3.16 | Ud. | Escobillas limpieza                              | 4        |        |
| 1.3.17 | Ud. | Patrón pH 4,00 (0,51)                            | 2        |        |
| 1.3.18 | Ud. | Patrón pH 7,00 (0,51)                            | 2        |        |
| 1.3.19 | Ud. | Patrón pH 9,22 (0,51)                            | 2        |        |
| 1.3.20 | Ud. | Patrón de conductividad 147 µS/cm (0,51)         | 2        |        |
| 1.3.21 | Ud. | Sonda pH                                         | 1        |        |
| 1.3.22 | Ud. | Sensor conductividad                             | 1        |        |
| 1.3.23 | Ud. | caja Guantes nitrilo (caja 100 Uds.)             | 18       |        |
| 1.3.24 | Ud. | Vasos de vidrio de laboratorio 1000 ml           | 10       |        |
| 1.3.25 | Ud. | Caja puntas de pipetas (caja 250 pipetas)        | 8        |        |
| 1.3.26 | Ud. | Cubetas standard de 10 mm para espectrofotómetro | 6        |        |
| 1.3.27 | Ud. | Cubetas de cuarzo 1mm para absob 254 nm          | 6        |        |
| 1.3.28 | Ud. | Pack filtros de jeringa 45 µm (pack 100 Uds.)    | 8        |        |
| 1.3.29 | Ud. | Pack botes de recogida de muestras (pack 350)    | 3        |        |
| 1.3.30 | Ud. | Recambio equipo de agua ultrapura                | 1        |        |

Anejo 1. Cuadro de precios.

2\_2\_030 Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

TA012-0 Servicio para la gestión del Centro Avanzado de Tratamiento de Agua Bilbao Bizkaia, CATABB



|        |     |                                                                                                                                                                                                                    |      |  |
|--------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|
| 1.4    | Año | REACTIVOS                                                                                                                                                                                                          |      |  |
| 1.4.1  | Kg  | Policloruro de aluminio al 39%                                                                                                                                                                                     | 2500 |  |
| 1.4.2  | Kg  | Sulfato de alúmina al 27%                                                                                                                                                                                          | 4000 |  |
| 1.4.3  | Kg  | peróxido de hidrógeno al 35%                                                                                                                                                                                       | 1200 |  |
| 1.4.4  | Kg  | almidón                                                                                                                                                                                                            | 10   |  |
| 1.4.5  | Kg  | polydadmac                                                                                                                                                                                                         | 100  |  |
| 1.4.6  | Kg  | carbón activo en polvo                                                                                                                                                                                             | 80   |  |
| 1.4.7  | Kg  | permanganato potásico                                                                                                                                                                                              | 25   |  |
| 1.4.8  | Kg  | hidróxido de sodio al 25%                                                                                                                                                                                          | 1000 |  |
| 1.4.9  | Ud. | cloro gas. Botella 100 kg                                                                                                                                                                                          | 250  |  |
| 1.4.10 | Kg  | ácido clorhídrico                                                                                                                                                                                                  | 300  |  |
| 1.4.11 | Kg  | clorito sódico                                                                                                                                                                                                     | 300  |  |
| 1.5    |     | MODIFICACIONES DE PROCESO                                                                                                                                                                                          |      |  |
| 1.5.1  | ml  | Tubería en PP PN 10, DN 63, incluyendo parte proporcional de accesorios, valvulería y soporte en AISI-316. Instalada y probada.                                                                                    | 60   |  |
| 1.5.2  | ml  | Tubería en PP PN 10, DN 32, incluyendo parte proporcional de accesorios, valvulería y soporte en AISI-316. Instalada y probada.                                                                                    | 60   |  |
| 1.5.3  | ml  | Tubería en PP PN 10, DN 15, incluyendo parte proporcional de accesorios, valvulería y soporte en AISI-316. Instalada y probada.                                                                                    | 50   |  |
| 1.5.4  | Ud. | Válvula de bola manual PP, PN10, DN63. Totalmente instalada y probada.                                                                                                                                             | 5    |  |
| 1.5.5  | Ud. | Válvula de bola manual PP, PN10, DN32. Totalmente instalada y probada.                                                                                                                                             | 5    |  |
| 1.5.6  | kg  | Acero inoxidable AISI-316 para soportación, incluyendo anclajes en el mismo material. Instalado.                                                                                                                   | 50   |  |
| 1.5.7  | Ud. | Deposito PP 1 m3, con cinco conexiones DN-63. Instalado y probado                                                                                                                                                  | 1    |  |
| 1.5.8  | ml  | Cable de cobre armado tipo RZ1MZ1-k 0,6/1 KV 4x2,5 mm2. Instalado y probado                                                                                                                                        | 97   |  |
| 1.5.9  | ml  | Cable de cobre armado tipo RZ1MZ1-k 0,6/1 KV 4x10 mm2. Instalado y probado                                                                                                                                         | 50   |  |
| 1.5.10 | ml  | Cable conductor Profibus DP. Instalado y probado.                                                                                                                                                                  | 50   |  |
| 1.5.11 | ml  | Bandeja de PVC perforada, 60 mm x 75 mm                                                                                                                                                                            | 10   |  |
| 1.5.12 | Ud. | Sonda medición ozono en líquido, incluyendo sensor de ozono 0-5 ppm, controlador de ppm, caja para modulo montaje en pared y soporte instalación bypass. Compatible con sistema de dosificación de ozono existente | 1    |  |



|          |       |                                                                                                             |     |  |
|----------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--|
| 1.5.13   | Ud.   | Boya de nivel                                                                                               | 1   |  |
| 1.5.14   | Ud.   | Transmisor de presión piezorresistivo para un rango de medida de 0 a 4 b relativos                          | 1   |  |
| 1.5.15   | Ud.   | Manómetro 0-6 kg/cm2                                                                                        | 1   |  |
| 1.5.16   | Ud.   | Termostato ambiente RTR6121                                                                                 | 1   |  |
| 1.5.17   | Ud.   | Medidor de nivel ultrasónico cuerpo PDFV. 5m                                                                | 1   |  |
| 1.5.18   | Ud.   | Inlet capsule assembly para el sistema de dosificación de cloro                                             | 1   |  |
| 1.5.19   | Ud.   | Válvula VALVE ORIFICE, 0.374 ID + tubería ADVANCE 3/8 ( 5 METROS ) para el sistema de dosificación de cloro | 2   |  |
| 1.5.20   | Ud.   | Modificación plano POE                                                                                      | 20  |  |
| 1.5.21   | Ud.   | Modificación modelo 3D                                                                                      | 1   |  |
| 1.5.22   | Ud.   | Programación entrada/salida digital                                                                         | 20  |  |
| 1.5.23   | Ud.   | Programación pantalla SCADA                                                                                 | 2   |  |
| <b>2</b> |       | <b>PREPARACIÓN DE CONVOCATORIAS PARA PROYECTOS IDI</b>                                                      |     |  |
| 2.1      | Horas | Titulado superior ( > 10 años experiencia)                                                                  | 150 |  |
| 2.2      | Horas | Titulado superior ( > 5 años experiencia)                                                                   | 150 |  |
| 2.3      | Horas | Titulado superior ( < 5 años experiencia)                                                                   | 75  |  |
| 2.4      | Horas | Diplomado ( > 10 años experiencia)                                                                          | 40  |  |
| 2.5      | Horas | Diplomado ( > 5 años experiencia)                                                                           | 20  |  |
| 2.6      | Horas | Diplomado ( < 5 años experiencia)                                                                           | 20  |  |
| 2.7      | Horas | Delineante proyectista                                                                                      | 50  |  |
| 2.8      | Horas | Delineante                                                                                                  | 30  |  |
| 2.9      | Horas | Administrativo                                                                                              | 100 |  |
| <b>B</b> |       | <b>OTROS TRABAJOS INCLUIDOS EN EL CONTRATO (de carácter no periódico)</b>                                   |     |  |
| <b>3</b> |       | <b>REDACCIÓN DE PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA DE CERRAMIENTO Y REUBICACIÓN DE LA PLANTA</b>                  |     |  |
| 3.1      | Ud.   | Redacción de proyecto de construcción cerramiento                                                           | 1   |  |
| 3.2      | Ud.   | Dirección de obras cerramiento                                                                              | 1   |  |



## ANEJO 2. MEDICIONES Y PRESUPUESTO



## 1. MEDICIONES

| CÓDIGO   | UD. | CONCEPTO                                                   | MEDICIÓN |
|----------|-----|------------------------------------------------------------|----------|
| <b>A</b> |     | <b>GESTIÓN DEL CATABB</b>                                  |          |
| <b>1</b> |     | <b>OPERACIÓN Y DESARROLLO DE PROYECTOS IDI</b>             |          |
| 1.1      |     | OPERACIÓN                                                  |          |
| 1.1.1    | día | Operación                                                  | 365      |
| 1.2      |     | PROYECTOS DE I+D+i                                         |          |
| 1.2.1    | Mes | Dedicación proyecto principal                              | 12       |
| 1.2.2    | Mes | Dedicación proyecto secundario                             | 24       |
| 1.3      |     | ANALÍTICA                                                  |          |
| 1.3.2    | Ud. | Kit de fosfatos de 25 unidades                             | 35       |
| 1.3.3    | Ud. | Kit de amonio de 500 unidades                              | 2        |
| 1.3.4    | Ud. | kit de aluminio de 300 unidades                            | 5        |
| 1.3.5    | Ud. | kit de hierro de 1000 unidades                             | 2        |
| 1.3.6    | Ud. | kit de nitratos de 250 unidades                            | 3        |
| 1.3.7    | Ud. | kit de manganeso de 500 unidades                           | 3        |
| 1.3.8    | Ud. | Kit de cloro libre de 1000 unidades                        | 1        |
| 1.3.9    | Ud. | kit de ozono de 200 unidades                               | 3        |
| 1.3.10   | Ud. | kit de DQO de 25 unidades                                  | 35       |
| 1.3.11   | Ud. | Analítica de THM en laboratorio externo                    | 12       |
| 1.3.12   | Ud. | Analítica de dureza en laboratorio externo                 | 12       |
| 1.3.13   | Ud. | Analítica de SS en laboratorio externo                     | 12       |
| 1.3.14   | Ud. | Analítica de bromuros en laboratorio externo               | 12       |
| 1.3.15   | Ud. | Analítica de bromatos en laboratorio externo               | 12       |
| 1.3.16   | Ud. | Escobillas limpieza                                        | 4        |
| 1.3.17   | Ud. | Patrón pH 4,00 (0,51)                                      | 2        |
| 1.3.18   | Ud. | Patrón pH 7,00 (0,51)                                      | 2        |
| 1.3.19   | Ud. | Patrón pH 9,22 (0,51)                                      | 2        |
| 1.3.20   | Ud. | Patrón de conductividad 147 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (0,51) | 2        |
| 1.3.21   | Ud. | Sonda pH                                                   | 1        |
| 1.3.22   | Ud. | Sensor conductividad                                       | 1        |
| 1.3.23   | Ud. | caja Guantes nitrilo (caja 100 Uds.)                       | 18       |
| 1.3.24   | Ud. | Vasos de vidrio de laboratorio 1000 ml                     | 10       |
| 1.3.25   | Ud. | Caja puntas de pipetas (caja 250 pipetas)                  | 8        |
| 1.3.26   | Ud. | Cubetas standard de 10 mm para espectrofotómetro           | 6        |
| 1.3.27   | Ud. | Cubetas de cuarzo 1mm para absob 254 nm                    | 6        |
| 1.3.28   | Ud. | Pack filtros de jeringa 45 $\mu\text{m}$ (pack 100 Uds.)   | 8        |
| 1.3.29   | Ud. | Pack botes de recogida de muestras (pack 350)              | 3        |
| 1.3.30   | Ud. | Recambio equipo de agua ultrapura                          | 1        |



|        |     |                                                                                                                                                                                                                    |      |
|--------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1.4    | Año | REACTIVOS                                                                                                                                                                                                          |      |
| 1.4.1  | Kg  | Policloruro de aluminio al 39%                                                                                                                                                                                     | 2500 |
| 1.4.2  | Kg  | Sulfato de alúmina al 27%                                                                                                                                                                                          | 4000 |
| 1.4.3  | Kg  | peróxido de hidrógeno al 35%                                                                                                                                                                                       | 1200 |
| 1.4.4  | Kg  | almidón                                                                                                                                                                                                            | 10   |
| 1.4.5  | Kg  | polydadmac                                                                                                                                                                                                         | 100  |
| 1.4.6  | Kg  | carbón activo en polvo                                                                                                                                                                                             | 80   |
| 1.4.7  | Kg  | permanganato potásico                                                                                                                                                                                              | 25   |
| 1.4.8  | Kg  | hidróxido de sodio al 25%                                                                                                                                                                                          | 1000 |
| 1.4.9  | Ud. | cloro gas. Botella 100 kg                                                                                                                                                                                          | 250  |
| 1.4.10 | Kg  | ácido clorhídrico                                                                                                                                                                                                  | 300  |
| 1.4.11 | Kg  | clorito sódico                                                                                                                                                                                                     | 300  |
| 1.5    |     | MODIFICACIONES DE PROCESO                                                                                                                                                                                          |      |
| 1.5.1  | ml  | Tubería en PP PN 10, DN 63, incluyendo parte proporcional de accesorios, valvulería y soporte en AISI-316. Instalada y probada.                                                                                    | 60   |
| 1.5.2  | ml  | Tubería en PP PN 10, DN 32, incluyendo parte proporcional de accesorios, valvulería y soporte en AISI-316. Instalada y probada.                                                                                    | 60   |
| 1.5.3  | ml  | Tubería en PP PN 10, DN 15, incluyendo parte proporcional de accesorios, valvulería y soporte en AISI-316. Instalada y probada.                                                                                    | 50   |
| 1.5.4  | Ud. | Válvula de bola manual PP, PN10, DN63. Totalmente instalada y probada.                                                                                                                                             | 5    |
| 1.5.5  | Ud. | Válvula de bola manual PP, PN10, DN32. Totalmente instalada y probada.                                                                                                                                             | 5    |
| 1.5.6  | kg  | Acero inoxidable AISI-316 para soportación, incluyendo anclajes en el mismo material. Instalado.                                                                                                                   | 50   |
| 1.5.7  | Ud. | Deposito PP 1 m3, con cinco conexiones DN-63. Instalado y probado                                                                                                                                                  | 1    |
| 1.5.8  | ml  | Cable de cobre armado tipo RZ1MZ1-k 0,6/1 KV 4x2,5 mm2. Instalado y probado                                                                                                                                        | 97   |
| 1.5.9  | ml  | Cable de cobre armado tipo RZ1MZ1-k 0,6/1 KV 4x10 mm2. Instalado y probado                                                                                                                                         | 50   |
| 1.5.10 | ml  | Cable conductor Profibus DP. Instalado y probado.                                                                                                                                                                  | 50   |
| 1.5.11 | ml  | Bandeja de PVC perforada, 60 mm x 75 mm                                                                                                                                                                            | 10   |
| 1.5.12 | Ud. | Sonda medición ozono en líquido, incluyendo sensor de ozono 0-5 ppm, controlador de ppm, caja para modulo montaje en pared y soporte instalación bypass. Compatible con sistema de dosificación de ozono existente | 1    |
| 1.5.13 | Ud. | Boya de nivel                                                                                                                                                                                                      | 1    |



|          |       |                                                                                                             |     |
|----------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.5.14   | Ud.   | Transmisor de presión piezorresistivo para un rango de medida de 0 a 4 b relativos                          | 1   |
| 1.5.15   | Ud.   | Manómetro 0-6 kg/cm2                                                                                        | 1   |
| 1.5.16   | Ud.   | Termostato ambiente RTR6121                                                                                 | 1   |
| 1.5.17   | Ud.   | Medidor de nivel ultrasónico cuerpo PDFV. 5m                                                                | 1   |
| 1.5.18   | Ud.   | Inlet capsule assembly para el sistema de dosificación de cloro                                             | 1   |
| 1.5.19   | Ud.   | Válvula VALVE ORIFICE, 0.374 ID + tubería ADVANCE 3/8 ( 5 METROS ) para el sistema de dosificación de cloro | 2   |
| 1.5.20   | Ud.   | Modificación plano POE                                                                                      | 20  |
| 1.5.21   | Ud.   | Modificación modelo 3D                                                                                      | 1   |
| 1.5.22   | Ud.   | Programación entrada/salida digital                                                                         | 20  |
| 1.5.23   | Ud.   | Programación pantalla SCADA                                                                                 | 2   |
| <b>2</b> |       | <b>PREPARACIÓN DE CONVOCATORIAS PARA PROYECTOS IDI</b>                                                      |     |
| 2.1      | Horas | Titulado superior ( > 10 años experiencia)                                                                  | 150 |
| 2.2      | Horas | Titulado superior ( > 5 años experiencia)                                                                   | 150 |
| 2.3      | Horas | Titulado superior ( < 5 años experiencia)                                                                   | 75  |
| 2.4      | Horas | Diplomado ( > 10 años experiencia)                                                                          | 40  |
| 2.5      | Horas | Diplomado ( > 5 años experiencia)                                                                           | 20  |
| 2.6      | Horas | Diplomado ( < 5 años experiencia)                                                                           | 20  |
| 2.7      | Horas | Delineante proyectista                                                                                      | 50  |
| 2.8      | Horas | Delineante                                                                                                  | 30  |
| 2.9      | Horas | Administrativo                                                                                              | 100 |
| <b>B</b> |       | <b>OTROS TRABAJOS INCLUIDOS EN EL CONTRATO (de carácter no periódico)</b>                                   |     |
| <b>3</b> |       | <b>REDACCIÓN DE PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA DE CERRAMIENTO Y REUBICACIÓN DE LA PLANTA</b>                  |     |
| 3.1      | Ud.   | Redacción de proyecto de construcción cerramiento                                                           | 1   |
| 3.2      | Ud.   | Dirección de obras cerramiento                                                                              | 1   |



## 2. PRESUPUESTO

| CÓDIGO   | UD. | CONCEPTO                                       | MEDICIÓN | PRECIO (€) | IMPORTE (€)       |
|----------|-----|------------------------------------------------|----------|------------|-------------------|
| <b>A</b> |     | <b>GESTIÓN DEL CATABB</b>                      |          |            | <b>498.013,23</b> |
| <b>1</b> |     | <b>OPERACIÓN Y DESARROLLO DE PROYECTOS IDI</b> |          |            | <b>464.973,23</b> |
| 1.1      |     | OPERACIÓN                                      |          |            | 320.075,80        |
| 1.1.1    | día | Operación                                      | 365      | 876,92     | 320.075,80        |
| 1.2      |     | PROYECTOS DE I+D+i                             |          | -          | 96.000,00         |
| 1.2.1    | Mes | Dedicación proyecto principal                  | 12       | 5.400,00   | 64.800,00         |
| 1.2.2    | Mes | Dedicación proyecto secundario                 | 24       | 1.300,00   | 31.200,00         |
| 1.3      |     | ANALÍTICA                                      |          | -          | 15.089,03         |
| 1.3.2    | Ud. | Kit de fosfatos de 25 unidades                 | 35       | 86,72      | 3.035,20          |
| 1.3.3    | Ud. | Kit de amonio de 500 unidades                  | 2        | 99,00      | 198,00            |
| 1.3.4    | Ud. | kit de aluminio de 300 unidades                | 5        | 233,51     | 1.167,55          |
| 1.3.5    | Ud. | kit de hierro de 1000 unidades                 | 2        | 276,67     | 553,34            |
| 1.3.6    | Ud. | kit de nitratos de 250 unidades                | 3        | 340,56     | 1.021,68          |
| 1.3.7    | Ud. | kit de manganeso de 500 unidades               | 3        | 231,00     | 693,00            |
| 1.3.8    | Ud. | Kit de cloro libre de 1000 unidades            | 1        | 231,00     | 231,00            |
| 1.3.9    | Ud. | kit de ozono de 200 unidades                   | 3        | 99,00      | 297,00            |
| 1.3.10   | Ud. | kit de DQO de 25 unidades                      | 35       | 58,76      | 2.056,60          |
| 1.3.11   | Ud. | Analítica de THM en laboratorio externo        | 12       | 57,12      | 685,44            |
| 1.3.12   | Ud. | Analítica de dureza en laboratorio externo     | 12       | 42,84      | 514,08            |
| 1.3.13   | Ud. | Analítica de SS en laboratorio externo         | 12       | 35,64      | 427,68            |
| 1.3.14   | Ud. | Analítica de bromuros en laboratorio externo   | 12       | 35,70      | 428,40            |
| 1.3.15   | Ud. | Analítica de bromatos en laboratorio externo   | 12       | 35,70      | 428,40            |
| 1.3.16   | Ud. | Escobillas limpieza                            | 4        | 2,67       | 10,68             |
| 1.3.17   | Ud. | Patrón pH 4,00 (0,51)                          | 2        | 11,20      | 22,40             |
| 1.3.18   | Ud. | Patrón pH 7,00 (0,51)                          | 2        | 11,20      | 22,40             |
| 1.3.19   | Ud. | Patrón pH 9,22 (0,51)                          | 2        | 13,43      | 26,86             |



|        |     |                                                                                                                                 |      |        |           |
|--------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|-----------|
| 1.3.20 | Ud. | Patrón de conductividad 147 µS/cm (0,51)                                                                                        | 2    | 10,36  | 20,72     |
| 1.3.21 | Ud. | Sonda pH                                                                                                                        | 1    | 291,58 | 291,58    |
| 1.3.22 | Ud. | Sensor conductividad                                                                                                            | 1    | 420,99 | 420,99    |
| 1.3.23 | Ud. | caja Guantes nitrilo (caja 100 Uds.)                                                                                            | 18   | 13,40  | 241,20    |
| 1.3.24 | Ud. | Vasos de vidrio de laboratorio 1000 ml                                                                                          | 10   | 17,39  | 173,90    |
| 1.3.25 | Ud. | Caja puntas de pipetas (caja 250 pipetas)                                                                                       | 8    | 18,08  | 144,64    |
| 1.3.26 | Ud. | Cubetas standard de 10 mm para espectrofotómetro                                                                                | 6    | 30,73  | 184,38    |
| 1.3.27 | Ud. | Cubetas de cuarzo 1mm para absob 254 nm                                                                                         | 6    | 67,21  | 403,26    |
| 1.3.28 | Ud. | Pack filtros de jeringa 45 µm (pack 100 Uds.)                                                                                   | 8    | 113,73 | 909,84    |
| 1.3.29 | Ud. | Pack botes de recogida de muestras (pack 350)                                                                                   | 3    | 56,65  | 169,95    |
| 1.3.30 | Ud. | Recambio equipo de agua ultrapura                                                                                               | 1    | 308,86 | 308,86    |
| 1.4    | Año | REACTIVOS                                                                                                                       |      | -      | 6.911,20  |
| 1.4.1  | Kg  | Policloruro de aluminio al 39%                                                                                                  | 2500 | 0,49   | 1.225,00  |
| 1.4.2  | Kg  | Sulfato de alúmina al 27%                                                                                                       | 4000 | 0,48   | 1.920,00  |
| 1.4.3  | Kg  | peróxido de hidrógeno al 35%                                                                                                    | 1200 | 0,96   | 1.152,00  |
| 1.4.4  | Kg  | almidón                                                                                                                         | 10   | 3,73   | 37,30     |
| 1.4.5  | Kg  | polydadmec                                                                                                                      | 100  | 3,63   | 363,00    |
| 1.4.6  | Kg  | carbón activo en polvo                                                                                                          | 80   | 3,18   | 254,40    |
| 1.4.7  | Kg  | permanganato potásico                                                                                                           | 25   | 6,08   | 152,00    |
| 1.4.8  | Kg  | hidróxido de sodio al 25%                                                                                                       | 1000 | 0,50   | 500,00    |
| 1.4.9  | Ud. | cloro gas. Botella 100 kg                                                                                                       | 250  | 2,35   | 587,50    |
| 1.4.10 | Kg  | ácido clorhídrico                                                                                                               | 300  | 0,58   | 174,00    |
| 1.4.11 | Kg  | clorito sódico                                                                                                                  | 300  | 1,82   | 546,00    |
| 1.5    |     | MODIFICACIONES DE PROCESO                                                                                                       |      | -      | 26.897,20 |
| 1.5.1  | ml  | Tubería en PP PN 10, DN 63, incluyendo parte proporcional de accesorios, valvulería y soporte en AISI-316. Instalada y probada. | 60   | 48,01  | 2.880,60  |



|        |     |                                                                                                                                                                                                                    |    |          |          |
|--------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------|----------|
| 1.5.2  | ml  | Tubería en PP PN 10, DN 32, incluyendo parte proporcional de accesorios, valvulería y soporte en AISI-316. Instalada y probada.                                                                                    | 60 | 32,01    | 1.920,60 |
| 1.5.3  | ml  | Tubería en PP PN 10, DN 15, incluyendo parte proporcional de accesorios, valvulería y soporte en AISI-316. Instalada y probada.                                                                                    | 50 | 21,34    | 1.067,00 |
| 1.5.4  | Ud. | Válvula de bola manual PP, PN10, DN63. Totalmente instalada y probada.                                                                                                                                             | 5  | 90,69    | 453,45   |
| 1.5.5  | Ud. | Válvula de bola manual PP, PN10, DN32. Totalmente instalada y probada.                                                                                                                                             | 5  | 61,88    | 309,40   |
| 1.5.6  | kg  | Acero inoxidable AISI-316 para soportación, incluyendo anclajes en el mismo material. Instalado.                                                                                                                   | 50 | 10,67    | 533,50   |
| 1.5.7  | Ud. | Deposito PP 1 m3, con cinco conexiones DN-63. Instalado y probado                                                                                                                                                  | 1  | 3.200,67 | 3.200,67 |
| 1.5.8  | ml  | Cable de cobre armado tipo RZ1MZ1-k 0,6/1 KV 4x2,5 mm2. Instalado y probado                                                                                                                                        | 97 | 5,33     | 517,01   |
| 1.5.9  | ml  | Cable de cobre armado tipo RZ1MZ1-k 0,6/1 KV 4x10 mm2. Instalado y probado                                                                                                                                         | 50 | 7,47     | 373,50   |
| 1.5.10 | ml  | Cable conductor Profibus DP. Instalado y probado.                                                                                                                                                                  | 50 | 6,40     | 320,00   |
| 1.5.11 | ml  | Bandeja de PVC perforada, 60 mm x 75 mm                                                                                                                                                                            | 10 | 12,37    | 123,70   |
| 1.5.12 | Ud. | Sonda medición ozono en líquido, incluyendo sensor de ozono 0-5 ppm, controlador de ppm, caja para modulo montaje en pared y soporte instalación bypass. Compatible con sistema de dosificación de ozono existente | 1  | 3.734,12 | 3.734,12 |
| 1.5.13 | Ud. | Boya de nivel                                                                                                                                                                                                      | 1  | 59,47    | 59,47    |
| 1.5.14 | Ud. | Transmisor de presión piezorresistivo para un rango de medida de 0 a 4 b relativos                                                                                                                                 | 1  | 879,83   | 879,83   |
| 1.5.15 | Ud. | Manómetro 0-6 kg/cm2                                                                                                                                                                                               | 1  | 173,44   | 173,44   |
| 1.5.16 | Ud. | Termostato ambiente RTR6121                                                                                                                                                                                        | 1  | 27,80    | 27,80    |
| 1.5.17 | Ud. | Medidor de nivel ultrasónico cuerpo PDFV. 5m                                                                                                                                                                       | 1  | 493,76   | 493,76   |
| 1.5.18 | Ud. | Inlet capsule assembly para el sistema de dosificación de cloro                                                                                                                                                    | 1  | 788,43   | 788,43   |
| 1.5.19 | Ud. | Válvula VALVE ORIFICE, 0.374 ID + tubería ADVANCE 3/8 ( 5 METROS ) para el sistema de dosificación de cloro                                                                                                        | 2  | 153,42   | 306,84   |



|          |       |                                                                                            |     |           |                  |
|----------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------|------------------|
| 1.5.20   | Ud.   | Modificación plano POE                                                                     | 20  | 125,00    | 2.500,00         |
| 1.5.21   | Ud.   | Modificación modelo 3D                                                                     | 1   | 2.500,00  | 2.500,00         |
| 1.5.22   | Ud.   | Programación entrada/salida digital                                                        | 20  | 26,67     | 533,40           |
| 1.5.23   | Ud.   | Programación pantalla SCADA                                                                | 2   | 1.600,34  | 3.200,68         |
| <b>2</b> |       | <b>PREPARACIÓN DE CONVOCATORIAS PARA PROYECTOS IDI</b>                                     |     | -         | <b>33.040,00</b> |
| 2.1      | Horas | Titulado superior ( > 10 años experiencia)                                                 | 150 | 70,00     | 10.500,00        |
| 2.2      | Horas | Titulado superior ( > 5 años experiencia)                                                  | 150 | 60,00     | 9.000,00         |
| 2.3      | Horas | Titulado superior ( < 5 años experiencia)                                                  | 75  | 50,00     | 3.750,00         |
| 2.4      | Horas | Diplomado ( > 10 años experiencia)                                                         | 40  | 50,00     | 2.000,00         |
| 2.5      | Horas | Diplomado ( > 5 años experiencia)                                                          | 20  | 45,00     | 900,00           |
| 2.6      | Horas | Diplomado ( < 5 años experiencia)                                                          | 20  | 42,00     | 840,00           |
| 2.7      | Horas | Delineante proyectista                                                                     | 50  | 40,00     | 2.000,00         |
| 2.8      | Horas | Delineante                                                                                 | 30  | 35,00     | 1.050,00         |
| 2.9      | Horas | Administrativo                                                                             | 100 | 30,00     | 3.000,00         |
| <b>B</b> |       | <b>OTROS TRABAJOS INCLUIDOS EN EL CONTRATO (de carácter no periódico)</b>                  |     | -         | <b>80.000,00</b> |
| <b>3</b> |       | <b>REDACCIÓN DE PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA DE CERRAMIENTO Y REUBICACIÓN DE LA PLANTA</b> |     | -         | <b>80.000,00</b> |
| 3.1      | Ud.   | Redacción de proyecto de construcción cerramiento                                          | 1   | 60.000,00 | 60.000,00        |
| 3.2      | Ud.   | Dirección de obras cerramiento                                                             | 1   | 20.000,00 | 20.000,00        |



**Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa**  
Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia

### ANEJO 3. DOCUMENTO DIRECTOR



**“Proyecto explotación planta piloto, para el  
tratamiento de aguas del Nervión a su paso por  
Etxebarri”**

**DOCUMENTO DIRECTOR**

---

Julio de 2020



## INDICE

|        |                                                        |    |
|--------|--------------------------------------------------------|----|
| 0.     | ANTECEDENTES.....                                      | 3  |
| 1.     | OBJETIVOS .....                                        | 3  |
| 2.     | DOCUMENTACIÓN .....                                    | 5  |
| 3.     | PLANTA PILOTO. ....                                    | 5  |
| 3.1.   | Laboratorio y analítica.....                           | 6  |
| 3.2.   | Equipos de tratamiento en Planta .....                 | 12 |
| 4.     | PLAN DE EXPERIMENTACION.....                           | 14 |
| 4.1.   | Planta Piloto Etxebarri.....                           | 14 |
| 4.1.1. | <i>Muestreos</i> .....                                 | 15 |
| 4.1.2. | <i>Analíticas</i> .....                                | 16 |
| 4.1.3. | <i>Operación en planta</i> .....                       | 29 |
| 4.1.4. | <i>Cronograma</i> .....                                | 37 |
| 4.2.   | Planta piloto de Ultrafiltración.....                  | 39 |
| 4.2.1. | <i>Equipamiento y configuraciones de trabajo</i> ..... | 39 |
| 4.2.2. | <i>Cronograma de ensayos</i> .....                     | 41 |
| 4.2.3. | <i>Operación en planta</i> .....                       | 41 |
| 4.2.4. | <i>Analítica</i> .....                                 | 42 |
| 4.3.   | Colaboraciones y Producción Científica .....           | 44 |



## 0. ANTECEDENTES

El Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia dispone de una concesión para captar, en determinadas circunstancias, un caudal máximo de 2.000 l/s del río Nervión, a su paso por Etxebarri. Actualmente el bombeo que permite enviar este caudal a la ETAP de Venta Alta para su tratamiento se encuentra operativo y está ubicado dentro de la instalación e Bombeo y Turbinado Nerbioi-Ibaizabal, junto al tanque de tormentas de Etxebarri, situado junto a la presa de Bolueta. Esta nueva infraestructura complementará las ya existentes, de cara a afrontar eventuales episodios de escasez de los recursos o paradas técnicas.

La calidad del agua del río Nervión a su paso por Etxebarri tiene, según RD 1541/94 (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, ref. LEG 11) una calificación de Tipo A3 (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, ref. G45. "Informe Calidad Aguas Captación NERVIÓN N-22-BOLUETA. 2017") y es inferior a la del agua procedente del sistema del Zadorra, que es la procedencia habitual del influente tratado en la ETAP de Venta Alta.

Así, las aguas del Río Nervión a su paso por la localidad de Etxebarri tienen, en base a los resultados analíticos y al RD 1541/1994 una calidad de agua tipo A2/A3 y en base a los Índices de Calidad Química una catalogación del tipo A3.

Por tanto, estas aguas requerirían de un tratamiento de tipo A3 para su potabilización.

La necesidad de prever el tratamiento de estas aguas, con las garantías de calidad requerida, es lo que nos lleva a plantear la necesidad de ensayar, en planta piloto el comportamiento que tendría la ETAP de Venta Alta alimentada con este recurso.

Así, el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia elaboró el 'Anteproyecto de la planta piloto para ensayos de agua del río Nervión en Bolueta' siendo publicado en el BOB el 22 de junio de 2016 (nº 119).

La redacción del Proyecto de Construcción, Ejecución de las obras y Explotación de la Planta Piloto, para Ensayos de Tratamiento de Aguas del Río Nervión, se adjudicó a la empresa Cadagua S.A.

## 1. OBJETIVOS

El objetivo principal de este proyecto es determinar si el proceso de tratamiento de la Fase II de Venta Alta es capaz de producir un agua de calidad, según RD 140/2003 (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, ref. LEG 01 y 02) a partir de la captación de agua bruta del río Nervión, en el tramo de Etxebarri. En su caso, identificar qué otros tratamientos serían necesarios para asegurar, en todo momento y situación dicha calidad.

La alternativa de tomar agua del río para su potabilización se baraja como posible en los siguientes supuestos (Los tres escenarios en los que se usaría el bombeo del agua del río Nervión, según se recoge en el Acta nº 1 de fecha 20/10/2014):

- Sequía. Se debería hacer con previsión, no con cota mínima, ya que en caso de sequía el río llevaría poca agua.
- Mantenimiento de tubería de abastecimiento de Venta Alta.
- Imprevistos y averías

Como otros objetivos, se contemplan:

- Comparar el rendimiento de la planta piloto con los nuevos límites de calidad de agua para consumo humano que propone la "Propuesta de DIRECTIVA 2018-11-09, de Calidad de las aguas destinadas al consumo humano" (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, ref. LEG 15).
- Evaluar el uso de reactivos alternativos, en la etapa de coagulación-floculación: (i) coagulantes: polisulfato de aluminio (PAS) actual o policloruro de aluminio (PAX) alternativo; (ii) coadyuvantes a la floculación: permanganato o carbono activo en polvo (CAP).



- Evaluar el comportamiento del clarificador frente a la mezcla de aguas del Zadorra y el río Nervión, en distintas proporciones.
- Presentar proyectos de I+D en relación con:
  - Las prestaciones que puedan aportar las membranas de ultrafiltración al tratamiento global del proceso.
  - El estudio de contaminantes emergentes, en cuanto a su presencia en río y sus posibles tratamientos de eliminación. Al ser el grupo de sustancias contaminantes emergentes amplio, se plantea iniciar el estudio con alguna de las sustancias incluidas en la segunda lista de observación (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, ref. LEG 07), candidatas a formar parte de la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas (Anexo I, Directiva 2013/39/UE) así como el 17-beta-estradiol (E2) (CAS 50-28-2) que provenía de la primera lista de observación y actualmente está propuesta para formar parte de esa lista de sustancias prioritarias (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, ref. LEG 07). Recabar datos de seguimiento en el río y en las diferentes etapas de tratamiento, con el fin de facilitar la adopción de medidas adecuadas, para afrontar el riesgo que suponen dichas sustancias (recogido de la Directiva 2013/39/UE).
  - Bacterias resistentes a antibióticos (ARB y ARG). La emisión de antibióticos al medio representa uno de los problemas más graves y preocupantes ligados a los contaminantes emergentes, dado que en la segunda lista de sustancias candidatas (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, ref. LEG 07) hay tres sustancias antibióticas de nueve propuestas (38%). Su presencia puede dar lugar al desarrollo y proliferación de bacterias resistentes a antibióticos (ARB y ARG), representando un creciente problema de salud pública. A modo de ejemplo, la identificación de este parámetro permitiría, no solo determinar si este problema se puede dar en las aguas de captación del río Nervión, sino sobre todo evaluar la eficacia de los tratamientos de desinfección, a estudiar en la planta piloto.
  - Microplásticos. Determinar si esta problemática se da en diferentes aguas de captación, competencia del CABB y cuál es la dimensión del problema.



## 2. DOCUMENTACIÓN

La información general del proyecto y los informes asociados a la explotación de la planta se encuentran recogidos dentro de la aplicación TEAMS (Microsoft®) En la pestaña “Equipos” bajo la denominación “STI-EXPLPETXEBARRI”, catalogado como canal general.

En este documento director se incluye una tabla de referencias de Legislación, que se ha manejado en el proyecto y que no está incluida en TEAMS:

**Tabla 1.**Referencias sobre Legislación utilizadas en el proyecto

| Nº ref. | Categoría                             | Título                                                                                       | Año  |
|---------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| LEG 01  | Real Decreto                          | RD140-2003                                                                                   | 2003 |
| LEG 02  | Real Decreto                          | RD140-2003-BOE-A-2003-3596-consolidado                                                       | 2003 |
| LEG 03  | Real Decreto                          | Real Decreto 60-2011. Normas calidad ambiental ámbito aguas                                  | 2011 |
| LEG 04  | Directiva                             | DIRECTIVA 2013-39-UE. Substancias prioritarias                                               | 2013 |
| LEG 05  | Real Decreto                          | Real Decreto 817-2015.Estado aguas superficiales y NCA                                       | 2015 |
| LEG 06  | Comisión EU-<br>Decisión<br>Ejecución | Primera Lista de observación de sustancias EU                                                | 2015 |
| LEG 07  | Comisión EU-<br>Decisión<br>Ejecución | DECISIÓN DE EJECUCIÓN (UE) 2018-840. Nueva lista de observación 2018                         | 2018 |
| LEG 08  | Propuesta<br>Directiva                | Propuesta DIRECTIVA 2018-04-17 -Calidad de las aguas destinadas al consumo humano_es         | 2018 |
| LEG 09  | Propuesta<br>Directiva                | Propuesta DIRECTIVA 2018-04-17. ANEXOS -Calidad de las aguas destinadas al consumo humano_es | 2018 |
| LEG 10  | Directiva                             | DIRECTIVA 2008/105/CE. Normas de Calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas.     | 2008 |
| LEG 11  | Real Decreto                          | RD 1541-1994. Modifica el anexo número I del Real Decreto 927-1988                           | 1994 |
| LEG 12  | Real Decreto                          | RD 902-2018. Criterios sanitarios de calidad de agua de consumo humano                       | 2018 |
| LEG 13  | Directiva                             | DIRECTIVA 98-83-CE. Relativa a la calidad de agua de consumo humano                          | 1998 |
| LEG 14  | Propuesta<br>Directiva<br>AEAS        | Comentarios AEAS 2019 a la Nueva Directiva EU                                                | 2019 |
| LEG 15  | Propuesta<br>Directiva                | Propuesta DIRECTIVA 2018-11-9- Calidad de las aguas destinadas al consumo humano_es          | 2018 |

## 3. PLANTA PILOTO.

Durante el período de explotación de la Planta Piloto se llevan a cabo ensayos con diferentes configuraciones de tratamiento que permitan optimizar el proceso de potabilización del agua, atendiendo a los requerimientos de calidad marcados por el RD 140/2003 y a los valores que se recogen en la nueva propuesta de Directiva (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, ref. LEG 15), y que a su vez resulten aplicables, desde el punto de vista económico, a la explotación de la planta existente de Venta Alta.

Las diferentes configuraciones a estudiar están diseñadas en función de las diversas sustancias contaminantes presentes en el agua de río, así como en situaciones de estacionalidad, episodios de sequía e inundaciones, que puedan provocar incrementos en la concentración de sustancias contaminantes presentes en el agua del río. También se estudián las diferentes estrategias y tratamientos que ofrezcan una mejor calidad del agua tratada.

Así, para acometer este proyecto se cuenta con una infraestructura, equipamiento y apoyo externo suficiente para garantizar la consecución de los objetivos inicialmente planteados.

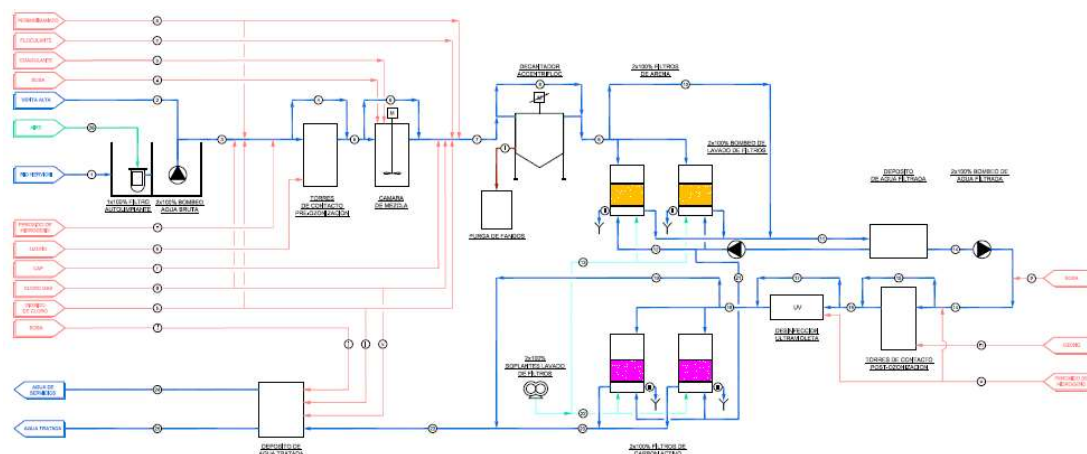
### 3.1. Laboratorio y analítica

Las instalaciones, equipos e instrumentos de medida, a utilizar en este proyecto están divididos en tres grupos, relacionados con su ubicación y un cuarto, externo al proyecto para analíticas especiales:

#### a. Equipamiento en línea

Desde el inicio del proyecto, se plantearon una serie de equipos de medida que estarían en línea con el proceso de tratamiento, en la planta piloto. Así el CABB, en un inicio, diseñó un esquema de proceso (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.ref. G3) donde se recogían las distintas ubicaciones en las que se encontrarían los diferentes equipos de medida. Este esquema de planta piloto (ver (Ref. Archivos Teams: General/Proyecto de obras ejecutadas/Doc2\_planos/04-Diagramas de flujo/200.0918.PP.203.04.00.01..pdf)

Fig. 1) ha sido sustituido por uno más actualizado elaborado por Cadagua:



(Ref. Archivos Teams: General/Proyecto de obras ejecutadas/Doc2\_planos/04-Diagramas de flujo/200.0918.PP.203.04.00.01..pdf)

**Fig. 1.** Esquema de planta piloto



Este planteamiento ha sido reformulado a partir de una propuesta de Cadagua, que hace un inventario de los equipos que van a estar en línea y que vienen recogidos en la siguiente tabla:

**Tabla 2.** Equipamiento de monitorización, en línea de la planta piloto de Etxebarri.

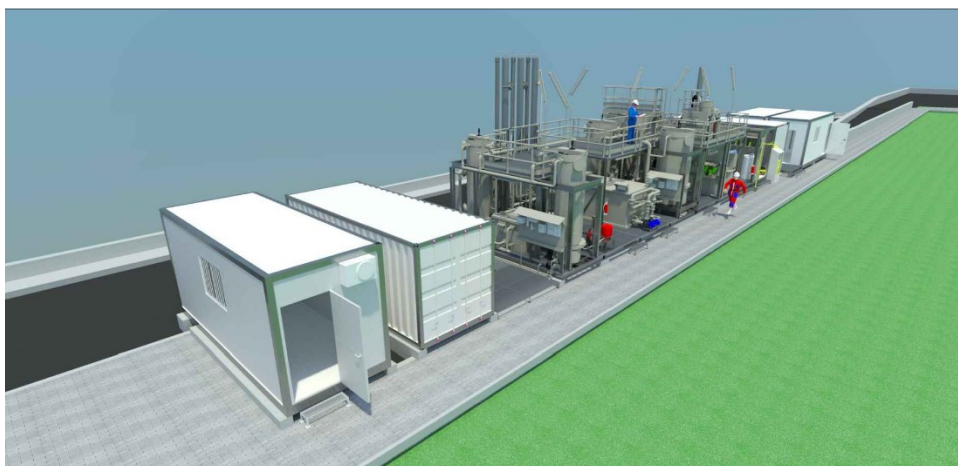
| Tipo medida                             | nº unidades   | Localización                             | Instalación                       |
|-----------------------------------------|---------------|------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Conductividad</b>                    | 2             | Previo a la cámara de pre-ozonización    | by-pass en skid                   |
|                                         |               | Tubería agua tratada                     | by-pass en skid                   |
| <b>pH</b>                               | 5             | Previo a la cámara de pre-ozonización    | by-pass en skid                   |
|                                         |               | Salida decantación                       | by-pass en skid                   |
|                                         |               | Salida Filtro de Arena                   | by-pass en skid                   |
|                                         |               | Salida cámara post-ozonización           | by-pass en skid                   |
|                                         |               | Depósito agua tratada                    | by-pass en skid                   |
| <b>Turbidez</b>                         | 4             | Previo a la cámara de pre-ozonización    | s/ medidor en skid                |
|                                         |               | Posterior a decantación                  |                                   |
|                                         |               | Salida filtración arena                  |                                   |
|                                         |               | Depósito agua tratada                    |                                   |
| <b>Temperatura</b>                      | 4             | Previo a la cámara de pre-ozonización    | by-pass en skid                   |
|                                         |               | Salida decantador                        | by-pass en skid                   |
|                                         |               | Salida Filtro Arena                      | by-pass en skid                   |
|                                         |               | Salida Planta                            | by-pass en skid                   |
| <b>Detector fugas Cl<sub>2</sub>(g)</b> | 1             | Caseta reactivos                         | Fijo                              |
| <b>Oxígeno disuelto</b>                 | 2             | Previo a la cámara de pre-ozonización    | a determinar s/fabricante en skid |
|                                         |               | Tubería agua tratada                     |                                   |
| <b>Dióxido de cloro</b>                 | 4             | Previo a la cámara de pre-ozonización    | bypass en skid                    |
|                                         |               | Posterior a decantación                  | bypass en skid                    |
|                                         |               | Salida filtración arena                  | bypass en skid                    |
|                                         |               | Tubería agua tratada                     | bypass en skid                    |
| <b>Cloro residual</b>                   | 4             | Previo a la cámara de pre-ozonización    | bypass en skid                    |
|                                         |               | Posterior a decantación                  | bypass en skid                    |
|                                         |               | Salida filtración arena                  | bypass en skid                    |
|                                         |               | Tubería agua tratada                     | bypass en skid                    |
| <b>TOC</b>                              | 1 (4 canales) | Previo a la cámara de pre-ozonización    | interior de caseta de laboratorio |
|                                         |               | Tras coagulación                         |                                   |
|                                         |               | Salida decantador                        |                                   |
|                                         |               | Tubería agua tratada                     |                                   |
| <b>Ozono disuelto en H<sub>2</sub>O</b> | 2             | Posterior a la cámara de pre-ozonización |                                   |
|                                         |               | Salida cámara post-ozonización           |                                   |
| <b>Ozono off gas</b>                    | 1             | Salida Preoxidación                      |                                   |
| <b>Trihalometanos(THM)</b>              | 1             | Tubería agua tratada                     | interior de caseta de laboratorio |

(1) Se proyecta un TOC de 4 canales que analice muestras de: Entrada, tras decantación, tras filtración y salida

(Tabla elaborada a partir del documento de referencia G44, Anexo 21: Plan de Experimentación, en **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

**b. Laboratorio planta piloto**

La propuesta de analítica y equipos para ensayos, a disponer en el laboratorio, a pie de planta piloto y que se recoge en el proyecto constructivo de la planta piloto, se encuentran ubicados según plano de Planta piloto, Caseta -3, Laboratorio y Oficinas (ver Fig. 2).

[illegible]

(Ref. Archivos Teams: General/Proyecto de obras ejecutadas/Doc2 planos/03-Planos de implantación-Infografías. 200.0918.PP.203.03.00.03..pdf)



(Ref. Archivos Teams: General/Proyecto de obras ejecutadas/Doc2 planos/02-Planos de situación. 200.0918.PP.203.02.00.02..pdf)

**Fig. 2. Plano de Planta piloto**

Las analíticas a realizar en planta y los equipos de que dispone, se describen en las siguientes tablas:

**Tabla 3.** Equipamiento de laboratorio de planta piloto de Etxebarri.

| Equipo de laboratorio                          | Unidades | Características                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Balanza granatario</b>                      | 1        | - Capacidad: 500 g.<br>- Precisión: 0,01 g.                                                                                                                                                                 |
| <b>Agitador-calefactor magnético</b>           | 1        | Incluir regulación electrónica de velocidad                                                                                                                                                                 |
| <b>Jar-test</b>                                | 1        | - Marca: SELECTA o similar.<br>- Modelo: 3000914<br>- Nº de plazas: 3                                                                                                                                       |
| <b>Espectrofotómetro preprogramado</b>         | 1        | - Marca: MERCK, HACH o similar.<br>- Digestor de viales                                                                                                                                                     |
| <b>Termorreactor <sup>(1)</sup></b>            | 1        | - Marca WTW                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Frigorífico</b>                             | 1        | - Bajo encimera<br>- Capacidad: 40 litros.<br>- Tensión: 220 V/ 50 Hz.                                                                                                                                      |
| <b>Equipo producción agua destilada</b>        | 0        | - Capacidad destilación: 3 l/h<br>- Materiales: Vidrio borosilicato con mueble protector.<br>Actualmente el agua destilada se compra en botellas                                                            |
| <b>Sistema filtración</b>                      | 1        | Bomba de vacío de las siguientes características:<br>- Capacidad aspiración: 2 m3/h<br>Rampa de filtración de las siguientes características:<br>- Nº puestos: 3<br>- Material: Acero inoxidable.           |
| <b>pHmetro sobremesa</b>                       | 1        | - Rango: 0 a 14<br>Incluye maletín de transporte y soluciones de calibración.                                                                                                                               |
| <b>Turbidímetro</b>                            | 1        | - Rango: 0,01 a 1.500 NTU<br>- Precisión: $\pm 2\%$<br>- Calibración automática.                                                                                                                            |
| <b>Conductivímetro</b>                         | 1        | - Rango de medida: 0-20, 0-200, 0-2000 microsiemens/cm<br>- Resolución: 0,1; 1,0 microsiemens/cm<br>Compensación automática de temperatura, incluyendo célula de medida.                                    |
| <b>Tomamuestras portátil y automático</b>      | 1        | - Muestreo por caudal, tiempo o cantidad.<br>- Extracción mediante bomba peristáltica<br>- Alimentación: 12 VDC<br>- Materiales: caja en plástico<br>- Distribución: 24 botellas de 1 litro en polietileno. |
| <b>Espectrofotómetro VIS/UV <sup>(2)</sup></b> | 1        | Para medir el SUVA (Comprado en Julio de 2019)                                                                                                                                                              |
| <b>Equipo purificación agua</b>                | 1        | MERCK RiOs-DI 3                                                                                                                                                                                             |

<sup>(1)</sup> Equipo recogido en un email del 20/07/2017

(Tabla elaborada a partir de los documentos de referencia G16, G36, ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. y negociaciones posteriores).

<sup>(2)</sup> Solicitada su compra en Acta 5/04/2019



**Tabla 4.** Parámetros analíticos a determinar en laboratorio de planta.

| Localización                                         | Parámetro analítico                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Agua bruta</b>                                    | Turbidez, pH, conductividad, DQO, Fe (total), Mn, Al (total), Cl <sub>2</sub> libre, Dióxido de cloro (ClO <sub>2</sub> ), fósforo total, nitratos, amonio, O <sub>3</sub> residual y Tª                                                       |
| <b>Posterior a Preoxidación</b>                      | Agua Zadorra: pH, Tª<br>Inicialmente diseñado para agua río: Al (disuelto y total), conductividad, nitratos (si O <sub>3</sub> ), y amonio (si O <sub>3</sub> ), pH, ClO <sub>2</sub> residual (si ClO <sub>2</sub> )                          |
| <b>Salida de Coagulación-floculación-decantación</b> | Turbidez, pH, Conductividad, DQO, Cl libre residual (si Cl <sub>2</sub> ), ClO <sub>2</sub> residual (si ClO <sub>2</sub> ), amonio, nitratos, fósforo total, Fe (total), Mn (si KMnO <sub>4</sub> ) y Al (total)                              |
| <b>Después de filtración con arena</b>               | Turbidez, DQO, Cl libre residual (si Cl <sub>2</sub> ), ClO <sub>2</sub> residual (si ClO <sub>2</sub> ), Fe (disuelto y total), pH, Mn (si KMnO <sub>4</sub> ), Al (disuelto y total)                                                         |
| <b>Tras oxidación avanzada</b>                       | Agua Zadorra: pH, Turbidez, Ozono en H <sub>2</sub> O<br>Inicialmente diseñado para agua río: pH, Cl libre residual (si Cl <sub>2</sub> ), ClO <sub>2</sub> residual (si ClO <sub>2</sub> ), Turbidez, Al (total), Fe (total) y Ozono residual |
| <b>Tras filtros de carbón activo</b>                 | Conductividad, pH, Turbidez, DQO                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Posterior a la etapa de post-desinfección</b>     | pH, Tª, Turbidez, DQO, Cl libre residual (si Cl <sub>2</sub> ), ClO <sub>2</sub> residual (si ClO <sub>2</sub> ), conductividad, Fe (total), Mn, Al (total), fósforo total, nitratos, amonio                                                   |

(Tabla elaborada a partir del documento de referencia G44: Anexo 21: Plan de Experimentación, en **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)

**c. Laboratorio Venta Alta**

El resto de analíticas que compone el conjunto de parámetros a monitorizar en el proyecto piloto, serán realizadas en los laboratorios de Venta Alta y algunas de ellas, enviadas a laboratorios externos. En la siguiente tabla se recogen el inventario de analíticas a realizar en Venta Alta:



**Tabla 5. Parámetros analíticos a determinar en laboratorio de Venta Alta (CABB)**

|                                                     |                                     |                                                       |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Carbono organico total (TOC)                        | Plomo                               | Bromodichlorometano                                   |
| pH (Control)                                        | Arsénico                            | Aldrin (SP)                                           |
| Turbidez (control)                                  | Antimonio                           | Dieldrin (SP)                                         |
| Conductividad (control)                             | Boro                                | Endosulfan I                                          |
| Color (control)                                     | Sodio                               | Endosulfan II                                         |
| Alcalinidad total                                   | Potasio                             | Endosulfan Sulfato                                    |
| Carbonatos                                          | Hierro disuelto y total             | Heptacloro (SP)                                       |
| Bicarbonatos                                        | Aluminio disuelto y total (control) | Heptacloro Epóxido (SP)                               |
| Oxidabilidad a MnO4K                                | Manganeso (control)                 | a-HCH                                                 |
| Fluoruros (control)                                 | Niquel                              | b-HCH                                                 |
| Cloruros (Cl <sup>-</sup> )                         | Selenio                             | d-HCH                                                 |
| Cloro libre residual (control)                      | Calcio                              | g-HCH                                                 |
| Cloro combinado residual                            | Magnesio                            | p.p'-DDD                                              |
| Cloritos (ClO <sub>2</sub> ) (control)              | Dureza                              | p.p'-DDE                                              |
| Cloratos (ClO <sub>3</sub> ) (control)              | Benzo (b) Fluoranteno               | p.p'-DDT                                              |
| Bromatos (control)                                  | Benzo (k) Fluoranteno               | Plaguicidas totales                                   |
| Bromuros (control)                                  | Benzo (a) pireno                    | Recuento de colonias a 22°C (control)                 |
| Cianuro                                             | Benzo (ghi) Perileno                | Recuento de coliformes totales (control)              |
| Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) (control)    | Indeno (1,2,3-c.d.) pireno          | Recuento de Escherichia coli (control)                |
| Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (control)  | 1,2-Dicloroetano                    | Recuento de enterococos (control)                     |
| Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) (control)  | Tetracloroetano                     | Clostridium perfringens (incluidas esporas) (Control) |
| Fosfatos (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ) (control) | Tricloroetano (1,1,2)               | Invest. Salmonella spp.                               |
| Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> ) (control)  | Tricloroetano+Tetracloroetano       | Clorofila A                                           |
| Cromo total                                         | Trihalometanos                      | Microcistina                                          |
| Cadmio                                              | Cloroformo                          | Geosmina                                              |
| Cobre                                               | Clorodibromometano                  | 2-metil-isoborneol                                    |
| Mercurio                                            | Bromoformo                          |                                                       |

<sup>1</sup> También se analizara el Cromo VI, aunque no están contemplados valores límite en legislación (Ref. Acta 5/10/2018)

<sup>2</sup> Los trihalometano se medirán en el momento de salida del agua tratada y tras 48h de tratamiento para dar tiempo a la formación de trihalometanos a tiempo 0 y 48h. (Ref. Acta 19/10/2018)

<sup>3</sup> Puntualmente se medirá la concentración de fangos purgados en el decantador para cuantificar su generación y estimar la cantidad de fango a gestionar.

<sup>4</sup> Referir el cumplimiento de los Cloritos y Cloratos al borrador de la nueva Directiva, no al RD 140 (Acta 19/10/2019).

Hay una Propuesta de DIRECTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano, en la que se propone el cambio de la Directiva 98/83/CE, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano (**Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, ref.: LEG 15). En el "Anexo I, Parte A. Parámetros microbiológicos", propone:

**Tabla 6. Nueva propuesta de parámetros microbiológicos como parte del cambio de la Directiva 98/83/CE**

**A. Parámetros microbiológicos.**

| Parámetro                                | Valor paramétrico | Unidades      |
|------------------------------------------|-------------------|---------------|
| Clostridium perfringens incluido esporas | 0                 | Número/100 ml |
| Enterococos                              | 0                 | Número/100 ml |
| Escherichia coli (E. coli)               | 0                 | Número/100 ml |
| Colifagos somáticos                      | 0                 | Número/100 ml |

Se identifica como interesante conocer las características del agua de río, en relación con su carácter agresivo/incrustante. Para ello se contempla realizar algún análisis de LSI (Índice de Langelier) del agua (Acta 18/01/2019).

Se decide, que el laboratorio de Venta Alta incorpore el análisis de bromuros a las mediciones de control que realiza el CABB, en 4-5 puntos del Nervión-Ibaizabal (Acta 13/11/2018 y Acta 11/01/2019).



Hay una serie de parámetros analíticos de monitorización que, por no ser habituales en el control de la calidad de aguas, el CABB lo analizará a través de laboratorio externo.

**Tabla 7.** Parámetros analíticos a determinar en laboratorio externo

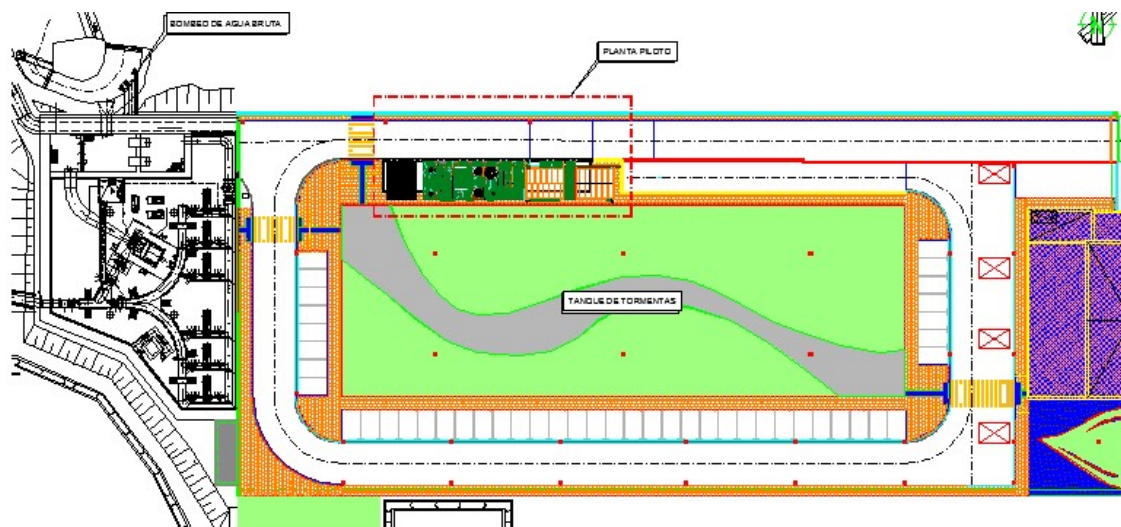
|                        |                         |                                        |
|------------------------|-------------------------|----------------------------------------|
| Olor <sup>(1)</sup>    | Clorobenceno            | Bifenox                                |
| Sabor <sup>(1)</sup>   | Diclorobencenos (suma)  | Isoproturon                            |
| Sólidos en Suspensión  | Hexacloro-1,3-Butadieno | Pentaclorobenceno                      |
| Detergentes            | Tetracloruro de Carbono | Quinoxifen                             |
| Cromo hexavalente      | Triclorobencenos (suma) | Aclonifen                              |
| Sílice                 | Clorfenvinfós           | Cibutrina                              |
| Cloroalcanos (C10-C13) | Clorpirifos             | Hexabromociclododecano                 |
| Tributilestano-TBT     | Diclorvos-Triclorfon    | PFOS                                   |
| Antraceno              | Alacloro                | PBDE 28                                |
| Naftaleno              | Dicofol                 | Di(2-etilhexil) ftalato (DEHP)         |
| Fluoranteno            | Endrín cetona           | 4-nonilfenoles etoxilados              |
| Pentaclorofenol        | Hexaclorobenceno        | 4-octilfenoles etoxilados              |
| Benceno                | Isodrín                 | PCDD (Dioxinas)                        |
| Tolueno                | Metolacloro             |                                        |
| etilbenceno            | o,p-DDT                 | 17-alfa-etinilestradiol <sup>(2)</sup> |
| o-xileno               | p,p-DDT                 | 17-beta-estradiol <sup>(2)</sup>       |
| m,p-xileno             | Atrazina                | Antibióticos macrólidos <sup>(2)</sup> |
| Suma xilenos           | Simazina                | Metiocarb <sup>(2)</sup>               |
| 1,1,1-Tricloroetano    | Terbutilazina           | Neonicotinoides <sup>(2)</sup>         |
| 1,2,3-Triclorobenceno  | Terbutrin               | Metaflumizona <sup>(2)</sup>           |
| 1,2,4-Triclorobenceno  | Trifluralina            | Amoxicilina <sup>(2)</sup>             |
| 1,2-Dicloroetano       | Cipermetrina            | Ciprofloxacina <sup>(2)</sup>          |
| 1,3,5-Triclorobenceno  | Diuron                  |                                        |

<sup>(1)</sup> El olor y sabor se analizarán en el tercer período (tercera estación), correspondiente a los 4 últimos meses del primer año de proyecto. Se analizarán con las configuraciones que hayan presentado los mejores comportamientos y rendimientos de depuración durante la experimentación de los dos primeros periodos del año (estaciones 1 y 2).

<sup>(2)</sup> Lista de observación de sustancias a efectos de seguimiento a nivel de la Unión Europea, de conformidad con el artículo 8 ter de la Directiva 2008/105/CE, recogida en el documento Decisión de Ejecución (UE) 2018/840 de la Comisión, de 5 de junio de 2018 (nuestra ref.: G47, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)

### 3.2. Equipos de tratamiento en Planta

La Planta Piloto se instala en el tanque de tormentas de Etxebarri, en un área de aparcamiento cercana a la entrada al edificio de bombeo. La superficie disponible para la misma es de 38 metros de largo y 6,90 metros de ancho.



(Ref. Archivos Teams: General/Proyecto de obras ejecutadas/Doc2\_planos/02-Planos de situación/200.0918.PP.203.02.00.02..pdf)

**Fig. 3. Localización de planta piloto en tanque de tormentas en Etxebarri.**



(Ref. Archivos Teams: General/Proyecto de obras ejecutadas/Doc2\_planos/03-Planos de implantación-Infografías/200.0918.PP.203.03.00.04..pdf)

**Fig. 4. Vista planta piloto 3D.**

La planta está diseñada para tener una capacidad de tratamiento máxima de 240 m<sup>3</sup>/día de agua potable operando de forma continua (24 horas/día), aunque hasta la fecha no se ha conseguido este caudal máximo. Se ha operado con un caudal de 6,25 m<sup>3</sup>/h.

La línea de tratamiento cuenta con los siguientes procesos:

- Captación mediante filtro autolimpiante y bombeo de agua bruta
- Pre-oxidación:
  - O<sub>3</sub> (Pre-Ozonización)
  - Cl<sub>2</sub>
  - ClO<sub>2</sub>
  - Permanganato potásico
- Coagulación con ajuste de pH (hacerlo, si es necesario con exceso de coagulante. No utilizar ácido (Acta 12/04/2019)
- Floculación y dosificación de reactivos en línea: floculante y posibilidad de oxidación en esta etapa (Permanganato potásico, Cl<sub>2</sub>, ClO<sub>2</sub>, CAP)



- Decantación (decantador tipo Accentrifloc)
- Filtración en Arena
- Depósito de agua filtrada y lavado de filtros y bombeo a etapa de oxidación/oxidación avanzada.
- Ajuste de pH (mediante hidróxido sódico) y Oxidación/oxidación avanzada:
  - $O_3$
  - $O_3/H_2O_2$
  - UV (a aplicar, de forma experimental en el segundo año de explotación), aunque inicialmente no se contempla su aplicación en planta real, por su coste elevado.
- Filtración con Carbón Activo. Se opera, de forma alternativa 2 filtros de CA diferentes.
- Depósito de Agua Tratada
- Desinfección final con  $Cl_2$  (la desinfección con  $ClO_2$  ha quedado, por el momento descartada).
- Depósito final de agua tratada con tiempo de retención hidráulico (TRH) de 24h, para análisis de THMs y *Clostridium perfringens* (Acta 12/12/2019 y Acta 25/01/2019).

## 4. PLAN DE EXPERIMENTACION

### 4.1. Planta Piloto Etxebarri

La planta piloto se ubica en el tanque de Etxebarri, junto al futuro Bombeo y Turbinado de Etxebarri.

Tomando como alimentación de agua bruta la captación de aguas del río Nervión, a su paso por Etxebarri, se ensayara el comportamiento de la configuración de la ETAP de Venta Alta (2ª fase) y la incorporación de nuevos procesos para obtener una producción de agua de calidad óptima y sostenible en el tiempo: Así se establece unos límites, en cuanto a la calidad mínima requerida, acorde con los parámetros de calidad establecidos en RD 140/2003, y unos máximos de calidad en línea con el nuevo borrador de Directiva, recogido en la “Propuesta de DIRECTIVA 2018-04-17, de Calidad de las aguas destinadas al consumo humano” (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, Ref.: Bibliografía, LEG 08 y LEG 09).

Actualmente la planta se opera a un caudal medio de  $6,25 \text{ m}^3/\text{h}$ , equivalente a  $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$  en Venta Alta, no lográndose el caudal punta de diseño de  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ , inicialmente previsto en el proyecto (Acta nº 3 de 27/08/2018).

La experimentación se llevará a cabo durante un periodo de 24 meses, dividido en dos periodos de 12 meses.

#### Proyecto Fase 1

En un primer período de un año, dividido en tres estaciones de 4 meses cada una, se contrastarán las diferentes configuraciones (8 configuraciones) de proceso diseñadas.

Los cambios de configuración se realizan los lunes, después de 15 días de operación de una configuración dada y tras la última toma de muestra. Realizar los cambios necesarios para poner en marcha la nueva configuración y asegurarse de que no existan arrastres de contaminación de la configuración anterior.

Semanalmente, preferentemente los viernes, se realizarán reuniones de seguimiento del grupo de proyecto, a definir, para analizar los resultados y tomar decisiones. En estas reuniones se abordarán y analizarán tanto aspectos y resultados de la planta piloto de Etxebarri como de la planta de ultrafiltración, considerados trabajos de experimentación del mismo proyecto. En las últimas semanas de esta fase 1, se ha decidido realizar reuniones técnicas y de gestión cada 15 días e intercalar reuniones únicamente técnicas el resto de las semanas.

Se diseña una hoja Excel y se habilita un espacio dentro del “Owncloud” del CABB a la que poder subir actas, informes y los datos que se van obteniendo, tanto de analítica como de operación e incidencias de la planta. Así, todo el equipo puede acceder para realizar los análisis de resultados oportunos. En la elaboración de las tablas, se utilizarán diferentes iconos y colores para resaltar aquellos valores que se desvíen de la norma (Acta 19/10/2019).



A esta hoja Excel se incorporan todos los parámetros que está analizando Anbiotek y así trabajar con una única hoja que reúna el conjunto de datos del proyecto (Acta 5/10/2019).

Cadagua enviará los jueves de cada semana los resultados y graficas obtenidos en la planta durante dicho período, a fin de discutirlos en las reuniones de los viernes. Las gráficas corresponden a los datos de Aluminio, Hierro, pH, DQO y Turbidez y en ellas se indicará la configuración a la que corresponde. También se indicará, mediante rayas el límite analítico inferior de cada parámetro y los límites marcados por el RD 140/2003 para cada uno de ellos.

Los archivos de datos se nombrarán con la fecha y nombre (ejemplo: 2018\_08\_27 Graficas seguimiento.xls) y se subirán al Cloud del CABB, avisando por email a todos los implicados, pertenecientes al grupo de seguimiento del proyecto (Acta del 27/08/2018).

También elaborará un informe mensual que Cadagua hará llegar a las personas integrantes del grupo de seguimiento del proyecto. En él se incluirá un capítulo donde se registren datos de proceso como el número de lavados, volumen estimado de purga, dosis de químicos etc. (Acta del 14/09/2018). También se incluirá en el informe una comparativa de las precipitaciones del mes correspondiente, con el histórico de ese mes, indicando el caudal del río en Abusu. Finalmente, se incorporará un gráfico de apertura de válvulas de “filtros vs turbidez” en filtros (Acta 19/10/2019).

## **Proyecto Fase 2**

Tras este primer período, se entrará en una segunda etapa de proyecto, de otro año de duración, en la que se estudiarán más a fondo temas de interés surgidos da la primera etapa de proyecto, se optimizarán las configuraciones que mejores resultados hayan presentado en el primer año de proyecto y se llevarán a cabo otras pruebas y configuraciones de interés, relacionadas con la característica del agua de río, agua de embalse de Zadorra, operación de planta y uso de reactivos alternativos en la etapa de coagulación – floculación, Carbón activo y la mezcla de aguas Zadorra/Nerviñon para evaluar el comportamiento del clarificador en estas circunstancias.

El procedimiento de seguimiento y gestión, de esta segunda fase será similar a la llevada a cabo en la primera fase del proyecto. En cualquier caso, si existen modificaciones en la sistemática de seguimiento, éstas se recogerán convenientemente en las actas correspondientes.

### **4.1.1. Muestreos**

Los periodos de muestreo estarán predeterminados desde el inicio del proyecto. Así, el CABB llevará a cabo la toma de muestras para analítica completa los lunes, que se corresponde con la determinación semanal.

El número de determinaciones analíticas de cada uno de los parámetros vendrá dado por la importancia de su seguimiento en el proceso, según la siguiente clasificación:

- Seguimiento del parámetro “on line”
- 3 determinaciones por día
- 2 determinaciones por día
- 1 determinación diaria
- 2 determinaciones por semana
- 1 determinación semanal
- 1 determinación quincenal

Aunque inicialmente estaba acordado realizar cuatro determinaciones por día, en una serie de parámetros, una vez iniciada la fase de explotación, hemos constatado que sólo da tiempo a hacer 2 determinaciones de análisis por la mañana y una por la tarde, en total 3 determinaciones analíticas al día. Por ello, se acuerda modificar el planteamiento inicial, en lo que respecta a esta cuestión y contemplar la realización de 3 determinaciones analíticas al día en vez de 4 (Acta 5/10/2018).

A parte de la analítica de seguimiento que se realice con cada configuración de tratamiento, se recogerá otra información sobre la posible variabilidad de la fuente de captación de agua (Río Nerviñon, a su paso por Etxebarri), teniendo en cuenta:

- Datos históricos de calidad de agua de río
- Estación del año en la que se realizan las pruebas y sus características
- Régimen lluvias
- Tª



- Posibles vertidos incontrolados
- Caudales del río Nervión
- Posible período de inundaciones, sequías, etc.

Los sedimentos son el principal reservorio de contaminación fecal con incrementos en concentraciones de *E. coli* de aproximadamente 100 a 1.000 veces los niveles en régimen de caudal base (Muirhead et al 2004). Estos reservorios de sedimentos se movilizan por flujos en períodos de tormenta (Nagels et al 2002). Los ensayos a realizar y los datos de seguimiento de la planta deberán de tener en cuenta estas situaciones de calidad del agua bruta y caudal del río, al cual el tratamiento tiene que enfrentarse, dado que la planta de tratamiento de agua debe de ser concebida y ensayada en circunstancias ambientales diversas.

Cuando se lleven a cabo ensayos específicos de aspectos de interés para el proyecto, estos tendrán su propio calendario de muestreos y analíticas.

#### 4.1.2. Analíticas

La inclusión de los diferentes parámetros analíticos a monitorizar en el proyecto se ha realizado en función de:

- Parámetros de interés para el seguimiento y optimización de procesos de tratamiento.
- Parámetros recogidos en el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- Sustancias incluidas en el Grupo de sustancias prioritarias recogidas en la DIRECTIVA 2013-39-UE<sup>1</sup>
- Sustancias incluidas en la Normas de Calidad Ambiental (RD 60/2011)
- Grupo de contaminantes emergentes<sup>2</sup> incluidos dentro de la lista de observación de sustancias (Decisión de Ejecución (UE) 2015/495 de la Comisión Europea).

Las determinaciones analíticas del agua bruta y tratada, así como en los diferentes tramos del proceso, acordes con el objetivo de tratamiento de cada uno de los sistemas, se realizarán, para las dos fases del proyecto, según el siguiente patrón:

**Tabla 8.** Parámetros analíticos a determinar en el agua bruta por cada configuración y estación.

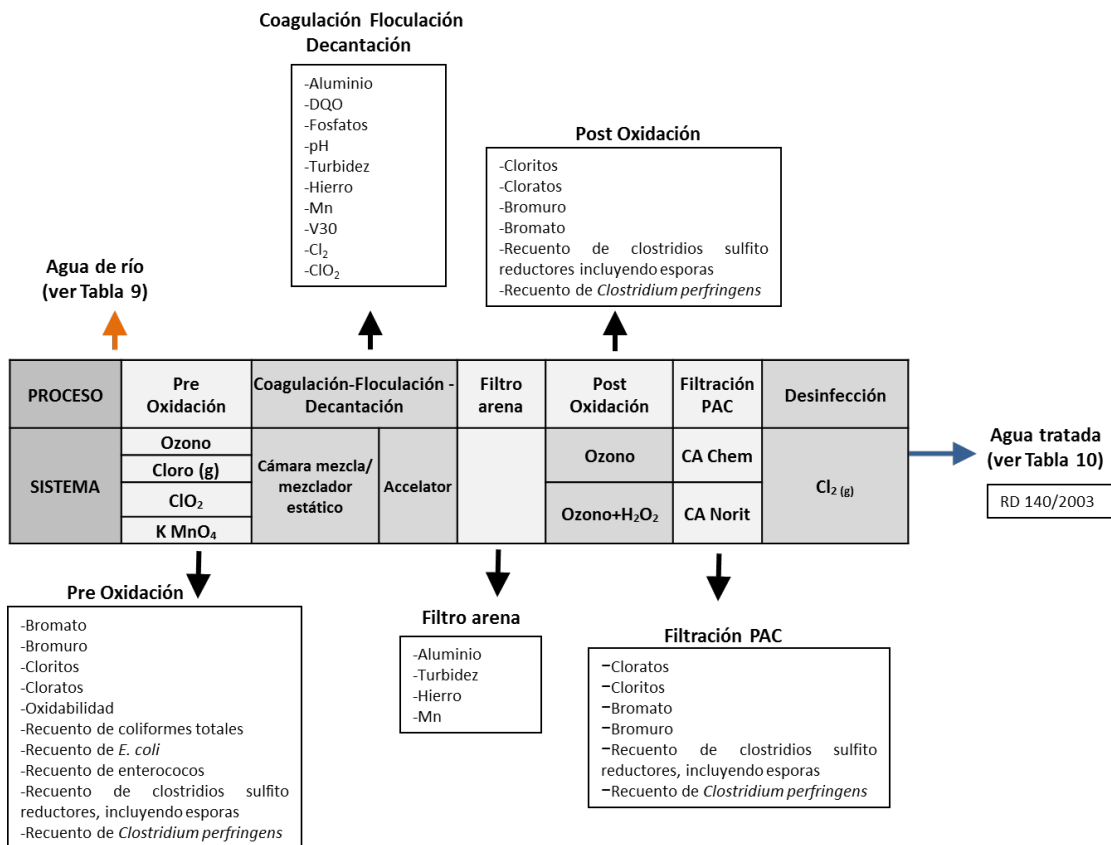
| Analítica Agua Bruta |                                |                                                        |
|----------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1,1,1-Tricloroetano  | Cloritos                       | Olor a 25 °C                                           |
| 1,2-Dibromoetano     | Cloro libre residual (in situ) | Oxidabilidad                                           |
| 1,2-Dicloroetano     | Clorodibromometano             | p,p'-DDD                                               |
| a-HCH                | Clorofila A                    | p,p'-DDE                                               |
| Alcalinidad total    | Cloroformo                     | p,p'-DDT                                               |
| Aldrín               | Cloruro                        | pH                                                     |
| alpha-Endosulfan     | Cobre                          | Plaguicidas totales                                    |
| Aluminio             | Color                          | Plomo                                                  |
| Ametrina             | Conductividad (a 20 °C)        | Potasio                                                |
| Amonio               | Cromo                          | Prometon                                               |
| Antimonio            | d-HCH                          | Prometrima                                             |
| Arsénico Inorgánico  | Dieldrín                       | Propazina                                              |
| Atrazina             | DQO                            | Recuento de clostridios sulfito reductores (incluyendo |

<sup>1</sup> **Sustancias prioritarias:** La Directiva 2013/39/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de agosto, modifica las Directivas 2000/60/CE y 2008/105/CE, en cuanto a las sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas. En su ANEXO I, lista las sustancias prioritarias que suponen un riesgo significativo en la Unión para el medio acuático o a través de este. Así, la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas establece 45 sustancias o grupos de sustancias que son prioritarios a escala de la Unión.

<sup>2</sup> **Contaminantes emergentes:** Son contaminantes cuya presencia en el ambiente no es necesariamente nueva, correspondiendo, en muchos casos a contaminantes no controlados, que podrían ser incluidos en futuras reglamentaciones, según sus posibles efectos sobre la salud y su mayor o menor presencia en las aguas de consumo. Debido a su creciente producción y consumo, se van acumulando cada vez más en el ambiente. En general, se hallan en el medio acuático en concentración muy bajo (del orden de microgramos por litro). La lista incluye productos como fármacos, productos del cuidado personal, disruptores endocrinos, plaguicidas, drogas de abuso, aditivos de combustibles, retardantes de llama, dioxinas, hormonas y muchas otras sustancias, fundamentalmente de carácter orgánico. Se trata de contaminantes, en su mayoría, tóxicos, persistentes y bioacumulables.



| Analítica Agua Bruta                      |                                       |                                            |
|-------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|
|                                           |                                       | esporas)                                   |
| Benceno                                   | Dureza total                          | Recuento de <i>Clostridium perfringens</i> |
| Benzo (a) Pireno                          | Endosulfan Sulfato                    | Recuento de coliformes totales             |
| Benzo (b) Fluoranteno                     | Endrin                                | Recuento de enterococos                    |
| Benzo (g,h,i) Perileno                    | Fluoranteno                           | Recuento de <i>Escherichia coli</i>        |
| Benzo (k) Fluoranteno                     | Fluoruro                              | Sabor a 25 °C                              |
| Benzo(b)Fluoranteno + Benzo(k)Fluoranteno | Fosfatos                              | Secbumeton                                 |
| beta-Endosulfan                           | Fosfatos (PO4)                        | Selenio                                    |
| b-HCH                                     | g-HCH                                 | Simazina                                   |
| Bicarbonatos                              | Heptaclor                             | Simetrina                                  |
| Boro                                      | Heptaclor epóxido                     | Sodio                                      |
| Bromato                                   | Hidrocarburos aromáticos policíclicos | Sulfatos                                   |
| Bromodiclorometano                        | Hierro                                | Temperatura (in situ)                      |
| Bromoformo                                | Indeno (1,2,3-c,d) pireno             | Terbutilazina                              |
| Bromuro                                   | Magnesio                              | Terbutrina                                 |
| Cadmio                                    | Mercurio                              | Tetracloroeteno                            |
| Calcio                                    | Microcistina                          | Tetraclorometano                           |
| Carbonatos                                | Mn                                    | Tricloroeteno                              |
| Carbono orgánico total                    | Niquel                                | Tricloroeteno+Tetracloroe                  |
| Cianuro                                   | Nitritos (NO2)                        | Trihalometanos                             |
| ClO2                                      | NO3                                   | TURBIDEZ                                   |
| Cloratos                                  |                                       |                                            |



**Fig. 5.** Parámetros analíticos esenciales a determinar en los diversos sistemas y procesos de tratamiento. A lo largo del proyecto se han ido incorporando o descartando otros en función del tipo de configuración y ensayo a estudiar.



**Tabla 9.** Parámetros analíticos a determinar en el agua tratada por cada configuración y estación.

| Analítica Agua Tratada                    |                                          |                                                               |
|-------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1,1,1-Tricloroetano                       | Cloroformo                               | p.p'-DDD                                                      |
| 1,2-Dibromoetano                          | Cloruro                                  | p.p'-DDE                                                      |
| 1,2-Dicloroetano                          | Cobre                                    | p.p'-DDT                                                      |
| Alcalinidad total                         | Color                                    | pH                                                            |
| Aldrín                                    | Conductividad (a 20 °C)                  | Plaguicidas totales                                           |
| alpha-Endosulfan                          | Cromo                                    | Plomo                                                         |
| Aluminio                                  | Dieldrín                                 | Potasio                                                       |
| Ametrina                                  | DQO                                      | Prometon                                                      |
| Amonio                                    | Dureza total                             | Prometrima                                                    |
| Antimonio                                 | Endosulfan Sulfato                       | Propazina                                                     |
| Arsénico                                  | Endrin                                   | Recuento de bacterias aerobias a 22 °C                        |
| Atrazina                                  | Fluoranteno                              | Recuento de bacterias aerobias a 37°C                         |
| Benceno                                   | Fluoruro                                 | Recuento de clostridios sulfito reductores incluyendo esporas |
| Benzo (a) Pireno                          | Fosfatos                                 | Recuento de <i>Clostridium perfringens</i>                    |
| Benzo (b) Fluoranteno                     | Fosfatos (PO <sub>4</sub> )              | Recuento de coliformes totales                                |
| Benzo (g,h,i) Perileno                    | a-HCH                                    | Recuento de enterococos                                       |
| Benzo (k) Fluoranteno                     | b-HCH                                    | Recuento de <i>Escherichia coli</i>                           |
| Benzo(b)Fluoranteno + Benzo(k)Fluoranteno | g-HCH                                    | Sabor a 25 °C                                                 |
| beta-Endosulfan                           | d-HCH                                    | Secbumeton                                                    |
| Bicarbonatos                              | Heptaclor                                | Selenio                                                       |
| Boro                                      | Heptaclor epóxido                        | Simazina                                                      |
| Bromato                                   | Hidrocarburos aromáticos policíclicos    | Simetrina                                                     |
| Bromodiclorometano                        | Hierro                                   | Sodio                                                         |
| Bromoformo                                | Indeno (1,2,3-c.d) pireno                | Sulfatos                                                      |
| Bromuro                                   | Indice Langelier                         | Temperatura (in situ)                                         |
| Cadmio                                    | Magnesio                                 | Terbutilazina                                                 |
| Calcio                                    | Manganeso                                | Terbutrina                                                    |
| Carbonatos                                | Mercurio                                 | Tetracloroetano                                               |
| Carbono orgánico total                    | Microcistina                             | Tetraclorometano                                              |
| Cianuro                                   | Mn                                       | Tricloroetano                                                 |
| Cloratos                                  | Niquel                                   | Tricloroetano+Tetracloroe                                     |
| Cloritos                                  | Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | Trihalometanos                                                |
| Cloro (si Cl <sub>2</sub> )               | Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) | Turbidez                                                      |
| Cloro libre residual (in situ)            | Olor a 25 °C                             | Zinc                                                          |
| Clorodibromometano                        | Oxidabilidad                             |                                                               |

Se acuerda incluir la analítica de los sólidos en suspensión totales (SST) de la purga de fangos de la cámara de floculación, analítica que realizará el laboratorio del CABB.



También se acuerda realizar una serie de acciones a fin de clarificar algunos aspectos que están surgiendo durante el seguimiento de las diferentes configuraciones:

**Tabla 10.** Tabla con diferentes acciones a realizar, para clarificar diversos aspectos surgidos durante el primer año de explotación de la planta (actualizada a 21/06/2019)

| Asunto                                    | Comentarios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Acta            |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Agua río y Mezclas Nervión-Zadorra</b> | CARACTERIZAR: Realizar algún análisis de LSI (Índice de Langelier) del agua producto para determinar el carácter agresivo/incrustante del agua.                                                                                                                                                                                                                                                                               | Acta 18/01/2019 |
|                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Definir sistema de extracción de la bomba y jaula y verificar capacidad de la bomba en los puntos necesarios de funcionamiento en las mezclas.</li> <li>Consultar lazo de control para la realización de las mezclas con válvula automática conectada al caudalímetro que se va a instalar en lugar del rotámetro.</li> <li>Definir instalación de la ventosa en la planta.</li> </ul> | Acta 7/02/2020  |
|                                           | Se han realizado tareas para hacer las mezclas de agua bruta de Venta Alta y Nervión de manera manual. Los resultados han sido positivos, los valores medidos de turbidez y sobre todo de conductividad se encontraban en un punto intermedio por lo que se pueden tomar dichos parámetros como control de las mezclas                                                                                                        | Acta 8/04/2020  |
|                                           | Se han realizado pruebas de las mezclas de aguas del Nervión y Zadorra en proporción 50N/50Z. Se realiza un ajuste de la presión en la conducción proveniente de la tubería del turbinado mediante una válvula reguladora de presión y un control de la conductividad para ajustar al 50/50 los caudales del Nervión y del Zadorra en el agua de entrada a planta piloto de Etxebarri.                                        | Acta 17/06/2020 |
|                                           | Se realizarán mediciones rutinarias de conductividad del agua del Nervión para controlar el porcentaje de mezcla, ya que el agua de la tubería con el caudal de 3m <sup>3</sup> /h puede tener un tiempo de retención de hasta dos meses por lo que su conductividad se mantendrá constante. También se controlará la turbidez para evaluar la influencia de dicho parámetro en la mezcla 50N/50Z                             |                 |
|                                           | Vista la complejidad para fijar los porcentajes 50N/50Z manualmente, se tratará de estar en el rango (40%/60% - 60%/40%).                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Acta 24/06/2020 |
| <b>Cloro gas y Dióxido de Cloro</b>       | Para evitar la formación de Cloratos. Sugiere no superar los 0,7 ppm de ClO <sub>2</sub> y trabajar en un pH de generación por debajo de 3.                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Acta 28/09/2018 |
|                                           | Cl <sub>2</sub> (g). No se ven evidencias de que el aumento del Cl <sub>2</sub> en preoxidación a 2,5 mg/l tenga un efecto positivo en el tratamiento. A nivel microbiológico no tiene ningún sentido una dosis tan alta y a nivel de eliminación de THM se ha apreciado un efecto negativo.                                                                                                                                  | Acta 23/3/2020  |
|                                           | Para la disminución de cloro en preoxidación también hay que tener en cuenta su función como desinfectante por lo que no se puede dosificar únicamente en función del DOC. El nivel de desinfección está ligado a la turbidez del agua.                                                                                                                                                                                       | Acta 27/3/2020  |
| <b>Ozono en pre</b>                       | Se solicita instalar el medidor de O <sub>3</sub> en agua que no se instaló originalmente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Acta 15/02/2019 |
|                                           | Se comenta la utilidad del medidor de ozono off-gas para determinar el rendimiento y se aconseja su instalación en la ETAP de Venta Alta.                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Acta 15/02/2019 |
| <b>Coagulación - floculación</b>          | Realizar Jar-Test a diferentes valores de turbidez (10, 30, 50, 200...). Incluir los resultados en los informes mensuales. Cuando se tengan más datos, plantear incorporar en el SCADA una fórmula de ajuste automático de la dosis en función de la turbidez de entrada.                                                                                                                                                     | Acta 13/11/2018 |
|                                           | Ante picos de turbidez se evidencia la necesidad de automatizar la coagulación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Acta 01/02/2019 |



| Asunto                                   | Comentarios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Acta                                                  |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                                          | Se acuerda a partir de ahora utilizar un extra de coagulante si fuera necesario asegurar el pH óptimo de coagulación, sin utilizar ácido.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Acta 12/04/2019                                       |
|                                          | Se realizarán Jar Test habitualmente, especialmente cuando haya cambio de configuración o un cambio sustancial en el agua bruta. Los resultados obtenidos se recogerán para extraer conclusiones.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Acta 25/10/2019                                       |
|                                          | Se van a realizar JAR TEST en la planta por lo menos los días de cambio de configuración y en los que las características del agua bruta sean anómalas. Se anotarán para cada test la alcalinidad, conductividad, turbidez, pH y configuración de la planta. El objetivo es encontrar una relación para definir un lazo de control de la dosificación de coagulante en función de las características del agua bruta. Con anterioridad se ha hecho este ejercicio y se ha obtenido una fórmula para el cálculo de la dosis necesaria en cada caso, pero sin tener en cuenta la preoxidación.                                                                                                                                                                         | Acta 31/10/2019                                       |
|                                          | Se ha quitado la dosificación de floculante y se ha visto un efecto negativo en el decantador en poco tiempo por lo que se ha vuelto a dosificar.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Acta 27/3/2020                                        |
| <b>Ozono</b>                             | Ya se ha instalado el tubing y válvulas para conectar el off-gas de la oxidación intermedia a la preoxidación. Se coloca otro tubo para conectar la salida de agua de la preoxidación con el medidor de O <sub>3</sub> en agua de la oxidación intermedia.<br>Se acuerda realizar una demanda de O <sub>3</sub> en pre y otra en oxidación intermedia por semana, empezando en la semana 46 (12-16/Nov). Durante los ensayos de demanda de O <sub>3</sub> , en la preoxidación, se dejará de dosificar el químico oxidante que corresponda a la configuración de la semana. Se estima que los ensayos tarden entre 1 y 2 horas. Lo ideal es detectar la demanda de O <sub>3</sub> en preoxidación a varios valores de turbidez del agua bruta, (10, 30, 50, 200...). | Acta 13/11/2018                                       |
|                                          | Tras ensayos de demanda de O <sub>3</sub> , se realizarán pruebas de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento del tiempo de contacto, aumentando la altura de la torre de ozonización.</li> <li>• Comparar difusores vs mezclador estático.</li> <li>• Realizar ensayos de demanda de ozono en diferentes condiciones del agua bruta.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Acta 23/11/2018                                       |
|                                          | Tras los resultados de los ensayos de ozonización en las torres de 3 y 5 metros, podemos afirmar que no existen diferencias significativas en cuanto a sus rendimientos. Tras hablar con Inferpi y aprender a ajustar los caudales, proponemos repetir el ensayo entre el 15 de abril y el 15 de mayo.<br><br>A pH alto el O <sub>3</sub> requiere de más tiempo de contacto y el rendimiento en la torre baja notablemente. Tras los ajustes de pH con ácido, para optimizar la coagulación también se ha visto un incremento del rendimiento de la ozonización. El ajuste de pH por lo tanto se ve doblemente beneficioso.                                                                                                                                         | Acta 5/04/2019                                        |
|                                          | SUEZ lo propone como mejora. Se trataría de ajustar de la dosis de O <sub>3</sub> en pre, en función del nivel de O <sub>3</sub> en el off-gas y del ajuste de la dosis de O <sub>3</sub> en intermedia en función del nivel de O <sub>3</sub> en agua.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Contemplado dentro de las mejoras propuestas por SUEZ |
| <b>Filtros CA<br/>Carbón Activo (CA)</b> | Los filtros de CA están cargados con los dos carbones diferentes y trabajan alternativamente.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Acta 14/09/2018                                       |
|                                          | Se plantea la idoneidad de cambiar el CA tras el primer año. Se sugiere realizar ensayos de índice de lodo y análisis del CA para conocer el grado de agotamiento tras el primer año de operación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Acta 8/02/2019                                        |



| Asunto                              | Comentarios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Acta                                         |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                                     | Suez ha presentado un resumen de los resultados de THM de todas las configuraciones llevadas a cabo hasta la fecha y se observa claramente el efecto positivo de los filtros de CA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Acta 11/10/2019                              |
|                                     | En la configuración 1A (O3 en pre y post), se ha apreciado una diferencia sustancial entre un CAG y otro, los valores de THM y TOC a salida del filtro de CHEMVIRON fueron mayores que los de NORIT. Se adjunta un pequeño análisis de resultados                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Acta 25/10/2019                              |
|                                     | Se ha propuesto la utilización de carbón activo en polvo como ayudante a la coagulación. Se incluirá en las tareas a realizar el segundo año. Probar el sistema de dosificación y planificar pruebas con el carbón activo en polvo para ver su efecto en la decantación.                                                                                                                                                                                                                                                             | Acta 7/02/2020                               |
|                                     | Los filtros de CA cuando se ponen en funcionamiento bajan su índice de yodo rápidamente y luego se mantiene a un nivel relativamente constante durante mucho tiempo. En este caso se ha visto que el rendimiento en eliminación de THM fue muy elevado durante la primera semana y que este ha ido reduciendo hasta mantenerse prácticamente constante.                                                                                                                                                                              | Acta 3/04/2020                               |
| <b>Depósito agua tratada de 24h</b> | Para simular en planta piloto el tiempo de retención del almacenamiento de agua tratada de Venta Alta, se decide colocar un depósito de 200-1000 litros y derivar a él un caudal controlado de agua tratada (mediante rotámetro) para asegurar un TRH de unas 12 horas y que sea el rebose de este depósito el que sirva para tomar las muestras de agua tratada. Cadagua O&M propondrá una solución sencilla y económica a modo de prueba. Si posteriormente vemos que la idea es buena se podrá plantear una solución más robusta. | Acta 12/12/2018<br><br>Acta 25/01/2019       |
|                                     | Habría que vaciar el depósito de 24 horas entre configuraciones para no desvirtuar los datos analíticos, tras constatar que se ha detectado presencia de cloratos en el agua tratada, tras el cambio de configuración a Cloro gas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Acta 21/06/2019                              |
|                                     | Poner un depósito definitivo con todos los elementos necesarios para control de nivel y caudal y que asegure un tiempo de retención de 24h.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Contemplado como mejoras propuestas por SUEZ |
| <b>Bromuros y Bromatos</b>          | Detectado altos niveles de bromuros en el agua del río. Aumentan con el avance del verano, posiblemente debido a la bajada de caudal.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Acta 5/10/2018                               |
|                                     | La concentración de Bromuro en el río ha bajado sustancialmente con el incremento de caudal, por las lluvias. Se desconoce el origen del Bromuro.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Acta 19/10/2018                              |
|                                     | Investigar el posible origen de los Bromuros, que en nuestro caso han llegado a valores por encima de 500 µg/L.<br>Se comenta la recomendación de utilizar UV en vez de O <sub>3</sub> para valores de Bromuros superiores a 100 µg/L.                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Acta 26/10/2018                              |
|                                     | Preguntar a Anbiotek si tienen datos de Bromuro en el río, aguas arriba.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Acta 13/11/2018                              |
|                                     | Incorporar los bromuros a las mediciones de control que realiza el CABB en 4-5 puntos del Nervión-Ibaizabal.<br>CABB analizará agua efluente de la EDAR de Orduña, así como de las piscinas de un Spa de la zona, para analizar su contenido en Bromuro                                                                                                                                                                                                                                                                              | Acta 11/01/2019                              |
|                                     | Se realiza un diseño de ensayos, para realizarlos TOC, SUVA, Bromuros y Bromatos, con una duración de una semana, durante el periodo de elevada concentración de bromuros en el agua del río.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Acta 11/06/2019                              |
|                                     | Valor alto de 10 µg/l de bromato en el agua tratada del día 21/11, equivalente al límite del RD. Ese día el agua bruta tenía 64 µg/L de bromuros.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Acta 30/01/2018                              |



| Asunto                     | Comentarios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Acta            |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|                            | Las muestras de la EDAR de Orduña han dado valores bajos y el SPA ya no usa el agua salina y no utiliza bromo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Acta 8/02/2019  |
|                            | Continúan sin aparecer niveles altos de Bromuros como en el verano-otoño de 2018. El máximo que se ha medido es de 166 ppb.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Acta 4/10/2019  |
|                            | Debido a que no se esperan unos valores en el río superiores a los actuales, se va a analizar la posibilidad de dopar el agua con bromuros, del orden de 150 ppb. A partir de ahí, se probarán diferentes configuraciones en pre-oxidación + ozono intermedio; y posteriormente UV. Se comenzará probando O3 en pre-Oxid, posteriormente, O3+H2O2 y por último, esta misma configuración pero viendo la posibilidad de bajar el pH hasta valores de 6 |                 |
|                            | Los valores obtenidos tras analizar la posible fuente de picos de bromuro son los siguientes:<br>o La Muera (Qaprox:5 l/s): Br:1.800 ppb; Cl:6.900 ppb; SO4:240 ppb; Cond:19.000 µS/cm<br>o Dique: Br:1.270 ppb; Cond:11.000 µS/cm                                                                                                                                                                                                                    | Acta 11/10/2019 |
|                            | A partir de la semana del 21 de octubre se comenzará con el tratamiento del agua dopada con Bromo. Para dopar el agua se ha validado la utilización de NaBr mediante el sistema de dosificación del KMnO4. Secuencia de análisis en el laboratorio de VA serán de 4 días por semana:<br>- Bromuros y Bromatos: Analizar agua bruta (y bruta dopada), salida filtración, salida pre-oxidación, salida carbón activo y agua tratada                     |                 |
|                            | Dopaje: Está todo preparado para comenzar el lunes después de la recogida de muestras. Se meterán 150 ppb de bromo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Acta 18/10/2019 |
|                            | A pesar los picos de bromuros, en todas las configuraciones se observa que los valores de bromatos en agua tratada son menores de < 10µg/l. Se concluye que la cantidad de bromuros en agua bruta no es un factor limitante.                                                                                                                                                                                                                          |                 |
|                            | Aproximadamente el 40% del Bromo que entra en la planta no se sabe en qué estado sale.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Acta 31/10/2019 |
| <b>Cloritos y Cloratos</b> | CONFIGURACIÓN Br-1A<br>SALIDA POST- SALIDA C.A: Los valores de Br son iguales o mayores a la salida de los filtros de C.A.<br>SALIDA C.A. – AGUA TRATADA: Disminución notable de los niveles de Br<br>AGUA TRATADA – AGUA TRATADA TRAS 24H: Al aumentar el dopaje con Br, la cantidad de bromuro en el agua tratada aumenta notablemente.<br>Se observa que el compuesto limitante en la formación de los THM es la materia orgánica                  | Acta 22/11/2019 |
|                            | Habiendo dosificado 0,7 mg/l de dióxido de cloro, hemos superado los niveles de Cloratos en el agua tratada. Cuando volvamos a dosificar dióxido habrá que reducir la dosis.<br>Se espera que estos parámetros se incorporen en la nueva legislación de Directiva EU.                                                                                                                                                                                 | Acta 13/11/2018 |
|                            | En operación con la configuración con dióxido de cloro, el CABB analizara también Cloritos y Cloratos antes de la ozonización intermedia para ver el efecto real del ozono en la generación de los mismos.                                                                                                                                                                                                                                            | Acta 1/03/2019  |
| <b>THM</b>                 | Extraer conclusiones de la eficacia de los procesos de planta para eliminar precursores de THMs. En la planta piloto ensayo de 24-48 horas de duración, analizando THM del agua tratada en las horas 0, 4, 8, 12, 24 y 48h.                                                                                                                                                                                                                           | Acta 19/10/2018 |



| Asunto | Comentarios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Acta            |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|        | Para el seguimiento rutinario de THM del agua tratada se utilizarán muestras de agua a la salida del nuevo depósito de 24h de TRH. Se hace de forma manual.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Acta 1/03/2019  |
|        | Se acuerdan:<br><ul style="list-style-type: none"><li>•Estudiar las necesidades técnicas para poder el segundo año bombear agua del depósito de 24h al medidor de THM.</li><li>•Ampliar la frecuencia de los análisis de THM del agua tratada a una vez por semana.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                     | Acta 5/04/2019  |
|        | En los ensayos de 48 y 88 horas de THM con dosis intermedia de cloro, no se observa un incremento de los THM. Se solicita que este ensayo se realice en el futuro con cada configuración.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Acta 12/04/2019 |
|        | En la configuración de Venta alta y dosificación en pre de ClO <sub>2</sub> , valores de 22,5 µg/l (equipo medición en continuo) muy por debajo de configuración Venta Alta con Cl <sub>2</sub> en pre.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Acta 4/10/2019  |
|        | Los datos obtenidos indican que se debería de evitar la dosificación de Cl <sub>2</sub> en pre en la medida de lo posible para no cargar el agua de THM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Acta 11/10/2020 |
|        | La situación extrema de producción de THMs, cuando dopamos Br se da en la Conf. con Cl <sub>2</sub> y sin GAC). Es la única que ha superado los límites (100 µg THM/l).<br>Se adjunta un pequeño análisis de resultados de las distintas configuraciones.                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Acta 25/10/2019 |
|        | La dosis de O <sub>3</sub> no influye en la formación de THM. Los niveles de cloroformo se mantienen en niveles constantes. Los niveles de THM se disparan en el agua tratada tras 24 h de contacto, mientras a la salida de post los valores están en el límite de detección y a la de C.A. los niveles apenas varían transcurridas esas 24 h.                                                                                                                                                                                                   | Acta 8/11/2019  |
|        | Se observa claramente la incidencia del Cl <sub>2</sub> en desinfección final en la formación de THM hasta valores de en torno a 60 ppb tras 24 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Acta 15/11/2019 |
|        | Las altas dosis de oxidantes que se están dosificando propician roturas de materia orgánica que favorecen la formación de THM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |
|        | RESULTADOS CONFIGURACIÓN Br-1A:<br>AGUA BRUTA – SALIDA POST: Los THM en salida post mantienen niveles constantes por debajo de 5 µg/l<br>SALIDA POST- SALIDA C.A.: Los valores de THM a la salida de los filtros de C.A. varían poco (7-10 ppm)<br>SALIDA C.A. – AGUA TRATADA: Los valores de THM en el agua tratada se mantienen en torno a 15 µg/l (los valores del 6 y 12 del 11 son de muestras con unas 3 horas de retención)<br>AGUA TRATADA – AGUA TRATADA TRAS 24H: Valores de THM límite obtenidos menores que 65 ppb en todos los casos | Acta 22/11/2019 |
|        | THM en VA y la planta piloto están en línea (49 vs 51 ppb). Se ha comentado que son valores altos para estas temperaturas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Acta 7/02/2020  |
|        | Se aprecia la relación directa entre el cloro residual en el agua tratada y la cantidad de THM formados tras 24 h. A mayor cantidad de cloro residual mayor es la pendiente.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Acta 13/03/2020 |
|        | El día 14 de abril, parámetros como turbidez (3,16 NTU), aluminio (300,4 µg/l) o THM (85 µg/l) han presentado valores elevados. El posible motivo es que no se ha tomado la muestra de ese punto de manera correcta ya que en el seguimiento en continuo no se ha                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Acta 17/04/2020 |



| Asunto                                  | Comentarios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Acta            |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|                                         | detectado ningún parámetro fuera de valor. Por lo tanto, los resultados de esta fecha se marcarán como incorrectos en la ficha de seguimiento.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                 |
|                                         | En el cambio de agua de Venta Alta al río Nervión no se han apreciado diferencias notables en los parámetros DOC, ABS y SUVA del agua bruta, ni en el rendimiento de eliminación de los mismos                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Acta 3/06/2020  |
| <b>SUVA y DOC</b>                       | Interés de realizar un seguimiento del SUVA y Absorbancia UV-254 nm. Solicitar oferta de un espectrofotómetro UV-VIS para medir en el UV-254 y el DOC hacerlo de forma manual, al necesitar que la muestra sea filtrada.                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Acta 5/04/2019  |
|                                         | El valor de SUVA del día 24 de marzo presenta un valor bajo, pero como presenta una tasa de formación de THM similar a la del resto de días sin dosificación de O <sub>3</sub> , se le achaca un valor tan bajo a un error de medición.                                                                                                                                                                                                                                                                   | Acta 17/04/2020 |
| <b>MICROBIOLOGIA:<br/>Clostridium</b>   | Analizar <i>Clostridium perfringens</i> en el agua tratada, tras 24 horas para dar tiempo al cloro a realizar su efecto biocida.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Acta 25/01/2019 |
|                                         | El CABB tiene que tomar las muestras a la salida del depósito azul de 24 horas. También analizar Clostridium tras los filtros de arena y tras los filtros de Carbón Activo (antes de la cloración). Se solicita realizar este análisis una vez por semana durante un mes.                                                                                                                                                                                                                                 | Acta 8/03/2019  |
| <b>Bacterias<br/>Aerobias tot. 22°C</b> | Ante la presencia de bacterias aerobias a 22°C en el agua tratada, se comenta como posible causa la incidencia directa del calor solar al depósito. Chequear si se puede ubicar el depósito de agua tratada en una zona más sombría.                                                                                                                                                                                                                                                                      | Acta 26/04/2019 |
|                                         | Ir diseñando la instalación permanente del tanque de agua tratada de 24 h, incluyendo una cubierta para reducir la incidencia del sol.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Acta 3/05/2019  |
| <b>Mejillón cebrá</b>                   | La tubería de turbinado se va a cerrar el 30 de abril.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Acta 8/04/2020  |
| <b>Purga fangos<br/>clarificador</b>    | Se ha instalado el sistema de purga de fangos de la cámara de floculación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Acta 5/10/2018  |
|                                         | Con el análisis de la V30 (2 veces /d) se está manteniendo en 12% el volumen de fango en la cámara de floculación. Este control está resultando ser útil.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Acta 30/11/2018 |
|                                         | Ensayos de espesamiento y deshidratabilidad del fango. Se acuerda que Cadagua consultará a TEFA posibles ensayos tipo filtro-prensa y Gaiker realice ensayos IVF con fango de Etxebarri y de Venta Alta.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Acta 5/04/2019  |
|                                         | Cambio agua río Nervión por agua de Zadorra: En el decantador se forman flóculos más grandes, pero no sedimentan, aunque es cierto que los filtros los retienen. Se esperaba que con agua de embalse tardara más en formarse el manto (en VA tarda 2-3 semanas), por lo que el objetivo principal es tener el manto formado.                                                                                                                                                                              | Acta 19/12/2019 |
|                                         | Agua del Zadorra en Planta Piloto: Se han observado pequeñas burbujas en el decantador que hacen flotar los flóculos. Se debe a que la tubería que alimenta la turbina se está vaciando. La compuerta y válvula de entrada de dicha tubería se han cerrado y al vaciarse la tubería parece ser que entra aire. La rotura de carga ocurre en el mezclador, pero debido a su pequeña capacidad (unos 60 l) no hay tiempo suficiente para que el oxígeno se libere y es en el decantador cuando esto ocurre. | Acta 17/01/2020 |
|                                         | La diferencia entre los valores medios de presión de entrada y oxígeno disuelto entre el agua tratada actualmente (Venta Alta) y la del río Nervión es la siguiente:<br>- Presión de entrada: VA (0,7 bar) y Nervión (0,5 bar)<br>- Oxígeno disuelto en agua bruta: VA (14-15 mg/l) y Nervión (10 mg/l)                                                                                                                                                                                                   | Acta 23/01/2020 |



| Asunto                                 | Comentarios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Acta            |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|                                        | Con el pico de turbidez registrado el día 23 de enero (hasta 25 NTU) se ha generado el manto del decantador en menos de 24 h. Dicho pico de turbidez se asocia a la apertura de la válvula de la parte inferior de la tubería de turbinado, que ha provocado un arrastre de la materia sedimentada en el fondo de la tubería.<br>Se ha observado que la renovación en la tubería de turbinado debido a la apertura de la válvula ha provocado la ausencia de las burbujas que hacían flotar el manto. Se concluye, por tanto, que la generación de burbujas se debe al vaciado de la tubería bajo las condiciones de estanqueidad y presión a la que estaba sometida | Acta 31/01/2020 |
|                                        | Se ha tardado un mes en formar fango desde cero con el agua de VA. En este periodo se han detectado dos episodios importantes, ambos relacionados con la tubería del turbinado:<br>- Aparición de microburbujas debido al vaciado parcial<br>- Pico de turbidez debido al arrastre generado al realizar la renovación del agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Acta 7/02/2020  |
|                                        | Existe la posibilidad de que el fango sedimentado en el fondo del decantador se apelmace, obstruyendo el paso de la campana central. Se piensa que con el aumento de la velocidad este se remueva favoreciendo la recirculación. Así, se ha puesto en funcionamiento la turbina a velocidad máxima durante un breve periodo de tiempo para remover el fango de esa zona y se ha observado un rendimiento mejor del decantador. La turbidez media a la salida del decantador a partir de ese momento es de 0,7 NTU.                                                                                                                                                   | Acta 21/02/2020 |
|                                        | Al realizar las mezclas de aguas del Nervión y de Zadorra es necesario estar pendiente de las purgas del decantador hasta ajustarlas (se realiza de forma manual), sobre todo en los instantes iniciales. Se requieren más purgas, sobre todo al principio de la operación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Acta 17/06/2020 |
|                                        | Se han realizado ensayo de cohesión del fango de 50N50Z con resultados positivos. Se forma un buen fango con buena eliminación de materia orgánica en el decantador                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Acta 24/06/2020 |
| <b>Otras analíticas de seguimiento</b> | Sólo da tiempo a hacer 2 rondas de análisis por la mañana y una por la tarde. Total 3 analíticas frente a las 4 programadas. Recogerlo en el Documento Director.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Acta 5/10/2018  |
|                                        | Incorporar todos los parámetros que está analizando Anbiotek en la hoja xls de seguimiento de datos y así trabajar con una única hoja de datos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                 |
|                                        | Tras contactar con ACIDEKA el último lote de agua desmineralizada podría ser defectuoso, de ahí los valores erróneos al hacer el cero en el espectrofotómetro. Se van a cambiar los bidones de agua desmineralizada que hay en la planta por unos nuevos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Acta 14/02/2020 |
|                                        | A las analíticas habituales se le van a añadir los siguientes puntos/parámetros:<br>- Salida post oxidación: SUVA, Br, BrO3- y THM<br>- Salida filtros CA: SUVA, Br, BrO3- y THM (Se hará un seguimiento de las primeras horas: 30 min, 1h, 2h y 4h, por ejemplo)<br>- Agua tratada: SUVA, Br, BrO3- y THM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Acta 30/04/2020 |
| <b>Cata Agua (LASEHU)</b>              | La fecha para la primera cata de agua en el CABB será el 10 de mayo. Habrá otra en junio y en julio. Cada cata durara 30 minutos, en grupos de 10 personas. Se requieren 30 personas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Acta 12/04/2019 |
| <b>Lazos de control</b>                | Se plantea la posibilidad de incorporar nuevos lazos de control (Solicitar oferta INFERPI):<br>• Ajuste de la dosis de O3 en pre en función del nivel de O3 en el off-gas.<br>• Ajuste de la dosis de O3 en intermedia en función del nivel de O3 en agua.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Acta 25/01/2019 |



| Asunto                  | Comentarios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Acta            |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|                         | Se ha contactado con INFERPI para la oferta del bombeo del río y se le ha pedido la opción de seleccionar desde el SCADA la opción de origen de agua bruta (Río Nervión o Venta Alta) manualmente.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Acta 17/01/2020 |
|                         | Suez se ha puesto en contacto con la empresa Ingeniería Sopelana y le va a pasar una oferta para el lazo de control del proceso de coagulación, la automatización de las purgas del decantador, la mejora del depósito de agua tratada tras cloración, la instalación de las ventosas, caudalímetros, la jaula, bomba y polipasto para el bombeo del agua del río. Mejoras por realizar en el 2º año.                                                                                                                     | Acta 17/06/2020 |
|                         | CONTROL COAGULANTE.<br>Se está llevando a cabo la compilación de los datos disponibles para obtener la relación turbidez/dosis de coagulante. El objetivo es obtener una fórmula que los relacione, añadiendo factores de corrección por otros parámetros como pH o temperatura. Se quiere implantar la fórmula en un lazo de control para automatizar la dosificación de coagulante de la planta piloto.<br>Realizar Jar Test más asiduamente, sobre todo cuando se produzcan variaciones en la turbidez del agua bruta. | Acta 24/06/2020 |
| <b>Gestión de datos</b> | Se reitera la importancia de anotar incidencias en la tabla de datos analíticos. Así se ha previsto, tras la reunión mantenida para la gestión de datos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Acta 15/02/2019 |
|                         | Esta operativa la hoja Excel con todos los datos integrados. Se pide diseñar bloques de parámetros de interés para generar graficas de análisis rutinarias y facilitar su seguimiento y evolución.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |
| <b>Otros</b>            | Paradas en la bomba de agua bruta. Patricia comenta que cuando realizan las pruebas en el bombeo baja el nivel y se paran las bombas que alimentan a la planta. Solicita que nos informen de cuando se van a realizar estas pruebas.                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Acta 30/11/2019 |
|                         | Instalado el contenedor nuevo para reuniones y presentaciones.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Acta 1/02/2019  |
|                         | Se solicita la preparación de un calendario en Excel que resuma las fechas de todas las configuraciones realizadas desde el inicio, así como de todas aquellas pruebas extraordinarias o puntuales que se hayan ido realizando.                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Acta 3/05/2019  |
|                         | Revisar la <b>Matriz de Decisión</b> y actualizar, incluyendo estimaciones de costes de operación, inversión e implantación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Acta 3/05/2019  |
|                         | Se solicita a Cadagua enviar los datos semanales con un análisis de los mismos, en unos breves párrafos. Añadir también semanalmente las plumas del SCADA de los parámetros principales (pH, turbidez). Para ello reducir el jueves el número de analíticas.                                                                                                                                                                                                                                                              | Acta 21/06/2019 |
|                         | La ubicación de los skids de dosificación encima de los tanques de reactivos genera más problemas de funcionamiento.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Acta 31/01/2020 |
|                         | Para un mejor seguimiento de consumo de cloro está previsto instalar manómetros cuando se realicen las tareas de mantenimiento de los equipos de generación de cloro y dióxido de cloro.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                 |
|                         | Se ha contactado con un proveedor de equipos de producción de agua destilada para petición de oferta. Se estudiará la viabilidad de dejar de comprar el agua destilada y producirla in situ en la planta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Acta 8/05/2020  |
| <b>Informes</b>         | Comparar precipitaciones del mes con el histórico de ese mes.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Acta 19/10/2018 |
|                         | Indicar caudal del río en Abuso.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                 |



| Asunto                           | Comentarios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Acta            |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|                                  | Referir el cumplimiento de los Cloritos y Cloratos al borrador de la nueva Directiva, no al RD 140.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                 |
|                                  | Que las tablas de valores indiquen en rojo aquellos que se desvíen de la norma.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |
|                                  | Incorporar un gráfico de apertura de válvulas de filtros vs turbidez en filtros.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                 |
|                                  | Se generará un documento de conclusiones que se irá actualizando conforme se vayan analizando los resultados obtenidos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Acta 25/10/2019 |
|                                  | DOCUMENTO DIRECTOR: Se recogen las tareas a realizar indicadas en el acta de reunión del 25/6/2019 y se actualizan con las indicadas en el documento director y lo comentado en la reunión para preparar una planificación y subirla a Teams.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Acta 13/12/2019 |
|                                  | PLANOS: EMATEC. Incluir en la oferta global la valoración de la actualización de planos y del SCADA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Acta 10/01/2020 |
|                                  | COMPARACIÓN RESULTADOS PLANTA PILOTO/VENTA ALTA.<br>Se han presentado los gráficos de cajas y bigotes para realizar un análisis estadístico de los resultados obtenidos. Estos gráficos tienen la utilidad de poder identificar puntos fuera de la tendencia y analizar las razones de esas desviaciones. Los gráficos más relevantes se incluirán a partir de ahora en los informes.                                                                                                                                                                          | Acta 31/01/2020 |
|                                  | NOMENCLATURA: Se renombrarán las configuraciones llevadas a cabo y futuras tomando la nomenclatura del email enviado el 10/06. Dicha nomenclatura se guardará en Teams para su consulta y se actualizarán los nombres en el calendario.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Acta 10/06/2020 |
|                                  | Las nuevas nomenclaturas solo se utilizarán para las configuraciones a partir del 2º año. Al hacer referencia a las del primer año, se indicará que solo se trató agua del Nervión y no se distinguió entre el filtro de CA utilizado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Acta 17/06/2020 |
|                                  | Los informes semanales se corresponderán con los resultados de lunes a lunes de la semana previa. Se pueden incluir comentarios sobre alguna incidencia importante de la propia semana. En la primera página del informe semanal se pondrá la configuración tratada durante esa semana                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |
| <b>Planta Piloto U/F</b>         | El Caudal que tratará la planta piloto de Ultrafiltración es de 50 l/h equivalente a un flujo transmembrana de 15LMH.<br>Se prevé así mismo dosificar cloruro férrico como coagulante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Acta 7/09/2018  |
|                                  | Los ciclos de producción serán de 30 minutos, seguidos de una etapa de contralavado de 1,5 minutos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                 |
|                                  | Lavados químicos cuando la planta lo requiera, en función del DeltaP.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                 |
|                                  | . Acordado con la UGR proceder al dopaje de la planta de UF con una mezcla de hasta 20 contaminantes prioritarios y emergentes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Acta 23/11/2018 |
|                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se detectan valores cuantificables de varios <b>contaminantes emergentes</b>: Claritromicina, azitromizina, metaflumizona, metiocarb, imidacloprid, Tiametoxan o Acetomiprid (antibióticos e insecticidas principalmente).</li> <li>También se detectan <b>cepas multirresistentes a antibióticos</b> destacando la resistencia a la Penicilina (principalmente <i>E.Coli</i> y bacterias aerobias). También, las bacterias muestran mayor sensibilidad frente a la doxiciclina, minociclina y tetraciclina.</li> </ul> | Acta 11/01/2019 |
| <b>Colaboración CABB-UPV/EHU</b> | Se acuerda con la UPV-EHU que la primera alumna comience a trabajar en la planta el 4 de febrero y la segunda el 18 de marzo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Acta 25/01/2019 |
|                                  | Profundizar en el tema "TOC, SUVA, BROMUROS y BROMATOS", puede ser muy interesante para un estudiante de la UPV tras el verano.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Acta 17/06/2019 |



| Asunto                                | Comentarios                                                                                                                                              | Acta            |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Proyecto Año 2.<br/>Propuestas</b> | Mantener una reunión monográfica para ir diseñando el segundo año de investigación, el 30/04/2019.                                                       | Acta 12/04/2019 |
|                                       | Se realiza un resumen de las alternativas de pruebas para el 2º Año de proyecto.                                                                         | Acta 30/04/2019 |
|                                       | Se han propuesto realizar ensayos de otros microorganismos como Cryptosporidium o Giardia. Estos serán análisis de potenciales estudios del segundo año. | Acta 3/05/2019  |
|                                       | Evaluación de las alternativas recopiladas para la operación de la planta piloto durante el segundo año de proyecto.                                     | Acta 25/06/2019 |

#### 4.1.3. Operación en planta

Inicialmente la arquitectura del proceso de tratamiento será la correspondiente a la configuración de la Fase 2ª de la ETAP de Venta Alta.

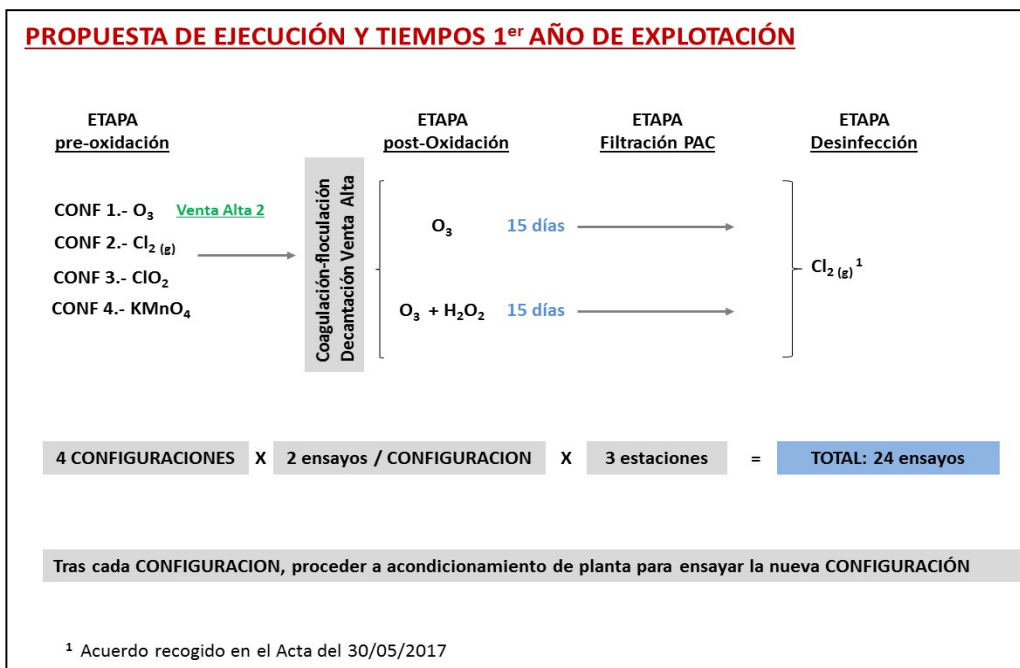
En relación con los filtros de arena, se reproducirán las condiciones de funcionamiento de Venta Alta 2. Así, de los dos filtros que tiene la planta piloto, se trabajará con un solo filtro, con un caudal de 6 m<sup>3</sup>/h, que nos da una velocidad de funcionamiento de 4,52 m/h, similar a la de funcionamiento de Venta Alta 2 (4,69 m/h). Cuando haya que lavarlo (habrá que ajustar la frecuencia, pero se podría tomar como valor inicial de referencia cada 4 días, como en Venta Alta), se pondrá en funcionamiento el otro filtro de arena.

En cuanto a los filtros de Carbón Activo Granulado (FCAG), en Venta Alta 2 tienen una velocidad del doble de la de los filtros de arena (9,37 m/h). En la planta piloto tenemos 1+1 FCAG de 0,9 m de diámetro, con lo que con uno en servicio nos da una velocidad de 9,43 m/h, similar a la de Venta Alta 2. Así, la forma de funcionamiento será similar a la de los filtros de arena (uno en funcionamiento y el otro en espera), de forma que los FCAG tendrán en todo momento los mismos BV (bed volume), es decir, los mismos m<sup>3</sup> tratados cada uno. Estos filtros se lavarán con una periodicidad mucho mayor (podría ser una vez por semana). Aunque no se estén comparando los 2 FCAG en continuo, se espera que no haya diferencias significativas entre ellos, si tomamos como referencia los resultados obtenidos en los estudios de tratabilidad (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, ref.: G48 y 49).

La analítica de calidad del agua tratada, según RD 140/2003 se realizará tras la estabilización del tratamiento, por cada configuración estudiada y período de pruebas. No hay posibilidad de utilizar el fin de semana para estabilizar cada nueva configuración, habida cuenta de que el CABB hace la toma de muestras para analítica completa los lunes, justo antes de cambiar la configuración.

#### Proyecto Fase 1

En el global del primer año sale un total de 8 configuraciones diferentes a analizar durante tres períodos consecutivos de 4 meses, para completar el año. En total hablamos de 24 ensayos, recogidos en el siguiente esquema:



**Fig. 6.** Esquema de ensayos a realizar durante el primer año de explotación de la planta.

## Proyecto Fase 2

En este segundo año de proyecto, se diseñarán y acometerán una serie de ensayos en diferentes configuraciones relacionados con:

- La presencia, en el río Nervión, de concentraciones elevadas de **bromuros**, en una determinada época del año (Agosto-Octubre), en el punto de captación de agua bruta de la planta piloto. Importante determinar el comportamiento de diferentes configuraciones y formas de operar la planta ante esta situación y la posible generación de bromatos y trihalometanos bromados en el agua tratada.
- Operar la planta piloto en la configuración actual de Venta Alta, con diferentes tipos de aguas, como son: agua del río Nervión, agua del Zadorra y diferentes proporciones de mezcla del agua del río Nervión y agua del embalse del Zadorra.

Configuración actual de VENTA ALTA:

Cl<sub>2</sub> en pre-oxidación y Cl<sub>2</sub> en desinfección

ClO<sub>2</sub> en pre-oxidación y Cl<sub>2</sub> en desinfección

(La operación con agua del embalse del ZADORRA estará condicionada a los permisos de vertido de agua del embalse al río)

- Operar la configuración de la futura ampliación de Venta Alta con aguas del río Nervión y mezclas de aguas del río Nervión y agua del embalse del Zadorra.
- Utilizar diferentes tipos de reactivos y estrategias de operación en la etapa de coagulación-floculación-clarificación.
- Evaluar el potencial de diferentes configuraciones de la planta piloto para eliminar contaminantes emergentes y otros relacionados con el MIB (metil-Isoborneol) y la Geosmina, mediante dopaje.

Estas configuraciones y ensayos podrán ser complementados, a lo largo del segundo año de proyecto con otros que puedan surgir durante el periodo de experimentación.

Para evitar la dispersión del mejillón cebra, se adoptarán las siguientes medidas:

- Se deberá de realizar un muestreo y análisis semanal de larvas de mejillón cebra en el agua bruta de la ETAP de Venta Alta. Dicho muestreo será incrementado, como mínimo por otro semanal tomando agua del embalse de Undúrraga durante el mes de abril.



- Se deberá de realizar un seguimiento de la temperatura de la columna de agua del embalse, con periodicidad diaria.
- El período de turbinado permitido en Bolueta se iniciará a partir del 1 de diciembre, siempre que se cumplan simultáneamente las dos condiciones siguientes:
  - La temperatura del embalse de Undúrraga, en toda la columna de agua, esté por debajo de 12°C.
  - Las muestras semanales tomadas en Venta Alta indiquen la ausencia de larvas de mejillón cebra durante 2 semanas consecutivas.
- El período de turbinado permitido en Bolueta finalizará cuando se dé cualquiera de las circunstancias siguientes:
  - Cuando la temperatura, en cualquier punto de la columna de agua del embalse de Undúrraga supere los 12°C.
  - Cuando aparezca cualquier indicio de presencia de larvas de mejillón cebra
  - En cualquier caso, no más tarde del 30 de abril.

Estas medidas podrán ser modificadas por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico, bien por iniciativa de esta o a propuesta del Consorcio de Aguas cuando cambien las circunstancias de la presencia y propagación del mejillón cebra en la cuenca del río Nervión-Ibaizabal.

La nueva codificación a utilizar, a partir del año 2 de proyecto, en concordancia con los códigos empleados en el año, es la siguiente (recogida en acta 10/06/2020):

**Tabla 11.** Nueva codificación para las configuraciones a ensayar durante el año 2 (ver calendario Fig. 9) y a futuro

| Config      | Origen del agua          | PREOX            | COAGU | FLOC | DECANT | CARBÓN ACTIVO POLVO | FILTRO arena | OX INTERM                                      | Carbón activo | Cloración Cl2 |
|-------------|--------------------------|------------------|-------|------|--------|---------------------|--------------|------------------------------------------------|---------------|---------------|
| 1A          |                          | O <sub>3</sub>   | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | x             | x             |
| 1B          |                          | O <sub>3</sub>   | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> | x             | x             |
| 1C          |                          | O <sub>3</sub>   | x     | x    | x      | -                   | x            | -                                              | -             | x             |
| 1D          |                          | O <sub>3</sub>   | x     | x    | x      | -                   | x            | -                                              | x             | x             |
| 1E          |                          | O <sub>3</sub>   | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | -             | x             |
| 1ANor       |                          | O <sub>3</sub>   | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | Norit         | x             |
| 1AChe       |                          | O <sub>3</sub>   | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | Chemviron     | x             |
| N1ANor      | Nervión                  | O <sub>3</sub>   | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | Norit         | x             |
| Z1ANor      | Zadorra                  | O <sub>3</sub>   | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | Norit         | x             |
| 50N50Z1ANor | 50%Nervión<br>50%Zadorra | O <sub>3</sub>   | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | Norit         | x             |
| N1ACAPNor   | Nervión                  | O <sub>3</sub>   | x     | x    | x      | x                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | Norit         | x             |
| 2A          |                          | Cl <sub>2</sub>  | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | x             | x             |
| 2B          |                          | Cl <sub>2</sub>  | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> | x             | x             |
| 2C          |                          | Cl <sub>2</sub>  | x     | x    | x      | -                   | x            | -                                              | -             | x             |
| 2D          |                          | Cl <sub>2</sub>  | x     | x    | x      | -                   | x            | -                                              | x             | x             |
| 2E          |                          | Cl <sub>2</sub>  | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | -             | x             |
| 2ANor       |                          | Cl <sub>2</sub>  | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | Norit         | x             |
| 2AChe       |                          | Cl <sub>2</sub>  | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | Chemviron     | x             |
| N2ANor      | Nervión                  | Cl <sub>2</sub>  | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | Norit         | x             |
| Z2ANor      | Zadorra                  | Cl <sub>2</sub>  | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | Norit         | x             |
| 50N50Z2ANor | 50%Nervión<br>50%Zadorra | Cl <sub>2</sub>  | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | Norit         | x             |
| 50N50Z2C    | 50%Nervión<br>50%Zadorra | Cl <sub>2</sub>  | x     | x    | x      | -                   | x            | -                                              | -             | x             |
| N2ACAPNor   | Nervión                  | Cl <sub>2</sub>  | x     | x    | x      | x                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | Norit         | x             |
| 3A          |                          | ClO <sub>2</sub> | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | x             | x             |
| 3B          |                          | ClO <sub>2</sub> | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> | x             | x             |
| 3C          |                          | ClO <sub>2</sub> | x     | x    | x      | -                   | x            | -                                              | -             | x             |
| 3D          |                          | ClO <sub>2</sub> | x     | x    | x      | -                   | x            | -                                              | x             | x             |
| 3E          |                          | ClO <sub>2</sub> | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | -             | x             |
| 3ANor       |                          | ClO <sub>2</sub> | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | Norit         | x             |
| 3AChe       |                          | ClO <sub>2</sub> | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | Chemviron     | x             |
| N3ANor      | Nervión                  | ClO <sub>2</sub> | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | Norit         | x             |
| Z3ANor      | Zadorra                  | ClO <sub>2</sub> | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | Norit         | x             |
| 50N50Z3ANor | 50%Nervión<br>50%Zadorra | ClO <sub>2</sub> | x     | x    | x      | -                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | Norit         | x             |
| 50N50Z3C    | 50%Nervión<br>50%Zadorra | ClO <sub>2</sub> | x     | x    | x      | -                   | x            | -                                              | -             | x             |
| N3ACAPNor   | Nervión                  | ClO <sub>2</sub> | x     | x    | x      | x                   | x            | O <sub>3</sub>                                 | Norit         | x             |



- **Operar la planta piloto con agua del río en el periodo en el que la concentración de bromuros es más elevada (de agosto a octubre) (Duración 2,5 meses)**

Los objetivos a desarrollar, en este primer bloque experimental se pueden resumir en:

- Evaluar la incidencia de la concentración de Ozono sobre la generación de Bromatos en el periodo en que la concentración de Bromuros es más elevada en el río, empleando el difusor como sistema de intercambio. Se realizará un seguimiento de la formación de los Bromatos y su evolución a lo largo de la línea de proceso.
- Comprobar el efecto que sobre la generación de Bromatos ejerce el empleo del difusor y el mezclador (en general, los fabricantes de los generadores de ozono recomiendan el empleo de mezcladores para reducir la generación de Bromatos).
- Evaluar la capacidad de retención de Bromatos de cada tipo de Carbón Activo (CA).

Aquí se estudiarán las siguientes configuraciones:

- **CONFIGURACIÓN 1A.** Empleando la Configuración 1A con agua del río Nervión, ensayar distintas dosis de ozono en pre (0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 ppm) y una dosis fija de ozono en oxidación intermedia y  $\text{Cl}_2$  en desinfección final. El ensayo programado para dos semanas utilizará un tipo de carbón en la primera semana y otro en la segunda semana. Así mismo, se compararán los sistemas de inyección de Ozono (difusor y mezclador) y su efecto sobre la generación de Bromatos (una semana con cada uno). Este ensayo tendrá una duración estimada de 15 días. Las muestras se cogerán durante 4 días, haciendo coincidir con las diferentes dosis de ozono en pre (0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 ppm). Para analizar las muestras que se ensayen con mezclador estático y difusor, inicialmente se operará con mezclador estático y la muestra será cogida por un operario de la planta piloto. Seguidamente se cambiará a difusor, en el mismo día y el personal del CABB se encargadas de la toma de muestras de todos los puntos del proceso. Junto con las muestras recogidas por ellos, también se llevarán la muestra previamente tomada por el operario de planta en la configuración de mezclador estático, para su análisis.
  - **CONFIGURACIÓN 1B.** Empleando la Configuración 1B con agua del río Nervión, ensayar distintas dosis de ozono en pre (0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 ppm) y una dosis fija de ozono en la oxidación intermedia y  $\text{Cl}_2$  en desinfección final. Esta configuración lleva la dosificación de  $\text{H}_2\text{O}_2$  y el objetivo es valorar su efecto sobre la generación de Bromatos. El ensayo programado para dos semanas utilizará un tipo de carbón en la primera semana y otro en la segunda semana. Así mismo, se compararán los sistemas de inyección de Ozono (difusor y mezclador) y su efecto sobre la generación de Bromatos (una semana con cada uno). Este ensayo tendrá una duración estimada de 15 días. Las muestras se cogerán durante 4 días, haciendo coincidir con las diferentes dosis de ozono en pre (0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 ppm). Para analizar las muestras que se ensayen con mezclador estático y difusor, inicialmente se operará con mezclador estático y la muestra será cogida por un operario de la planta piloto. Seguidamente se cambiará a difusor y el personal del CABB se encargadas de la toma de muestras de todos los puntos del proceso. Junto con las muestras recogidas por ellos, también se llevarán la muestra previamente tomada por el operario de planta en la configuración de mezclador estático, para su análisis.
  - **CONFIGURACIÓN 5.** Utilizar ozono en preoxidación con distintas dosis (0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 ppm), con UV en oxidación intermedia y  $\text{Cl}_2$  en desinfección final, empleando agua del río Nervión, durante 15 días de ensayo. Durante el mismo, se operará 1 semana con un tipo de carbón y otra usando el otro.
  - **CONFIGURACIÓN 6.** Utilizar  $\text{Cl}_2$  en preoxidación, UV en oxidación intermedia y  $\text{Cl}_2$  en desinfección final, empleando agua del río Nervión, durante un período de 15 días. Durante el mismo, se operará 1 semana con un tipo de carbón y otra usando el otro.
  - **CONFIGURACIÓN 2A.** Utilizar  $\text{Cl}_2$  en pre-oxidación, distintas dosis de ozono en oxidación intermedia (0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 ppm) y  $\text{Cl}_2$  en desinfección final, empleando agua del río Nervión, durante 15 días. El agua se tratará durante 1 semana empleando un tipo de carbón y otra semana usando el otro.
- **Operación de la planta piloto en la configuración actual de Venta Alta, con agua procedente del río Nervión (Duración 1 mes)**

El objetivo a desarrollar en este bloque experimental consiste en evaluar la capacidad de la actual configuración de Venta Alta para tratar el agua del río Nervión, cumpliendo los límites de calidad de agua de consumo marcados por el Real Decreto 140/2003.



- **CONFIGURACIÓN VA-Cl<sub>2</sub> Nervión.** Utilizar Cl<sub>2</sub> en pre-oxidación, sin oxidación intermedia, con CA de Chemviron (ver Nota 1) y Cl<sub>2</sub> en desinfección final, empleando agua del río Nervión, con un período de duración de 15 días.
- **CONFIGURACIÓN VA-CIO<sub>2</sub> Nervión.** Utilizar ClO<sub>2</sub> (solo si existe posibilidad de generación de trihalometanos) en pre-oxidación, sin oxidación intermedia, con CA de Chemviron (ver Nota 1) y Cl<sub>2</sub> en desinfección final, empleando agua del río Nervión, con un período de duración de 15 días. En el ensayo con esta configuración se considerará la opción de emplear del CA en polvo (CAP), como coadyuvante a la coagulación, con el fin de evaluar la eliminación de los posibles cloritos formados durante la etapa de pre-oxidación.

Nota 1: Debido a que el CA de Venta Alta se encuentra agotado actualmente, se realizará seguimiento antes y después del CA y se someterá a cloración la muestra previa al paso por el filtro de CA, para determinar posibles diferencias con respecto a la calidad del agua tras el filtro.

- **Operar la planta piloto con la configuración actual de Venta Alta con diferentes tipos de aguas (Duración 3 meses)**

Los principales objetivos de este bloque consisten en:

- Comprobar el funcionamiento de la Planta piloto con agua procedente del Zadorra para certificar que los resultados obtenidos son extrapolables a la planta grande de Venta Alta.
- Corroborar que el tratamiento disponible en Venta Alta es adecuado para el tratamiento de mezclas de agua proveniente del río Nervión y del Zadorra.

Las configuraciones a ensayar en este bloque de experimentación son:

- **CONFIGURACIÓN VA-Cl<sub>2</sub> Zadorra.** Utilizar Cl<sub>2</sub> en pre-oxidación, sin oxidación intermedia, con CA de Chemviron (ver Nota 1) y Cl<sub>2</sub> en desinfección final, empleando agua del embalse del Zadorra (ver Nota 2), con un período de duración de 15 días.
- **CONFIGURACIÓN VA-CIO<sub>2</sub> Zadorra.** Utilizar ClO<sub>2</sub> (solo si existe posibilidad de generación de trihalometanos) en pre-oxidación, sin oxidación intermedia, con CA de Chemviron (ver Nota 1) y Cl<sub>2</sub> en desinfección final, empleando agua del embalse del Zadorra (ver Nota 2), con un período de duración de 15 días. En el ensayo con esta configuración se considerará la opción de emplear del CA en polvo (CAP), como coadyuvante a la coagulación, con el fin de evaluar la eliminación de los posibles cloritos formados durante la etapa de pre-oxidación.

Nota 1: Debido a que el CA (carbón activo) de Venta Alta se encuentra agotado actualmente, se realizará seguimiento antes y después del CA y se someterá a cloración la muestra previa al paso por el filtro de CA, para determinar posibles diferencias con respecto a la calidad del agua tras el filtro.

Nota 2: La operación con agua de Venta Alta estará condicionada a los permisos de vertido de agua del embalse al río, como consecuencia de la posible presencia del mejillón cebra, especie invasora que genera importantes afecciones sobre el medio hídrico y grandes pérdidas económicas. Para evitar su avance en otros cauces y masas de aguas, el período estipulado para utilizar agua de Venta Alta en la Planta Piloto sería de diciembre a abril (ver pg. 26 y 27 de este documento).

- **CONFIGURACIÓN VA-Cl<sub>2</sub> 50N/50Z.** Utilizar Cl<sub>2</sub> en pre-oxidación, sin oxidación intermedia, con CA de Chemviron (ver Nota) y Cl<sub>2</sub> en desinfección final, empleando mezcla de aguas con un 50% de agua procedente del río Nervión y 50% de agua del embalse del Zadorra (ver Nota 2), con un período de duración de 15 días.
- **CONFIGURACIÓN VA-CIO<sub>2</sub> 50N/50Z.** Utilizar ClO<sub>2</sub> (solo si existe posibilidad de generación de trihalometanos) en pre-oxidación, sin oxidación intermedia, con CA de Chemviron (ver Nota 1) y Cl<sub>2</sub> en desinfección final, empleando mezcla de aguas con un 50% de agua procedente del río Nervión y 50% de agua del embalse del Zadorra (ver Nota 2), con un período de duración de 15 días. En el ensayo con esta configuración se considerará la opción de emplear del CA en polvo (CAP), como coadyuvante a la



coagulación, con el fin de evaluar la eliminación de los posibles cloritos formados durante la etapa de pre-oxidación.

- **CONFIGURACIÓN VA-Cl<sub>2</sub> 25N/75Z.** Utilizar Cl<sub>2</sub> en pre-oxidación, sin oxidación intermedia, con CA de Chemviron (ver Nota 1) y Cl<sub>2</sub> en desinfección final, empleando mezcla de aguas con un 25% de agua procedente del río Nervión y 75% de agua del embalse del Zadorra (ver Nota 2), con un período de duración de 15 días.
- **CONFIGURACIÓN VA-CIO<sub>2</sub> 25N/75Z.** Utilizar ClO<sub>2</sub> (solo si existe posibilidad de generación de trihalometanos) en pre-oxidación, sin oxidación intermedia, con CA de Chemviron (ver Nota 1) y Cl<sub>2</sub> en desinfección final, empleando mezcla de aguas con un 25% de agua procedente del río Nervión y 75% de agua del embalse del Zadorra (ver Nota 2), con un período de duración de 15 días. En el ensayo con esta configuración se considerará la opción de emplear del CA en polvo (CAP), como coadyuvante a la coagulación, con el fin de evaluar la eliminación de los posibles cloritos formados durante la etapa de pre-oxidación.

Nota 1: Debido a que el CA de Venta Alta se encuentra agotado actualmente, se realizará seguimiento antes y después del CA y se someterá a cloración la muestra previa al paso por el filtro de CA, para determinar posibles diferencias con respecto a la calidad del agua tras el filtro.

Nota 2: La operación con agua de Venta Alta estará condicionada a los permisos de vertido de agua del embalse al río, como consecuencia de la posible presencia del mejillón cebra, especie invasora que genera importantes afecciones sobre el medio hídrico y grandes pérdidas económicas. Para evitar su avance en otros cauces y masas de aguas, el período estipulado para utilizar agua de Venta Alta en la Planta Piloto sería de diciembre a abril (ver pg. 26 y 27 de este documento).

- **Operar la planta piloto con diferentes tipos de aguas empleando ozono como oxidante. (Duración 1,5 meses)**

El objetivo de este bloque de experimentación será comprobar el funcionamiento de la planta piloto tratando agua del Zadorra y mezclada con agua del río Nervión en proporciones variables, empleando la configuración de la futura ampliación e Venta Alta.

A continuación, se exponen las configuraciones:

- **CONFIGURACIÓN 1A Zadorra.** Se empleará la Configuración 1A con agua del embalse del Zadorra (ver Nota 2), ensayando distintas dosis de ozono en pre (0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 ppm) y una dosis fija de ozono en oxidación intermedia, con Cl<sub>2</sub> en la etapa de desinfección final. El ensayo programado para dos semanas utilizará un tipo de carbón en la primera semana y otro en la segunda semana.
- **CONFIGURACIÓN 1A 50N/50Z.** Se empleará la Configuración 1A, utilizando una mezcla de aguas con un 50% de agua procedente del río Nervión y 50% de agua del embalse del Zadorra (ver Nota 2), ensayando distintas dosis de ozono en pre (0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 ppm) y una dosis fija de ozono en oxidación intermedia, con Cl<sub>2</sub> en la etapa de desinfección final. El ensayo programado para dos semanas utilizará un tipo de carbón en la primera semana y otro en la segunda semana.
- **CONFIGURACIÓN 1A 25N/75Z.** Se empleará la Configuración 1A, utilizando una mezcla de aguas con un 50% de agua procedente del río Nervión y 50% de agua del embalse del Zadorra (ver Nota 2), ensayando distintas dosis de ozono en pre (0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 ppm) y una dosis fija de ozono en oxidación intermedia, con Cl<sub>2</sub> en la etapa de desinfección final. El ensayo programado para dos semanas utilizará un tipo de carbón en la primera semana y otro en la segunda semana.

Nota 2: La operación con agua de Venta Alta estará condicionada a los permisos de vertido de agua del embalse al río, como consecuencia de la posible presencia del mejillón cebra, especie invasora que genera importantes afecciones sobre el medio hídrico y grandes pérdidas económicas. Para evitar su avance en otros cauces y masas de aguas, el período estipulado para utilizar agua de Venta Alta en la Planta Piloto sería de diciembre a abril.



- **Ensayos complementarios (Duración 4 meses)**

**Reactivos relacionados con la coagulación-floculación**

El objetivo principal de estos ensayos es evaluar el efecto del CAP como coadyuvante a la coagulación/floculación y la posterior etapa de decantación/filtración y su efecto sobre la eliminación de materia orgánica y los posibles subproductos generados en el proceso de pre-oxidación. También se evaluarán la idoneidad de diferentes coagulantes/floculantes en el proceso de decantación y filtración posterior, así como su efecto sobre las etapas posteriores.

Las pruebas iniciales se realizarán en los Laboratorios de Gaiker, mediante ensayos de Jat-test. Se analizarán los diferentes productos y condiciones y se seleccionarán los mas idóneos para las pruebas en planta piloto. Las casas de productos que se contemplan inicialmente son:

- ACIDEKA - LAMIRSA - DERYPOL - SIPRA - SERVIECO

Se requerirá de un mayor grado de información y una posterior reunión monográfica sobre coagulantes y floculantes para poder definir en detalle estos ensayos y los posteriores en planta piloto.

Los ensayos en planta piloto se realizarán en la configuración 1A, por ser esta la configuración referente tras el primer año de proyecto y el formato de la futura ampliación de Venta Alta.

Como una primera aproximación, se adjuntan las posibles configuraciones de ensayos a realizar en la planta piloto, tomando como base la configuración 1A:

- **CONFIGURACIÓN 1A CAP.** Se empleará la Configuración 1A con agua del río Nervión. Se ensayarán distintas dosis de ozono en pre (0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 ppm), una dosis fija de ozono en oxidación intermedia y  $\text{Cl}_2$  en desinfección final. El ensayo programado para dos semanas utilizará Carbono Activo en Polvo (CAP) como coadyuvante a la coagulación/floculación y la posterior etapa de decantación/filtración y su efecto sobre la eliminación de materia orgánica. (sistemas de inyección de Ozono, difusor / mezclador?)
- **CONFIGURACIÓN 1A SA/A.** Se empleará la Configuración 1A con agua del río Nervión, usando ozono en pre-oxidación, ensayando el Sulfato de aluminio (SA) como coagulante y Almidón (A) como floculante, en la etapa de coagulación-floculación-decantación y filtración, con dosis fija de ozono en oxidación intermedia y  $\text{Cl}_2$  en la etapa de desinfección final. El ensayo programado para dos semanas utilizará un tipo de carbón en la primera semana y otro en la segunda semana.
- **CONFIGURACIÓN 1A SA/PD.** Se empleará la Configuración 1A con agua del río Nervión, usando ozono en pre-oxidación, ensayando el Sulfato de aluminio (SA) como coagulante y Polidacmac (PD) como floculante, en la etapa de coagulación-floculación-decantación y filtración, con dosis fija de ozono en oxidación intermedia y  $\text{Cl}_2$  en la etapa de desinfección final. El ensayo programado para dos semanas utilizará un tipo de carbón en la primera semana y otro en la segunda semana.
- **CONFIGURACIÓN 1A SA/PA.** Se empleará la Configuración 1A con agua del río Nervión, usando ozono en pre-oxidación, ensayando el Sulfato de aluminio (SA) como coagulante y poliacrilamida (PA) como floculante, en la etapa de coagulación-floculación-decantación y filtración, con dosis fija de ozono en oxidación intermedia y  $\text{Cl}_2$  en la etapa de desinfección final. El ensayo programado para dos semanas utilizará un tipo de carbón en la primera semana y otro en la segunda semana.
- **CONFIGURACIÓN 1A PAC/A.** Se empleará la Configuración 1A con agua del río Nervión, usando ozono en pre-oxidación, ensayando el Policloruro de Aluminio (PAC) como coagulante y Almidón (A) como floculante, en la etapa de coagulación-floculación-decantación y filtración, con dosis fija de ozono en oxidación intermedia y  $\text{Cl}_2$  en la etapa de desinfección final. El ensayo programado para dos semanas utilizará un tipo de carbón en la primera semana y otro en la segunda semana.
- **CONFIGURACIÓN 1A PAC/PD.** Se empleará la Configuración 1A con agua del río Nervión, usando ozono en pre-oxidación, ensayando el Policloruro de Aluminio (PAC) como coagulante y Polidacmac (PD) como floculante, en la etapa de coagulación-floculación-decantación y filtración, con dosis fija de ozono en oxidación intermedia y  $\text{Cl}_2$  en la etapa de desinfección final. El ensayo programado para dos semanas utilizará un tipo de carbón en la primera semana y otro en la segunda semana.
- **CONFIGURACIÓN 1A PAC/PA** (ver Nota 3). Se empleará la Configuración 1A con agua del río Nervión, usando ozono en pre-oxidación, ensayando el Policloruro de Aluminio (PAC) como coagulante y poliacrilamida (PA) como floculante, en la etapa de coagulación-floculación-decantación y filtración, con dosis fija de ozono en



oxidación intermedia y  $\text{Cl}_2$  en la etapa de desinfección final. El ensayo programado para dos semanas utilizará un tipo de carbón en la primera semana y otro en la segunda semana.

Nota 3: La **CONFIGURACIÓN 1A SA/PD**, aunque la hemos venido realizando a lo largo del año 1 de proyecto, se incluye como de referencia con la que poder comparar los resultados del resto de las configuraciones a ensayar.

#### **Eficiencia del proceso de tratamiento sobre: MIB y Geosmina, emergentes**

Evaluación de la capacidad de la planta piloto para eliminar compuestos como el Metil-Isoborneol y la Geosmina, así como compuestos emergentes [se seleccionarán 2 (TBT u otros)], que serán adicionados al agua mediante dopaje.

Para ello se trabajará en la Configuración 1ª, con agua de río, dopándose el producto que se desee estudiar a la entrada del agua bruta a la planta piloto.

- **CONFIGURACIÓN 1A MIB**

Se operará en la Configuración 1A con agua del río Nervión, a la que se dopará, en el punto de entrada del agua bruta a planta, con diversas dosis de **MIB**, ensayando distintas dosis de ozono en pre (0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 ppm) y una dosis fija de ozono en oxidación intermedia, con  $\text{Cl}_2$  en la etapa de desinfección final. El ensayo programado para dos semanas utilizará un tipo de carbón en la primera semana y otro en la segunda semana.

- **CONFIGURACIÓN 1A Geosmina**

Se operará en la Configuración 1A con agua del río Nervión, a la que se dopará, en el punto de entrada del agua bruta a planta, con diversas dosis de **Geosmina**, ensayando distintas dosis de ozono en pre (0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 ppm) y una dosis fija de ozono en oxidación intermedia, con  $\text{Cl}_2$  en la etapa de desinfección final. El ensayo programado para dos semanas utilizará un tipo de carbón en la primera semana y otro en la segunda semana.

- **CONFIGURACIÓN 1A Emergente 1**

Se operará en la Configuración 1A con agua del río Nervión, a la que se dopará, en el punto de entrada del agua bruta a planta, con diversas dosis de contaminante Emergente 1 (ver Nota 4), ensayando distintas dosis de ozono en pre (0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 ppm) y una dosis fija de ozono en oxidación intermedia, con  $\text{Cl}_2$  en la etapa de desinfección final. El ensayo programado para dos semanas utilizará un tipo de carbón en la primera semana y otro en la segunda semana.

- **CONFIGURACIÓN 1A Emergente 2**

Se operará en la Configuración 1A con agua del río Nervión, a la que se dopará, en el punto de entrada del agua bruta a planta, con diversas dosis de contaminante **Emergente 2** (ver Nota 4), ensayando distintas dosis de ozono en pre (0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 ppm) y una dosis fija de ozono en oxidación intermedia, con  $\text{Cl}_2$  en la etapa de desinfección final. El ensayo programado para dos semanas utilizará un tipo de carbón en la primera semana y otro en la segunda semana.

Nota 4: Los contaminantes emergentes 1 y 2 quedan pendientes de definir.

#### **Otras actuaciones**

Se remitirán muestras de los carbones activos a los diferentes distribuidores, para que realicen las pruebas (Índice de yodo, ...) y se pueda disponer de información acerca del estado de los carbones activos en uso.

Se solicitarán la realización de las pruebas a las casas Chemviron y Norit.

Puntos de toma de muestra para análisis de subproductos (Bromuros/Bromatos) (A CONCRETAR):

**Tabla 12.** Puntos de muestreo para análisis de subproductos (Bromuros/Bromatos)

| TIPO ENSAYO                | AB | SP | SD | SF | SOA | SCA | AT |
|----------------------------|----|----|----|----|-----|-----|----|
| Período Bromuros Naturales | x  | x  |    | x  | x   | x   | x  |
| Dopaje con Bromuros        | x  | x  |    | x  | x   | x   | x  |



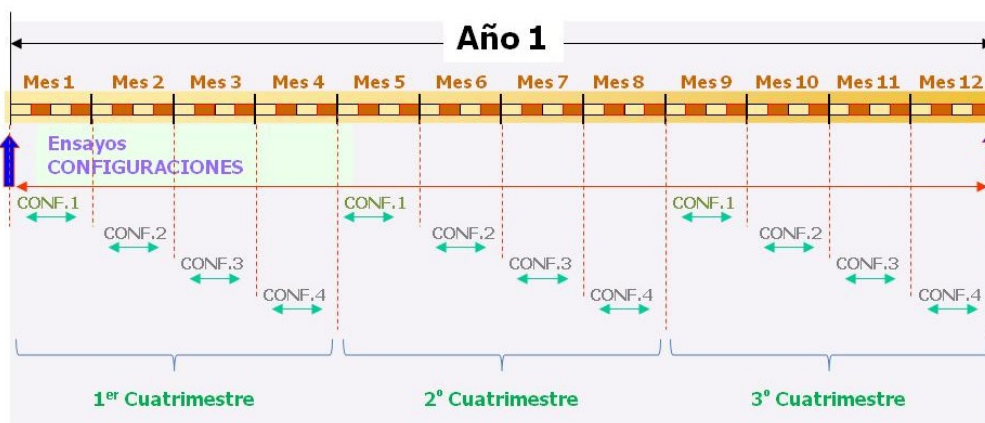
AB: Agua bruta; SP: Salida Pre-oxidación; SD: Salida Decantación; SF: Salida Filtración; SOA: Salida Oxidación- Avanzada; SCA: Salida Carbón Activo; AT: Agua Tratada.

No obstante, los ensayos para este año 2 han sufrido algunas modificaciones respecto a las inicialmente diseñados (ver Acta 25/06/2019) siguiendo un nuevo calendario de configuraciones (ver Fig. 9).

#### 4.1.4. Cronograma

##### Proyecto Fase 1

Este planteamiento de ensayos, en el primer año de explotación se corresponde con el siguiente cronograma:



**Fig. 7.** Cronograma del primer año de explotación y planteamiento de actividades para el segundo año.

Se ha consensuado que las diferentes configuraciones que se van a ensayar a lo largo de la experimentación pasen a denominarse de la siguiente manera (Acta nº 5 del 31/08/2018):

**Configuración 1A:**  $O_3$  + Coag/Floc + Decantación /Filtración +  $O_3$  +  $Cl_2$

**Configuración 1B:**  $O_3$  + Coag/Floc + Decantación /Filtración +  $O_3$  +  $H_2O_2$  +  $Cl_2$

**Configuración 2A:**  $Cl_2$  + Coag/Floc + Decantación /Filtración +  $O_3$  +  $Cl_2$

**Configuración 2B:**  $Cl_2$  + Coag/Floc + Decantación /Filtración +  $O_3$  +  $H_2O_2$  +  $Cl_2$

**Configuración 3A:**  $ClO_2$  + Coag/Floc + Decantación /Filtración +  $O_3$  +  $Cl_2$

**Configuración 3B:**  $ClO_2$  + Coag/Floc + Decantación /Filtración +  $O_3$  +  $H_2O_2$  +  $Cl_2$

**Configuración 4A:**  $KMnO_4$  + Coag/Floc + Decantación /Filtración +  $O_3$  +  $Cl_2$

**Configuración 4B:**  $KMnO_4$  + Coag/Floc + Decantación /Filtración +  $O_3$  +  $H_2O_2$  +  $Cl_2$

La configuración correspondiente a la preoxidación con Permanganato se pasa al último lugar de experimentación del ciclo de configuraciones para prevenir un posible ensuciamiento de los diferentes componentes de la planta y un arrastre en la siguiente configuración (Acta nº 5 del 31/08/2018 y Acta 21/09/2018).

La fase de explotación de la planta piloto de Etxebarri, en su primer año ha dado comienzo el 6/08/2018.

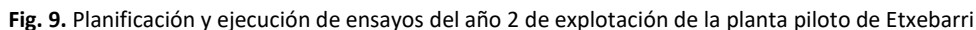
##### Proyecto Fase 2

El planteamiento de ensayos, en el segundo año de explotación se planifico inicialmente siguiendo cronograma siguiente:

**CAP:** Carbón Activo en Polvo

La fase de explotación de la planta piloto de Etxebarri, en su segundo año, dará comienzo el 22/07/2019

Finalmente, la planificación y ejecución de ensayos para el segundo año de explotación se ha realizado según el siguiente cronograma, elaborado por SUEZ (ver códigos de configuraciones Tabla 11):





#### **4.2. Planta piloto de Ultrafiltración**

Durante el primer año de proyecto, se ha operado una planta piloto de ultrafiltración, propiedad de Cadagua en la que han participado Cadagua y la Universidad de Granada.

El objetivo general de la experimentación que se ha llevado a cabo de manera simultánea a la de la Planta Piloto de Etxebarri, ha sido la de definir la línea de tratamiento más adecuada para la potabilización del agua del río Nervión, empleando un sistema de membranas de ultrafiltración, incidiendo en la capacidad de dicho proceso para la eliminación de los contaminantes emergentes publicados en la Decisión de Ejecución (UE) 2015/495, y de bacterias con resistencias a antibióticos.

Para la consecución de este objetivo general se han planteado unos objetivos particulares que serán desarrollados a través de una serie de hitos, que ayudarán a estructurar el proyecto para abordar cada aspecto con mayor eficacia:

- Hito 1: Adaptación de la instalación, transporte y puesta en marcha.
- Hito 2: Caracterización de las aguas del río Nervión respecto a la presencia de los contaminantes emergentes, así como de bacterias que han desarrollado resistencia a los antibióticos de uso más habitual a nivel sanitario, y estudio bibliográfico sobre contaminantes emergentes que permita conocer la incidencia de estas sustancias en otras masas de aguas ya caracterizadas y sus concentraciones más habituales.
- Hito 3: Determinación de la capacidad de retención de bacterias resistentes a antibióticos mediante membranas de ultrafiltración, asociados a procesos de oxidación avanzada (ozono, peróxido, radiación ultravioleta y combinaciones de los mismos) y carbón activo.
- Hito 4: Determinación del balance másico de micro-contaminantes analizando las muestras tomadas del influente, salida UF, rechazo UF, salida oxidación avanzada y salida carbón activo.

##### **4.2.1. Equipamiento y configuraciones de trabajo.**

La planta piloto de Ultrafiltración permite trabajar en diferentes configuraciones, ya que dispone de los siguientes elementos o etapas:

- Pre-Filtración del agua de entrada a planta: Sistema de 2 filtros de anillas de 120µm de luz de malla, con funcionamiento en paralelo, que permite la limpieza de los cartuchos filtrantes sin detener la operación por aislamiento de la unidad a limpiar.
- Coagulación previa: Sistema de coagulación/floculación en tubería, que permite generar un flóculo de tamaño apropiado que pueda ser retirado, sin provocar el atascamiento de las membranas, a su paso por la etapa de Ultrafiltración.
- Ultrafiltración: Sistema de filtración por membranas (3 unidades) con sistema de aireación en continuo y contra-lavado con agua de permeado.
- Ozonización: Sistema que permite la dosificación de hasta 10g/h de O<sub>3</sub> a partir de O<sub>2</sub> gas, equipo de medida del ozono residual tanto en la corriente de agua como en la corriente de aire. Dicha instalación dispone de un sistema de destrucción química de O<sub>3</sub>.
- Ultravioleta: Sistema de acondicionamiento del agua mediante la dosificación de luz UV mediante el empleo de 2 lámparas de 90W de potencia.
- Dosificación de Peróxido de Hidrógeno: Este reactivo podrá ser adicionado junto con el O<sub>3</sub> y la luz UV simultáneamente, o sólo si se eleva el pH, como sistemas de generación de radicales hidroxilo que van a descomponer los compuestos presentes en el agua.
- Filtración sobre Carbón Activo: Sistema que permite la eliminación de compuesto orgánicos a través de su adsorción sobre los centros activos de los que dispone el carbón activado.
- Desinfección final: Acondicionamiento final del agua mediante adición de Hipoclorito Sódico y evolución del cloro libre en circuito de recirculación tras un tiempo determinado, como emulación del cloro en la tubería de distribución.

Las configuraciones que se han ensayado, a lo largo de los 3 cuatrimestres en los que se ha dividido el año, han sido una combinación de las diferentes etapas anteriormente enumeradas:

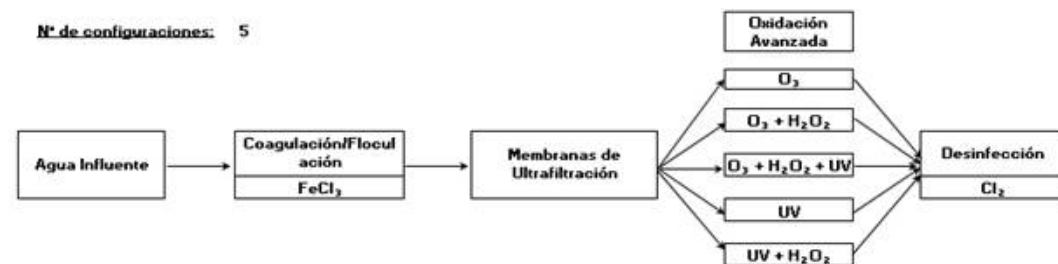


Fig. 10. Configuraciones en la que la etapa de Carbón Activo es omitida.

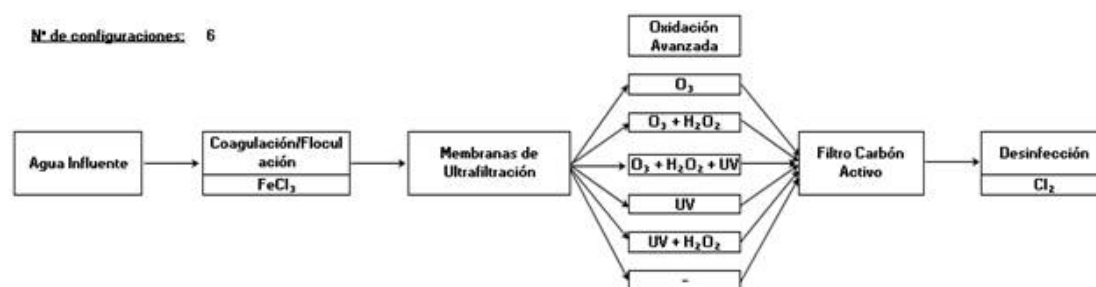


Fig. 11. Configuraciones en el que se emplea la etapa de Carbón Activo.

Estas configuraciones, que se enumeran y nombran en la tabla anexa, se han operado a lo largo del año, siguiendo el calendario de ensayos propuesto en el cronograma, aunque en ocasiones han sufrido modificaciones en función de su efectividad.

Tabla 13. Denominación de Configuraciones

|                  |                                                       |
|------------------|-------------------------------------------------------|
| Configuración 1  | Coagulación + UF + O3 + CA + Desinfección             |
| Configuración 2  | Coagulación + UF + O3 + H2O2 + CA + Desinfección      |
| Configuración 3  | Coagulación + UF + O3 + H2O2 + UV + CA + Desinfección |
| Configuración 4  | Coagulación + UF + UV + CA + Desinfección             |
| Configuración 5  | Coagulación + UF + UV + H2O2 + CA + Desinfección      |
| Configuración 6  | Coagulación + UF + O3 + Desinfección                  |
| Configuración 7  | Coagulación + UF + O3 + H2O2 + Desinfección           |
| Configuración 8  | Coagulación + UF + O3 + H2O2 + UV + Desinfección      |
| Configuración 9  | Coagulación + UF + UV + Desinfección                  |
| Configuración 10 | Coagulación + UF + UV + H2O2 + Desinfección           |
| Configuración 11 | Coagulación + UF + CA + Desinfección                  |

#### 4.2.2. Cronograma de ensayos

|           | Envío muestras   |   |   |   |   | Día Ensayo      |   |                 |   |    | 1er Cuatrimestre |    |    |    |    | 2do Cuatrimestre |    |                 |    |    | 3er Cuatrimestre |    |                 |    |    |                 |    |                 |    |    |                  |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
|-----------|------------------|---|---|---|---|-----------------|---|-----------------|---|----|------------------|----|----|----|----|------------------|----|-----------------|----|----|------------------|----|-----------------|----|----|-----------------|----|-----------------|----|----|------------------|--|-----------------|--|--|-----------------|--|-----------------|--|--|------------------|--|--|--|--|
| MES       | JULIO            |   |   |   |   |                 |   |                 |   |    |                  |    |    |    |    |                  |    |                 |    |    |                  |    |                 |    |    |                 |    |                 |    |    |                  |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| DÍA       | D                | L | M | X | J | V               | S | D               | L | M  | X                | J  | V  | S  | D  | L                | M  | X               | J  | V  | S                | D  | L               | M  | X  | J               | V  | S               | D  | L  | M                |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| Operación | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6               | 7 | 8               | 9 | 10 | 11               | 12 | 13 | 14 | 15 | 16               | 17 | 18              | 19 | 20 | 21               | 22 | 23              | 24 | 25 | 26              | 27 | 28              | 29 | 30 | 31               |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
|           |                  |   |   |   |   | Configuración 1 |   |                 |   |    |                  |    |    |    |    | Configuración 2  |    |                 |    |    |                  |    |                 |    |    | Configuración 3 |    |                 |    |    |                  |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| MES       | AGOSTO           |   |   |   |   |                 |   |                 |   |    |                  |    |    |    |    |                  |    |                 |    |    |                  |    |                 |    |    |                 |    |                 |    |    |                  |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| DÍA       | X                | J | V | S | D | L               | M | X               | J | V  | S                | D  | L  | M  | X  | J                | V  | S               | D  | L  | M                | X  | J               | V  | S  | D               | L  | M               | X  | J  | V                |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| Operación | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6               | 7 | 8               | 9 | 10 | 11               | 12 | 13 | 14 | 15 | 16               | 17 | 18              | 19 | 20 | 21               | 22 | 23              | 24 | 25 | 26              | 27 | 28              | 29 | 30 | 31               |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
|           | Config. 4        |   |   |   |   |                 |   |                 |   |    |                  |    |    |    |    |                  |    |                 |    |    | Config. 4        |    |                 |    |    |                 |    |                 |    |    | Configuración 5  |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| MES       | SEPTIEMBRE       |   |   |   |   |                 |   |                 |   |    |                  |    |    |    |    |                  |    |                 |    |    |                  |    |                 |    |    |                 |    |                 |    |    |                  |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| DÍA       | S                | D | L | M | X | J               | V | S               | D | L  | M                | X  | J  | V  | S  | D                | L  | M               | X  | J  | V                | S  | D               | L  | M  | X               | J  | V               | S  | D  | L                |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| Operación | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6               | 7 | 8               | 9 | 10 | 11               | 12 | 13 | 14 | 15 | 16               | 17 | 18              | 19 | 20 | 21               | 22 | 23              | 24 | 25 | 26              | 27 | 28              | 29 | 30 |                  |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
|           |                  |   |   |   |   | Configuración 6 |   |                 |   |    |                  |    |    |    |    | Configuración 7  |    |                 |    |    |                  |    |                 |    |    | Configuración 8 |    |                 |    |    |                  |  |                 |  |  | Configuración 9 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| MES       | OCTUBRE          |   |   |   |   |                 |   |                 |   |    |                  |    |    |    |    |                  |    |                 |    |    |                  |    |                 |    |    |                 |    |                 |    |    |                  |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| DÍA       | L                | M | X | J | V | S               | D | L               | M | X  | J                | V  | S  | D  | L  | M                | X  | J               | V  | S  | D                | L  | M               | X  | J  | V               | S  | D               | L  | M  | X                |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| Operación | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6               | 7 | 8               | 9 | 10 | 11               | 12 | 13 | 14 | 15 | 16               | 17 | 18              | 19 | 20 | 21               | 22 | 23              | 24 | 25 | 26              | 27 | 28              | 29 | 30 | 31               |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
|           | Configuración 10 |   |   |   |   |                 |   |                 |   |    |                  |    |    |    |    |                  |    |                 |    |    |                  |    |                 |    |    |                 |    |                 |    |    |                  |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| MES       | NOVIEMBRE        |   |   |   |   |                 |   |                 |   |    |                  |    |    |    |    |                  |    |                 |    |    |                  |    |                 |    |    |                 |    |                 |    |    |                  |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| DÍA       | J                | V | S | D | L | M               | X | J               | V | S  | D                | L  | M  | X  | J  | V                | S  | D               | L  | M  | X                | J  | V               | S  | D  | L               | M  | X               | J  | V  | S                |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| Operación | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6               | 7 | 8               | 9 | 10 | 11               | 12 | 13 | 14 | 15 | 16               | 17 | 18              | 19 | 20 | 21               | 22 | 23              | 24 | 25 | 26              | 27 | 28              | 29 | 30 |                  |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
|           |                  |   |   |   |   | Configuración 1 |   |                 |   |    |                  |    |    |    |    | Configuración 2  |    |                 |    |    |                  |    |                 |    |    | Configuración 3 |    |                 |    |    |                  |  |                 |  |  | Configuración 4 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| MES       | DICIEMBRE        |   |   |   |   |                 |   |                 |   |    |                  |    |    |    |    |                  |    |                 |    |    |                  |    |                 |    |    |                 |    |                 |    |    |                  |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| DÍA       | S                | D | L | M | X | J               | V | S               | D | L  | M                | X  | J  | V  | S  | D                | L  | M               | X  | J  | V                | S  | D               | L  | M  | X               | J  | V               | S  | D  | L                |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| Operación | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6               | 7 | 8               | 9 | 10 | 11               | 12 | 13 | 14 | 15 | 16               | 17 | 18              | 19 | 20 | 21               | 22 | 23              | 24 | 25 | 26              | 27 | 28              | 29 | 30 | 31               |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
|           |                  |   |   |   |   | Config. 5       |   |                 |   |    |                  |    |    |    |    | Configuración 5  |    |                 |    |    |                  |    |                 |    |    | Configuración 6 |    |                 |    |    |                  |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| MES       | ENERO            |   |   |   |   |                 |   |                 |   |    |                  |    |    |    |    |                  |    |                 |    |    |                  |    |                 |    |    |                 |    |                 |    |    |                  |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| DÍA       | M                | X | J | V | S | D               | L | M               | X | J  | V                | S  | D  | L  | M  | X                | J  | V               | S  | D  | L                | M  | X               | J  | V  | S               | D  | L               | M  | X  | J                |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| Operación | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6               | 7 | 8               | 9 | 10 | 11               | 12 | 13 | 14 | 15 | 16               | 17 | 18              | 19 | 20 | 21               | 22 | 23              | 24 | 25 | 26              | 27 | 28              | 29 | 30 | 31               |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
|           |                  |   |   |   |   |                 |   |                 |   |    | Configuración 7  |    |    |    |    |                  |    |                 |    |    | Configuración 8  |    |                 |    |    |                 |    |                 |    |    | Configuración 9  |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  | Configuración 10 |  |  |  |  |
| MES       | FEBRERO          |   |   |   |   |                 |   |                 |   |    |                  |    |    |    |    |                  |    |                 |    |    |                  |    |                 |    |    |                 |    |                 |    |    |                  |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| DÍA       | V                | S | D | L | M | X               | J | V               | S | D  | L                | M  | X  | J  | V  | S                | D  | L               | M  | X  | J                | V  | S               | D  | L  | M               | X  | J               | V  | S  | D                |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| Operación | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6               | 7 | 8               | 9 | 10 | 11               | 12 | 13 | 14 | 15 | 16               | 17 | 18              | 19 | 20 | 21               | 22 | 23              | 24 | 25 | 26              | 27 | 28              |    |    |                  |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
|           | C.10             |   |   |   |   |                 |   |                 |   |    |                  |    |    |    |    |                  |    |                 |    |    |                  |    | Configuración 1 |    |    |                 |    |                 |    |    |                  |  | Configuración 2 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| MES       | MARZO            |   |   |   |   |                 |   |                 |   |    |                  |    |    |    |    |                  |    |                 |    |    |                  |    |                 |    |    |                 |    |                 |    |    |                  |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| DÍA       | V                | S | D | L | M | X               | J | V               | S | D  | L                | M  | X  | J  | V  | S                | D  | L               | M  | X  | J                | V  | S               | D  | L  | M               | X  | J               | V  | S  | D                |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| Operación | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6               | 7 | 8               | 9 | 10 | 11               | 12 | 13 | 14 | 15 | 16               | 17 | 18              | 19 | 20 | 21               | 22 | 23              | 24 | 25 | 26              | 27 | 28              | 29 | 30 | 31               |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
|           | C.2              |   |   |   |   |                 |   | Configuración 3 |   |    |                  |    |    |    |    |                  |    | Configuración 4 |    |    |                  |    |                 |    |    |                 |    | Configuración 5 |    |    |                  |  |                 |  |  |                 |  | Configuración 6 |  |  |                  |  |  |  |  |
| MES       | ABRIL            |   |   |   |   |                 |   |                 |   |    |                  |    |    |    |    |                  |    |                 |    |    |                  |    |                 |    |    |                 |    |                 |    |    |                  |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| DÍA       | L                | M | X | J | V | S               | D | L               | M | X  | J                | V  | S  | D  | L  | M                | X  | J               | V  | S  | D                | L  | M               | X  | J  | V               | S  | D               | L  | M  | X                |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
| Operación | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6               | 7 | 8               | 9 | 10 | 11               | 12 | 13 | 14 | 15 | 16               | 17 | 18              | 19 | 20 | 21               | 22 | 23              | 24 | 25 | 26              | 27 | 28              | 29 | 30 | 31               |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |
|           | Configuración 7  |   |   |   |   |                 |   |                 |   |    | Configuración 8  |    |    |    |    |                  |    |                 |    |    | Configuración 9  |    |                 |    |    |                 |    |                 |    |    | Configuración 10 |  |                 |  |  |                 |  |                 |  |  |                  |  |  |  |  |

Fig. 12. Calendario de configuraciones y tiempos de ejecución estimados.

Durante el mes de Julio la planta piloto no trabajó con agua del embalse del Zadorra, aprovechando para realizar la puesta en marcha de la planta complementaria (planta de Ultrafiltración) y un primer ajuste de los diferentes parámetros de operación, empleando el agua del río Nervión.

#### 4.2.3. Operación en planta

La operación de la instalación se llevó a cabo considerando que el proceso de Ultrafiltración se mantiene en funcionamiento continuo (5-7 días/semana), y que únicamente se activan las diferentes etapas de tratamiento (Oxidación Avanzada, Carbón Activo y Desinfección) un nº de horas determinado, durante la jornada que requiere la toma de muestra para su análisis microbiológico. El análisis Físico-Químico, por su parte, se realiza durante esa misma jornada con el fin de completar los parámetros de seguimiento.

La planta Ultrafiltración trabaja en continuo, permitiendo evaluar cambios de la PTM (Presión Transmembrana) ante diferentes escenarios de calidad de agua, adecuando las secuencias de filtrado/contralavado en función de la misma. Así mismo, de esta manera se ha evitado que la membranas sufran deterioro alguno, por periodos largos de inactividad.

Se ha realizado un seguimiento semanal similar al de la planta piloto de Etzebarri y se han tratado los resultados e incidencias en las reuniones semanales de los viernes, conjuntamente con el seguimiento de la Planta piloto de Etzebarri.

Dado que en análisis previos realizados por la Universidad de Granada, solo se detectaron dos sustancias candidatas, al inicio de la investigación se acordó preparar una mezcla de 20 sustancias en suspensión a 5 mg/l, incluyendo las 14 sustancias prioritarias anteriores más las nuevas. El objetivo ha sido dopar la planta a un nivel similar al referido en bibliografía y aproximadamente 3 veces por encima del límite de detección. En cualquier caso, el dopaje se ha realizará más adelante (Acta de Reunión del 7 de Septiembre de 2018).



#### 4.2.4. Analítica

El conjunto de las analíticas tanto físico-químicas (pH, Conductividad, temperatura, turbidez, color y Cloro libre) como microbiológicas (E. coli, Enterococo, C. perfringens, Coliformes totales y Aerobios a 22°C) que con carácter semanal se han realizado a la salida de las diferentes etapas de proceso, se recogen en el Anexo V. Los puntos de muestreo sobre los que se han realizado el análisis microbiológico han sido los siguientes:

- 1. Influyente.
- 2. Salida Ultrafiltración.
- 3. Rechazo Ultrafiltración.
- 4. Salida Carbón Activo.
- 5. Salida Oxidación Avanzada.
- 6. Desinfección.

La planta piloto complementaria de ultrafiltración ha sido considerada como una “ETAP más”, en el conjunto del proyecto. Personal experto en muestreos del CABB han realizado la toma de muestras, incorporándola a la ruta programada del CABB, realizándose análisis del agua bruta y del agua tratada. El personal de muestreo del CABB está cualificado para la toma de muestra. Los muestreos se han realizado siguiendo procedimientos de trabajo del CABB, acreditados por ENAC. En ellos se detallan las necesidades de volumen, tipo de envase a utilizar, preservación de la muestra, etc., para cada tipo de análisis.

La microbiología del agua bruta de la planta complementaria y de la principal se han realizado conjuntamente, lo que ha supuesto una reducción del nº de analíticas.

Durante el periodo de tiempo en el que la Planta Piloto Principal ha estado tratando agua procedente del embalse del Zadorra (1 mes), únicamente se han tomado muestras de agua bruta del río para la determinación de los contaminantes emergentes.

Los análisis microbiológicos de la Planta complementaria se han realizado, al igual que los de la Planta Piloto Principal, en los laboratorios que el CABB dispone en Venta Alta.

Las analíticas microbiológicas de los diferentes puntos intermedios de la planta complementaria (y en su caso las de la planta piloto) se han realizado también siguiendo nuestros procedimientos de trabajo (acreditados por ENAC), siendo las muestras positivas precintadas y enviadas a la Universidad de Granada.

A continuación, se presentan 2 tablas, una con un resumen con el nº total de analíticas realizadas, tanto de parámetros microbiológicos como físico-químicos, así como un detalle del calendario de muestreos.

**Tabla 14. Resumen de los análisis planificados en la Planta Piloto Ultrafiltración (UF)**

|                      | Nº Análisis |            |    |           |     |       |     | Nº determinaciones por muestra |            |    |           |     |       |     | Nº determinaciones totales |            |    |           |     |       |     |
|----------------------|-------------|------------|----|-----------|-----|-------|-----|--------------------------------|------------|----|-----------|-----|-------|-----|----------------------------|------------|----|-----------|-----|-------|-----|
|                      | Nº análisis | Influyente | UF | RechazoUF | C.A | Ox Av | Red | Nº análisis                    | Influyente | UF | RechazoUF | C.A | Ox Av | Red | Nº análisis                | Influyente | UF | RechazoUF | C.A | Ox Av | Red |
| E. coli              | 106         | 25         | 25 | 6         | 25  | 25    | 0   | 9                              | 3          | 1  | 3         | 1   | 1     | 0   | 168                        | 75         | 25 | 18        | 25  | 25    | 0   |
| Enterococo           | 106         | 25         | 25 | 6         | 25  | 25    | 0   | 9                              | 3          | 1  | 3         | 1   | 1     | 0   | 168                        | 75         | 25 | 18        | 25  | 25    | 0   |
| C. perfringens       | 106         | 25         | 25 | 6         | 25  | 25    | 0   | 9                              | 3          | 1  | 3         | 1   | 1     | 0   | 168                        | 75         | 25 | 18        | 25  | 25    | 0   |
| Coli totales         | 106         | 25         | 25 | 6         | 25  | 25    | 0   | 9                              | 3          | 1  | 3         | 1   | 1     | 0   | 168                        | 75         | 25 | 18        | 25  | 25    | 0   |
| Aerobios 22°C        | 131         | 25         | 25 | 6         | 25  | 25    | 25  | 10                             | 3          | 1  | 3         | 1   | 1     | 1   | 193                        | 75         | 25 | 18        | 25  | 25    | 25  |
| pH                   | 183         | 43         | 0  | 11        | 43  | 43    | 43  | 5                              | 1          | 0  | 1         | 1   | 1     | 1   | 183                        | 43         | 0  | 11        | 43  | 43    | 43  |
| Conductividad        | 140         | 43         | 0  | 11        | 43  | 43    | 0   | 4                              | 1          | 0  | 1         | 1   | 1     | 0   | 140                        | 43         | 0  | 11        | 43  | 43    | 0   |
| Temperatura          | 97          | 43         | 0  | 11        | 0   | 43    | 0   | 2                              | 1          | 0  | 0         | 0   | 1     | 0   | 86                         | 43         | 0  | 0         | 0   | 43    | 0   |
| Cloro residual libre | 86          | 0          | 0  | 0         | 0   | 43    | 43  | 2                              | 0          | 0  | 0         | 0   | 1     | 1   | 86                         | 0          | 0  | 0         | 0   | 43    | 43  |
| Turbidez             | 226         | 43         | 43 | 11        | 43  | 43    | 43  | 6                              | 1          | 1  | 1         | 1   | 1     | 1   | 226                        | 43         | 43 | 11        | 43  | 43    | 43  |
| Color                | 172         | 43         | 43 | 0         | 43  | 43    | 0   | 4                              | 1          | 1  | 0         | 1   | 1     | 0   | 172                        | 43         | 43 | 0         | 43  | 43    | 0   |
| Microbiología        | 865         |            |    |           |     |       |     |                                |            |    |           |     |       |     |                            |            |    |           |     |       |     |
| Físico-Químico       | 893         |            |    |           |     |       |     |                                |            |    |           |     |       |     |                            |            |    |           |     |       |     |

**Tabla 15.** Tabla detallada de los análisis planificados en la Planta Piloto Complementaria

| MUESTRA      |            | INFLUENTE |       |           |           |           |       |    |       |       |       | ULTRAFILTRACIÓN |       |           |           |           |       | RECHAZO ULTRAFILTRACIÓN |         |       |           |           |           | TRAS CARBÓN ACTIVO |    |       |         |       |           |           |           |       |       | TRAS OXIDACIÓN AVANZADA |       |       |          |           |    |       |          |   |   | RED DISTRIBUCIÓN |  |  |  |
|--------------|------------|-----------|-------|-----------|-----------|-----------|-------|----|-------|-------|-------|-----------------|-------|-----------|-----------|-----------|-------|-------------------------|---------|-------|-----------|-----------|-----------|--------------------|----|-------|---------|-------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-------------------------|-------|-------|----------|-----------|----|-------|----------|---|---|------------------|--|--|--|
| Muest. reco. | Fecha      | E. coli   | Cocos | C. Perfr. | Coli tot. | Aer. 22°C | Color | pH | Cond. | Turb. | Temp. | E. coli         | Cocos | C. Perfr. | Coli tot. | Aer. 22°C | Color | Turb.                   | E. coli | Cocos | C. Perfr. | Coli tot. | Aer. 22°C | Cond.              | pH | Turb. | E. coli | Cocos | C. Perfr. | Coli tot. | Aer. 22°C | Color | Cond. | pH                      | Turb. | Temp. | C12 Res. | Aer. 22°C | pH | Turb. | C12 Res. |   |   |                  |  |  |  |
| 64           | 03/07/2018 | martes    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 65           | 04/07/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    | 1     |          | 1 | 1 | 1                |  |  |  |
| 71           | 10/07/2018 | martes    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 72           | 11/07/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 76           | 17/07/2018 | martes    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         | 1     |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 79           | 18/07/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 85           | 24/07/2018 | martes    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         | 1     |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 86           | 25/07/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 92           | 31/07/2018 | martes    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         | 1     |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 93           | 01/08/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 99           | 07/08/2018 | martes    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         | 1     |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 100          | 08/08/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 105          | 13/08/2018 | jueves    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         | 1     |                         |         |       | 3         | 3         | 3         | 3                  | 3  |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 106          | 16/08/2018 | jueves    |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 113          | 21/08/2018 | martes    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         | 1     |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 114          | 22/08/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 115          | 26/08/2018 | martes    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         | 1     |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 121          | 29/08/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 127          | 04/09/2018 | martes    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         | 1     |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 128          | 05/09/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 135          | 12/09/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 141          | 18/09/2018 | martes    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         | 1     |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 142          | 19/09/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 148          | 25/09/2018 | martes    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         | 1     |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 149          | 26/09/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 153          | 02/10/2018 | martes    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         | 1     |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 156          | 03/10/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 162          | 09/10/2018 | martes    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         | 1     |                         |         |       | 3         | 3         | 3         | 3                  | 3  |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 163          | 10/10/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 169          | 16/10/2018 | martes    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         | 1     |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 170          | 17/10/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 176          | 23/10/2018 | martes    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         | 1     |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 177          | 24/10/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 183          | 30/10/2018 | martes    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         | 1     |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 184          | 31/10/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 190          | 06/11/2018 | martes    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         | 1     |                         |         |       | 3         | 3         | 3         | 3                  | 3  |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 191          | 07/11/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 197          | 13/11/2018 | martes    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         | 1     |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 198          | 14/11/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 204          | 20/11/2018 | martes    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         | 1     |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 205          | 21/11/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 211          | 27/11/2018 | martes    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         | 1     |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 217          | 03/12/2018 | jueves    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         | 1     |                         |         |       | 3         | 3         | 3         | 3                  | 3  |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 219          | 05/12/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 225          | 11/12/2018 | martes    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         | 1     |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 226          | 12/12/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 232          | 18/12/2018 | martes    | 3     | 3         | 3         | 3         | 3     |    |       |       |       | 1               | 1     | 1         | 1         | 1         | 1     |                         |         |       | 1         | 1         | 1         | 1                  | 1  |       |         |       | 1         | 1         | 1         | 1     | 1     |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 233          | 19/12/2018 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 247          | 02/01/2019 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 254          | 09/01/2019 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 263          | 16/01/2019 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 268          | 23/01/2019 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 274          | 29/01/2019 | martes    |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |
| 275          | 30/01/2019 | miércoles |       |           |           |           | 1     | 1  | 1     | 1     | 1     |                 |       |           |           |           |       |                         |         |       |           |           |           |                    |    |       |         |       |           |           |           |       |       |                         |       |       |          |           |    |       |          |   |   |                  |  |  |  |



#### **4.3. Colaboraciones y Producción Científica**

Tras el acuerdo de colaboración firmado entre el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia (CABB) y la Universidad de País Vasco (UPV-EHU), se han producido diversas estancias en prácticas de alumnos de la UPV-EHU en las instalaciones de la planta piloto de Etxebarri.

**Tabla 16.** Tabla de alumnos UPV-EHU que realizan o han realizado prácticas en la Planta Piloto de Etxebarri

| Dpto. UPV-EHU        | Alumna/Alumno | Estancia                   | Producción Científica |
|----------------------|---------------|----------------------------|-----------------------|
| Ingeniería Química   | Celia Pérez   | 4/02/2019 a<br>17/04/2019  |                       |
| Ingeniería Ambiental | Alicia Lomba  | 18/03/2019 a<br>31/05/2019 | Lectura tesis Master  |
| Ingeniería Química   | Joseba Udaeta | 2/09/2019 a<br>20/12/2019  |                       |

Nota 1: La formación de estos alumnos en Seguridad, para poder transitar por la planta piloto, ha corrido a cargo de Cadagua. La dotación de EPIs y ordenador, a cuenta del CABB.

También se ha colaborado con el grupo de Estilita Ruiz (UPV-EHU) facilitándoles información de la EDAR de Güeñes para la realización de un proyecto sobre el impacto de los vertidos de las EDAR en las aguas naturales



#### ANEJO 4. MEMORIA PROYECTO OBRAS EJECUTADAS PLANTA PILOTO ETXEBARRI



# MEMORIA

## ÍNDICE

|           |                                                  |    |
|-----------|--------------------------------------------------|----|
| 1.        | ANTECEDENTES.....                                | 5  |
| 2.        | SOLUCIÓN PROPUESTA.....                          | 6  |
| 2.1.      | ESTADO PREVIO A LAS OBRAS .....                  | 6  |
| 2.2.      | SOLUCIÓN ADOPTADA .....                          | 6  |
| 3.        | DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....                    | 7  |
| 3.1.      | CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS OBRAS .....     | 7  |
| 3.2.      | UBICACIÓN.....                                   | 8  |
| 3.3.      | ORIGEN DEL AGUA.....                             | 9  |
| 3.4.      | CAPTACIÓN DE AGUA BRUTA .....                    | 9  |
| 3.5.      | PRE-OXIDACIÓN .....                              | 12 |
| 3.5.1.    | Dióxido de cloro (ClO <sub>2</sub> ).....        | 12 |
| 3.5.2.    | Cloro gas (Cl <sub>2</sub> gas).....             | 13 |
| 3.5.3.    | Permanganato potásico (KMnO <sub>4</sub> ) ..... | 15 |
| 3.5.4.    | Ozono (O <sub>3</sub> ).....                     | 15 |
| 3.6.      | CÁMARA DE MEZCLA .....                           | 19 |
| 3.7.      | DECANTACIÓN.....                                 | 20 |
| 3.8.      | FILTRACIÓN DE ARENA .....                        | 21 |
| 3.8.1.    | Funcionamiento del filtro.....                   | 23 |
| 3.9.      | EQUIPOS DE LAVADO DE FILTROS.....                | 24 |
| 3.9.1.    | Depósito de agua filtrada .....                  | 25 |
| 3.9.2.    | Bombeo de agua filtrada .....                    | 25 |
| 3.10.     | TRATAMIENTO DE OXIDACIÓN/OXIDACIÓN AVANZADA..... | 27 |
| 3.10.1.   | Oxidación mediante dosificación de ozono.....    | 27 |
| 3.10.2.   | Oxidación avanzada .....                         | 29 |
| 3.10.2.1. | Ultravioleta.....                                | 30 |
| 3.10.2.2. | Peróxido de Hidrógeno.....                       | 30 |
| 3.11.     | FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO GRANULAR.....        | 31 |
| 3.12.     | DESINFECCION FINAL .....                         | 34 |
| 3.12.1.   | Dióxido de cloro (ClO <sub>2</sub> ) .....       | 34 |
| 3.12.2.   | Cloro gas (Cl <sub>2</sub> gas).....             | 34 |
| 3.13.     | DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS.....                   | 35 |
| 3.13.1.   | Coagulante.....                                  | 35 |
| 3.13.2.   | Floculante .....                                 | 36 |
| 3.13.3.   | Permanganato potásico.....                       | 36 |
| 3.13.4.   | Carbón activo en polvo (CAP).....                | 36 |
| 3.13.5.   | Hidróxido Sódico .....                           | 37 |

|            |                                                             |    |
|------------|-------------------------------------------------------------|----|
| 3.14.      | INSTRUMENTACIÓN DE PROCESO .....                            | 38 |
| 3.15.      | SERVICIOS AUXILIARES .....                                  | 39 |
| 3.15.1.    | Agua de servicios .....                                     | 40 |
| 3.15.2.    | Agua potable.....                                           | 40 |
| 3.15.3.    | Aire de servicios .....                                     | 40 |
| 3.15.4.    | Red de drenajes y saneamiento.....                          | 41 |
| 3.15.5.    | Laboratorio .....                                           | 42 |
| 3.16.      | INSTALACIONES ELECTRICIDAD Y CONTROL .....                  | 42 |
| 3.16.1.    | Instalaciones eléctricas .....                              | 42 |
| 3.16.1.1.  | Introducción .....                                          | 42 |
| 3.16.1.2.  | Normativa aplicable .....                                   | 44 |
| 3.16.1.3.  | Acometida eléctrica.....                                    | 44 |
| 3.16.1.4.  | Cuadros de Baja Tensión.....                                | 45 |
| 3.16.1.5.  | Cableado de Baja Tensión .....                              | 46 |
| 3.16.1.6.  | Canalizaciones eléctricas .....                             | 47 |
| 3.16.1.7.  | Iluminación de la planta piloto.....                        | 48 |
| 3.16.1.8.  | Cálculo de compensación de energía reactiva .....           | 48 |
| 3.16.1.9.  | Puesta a tierra.....                                        | 48 |
| 3.16.1.10. | Ventilación y aire acondicionado .....                      | 49 |
| 3.16.2.    | Instrumentación y control .....                             | 49 |
| 3.16.2.1.  | Descripción del equipamiento de electricidad y control..... | 49 |
| 3.16.2.2.  | Dimensionamiento del sistema de control.....                | 52 |
| 3.16.2.3.  | Instrumentación .....                                       | 52 |
| 3.16.2.4.  | Cableado de instrumentación y control.....                  | 53 |
| 4.         | PLAZO DE EJECUCIÓN.....                                     | 55 |
| 5.         | PLAZO DE GARANTÍA .....                                     | 56 |
| 6.         | CERTIFICACIÓN FINAL.....                                    | 57 |
| 7.         | DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PROYECTO .....                   | 58 |
| 8.         | CONSIDERACIONES FINALES.....                                | 59 |

## 1. ANTECEDENTES

El Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia (CABB) cuenta con una concesión otorgada por la Confederación Hidrográfica del Norte, para captar un caudal de agua del Río Nervión en periodos de sequía o insuficiencia de suministro del sistema del Zadorra. En ese caso, el agua de alimentación a la segunda fase de la ETAP de Venta Alta será de esta procedencia y ha sido necesario el estudio del comportamiento de las instalaciones existentes ante el cambio de calidad del agua de alimentación.

El objeto de las obras objeto del presente Proyecto ha sido llevar a cabo el diseño, la construcción y la explotación durante un año (ampliable a 6 + 6 meses) de una planta piloto ubicada en el tanque de tormentas de Etxebarri, donde está localizada la captación de agua del bombeo del Río Nervión en Bolueta. Con esta planta se han simulado las condiciones de operación de la citada segunda fase de la ETAP de Venta Alta.

El objetivo final ha sido ensayar a escala piloto el comportamiento que tendría la segunda fase de la ETAP ante un cambio en la calidad del influente, a fin de cumplir con la legislación vigente adecuando sus instalaciones al tratamiento de los nuevos parámetros detectados en el agua bruta y atendiendo al cumplimiento del RD 140/2003 donde se establecen los criterios sanitarios de calidad del agua de consumo y a las Guías de calidad del agua potable establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Así mismo se han tenido en cuenta los estándares de calidad establecidos por parte de la Comisión Europea para las Sustancias Prioritarias, sustancias preferentes y clorofila-fitoplancton-biotoxinas, para aguas que se vayan a utilizar para producción de agua potable en base a lo establecido en la Directiva Marco del Agua (2000/60/EC).

A este respecto, las obras que se han ejecutado han tenido en cuenta tanto el diseño requerido para simular la línea de proceso actual de la segunda fase de Venta Alta, como el diseño de nuevas líneas de proceso y/o de estudio para complementar las existentes en la ETAP, a fin de garantizar el total cumplimiento de los parámetros de calidad del agua tratada según lo expuesto en los párrafos anteriores cuando se ve modificada la calidad del agua de alimentación.

Como un objetivo adicional de estas obras, se han ejecutado de tal forma que la planta piloto sea fácilmente desmontable y transportable a otras posibles localizaciones para continuar su estudio (en la propia ETAP de Venta Alta, por ejemplo). Desde este punto de vista se ha subdividido la planta en diferentes módulos de tamaño contenedor de 20 pies, transportables, contando cada uno de ellos con conexiones rápidas para proceso y para instrumentación y control. Todas las instalaciones se han ejecutado apoyadas sobre la estructura de cada módulo, de tal forma que se puede transportar en conjunto. Además, se ha completado con cuatro (4) casetas prefabricadas de 20 pies que contienen las instalaciones anexas necesarias para el funcionamiento de la planta en cualquier otro emplazamiento.

Las presentes obras tienen los antecedentes administrativos que se citan a continuación:

- PRESUPUESTO DE LICITACION: 1.430.000,00 € (IVA excluido)
- PRESUPUESTO DE ADJUDICACION: 1.004.669,09 € (IVA excluido)
- CONTRATISTA ADJUDICATARIO: CADAGUA S.A
- FECHA DE ADJUDICACION: 16 de noviembre de 2016
- PLAZO: 8 meses
- COMIENZO DE PLAZO OBRA: 03 de octubre de 2017
- FIN DE PLAZO INICIAL: 17 de mayo de 2018
- ACTA RECEPCIÓN: 6 de agosto de 2018

## 2. SOLUCIÓN PROPUESTA

### 2.1. ESTADO PREVIO A LAS OBRAS

El Tanque de Tormentas de Etxebarri es una instalación de saneamiento, propiedad del CABB, que se encuentra en explotación. Anexa a dicha instalación de saneamiento, se encuentra otra instalación de abastecimiento perteneciente también al Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia, que es la Estación de Bombeo y Turbinado de Bolueta.

La ETAP de Venta Alta, actualmente se encuentra finalizando la remodelación de la 1ª fase y se prevé acometer la remodelación de la 2ª fase.

La planta piloto de Etxebarri se pretende utilizar para experimentar y definir las mejoras a realizar en la segunda fase de Venta Alta para poder tratar agua del río Nervión, en caso de que fuese necesario.

### 2.2. SOLUCIÓN ADOPTADA

La planta piloto ejecutada se localiza en uno de los parkings de la cota superior del Tanque de Tormentas de Etxebarri, a la cota +30. Esta instalación se encontraba finalizada y en explotación, por lo que no ha supuesto interferencias con las obras de la planta piloto.

Respecto a la instalación de abastecimiento anexa, propiedad del CABB, el Bombeo y Turbinado de Bolueta, se encuentra ejecutado, habiendo finalizado las obras en junio de 2018. La Obra de Toma de dicha instalación de Bombeo y Turbinado es donde se localiza el bombeo de agua bruta y resto de equipos requeridos para la captación del agua bruta de la planta piloto.

El objeto de la obra ejecutada, como ya se ha comentado, es estudiar la línea de tratamiento de la 2ª fase de la ETAP de Venta Alta y sus posibles o necesarias modificaciones a fin de tratar el agua procedente del Río Nervión.

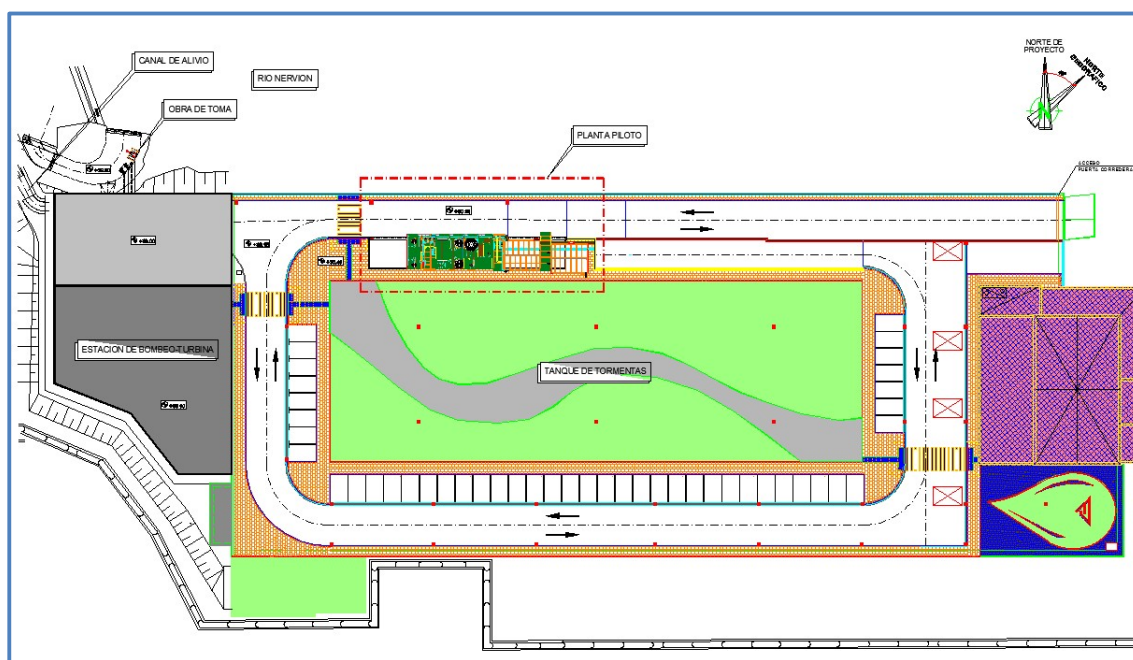


Fig. 1. Localización instalaciones

### **3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS**

#### **3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS OBRAS**

La planta piloto se ubica en uno de los parkings de la cota +30 del tanque de Tormentas de Etxebarri, junto a la entrada del Edificio de Bombeo y Turbinado.

Esta planta se ha diseñado con un concepto modular, de forma que es desmontable y transportable para su montaje in situ como para su traslado a otra localización para continuar con estos estudios. Para esto se ha separado en seis Módulos de estructura metálica conteniendo las diferentes etapas del proceso y que se conectan entre sí de forma sencilla, contando cada Módulo con conexiones rápidas para proceso, así como para electricidad/control.

Todas las instalaciones/equipamiento se han diseñado apoyadas sobre la estructura de cada Módulo, que a su vez están provistos de 4 orejetas de elevación, de tal forma que se puede transportar en su conjunto.

Además, cuenta con cuatro casetas prefabricadas del mismo tamaño que los módulos (5,9 m x 2,35 m) donde se localiza el resto de las instalaciones auxiliares que completan la planta. Estas casetas poseen en sus cuatro esquinas superiores e inferiores integrados anclajes estándar que permiten su elevación y manipulación.

Desde el punto de vista de proceso, esta planta permite hacer pruebas empíricas con diferentes tecnologías para estudiar y optimizar el tratamiento de potabilización del agua del río Nervión y aplicarlo o implementar las medidas necesarias en la 2ª Fase de la ETAP de Venta Alta.

Para este pilotaje se ha contado con un caudal máximo de agua bruta de 240 m<sup>3</sup>/d procedente de la captación del río Nervión a su paso por el canal de la obra de toma del Bombeo y Turbinado de Bolueta. En este canal se han instalado las bombas sumergibles que alimentan a la Planta Piloto.

El agua captada se bombea hasta las cámaras de pre-ozonización, , y desde éstas va por gravedad hasta aguas abajo de los filtros de arena de forma que se garantiza que no se rompe el flóculo formado aguas arriba. De nuevo se bombea hasta las siguientes cámaras de post-ozonización y de ahí, de nuevo, va por gravedad hasta el depósito de agua tratada.

Para el diseño de esta Planta Piloto se siguió la línea de tratamiento de la 2ª fase de la ETAP Venta Alta, añadiendo también nuevos procesos que permiten optimizar el pilotaje de cara a garantizar la calidad del agua producto en la extrapolación a la ETAP.

La línea de tratamiento cuenta con los siguientes procesos:

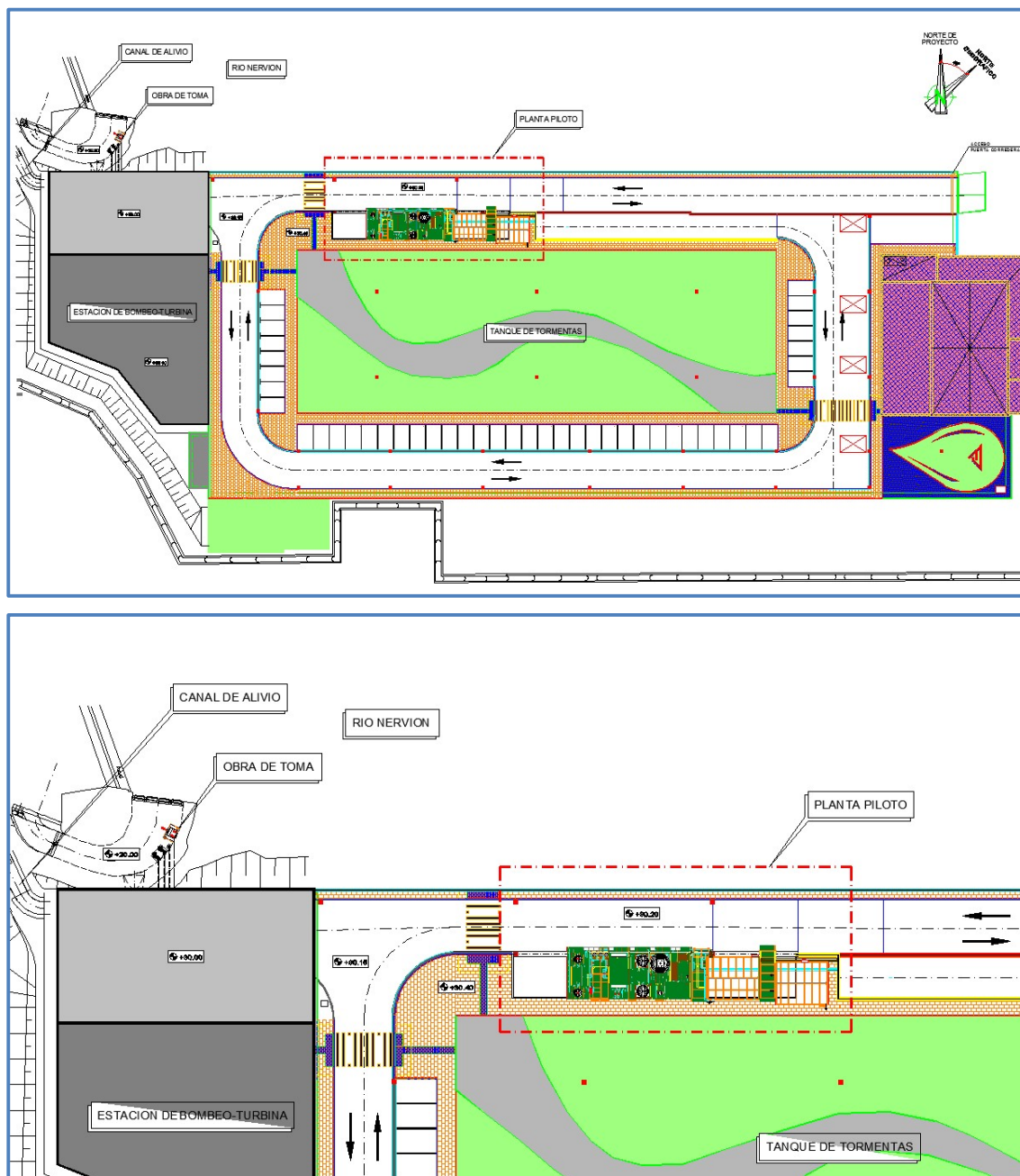
- Filtración y captación del agua bruta.
- Dosificación de reactivos para desinfección/pre-oxidación (permanganato potásico, cloro gas, dióxido de cloro, ozono y peróxido de hidrógeno).
- Cámara de mezcla-coagulación y dosificación de Hidróxido Sódico para ajuste de pH. Como coagulantes se emplearán sulfato de alúmina o policloruro de aluminio.
- Dosificación de reactivos (permanganato potásico, floculante (almidón o polidmadmac), cloro gas, dióxido de cloro, CAP) para oxidación y floculación.
- Decantador Accentrifloc.
- Filtración de Arena.
- Oxidación/Oxidación avanzada mediante Post-Ozonización y/o dosificación de Peróxido de Hidrógeno y/o Ultravioleta.
- Filtración con Carbón Activo.
- Depósito de Agua Tratada y acondicionamiento químico para cumplimiento del RD 140/2003.

### 3.2. UBICACIÓN

La Planta Piloto se ha instalado en el tanque de tormentas de Etxebarri, propiedad del CABB, en la parte superior del mismo situada a la cota +30.

Dicha ubicación supone que las instalaciones estén en intemperie, en un área de aparcamiento cercana a la entrada al edificio de bombeo. Con esta localización se han reducido los riesgos asociados a almacenamientos químicos, trabajos con gases y zonas ATEX, y se ha eliminado la restricción en altura para los equipos instalados ya que se han facilitado las labores de montaje.

La superficie disponible para la misma ha sido de 38 metros de largo y 6,90 metros de ancho.



*Fig. 2. Localización en tanque de tormentas, cota + 30*

### 3.3. ORIGEN DEL AGUA

El origen del agua es el procedente del Río Nervión a su paso por Bolueta.



*Fig. 3. Captación del río Nervión*

La captación de río Nervión a su paso por Bolueta está situada junto a la presa del mismo nombre, una vez ha confluído con las aguas que le llegan del Río Ibaizabal. Esta captación se realiza mediante la obra de toma del Bombeo de Bolueta, dotada de unas rejillas de 100 mm de paso.

Para captar el agua del río Nervión que va a la Planta Piloto se han instalado dos bombas sumergibles (1+1R) en el canal de la obra de toma del Bombeo y Turbinado.

Además del agua procedente del río Nervión, se dispone de una segunda posibilidad de llegada de agua desde el sistema del Zadorra a través de una conexión con el alivio de Venta Alta, mediante un picaje en la tubería de llegada a turbinado con válvula reductora de presión y válvulas de compuerta de aislamiento. Dicha conexión se localiza en el edificio de Bombeo y Turbinado de Bolueta.

### 3.4. CAPTACIÓN DE AGUA BRUTA

El agua a tratar procedente del río Nervión se capta desde el propio canal mediante 2 bombas sumergibles (1 + 1R) de caudal variable entre 5-10 m<sup>3</sup>/h a 25 m.c.a.

Dichas bombas se han instalado dentro de una cámara de protección equipada en el exterior con un filtro autolimpiante de 6 mm de luz e interiormente, con brida y válvula para permitir el vaciado y equilibrado de presiones durante las operaciones de llenado/vaciado. El filtro permite limitar el tamaño de sólido de entrada a la cámara de aspiración de las bombas y el paso es igual al existente en Venta Alta.

Este filtro autolimpiante se limpia mediante aire a contracorriente. A este fin, se ha instalado un compresor en el laboratorio del Edificio de Bombeo y Turbinado de Bolueta desde el que se alimenta al filtro instalado en la obra de toma y que tiene funcionamiento temporizado para realizar estos lavados una vez al día.

El canal donde se han instalado las bombas sumergibles cuenta con rejillas de protección de 100 mm de paso.

Existen dos trampillas para operaciones de mantenimiento de equipos y una boca de acceso en el techo del canal, el cual es zona inundable.



*Fig. 4. Accesos al canal de captación*

Así mismo, para las operaciones de instalación y/o mantenimiento de equipos, debe vaciarse el canal, para lo que dispone de ataguías en las rejillas de acceso a este, para impedir la entrada de agua del río.



*Fig. 5. Rejas existentes en canal de captación*

La línea de impulsión común es en PP-H, PN10, DN65 para conectarse con la ya instalada en la sala de tamices del turbinado, anexa a la obra de toma, y desde la que se conduce hasta la cota +25 del tanque de tormentas, junto a los baños.

Las líneas de impulsión individuales de las bombas, en DN50 PN10, discurren por el techo del canal de la obra de toma, hasta su salida al exterior en un punto cercano al muro exterior de la sala de tamices. A partir de ahí, suben por la pared del muro y se ha instalado una válvula de aislamiento y una de retención por cada línea, protegidas por una caja de posibles robos. Tras la caja, se unen en el tramo de impulsión común en DN65 que se ha conectado con la tubería existente.

Así mismo, en la cota + 25 del tanque de tormentas, junto a los baños, se ha realizado la conexión con la tubería procedente del alivio de la ETAP de Venta Alta mediante un picaje de PEAD, DN65, PN16. Este picaje se conecta con la impulsión a la Planta Piloto también en el punto anterior, en la cota + 25 del tanque de tormentas, mediante un picaje de Polipropileno, PN10, DN50. En ese punto de conexión también se ha realizado el picaje con la tubería de agua potable de la red existente, en PEAD DN65.

Desde dicho punto de conexión, la tubería de alimentación a la planta, la línea de agua potable y los cables de alimentación eléctrica siguen el trazado de la pared hasta la puerta de acceso al entresuelo (cota + 25), donde se ha realizado un hueco para paso de cables y tuberías y se sube a la cota + 30 donde está emplazada la planta.

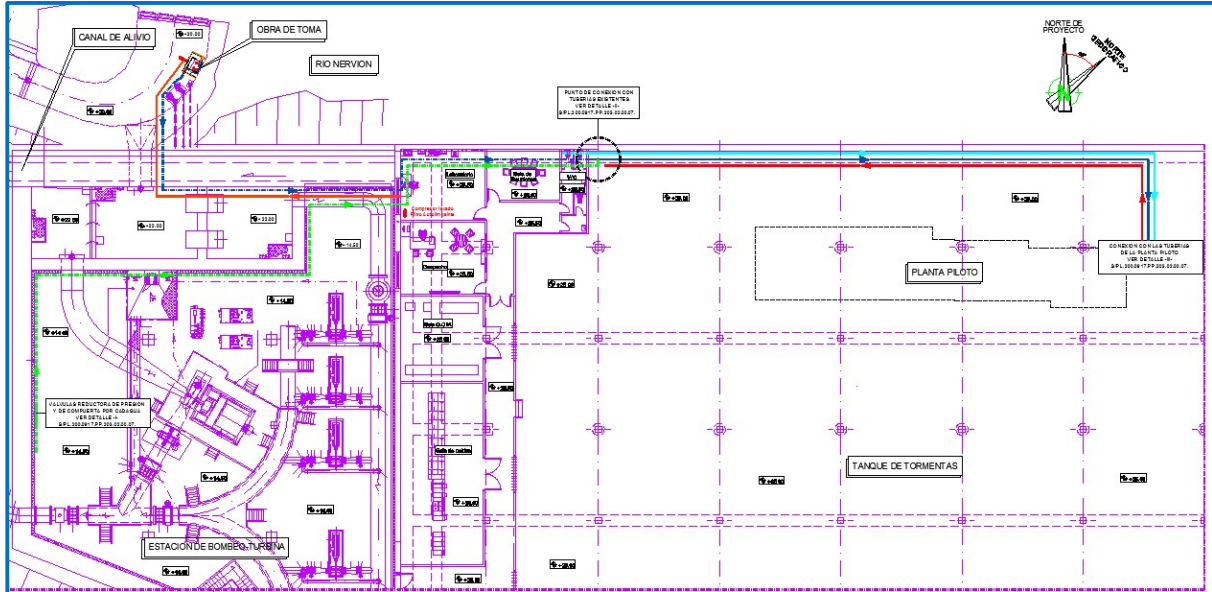


Fig. 6. Puntos de conexión con las instalaciones existentes.

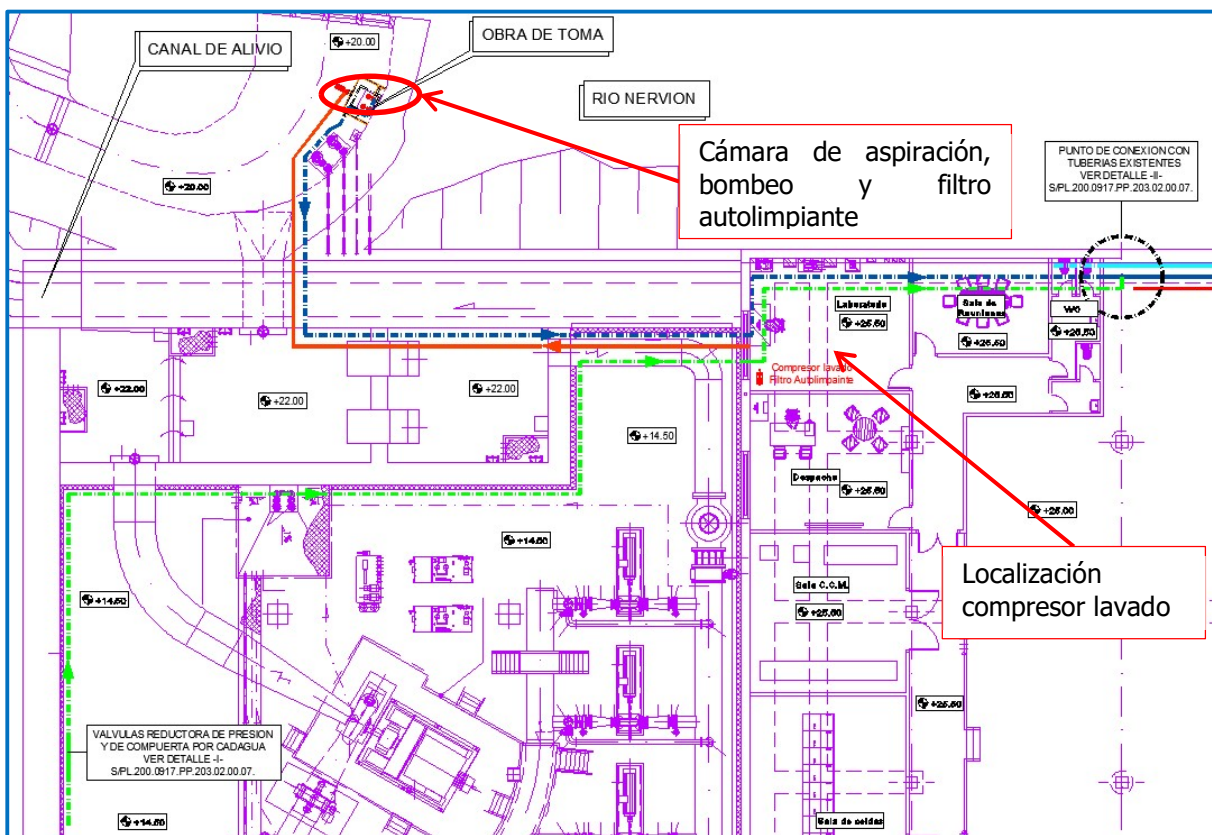


Fig. 7. Puntos de conexión.

### 3.5. PRE-OXIDACIÓN

Para la oxidación preliminar del agua bruta, se ha ensayado cuatro tipos de reactivos: dióxido de cloro, cloro gas, permanganato potásico y ozono.

La dosificación para los tres reactivos primeros se realiza mediante un mezclador estático en la línea de agua y la forma de dosificación para el ozono se realiza, bien mediante difusor en cámaras atmosféricas, bien, mediante mezclador estático en la línea de agua previo a la entrada a la cámara atmosférica.

#### 3.5.1. Dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ )

Como alternativa al cloro gas, se ha estudiado como oxidante y desinfección final el dióxido de cloro. En la 2ª fase de la ETAP de Venta Alta existe la instalación de generación y dosificación de dióxido de cloro como alternativa al cloro gas como oxidante en el agua bruta, sin embargo, no existe la posibilidad de usarlo en la desinfección final.

En la planta piloto se ha habilitado la posibilidad de poder estudiar su impacto tanto en pretratamiento como en desinfección final.

El dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ) es un desinfectante/oxidante que no reacciona con el agua ni se combina con la materia orgánica que esta pueda contener, con lo que se consigue que con su uso no se generen trihalometanos (THM). Además, tiene poder desinfectante/oxidante en un amplio rango de pH.

El sistema de dióxido de cloro que se ha instalado dispone de un generador in situ con capacidad máxima de 50 g/h utilizando como precursores clorito sódico al 7,5% y ácido clorhídrico al 8,5% succionando directamente de garrafas de 25 L (con su bandeja de recogida de escurridos para cada uno de ellos). La capacidad de las garrafas viene determinada por el proveedor del equipo.

Así mismo, el equipo dispone de un pequeño almacenamiento de la solución de dióxido de cloro generada, al 1% de concentración, desde el que aspiran las bombas dosificadoras. Este pequeño almacenamiento tiene 1,5 L de capacidad. El equipo de generación trabaja en discontinuo.

El sistema tiene capacidad suficiente para poder dosificar en ambos puntos simultáneamente.

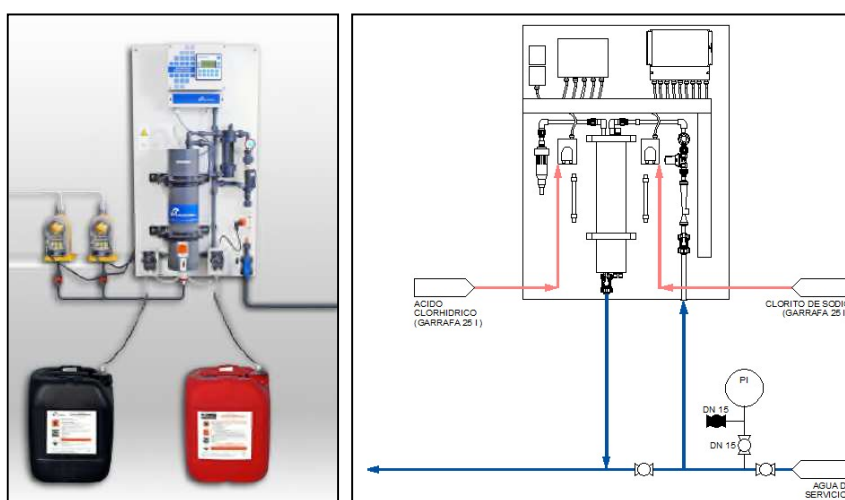


Fig. 8. Generador  $\text{ClO}_2$

Para el sistema de dosificación se ha instalado un panel de dosificación con válvulas, instrumentación y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento y 3 bombas dosificadoras que dan servicio

tanto a la desinfección/oxidación inicial como a la desinfección final pudiendo trabajar alternativa o simultáneamente. Dicho panel cuenta con pantalla de protección anti-salpicaduras.

Las dosis de reactivo que se han considerado como punto de partida para la selección de la capacidad de los equipos han sido las actuales de la 2ª fase de la ETAP de Venta Alta y lo establecido en RD140/2003 como dosis habituales de referencia, dotando a los equipos de un margen razonable para que en una fase posterior de puesta en marcha se definan con mayor precisión dichas dosis adecuadas a la nueva calidad y a los distintos procesos de tratamiento.

| <b>Dióxido de cloro</b>                                         |          |
|-----------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Sistema de generación (común a Pre y Post tratamiento)</b>   |          |
| Número de equipos de generación                                 | 1 Ud.    |
| Dosis media desinfección/oxidación inicial                      | 0,7 ppm  |
| Dosis máxima desinfección/oxidación inicial                     | 2 ppm    |
| Dosis media desinfección final                                  | 0,7 ppm  |
| Dosis máxima desinfección final                                 | 1,5 ppm  |
| Capacidad generador                                             | 50 g/h   |
| <b>Dióxido de cloro</b>                                         |          |
| <b>Sistema de dosificación (común a Pre y Post tratamiento)</b> |          |
| Número de paneles de dosificación                               | 1 Ud.    |
| Número de bombas dosificadoras en línea                         | 2 Ud.    |
| Número de bombas dosificadoras de reserva                       | 1 Ud.    |
| Capacidad unitaria bomba dosificadora                           | 2-20 l/h |

Para la selección de los equipos, se ha considerado la máxima de desinfección de 2 ppm, pero no se han encontrado referencias superiores a 0,4 – 0,5 ppm para desinfección final. Las consideradas de uso son media 0,5 ppm y máxima 1,5 ppm.

La regulación de este reactivo se hace por lazo contra la medida de dióxido de cloro residual de la etapa correspondiente.

### 3.5.2. Cloro gas (Cl<sub>2</sub> gas)

Como oxidante y desinfección final en la 2ª fase de la ETAP de Venta Alta se emplea el cloro gas.

La instalación de cloro ha consistido en el suministro de un panel con pantalla protectora donde se ubican los siguientes componentes:

- Dos Reguladores de vacío NXT3000 de 500 g/h.
- Dos rotámetros de cloro gas de hasta 75 g/h.
- Dos válvulas automáticas para regulación del caudal a los eyectores.
- Dos eyectores de cloro gas de hasta 200 g/h.
- Accesorios de visualización: rotámetro de agua y manómetros por cada línea
- Dos absorbedores de pequeñas fugas en venteo de los reguladores de vacío.

Próximo a este panel se han ubicado las botellas de cloro gas. La conexión entre el panel y las botellas de cloro gas es mediante un latiguillo y válvula auxiliar de botella.

Las botellas de cloro son dos (1+1R) de 100 kg cada una, resultando en una autonomía a dosis media y caudal a tratar máximo superior a 4 meses o 3,5 meses para dosis máxima. El cambio de suministro entre una botella a otra se realiza de manera automática a través del propio regulador.

La instalación de almacenamiento de cloro gas es común a la desinfección inicial y final, no así el sistema de dosificación.

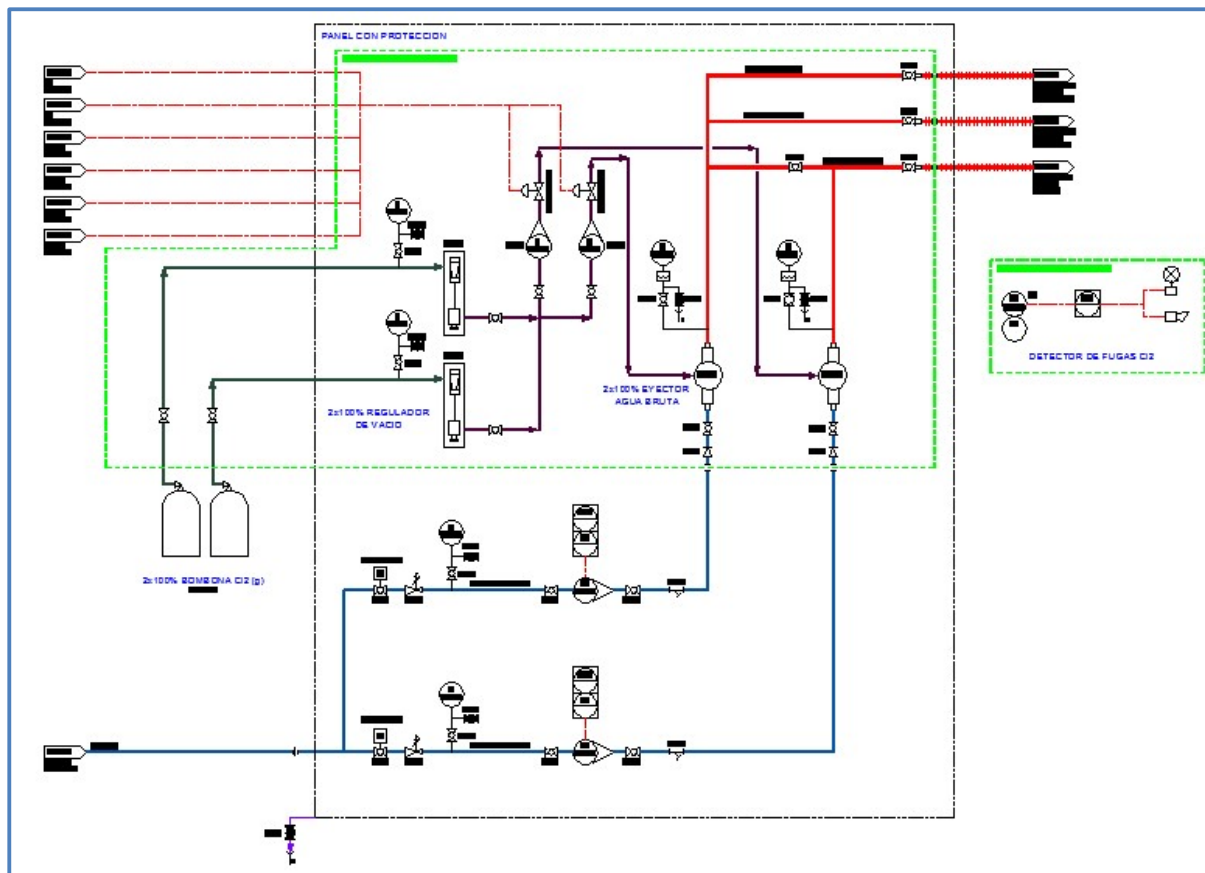


Fig. 9. Esquema instalación Cloro gas

Las dosis de reactivo que se han considerado para la selección de la capacidad de los equipos se han basado en las actuales de la 2ª fase de la ETAP de Venta Alta y teniendo en cuenta el efecto no deseado de formación de THM:

| <b>Cloro gas (común a Pre y Post tratamiento)</b>             |        |
|---------------------------------------------------------------|--------|
| Número de líneas                                              | 1 Ud.  |
| Dosis media de producto puro, desinfección/oxidación inicial  | 2 ppm  |
| Dosis máxima de producto puro, desinfección/oxidación inicial | 5 ppm  |
| Dosis media de producto puro, desinfección final              | 1 ppm  |
| Dosis máxima de producto puro, desinfección final             | 2 ppm  |
| <b><u>Almacenamiento (desinfección inicial y final)</u></b>   |        |
| Número de recipientes                                         | 2 Ud.  |
| Capacidad unitaria de recipiente                              | 100 kg |
| <b><u>Dosificación (desinfección inicial)</u></b>             |        |
| N.º de reguladores                                            | 1 Ud.  |
| N.º de eyectores / rotámetros / válvulas regulación en línea  | 1 Ud.  |

La regulación de este reactivo se hace por lazo contra la medida de cloro residual de la etapa correspondiente.

El sistema está provisto así mismo de alarmas por falta de caudal tanto de agua bruta a tratar como por falta de agua de arrastre del bombeo de agua filtrada, que detiene la dosificación de  $\text{Cl}_2$ .

### 3.5.3. Permanganato potásico ( $\text{KMnO}_4$ )

El permanganato potásico al igual que el CAP no se emplea en la actualidad en la ETAP de Venta Alta.

Dicho reactivo se ha incluido en la planta piloto a fin de poder estudiar las condiciones de oxidación con un reactivo diferente a los existentes en la ETAP así como para usarlo como coadyudante a la floculación. Para esto, se puede inyectar tanto en la llegada de agua bruta a la planta piloto situado en el Módulo N°1 (para su estudio como oxidante) así como en el mezclador estático situado a la entrada al decantador en el Módulo N°2 (para su estudio como ayudante a la floculación).

La regulación se realiza de forma proporcional al caudal a tratar, si bien la dosis debe ser introducida de forma manual en el SCADA.

| <b>Permanganato Potásico (común a oxidación/floculación)</b> |              |
|--------------------------------------------------------------|--------------|
| Dosis media de producto puro                                 | 1,2 ppm      |
| Dosis máxima de producto puro                                | 1,6 ppm      |
| <b><u>Preparación y Almacenamiento</u></b>                   |              |
| Número de recipientes de preparación y almacenamiento        | 1 Ud.        |
| Concentración de la preparación                              | 3%           |
| Volumen del equipo de almacenamiento                         | 280L         |
| <b><u>Dosificación</u></b>                                   |              |
| Número de paneles de dosificación                            | 1 Ud.        |
| Número de bombas dosificadoras en línea                      | 2 Ud.        |
| Número de bombas dosificadoras de reserva                    | 1 Ud.        |
| Capacidad unitaria bomba dosificadora                        | 0,02-2,2 l/h |

### 3.5.4. Ozono ( $\text{O}_3$ )

El ozono estaba previsto en el proyecto inicial de la segunda fase de la ETAP de Venta Alta, pero se encuentra actualmente en desuso en la ETAP y únicamente se mantiene la obra civil correspondiente tanto a la fase de pre-ozonización como a la fase de post ozonización.

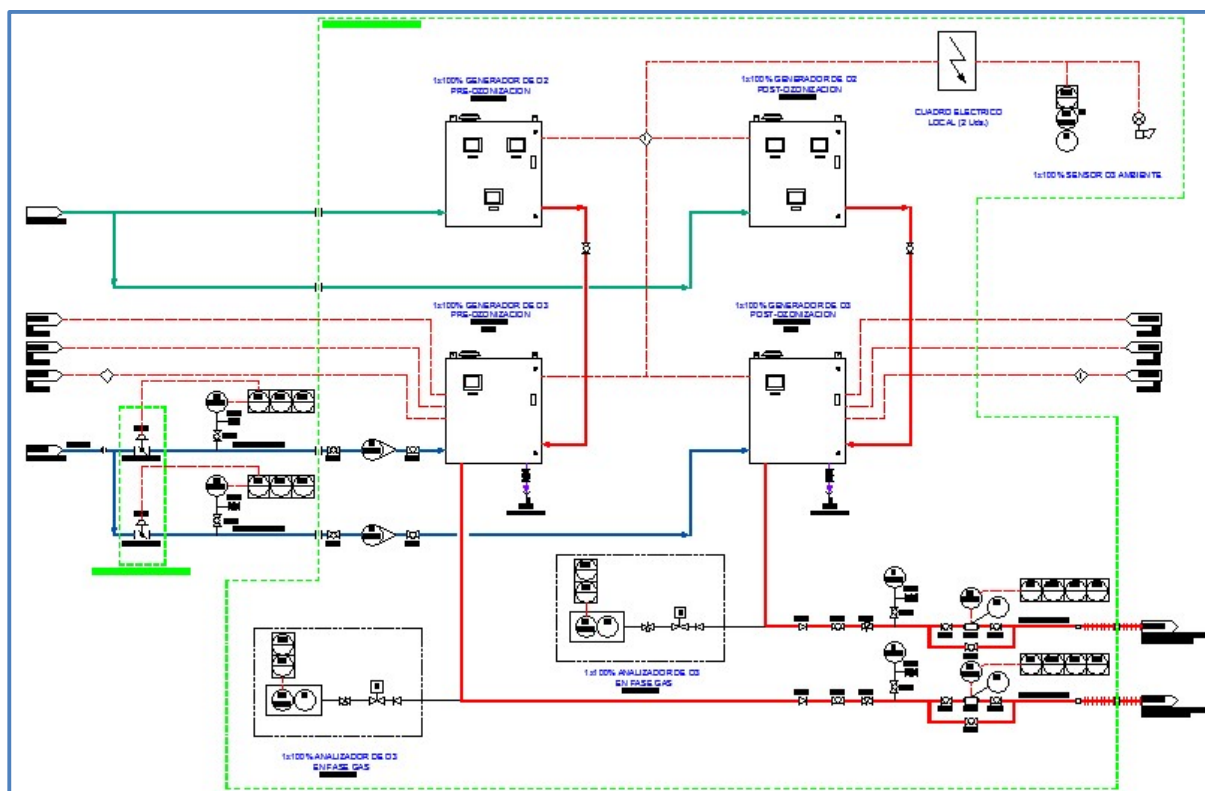


Fig. 10. Esquema Generación de Ozono (pre y post-ozonización)

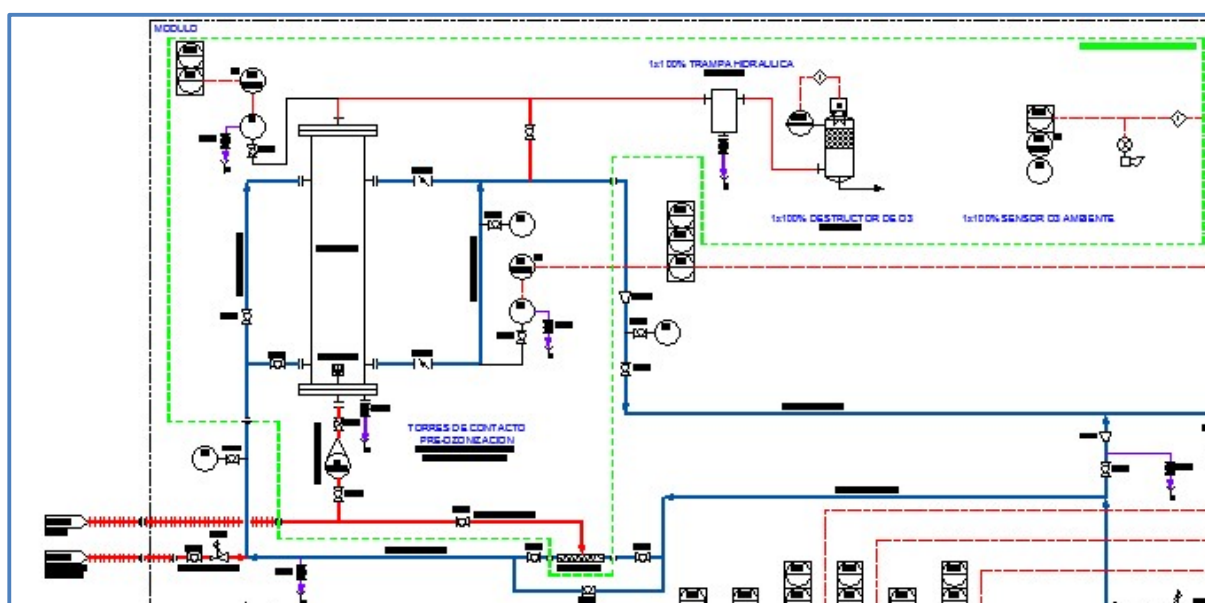


Fig. 11. Esquema Inyección de Ozono en columnas atmosféricas (pre-ozonización)

Una de las principales características del ozono es su poder oxidante, superior al del resto de agentes oxidantes habitualmente empleados.

La estabilidad del ozono en disolución acuosa depende de las características del agua, tipo y contenido de materia orgánica natural, pH y alcalinidad. Los procesos de oxidación pueden ocurrir, de forma selectiva a través de la forma molecular del ozono o de forma no selectiva mediante los radicales libres en los que se descompone (los cuales reaccionan indistintamente con la mayoría de los constituyentes del agua).

Los factores que favorecen la vía radicalaria son: medio básico, presencia de peróxido de hidrógeno y la radiación ultravioleta, así como combinaciones de estos; mientras que los que favorecen la vía molecular son el medio ácido y la alcalinidad.

La pre-oxidación con ozono mejora el proceso posterior de coagulación y floculación, elimina color, olor y sabor del agua y evita la formación de THM, ya que degrada las sustancias precursoras de los mismos. Así mismo, oxida la materia orgánica, micro contaminantes orgánicos, fenoles y pesticidas y la materia orgánica natural. Es eficaz, en esta etapa de pre-oxidación, para la eliminación de compuestos inorgánicos como amonio y nitritos que oxida con rapidez.

La temperatura incrementa la velocidad de reacción del ozono, aunque también incrementa su inestabilidad.

La etapa de pre-ozonización se ha instalado en el Módulo N°1 de la planta, y tiene las siguientes características:

- Es un sistema atmosférico que simula las condiciones de operación de la ETAP de Venta Alta.
- El sistema de difusión de la pre-ozonización contempla dos opciones:
  - Sistema de difusión mediante difusor poroso en cámara atmosférica: una cámara, de 3,8 m de lámina de agua y tiempo de retención por cámara de 1,8 minutos (difusión). En este caso, la tubería de entrada de agua se realiza por la parte superior de la cámara atmosférica y sale por la parte inferior de la misma.
    - Sello hidráulico: mediante tubería de DN100 para dar tiempo de retención total de difusión y contacto de 2,27 minutos (como en Venta Alta).
  - Sistema de difusión mediante mezclador estático en línea de agua de alimentación a la cámara atmosférica: dado que se prevé que la altura de agua disponible en Venta Alta no sea suficiente para la correcta difusión del ozono mediante difusores porosos, se ha previsto también la opción de difusión mediante mezclador estático antes de la llegada a la cámara de ozonización. En este caso, la tubería de entrada de agua se realiza por la parte inferior de la columna/cámara atmosférica y la salida se realiza por la parte superior de la misma.

Para este sistema de difusión no ha sido necesario equipar con una bomba extra ya que el agua viene bombeada directamente al Módulo N°1 y el equipo de generación seleccionado tiene presión suficiente para que el gas pueda ser inyectado en la corriente sin necesidad de elementos adicionales.

Para el control de la dosis de ozono en cada momento, se ha instalado el mismo sistema para ambas etapas de Pre y Post ozonización:

- Caudalímetro en la línea de agua a la entrada de las cámaras de contacto ( $\text{m}^3/\text{h}$  agua).
- Rotámetro con contacto y señal 4-20 mA en línea de gas a las cámaras de contacto ( $\text{gGas/h}$ )
- Sensor de ozono en fase gas a la salida del generador ( $\text{gO}_3/\text{Nm}^3$  gas)
- Señal 4-20 mA desde el Generador de ozono (corresponde a la potencia del equipo, que equivale a concentraciones teóricas de Ozono en el gas generado).

Desde el SCADA se introduce la dosis de ozono requerida en cada momento, manualmente por el operador ( $\text{g/m}^3$ ), y con el caudal de agua leído del caudalímetro se obtienen los  $\text{g/h}$  de Ozono a dosificar desde el generador.

Con la lectura del caudalímetro de gas ( $\text{g/h}$  gas) y del sensor en fase gas ( $\text{gO}_3/\text{Nm}^3$  gas) se obtienen los  $\text{g/h}$  reales de Ozono producidos por el generador, y se puede ajustar mediante la señal 4-20 mA del Generador de ozono (que varía la concentración de salida del gas).

El sistema de generación es independiente para cada etapa, con una capacidad máxima total de 30  $\text{gO}_3/\text{h}$  y está alimentado por oxígeno, generado in situ al 92%. Este y el sistema de generación de la Post-ozonización se encuentran ubicados en la Caseta N°2 de Equipos y CGDBT.

Algunas características generales de cada etapa:

### Sistema de difusión de Pre-ozonización

|                                              |                                     |
|----------------------------------------------|-------------------------------------|
| Número de líneas                             | 1 Ud.                               |
| Dosis media habituales para Pre-ozonización  | 0,75-1 ppm                          |
| Dosis máxima habituales para Pre-ozonización | 1,5-2 ppm                           |
| Caudal de ozono en difusor                   | 0,2-2 Nm <sup>3</sup> /h            |
| Método principal de difusión                 | Difusor poroso o mezclador estático |
| Número de difusores porosos                  | 1 ud                                |
| Número de mezcladores estáticos              | 1 Ud.                               |

### Sistema de generación de ozono de Pre y Post-ozonización

|                          |                                                  |
|--------------------------|--------------------------------------------------|
| Número de equipos        | 1 Ud para Pre y 1 ud para Post.                  |
| Modelo                   | NLO-25                                           |
| Capacidad requerida      | 3-20 g/O <sub>3</sub>                            |
| Capacidad máxima         | 25 (9%) -30 (7%) g/O <sub>3</sub>                |
| Gas de alimentación      | Oxígeno atmosférico, de generación in situ (PSA) |
| Concentración de ozono   | 9% para 25 g/h                                   |
| Presión del gas generado | 0,98 bar                                         |

### Sistema de generación de oxígeno de Pre y Post-ozonización

|                                                  |                                 |
|--------------------------------------------------|---------------------------------|
| Número de equipos                                | 1 Ud para Pre y 1 ud para Post. |
| Tipo                                             | PSA                             |
| Pureza del oxígeno                               | 90-95%                          |
| Capacidad de generación de O <sub>2</sub> de PSA | 0,6 Nm <sup>3</sup> /h          |

Columna  
atmosférica Pre-  
ozonización



Fig. 12. Columna atmosférica (pre-ozonización)

La instalación se completa con tres detectores de ozono en ambiente, uno junto a cada destructor y otro en la sala de generación y un pequeño cuadro eléctrico para arranque y parada de los equipos y parada de producción en caso de producirse una alarma por alta concentración de ozono en ambiente. Además, el sistema cuenta con un destructor de ozono por etapa de ozonización, dotando a la instalación de una seguridad máxima.

| <b>Destructor de ozono</b> |                      |
|----------------------------|----------------------|
| Número de destructores     | 2 Ud.                |
| Modelo                     | DTCV-2.0X            |
| Tipo                       | Catalítico           |
| Incluye trampa de agua     |                      |
| Caudal máximo admisible    | 2 Nm <sup>3</sup> /h |

A la salida de las etapas de ozonización (tanto en pre como en post-ozonización) se ha instalado un analizador de ozono en agua que indica la cantidad de ozono residual existente en este punto.

| <b>Analizador de ozono en agua</b> |                                                                               |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Número de equipos                  | 2 Ud.                                                                         |
| Tipo de medida                     | Sistema con dos electrodos polarográfico-amperométricos, cubierto de membrana |
| Caudal de la muestra               | 30-40 l/h                                                                     |
| Caudal máximo admisible            | 2 Nm <sup>3</sup> /h                                                          |

Para cerrar el balance de O<sub>3</sub>, se ha instalado un analizador de ozono OFF-GAS en la corriente de salida de ozono húmedo al destructor de la etapa de Pre-Ozonización. Con este equipo se consigue saber con exactitud la eficiencia del sistema de difusión del ozono en uso (difusor poroso o mezclador estático) y adoptar la solución más conveniente para su futura implementación en la ETAP de Venta Alta.

### 3.6. CÁMARA DE MEZCLA

Tras la etapa de oxidación, se ha instalado una cámara de mezcla rápida. En esta cámara se simula la etapa de coagulación existente en la ETAP de Venta Alta.

Las dimensiones de la cámara de mezcla rápida que simula la etapa de coagulación de la 2ª fase de Venta Alta se obtuvieron tras estudiar la obra civil de las cámaras de coagulación de Venta Alta (volumen y lámina de agua) y los tiempos de retención resultantes al caudal de Concesión del Nervión en la ETAP. Se ha instalado la etapa de coagulación en la planta piloto simulando dicho tiempo de retención al caudal medio de la planta piloto.

Esta cámara se ha incluido en el Módulo Nº2, junto con el mezclador estático para dosificación de reactivos en línea y el decantador Accentrifloc, localizando así toda la etapa de coagulación-floculación-decantación del proceso en este skid. Dichas etapas cuentan cada una con su correspondiente by-pass.

La cámara cuenta con conexiones para llegada de reactivos y está equipada con agitador. Se dosifican en ella los distintos tipos de coagulantes (sulfato de alúmina o policloruro de aluminio) así como el Hidróxido Sódico para el ajuste de pH.

Dicho equipo está realizado en polipropileno y se ha instalado sobre una estructura elevada que compensa la altura y lámina de dicha cámara.

Las principales características de este equipo son:

| <b>Cámara de mezcla</b>  |             |
|--------------------------|-------------|
| Número de unidades total | 1 Ud.       |
| Volumen útil             | 60 l        |
| Tipo                     | Atmosférico |
| Material                 | PP          |

Tras la cámara de mezcla se localiza un mezclador estático DN 80 en materiales plásticos (PP, PVDF) para realizar las distintas dosificaciones de reactivos previstas tanto para la floculación como para la decantación. Dichas dosificaciones son:

- Floculante
- Carbón activo en polvo (CAP) como coadyudante a la floculación
- Permanganato potásico como coadyudante a la floculación

Nueva posibilidad de realizar la oxidación antes de la decantación (como en la ETAP de Venta Alta):

- Dióxido de cloro
- Cloro gas

Antes y después del decantador hay una serie de medidas de parámetros analíticos para tener controlados los parámetros de estudio de forma permanente, así como los puntos de toma de muestras correspondientes. Toda esta instrumentación online se localiza en un panel en el mismo módulo.

### 3.7. DECANTACIÓN

Tras la etapa de coagulación, también en el Módulo Nº2 el agua pasa a una etapa de decantación-floculación con recirculación interna de fangos mediante turbina.

El decantador ha sido fabricado en material polipropileno, PP, y tiene un diámetro de Ø 2,2m. El agua entra a la cámara central, donde el fúculo es agitado mediante una turbina central y pasa a la cámara de decantación periférica. Los fangos acumulados en esta cámara son recogidos mediante tubería de dimensión tal que garantiza la retirada homogénea de los fangos en toda la longitud del decantador. La purga de los fangos se realiza mediante un sistema temporizado a base de electroválvulas, excepto la de fondo que es accionada por una válvula manual, que conducen el fango a un depósito de PP de 100 l para toma de muestras de este efluente. Como tal, no ha requerido un mayor volumen, puesto que sólo se ha requerido su instalación para tomar muestras puntuales y analizarlas.

El agua decantada es recogida mediante un canal común perimetral provisto de un vertedero y una chapa deflectora, de donde es enviada a la etapa de filtración. El canal está diseñado de tal forma que sus dimensiones garantizan el perfecto funcionamiento del decantador y una pérdida de carga adecuada.

La decantación en la planta piloto sigue igualmente los criterios de diseño de los decantadores de Venta Alta para el caudal de Concesión del Nervión en la ETAP.

| <b>Decantación</b>                    |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Número de equipos                     | 1 ud                                  |
| Diámetro del decantador               | 2,2 m                                 |
| Superficie de decantación             | 3,1 m <sup>2</sup>                    |
| Carga hidráulica a caudal máximo      | 3,36 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> |
| Velocidad ascensional a caudal medio  | 2,02 m/h                              |
| Velocidad ascensional a caudal máximo | 3,23 m/h                              |

Material del decantador

PP



Decantador  
Accentrifloc

Fig. 13. Decantador Accentrifloc

### 3.8. FILTRACIÓN DE ARENA

La etapa de filtración en arena instalada simula también las velocidades de operación de los filtros de arena abiertos de la 2ª fase de Venta Alta, tanto en funcionamiento normal como durante el lavado (separado aire y agua). El funcionamiento de dichos filtros es a nivel constante (mediante válvula reguladora y nivel de radar). La carrera de filtración en la ETAP de Venta Alta es de 48 a 72 h a caudal máximo de la planta.

Además, pretende simular las condiciones de los filtros de arena de la 1ª fase de Venta Alta en cuanto a: las características del medio filtrante (altura de lecho, granulometría, etc.), características de las boquillas y tipo de lavado (simultaneo aire + agua).

Por todo esto, se ha instalado una etapa de filtración abierta sobre lecho de arena consistente en una línea de dos filtros en configuración 1+1R. Dichos filtros son abiertos, cilíndricos de configuración vertical y contruidos en Polipropileno. El falso fondo está moldeado en la pared interna del mismo y cuenta con un vertedero perimetral de reparto del agua de alimentación durante el arranque para evitar caída brusca sobre el medio filtrante así como para la recogida del agua de lavado.

La entrada a esta etapa está diseñada de manera que permite que los dos filtros funcionen de manera independiente (si bien, sólo funciona normalmente uno de ellos y el otro sólo se pone en funcionamiento durante el lavado del primero), de manera que tanto la entrada como la salida se hace mediante colectores comunes a ambos filtros y derivaciones individuales a cada uno.

El medio filtrante está constituido por 950 mm de arena silíceas, con granulometría de 0,9-1,3 mm, talla efectiva 1,1 y coeficiente de uniformidad 1,4-1,6 mm. Cada filtro dispone de un falso fondo circular equipado con boquillas de 0,5 mm de paso (similares a las instaladas en la 1ª fase de la ETAP de Venta Alta) para garantizar la circulación del agua filtrada bajo el falso fondo y por otra parte la distribución homogénea de agua y aire de lavado, durante la fase de lavado a contra-corriente.

Las dimensiones unitarias de cada uno de los filtros son de 2,95 m. x Ø 1,3 m. La superficie de filtración total de cada filtro es de 1,33 m<sup>2</sup>. De esta forma, la velocidad de filtración con 1 filtro en servicio y uno en lavado es adecuada dado el lecho filtrante seleccionado (altura y granulometría de la arena) y la naturaleza del agua a filtrar.

La fase de lavado se puede realizar de dos formas:

- De forma simultánea con aire-agua.
- De forma separada, con aire y agua.

Se ha instalado una tubería de DN 40 equipada con válvula automática que permite vaciar los filtros. Esta tubería, así como la de salida del agua de lavado, conecta con la red de drenajes y vaciados de la planta piloto que se conduce al tanque de tormentas.

Los filtros de arena están localizados en el Módulo N<sup>o</sup>3.

Las principales características de los filtros de arena son:

| <b>Filtros de arena</b>                                                       |                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Número de unidades total                                                      | 2 Ud                                            |
| Nº de unidades en funcionamiento                                              | 1 Ud                                            |
| Nº de unidades de reserva                                                     | 1 Ud                                            |
| Superficie de filtración unitaria                                             | 1,33 m <sup>2</sup>                             |
| Dimensiones unitarias                                                         | 2,95 m x Ø 1,3 m                                |
| Velocidad de filtración en funcionamiento, a Q max. (10 m <sup>3</sup> /h)    | 7,53 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>           |
| Velocidad de filtración en funcionamiento, a Q medio (6,25 m <sup>3</sup> /h) | 4,27 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>           |
| Velocidad de filtración en funcionamiento, a Q mín. (5 m <sup>3</sup> /h)     | 3,77 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>           |
| Velocidad de filtración con un filtro en lavado                               | 7,53-4,27-3,77 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> |



*Fig. 14. Filtro de Arena*

### **3.8.1. Funcionamiento del filtro**

Si por construcción todos los filtros tienen la misma pérdida de carga estática y los niveles aguas arriba y aguas abajo son iguales, el equirreparto se debe producir de forma automática a cualquier régimen de funcionamiento.

Al irse incrementando progresivamente la pérdida de carga en el filtro debido al ensuciamiento, el caudal de agua de salida se reduce en proporción inversa, situación ésta que es compensada mediante un sistema de regulación a la salida. Este sistema de regulación está realizado mediante lazo de control entre la válvula de regulación eléctrica situada en la tubería de agua filtrada de cada filtro y en combinación con el nivel de radar de cada uno de los filtros de arena. En función de unos niveles máximos y mínimos preestablecidos por el programador, la válvula regula la pérdida de carga necesaria para mantener dicho nivel entre los límites.

El funcionamiento de los filtros es automático, o semiautomático, previa iniciación manual del proceso, una vez detectada la pérdida de carga máxima a través del mismo y fijados los límites para la medida de nivel indicados previamente.

El automatismo básico de filtros ha sido implantado en un autómata programable (PLC), incorporado en el panel general de control en la Caseta Nº2 (equipos y CGDBT), el cual actúa sobre elementos requeridos.

### **Accionamiento**

El diseño del automatismo para los filtros de arena (al igual que para el carbón activo que se describe más adelante), permite completar una fase de lavado optimizada. Para ello, entre otras secuencias, se incluyen las siguientes de acciones de optimización:

- Aprovechamiento de la lámina de agua existente en el filtro: en lugar de comenzar el lavado con la lámina de agua en situación de funcionamiento, se procede a filtrar esta lámina sin alimentar el filtro hasta alcanzar una altura de agua estipulada ligeramente superior al lecho

filtrante. Durante esta fase, el actuador de la válvula de salida de agua filtrada recibe una señal, mediante la cual se mantiene abierta hasta que la medida de nivel de radar alcanza el límite anterior mencionado y se corta la citada señal cerrando la válvula de salida. Tras lo cual comienza el contra lavado propiamente dicho.

Esto supone un ahorro de agua por filtro y lavado ya que en vez de enviar a vertido tras el lavado la lámina completa de agua del filtro, sólo vierte esta segunda lámina de menor altura.

- Lavado superficial: se realiza al mismo régimen que en la fase de filtración, en la última etapa del programa de lavado. Esto permite el arranque lento del filtro, ya que en esta fase la válvula reguladora está completamente cerrada. Inicialmente el actuador de la misma permite que la válvula permanezca parcialmente abierta, trabajando el filtro a un régimen muy inferior al nominal. Cuando el nivel en el interior está algo por debajo del nivel normal, se corta la señal inicial, alimentándose la válvula directamente con la señal emitida por el regulador de nivel, con lo cual la válvula queda posicionada al valor correspondiente al régimen de funcionamiento en la situación de pérdida de carga mínima que corresponde a la puesta en servicio posterior al lavado.

### **3.9. EQUIPOS DE LAVADO DE FILTROS**

Tras la etapa de filtración en arena se ha dispuesto un tanque de agua filtrada, que hace las veces de depósito de regulación de la carrera de filtración así como almacenamiento del agua requerida para el lavado de los filtros, tanto de arena como de carbón activo.

El correcto diseño y funcionamiento de dicho tanque pasa por mantener una lámina de agua que permite simular la carrera de filtración de la ETAP de Venta Alta (de 48 a 72 h) así como mantener el volumen de lavado más desfavorable.

El lavado tanto de filtros de arena como de carbón activo (que se describen más adelante) se efectúa mediante la acción combinada y simultánea de una corriente ascendente de aire y agua. Todo el programa de lavado se realiza de forma automática, previa iniciación manual del proceso desde el SCADA, una vez detectada la alarma por pérdida de carga admisible (nivel máximo permitido).

Dado el número de filtros, tanto de arena como de carbón activo, y la frecuencia de lavado, se ha instalado un sistema de lavado común a ambos tipos de filtros, de manera que se puede realizar la limpieza de los dos tipos de filtros con el mismo sistema de lavado.

Los equipos de lavado, las bombas y el tanque de agua filtrada, están localizados en el Módulo Nº4.

Para el suministro del aire se han instalado dos soplantes (2+0 R) en el interior de la Caseta Nº2 (Equipos y CGDBT), que en el caso del lavado de los filtros de arena suministran un caudal de:

- Lavado simultáneo: 73 Nm<sup>3</sup>/h a 600 mbar
- Lavado separado: 43,1 Nm<sup>3</sup>/h a 600 mbar

El agua para lavado se toma del depósito de agua filtrada tras los propios filtros de arena. Este depósito se encuentra dimensionado para satisfacer la demanda de agua para el lavado de forma separada (agua y aire) de un filtro de arena, que es el más desfavorable en cuanto a volumen de agua de lavado. Se han instalado dos (1+1R) bombas centrífugas mono etapa verticales equipadas con variador de frecuencia para impulsión del agua de lavado tanto a los filtros de arena como a los de carbón activo. Los caudales requeridos para el lavado de filtros de arena se muestran a continuación:

- Filtros de arena, lavado simultáneo: 19,9 m<sup>3</sup>/h a 3 m
- Filtros de arena, lavado separado: 38 m<sup>3</sup>/h a 4 m
- Filtros de carbón activo, lavado simultáneo: 22,6 m<sup>3</sup>/h a 4,5 m

La salida del agua de lavado se realiza mediante válvulas de bola o mariposa (según el tamaño de la línea) automáticas que conducen también a la red de drenajes y vaciados de la Planta Piloto que va al tanque de tormentas.

### 3.9.1. Depósito de agua filtrada

Con objeto de satisfacer la carrera de los filtros en las mismas condiciones que la ETAP de Venta Alta, se ha realizado un depósito de agua filtrada, con volumen para el lavado más desfavorable de los filtros de arena y carbón activo y con una lámina de agua tal que permite tanto mantener la carrera de 72 h prevista como mantener un diseño de filtros que garantiza que las boquillas del falso fondo se encuentran permanentemente inundadas, garantizado así el correcto funcionamiento de los filtros.

Así bajo estas premisas las características principales de este depósito son:

| Depósito de agua filtrada  |                     |
|----------------------------|---------------------|
| Número de unidades total   | 1 Ud.               |
| Dimensiones del depósito   | 4 m x 1,9 m x 1,5 m |
| Lámina de agua             | 1,2 m               |
| Volumen útil del depósito  | 6 m <sup>3</sup>    |
| Volumen total del depósito | 10 m <sup>3</sup>   |
| Tiempo de retención        | 30 min              |
| Material                   | PP                  |

### 3.9.2. Bombeo de agua filtrada

El agua almacenada en el depósito de agua filtrada se bombea a las etapas de tratamiento siguientes mediante un bombeo de 1+1R bombas centrífugas monoetapa verticales equipadas con variador de frecuencia.

Esto permite compensar la altura de lámina de agua existente en el depósito de agua filtrada junto con las pérdidas de carga generadas en las diferentes etapas de proceso restantes.

| Bombeo de agua filtrada        |                             |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Número de unidades total       | 2 Ud.                       |
| Número de unidades funcionando | 1 Ud.                       |
| Rango de caudales por bomba    | 5-6,25-10 m <sup>3</sup> /h |
| Altura máx. de impulsión       | 6,5 m.c.a.                  |
| Tipo de bomba                  | Centrífuga monoetapa        |



*Fig. 15. Sistema de lavado a filtros de arena y carbón activo y tanque*



*Fig. 16. Sistema de lavado a filtros de arena y carbón activo y tanque*

### **3.10. TRATAMIENTO DE OXIDACIÓN/OXIDACIÓN AVANZADA**

Los procesos de oxidación pueden ocurrir, de forma selectiva, a través de la forma molecular del ozono o de los radicales libres en los que se descompone, los cuales reaccionan indistintamente con la mayoría de los constituyentes del agua.

Los factores que favorecen la vía radicalaria son: medio básico, presencia de peróxido de hidrógeno y la radiación ultravioleta así como combinaciones de estos; mientras que los que favorecen la vía molecular son el medio ácido y la alcalinidad.

#### **3.10.1. Oxidación mediante dosificación de ozono**

En cuanto a la Post ozonización, puede emplearse tanto como etapa previa a la filtración por carbón activo o bien, como etapa de oxidación avanzada en combinación con UV,  $H_2O_2$  o ambas:

La ozonización, como se ha comentado anteriormente, está especialmente indicada para la oxidación de diversas sustancias orgánicas e inorgánicas. En el caso del hierro, el manganeso, y de varios compuestos arsénicos, la oxidación ocurre de manera muy rápida dejando como residuos unos compuestos insolubles que se pueden eliminar fácilmente por medio de un filtro de carbón activo, por lo que una desinfección mediante ozono se hace especialmente útil como etapa previa a unos filtros CAG como es el caso de Venta Alta. Esta será la realizada por vía molecular.

Además de la oxidación por vía molecular comentada en el apartado anterior, se ha estudiado la oxidación por vía radicalaria, incluyendo puntos de dosificación de Peróxido de Hidrógeno y un equipo de UV antes de la filtración por carbón activo.

Estos procesos no existen en la ETAP de Venta Alta pero se han incluido en la planta piloto para estudiar diferentes opciones de oxidación según se requiera en base a la calidad de entrada a la planta.

Estas nuevas etapas del proceso se han ubicado también en el Módulo Nº5 de la planta piloto.

Las configuraciones a estudiar para la oxidación avanzada son:

- Ozono + Peróxido de hidrógeno
- Ozono + UV
- Peróxido de Hidrógeno + UV
- Peróxido de Hidrógeno + Ozono + UV

A diferencia de la pre-ozonización, en la post-ozonización el sistema de difusión se realiza únicamente por difusores porosos en cámaras atmosféricas, a semejanza de lo existente en Venta Alta, ya que la lámina de agua y los tiempos de contacto que tendrán lugar en Venta Alta son adecuados para una correcta difusión por esta vía.

Como ya se ha comentado, la etapa de post-ozonización se ha instalado en el Módulo Nº5 de la planta y tiene las siguientes características:

- Es un sistema atmosférico que simula las condiciones de operación de la ETAP de Venta Alta.
  - o Sistema de difusión mediante difusor poroso en cámara atmosférica: tres cámaras. La primera cámara tiene 5,12 m de lámina de agua y tiempo de retención por cámara de unos 3-3,5 minutos. La tubería de entrada de agua se realiza por la parte superior de las columnas/cámaras atmosféricas.
    - Sello hidráulico: mediante tubería de DN150 entre cámaras/columnas para dar tiempo de retención total de difusión y contacto de 11,87 minutos.

Para el control de la dosis de ozono en cada momento, se ha instalado el mismo sistema para ambas etapas de Pre y Post ozonización:

- Caudalímetro en la línea de agua a la entrada de las cámaras de contacto ( $m^3/h$  agua).
- Rotámetro con contacto y señal 4-20 mA en línea de gas a las cámaras de contacto (gGas/h)
- Sensor de ozono en fase gas a la salida del generador ( $gO_3/Nm^3$  gas)
- Señal 4-20 mA desde el Generador de ozono (corresponde a la potencia del equipo, que equivale a concentraciones teóricas de Ozono en el gas generado).

Desde el SCADA se introduce la dosis de ozono requerida en cada momento, manualmente por el operador ( $\text{g/m}^3$ ), y con el caudal de agua leído del caudalímetro se obtienen los  $\text{g/h}$  de Ozono a dosificar desde el generador.

Con la lectura del caudalímetro de gas ( $\text{g/h}$  gas) y del sensor en fase gas ( $\text{gO}_3/\text{Nm}^3$  gas) se obtienen los  $\text{g/h}$  reales de Ozono producidos por el generador, y se puede ajustar mediante la señal 4-20 mA del Generador de ozono (que varía la concentración de salida del gas).

El sistema de generación es independiente para cada etapa, con una capacidad máxima total de 30  $\text{gO}_3/\text{h}$  y está alimentado por oxígeno, generado in situ al 92%. Este y el sistema de generación de la Post-ozonización se encuentran ubicados en la Caseta Nº2 de Equipos y CGDBT.

| <b>Sistema de difusión de Post-ozonización</b>                    |                                                                |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Número de líneas                                                  | 1 Ud.                                                          |
| Dosis media habituales para Post-ozonización                      | 0,5-1 ppm                                                      |
| Dosis máxima habituales para Post-ozonización                     | 1-1,5 ppm (puede llegar a 2 ppm)                               |
| Caudal de ozono en difusor                                        | 0,2-2 $\text{Nm}^3/\text{h}$                                   |
| Método de difusión                                                | Difusor poroso                                                 |
| Número de difusores porosos                                       | 1 ud en cámara Nº1<br>1 ud en cámara Nº2<br>1 ud en cámara Nº3 |
| <b>Sistema de generación de ozono de Pre y Post-ozonización</b>   |                                                                |
| Número de equipos                                                 | 1 Ud para Pre y 1 ud para Post..                               |
| Modelo                                                            | NLO-25                                                         |
| Capacidad requerida                                               | 3-20 $\text{g/O}_3$                                            |
| Capacidad máxima                                                  | 25 (9%) -30 (7%) $\text{g/O}_3$                                |
| Gas de alimentación                                               | Oxígeno atmosférico, de generación in situ (PSA)               |
| Concentración de ozono                                            | 9% para 25 $\text{g/h}$                                        |
| Presión del gas generado                                          | 0,98 bar                                                       |
| <b>Sistema de generación de oxígeno de Pre y Post-ozonización</b> |                                                                |
| Número de equipos                                                 | 1 Ud para Pre y 1 ud para Post.                                |
| Tipo                                                              | PSA                                                            |
| Pureza del oxígeno                                                | 90-95%                                                         |
| Capacidad de generación de $\text{O}_2$ de PSA                    | 0,6 $\text{Nm}^3/\text{h}$                                     |

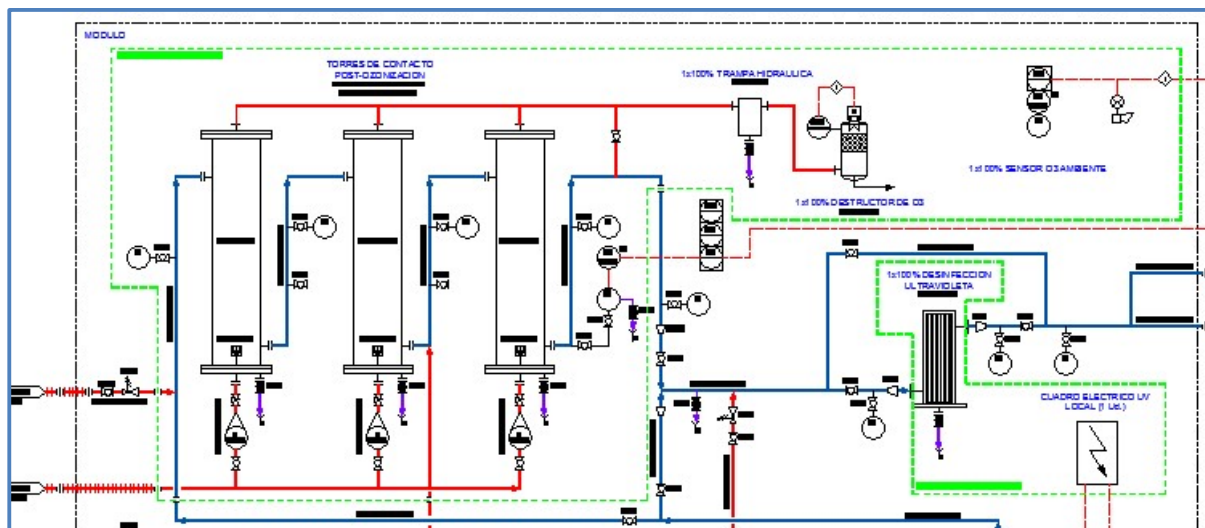


Fig. 17. Esquema Inyección de Ozono en columnas atmosféricas (post-ozonización). Módulo Nº5



Columnas  
atmosféricas  
Post-ozonización

Fig. 18. Columnas Atmosféricas (Post-ozonización)

### 3.10.2. Oxidación avanzada

Además de la oxidación por vía molecular comentada en el apartado anterior, se ha estudiado la oxidación por vía radicalaria, incluyendo puntos de dosificación de Peróxido de Hidrógeno y un equipo de UV antes de la filtración por carbón activo.

Estos procesos no existen en la ETAP de Venta Alta pero se han incluido en la planta piloto para estudiar diferentes opciones de oxidación según se requiera en base a la calidad de entrada a la planta.

Estas nuevas etapas del proceso se han ubicado también en el Módulo Nº5 de la planta piloto.

Las configuraciones estudiadas para la oxidación avanzada son:

- Ozono + Peróxido de hidrógeno
- Ozono + UV
- Peróxido de Hidrógeno + UV
- Peróxido de Hidrógeno + Ozono + UV

### 3.10.2.1. Ultravioleta

Previo a la etapa filtración mediante CAG y para la realización de la oxidación avanzada se ha instalado un equipo de radiación UV en línea junto con la posibilidad de dosificación de peróxido de hidrógeno antes de la entrada en dicho equipo o/y en la entrada a las cámaras de ozonización.

La ultravioleta puede emplearse o no en las siguientes combinaciones de oxidación avanzada que se han estudiado durante el pilotaje:

- Ozono + UV
- Peróxido de Hidrógeno + UV
- Peróxido de Hidrógeno + Ozono + UV

En este caso se ha seleccionado un sistema UV con lámparas de media presión que cubren el espectro de radiación de 185 a 300 nm con el que se asegura la oxidación de la mayoría de los contaminantes considerados en las listas de observación, si bien suponen un mayor consumo energético que las lámparas de baja presión.

El equipo se ha instalado en tubería con configuración vertical, lo que minimiza el espacio requerido en planta y permite su instalación con la etapa anterior de post-ozonización en el mismo módulo.

En cualquier caso y al igual que el resto de etapas de la planta, dicho proceso puede ser eludido mediante su correspondiente by-pass.

Las principales características del equipo son:

| Desinfección Ultravioleta       |                       |
|---------------------------------|-----------------------|
| Número de reactores             | 1 Ud.                 |
| Caudal máximo                   | 5-10m³/h              |
| Tipo de lámpara                 | Media presión         |
| Rango de regulación de potencia | 70-100 %              |
| Espectro de radiación           | 185-300 nm            |
| Número de lámparas              | 1                     |
| Dosis de UV                     | 900-1000 mJ/cm²       |
| Transmitancia                   | 98% a 254 nm en 10 mm |
| Montaje                         | Vertical              |
| Material                        | AISI 316 pasivado     |

### 3.10.2.2. Peróxido de Hidrógeno

Se han realizado diferentes picajes para la adición de Peróxido de Hidrógeno:

- A la entrada de las cámaras de ozono, mediante picaje en la línea de agua de alimentación a la primera cámara en el caso de la Pre-ozonización, a la entrada de la última cámara en el caso de la Post ozonización.
- A la entrada de la ultravioleta. Dicha dosificación es mediante inyección directa en el mezclador estático en línea a la entrada del equipo de ultravioleta.

La instalación de almacenamiento y dosificación se compone de:

- Tres (2+1R) bombas dosificadoras de membrana electromagnéticas, caudal 0,02-2,2 l/h y presión de operación de 3,5 bar, siendo la presión máxima de trabajo del equipo de 12 bar.

La instalación de dosificación compuesta por las bombas dosificadoras con todos los accesorios necesarios (pote de calibración, válvulas de corte, drenaje, válvulas de contrapresión y manómetros) está ubicada en un panel con protección anti-salpicaduras.

- Para el almacenamiento del reactivo se ha empleado un (1) depósito de volumen unitario 280 l, resultando una autonomía de almacenamiento de 15 días a dosis media.

El depósito incluye accesorios tales como venteo, equipo de detección de nivel, tubuladura para llenado de reactivo y tubería para aspiración del bombeo.

Así mismo, debido a las características agresivas de este reactivo, se ha suministrado una bomba de tipo lápiz, manual, cuyo objeto es permitir la carga del reactivo en el depósito evitando el contacto directo del operario con el reactivo líquido o la nube generada en la carga.

### **3.11. FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO GRANULAR**

El objeto de la etapa de filtración mediante carbón activo es la eliminación de bacterias y la adsorción de sustancias oxidadas en las etapas previas.

Esta etapa simula las velocidades de operación de los filtros de la 2ª fase de la ETAP de Venta Alta, tanto en funcionamiento normal como durante el lavado (simultaneo aire + agua). El funcionamiento de dichos filtros es a nivel constante (mediante válvula reguladora y nivel de radar).

Además, tiene el cometido de estudiar tanto las condiciones de los filtros de carbón activo de la 2ª fase de Venta Alta como otras posibles configuraciones en cuanto a material adsorbente: cada filtro se ha equipado con un tipo de carbón activo diferente. Uno de ellos contiene el mismo que el instalado en la 2ª fase y el otro, varia el lecho. Se han considerado dos tipos de lechos de adsorción para el 2º filtro:

- Carbón activo granular de activación directa (mismo nivel de activación que aglomerado) y granulometría 12x40.
- Carbón activo granular de activación directa (mismo nivel de activación que aglomerado), y granulometría 8x30 (mayor granulometría que el instalado en Venta Alta).

Además, pretende simular las condiciones de los filtros de carbón activo de la 2ª fase de Venta Alta en cuanto a: las características del medio filtrante (altura de lecho, granulometría, etc.), características de las boquillas y tipo de lavado (simultaneo aire + agua).

Se ha instalado una etapa de filtración con carbón activo granular consistente en una línea con dos filtros en configuración 1 + 1R, con falso fondo de tipo circular y moldeado a la pared interna del filtro y lavado simultaneo aire-agua. La entrada a filtración de CAG está diseñada también de manera que permite que los dos filtros funcionen de manera independiente, y por tanto una vez más tanto la entrada como salida se hace mediante colectores comunes a ambos filtros y derivaciones individuales.

El medio filtrante está constituido por 1600 mm de carbón activo, con granulometría de 12x40. Cada filtro dispone de un falso fondo del mismo material del recipiente y moldeado a la pared interna del mismo, equipado con boquillas de 0,2 mm que garantizan la circulación del agua filtrada bajo el falso fondo y por otra parte la distribución de agua y del aire de lavado, inyectado a contracorriente.

Las dimensiones unitarias de cada uno de los filtros son de 3,45 m x Ø 0,9 m. La superficie de filtración total de cada filtro es en este caso de 0,67 m<sup>2</sup>. De esta forma, la velocidad de filtración del filtro en servicio es adecuada dado el lecho filtrante seleccionado (altura y granulometría del carbón) y la naturaleza del agua a filtrar.

Existe también la posibilidad de vaciar los filtros al igual que los de arena mediante tubería de DN 40 que se envía de igual forma, junto con la salida del agua de lavado, a la red de drenajes y vaciados de la planta piloto que desemboca en el tanque de tormentas.



*Fig. 19. Filtros de Carbón Activo*

Las principales características de los filtros de carbón activo son:

| <b>Filtros de CAG</b>                                                         |                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Número de unidades total                                                      | 2 Ud.                                         |
| Número de unidades en funcionamiento                                          | 1 Ud                                          |
| Superficie de filtración unitaria                                             | 0,67 m <sup>2</sup>                           |
| Dimensiones unitarias                                                         | 3,45 m x Ø 0,9 m                              |
| Velocidad de filtración en funcionamiento, a Q máx. (10 m <sup>3</sup> /h)    | 15,7 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>         |
| Velocidad de filtración en funcionamiento, a Q medio (6,25 m <sup>3</sup> /h) | 9,82 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>         |
| Velocidad de filtración en funcionamiento, a Q mín. (5 m <sup>3</sup> /h)     | 7,86 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>         |
| Velocidad de filtración con un filtro en lavado                               | 15,7/9,8/7,8 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> |

### **Funcionamiento del filtro**

Por construcción, todos los filtros tienen la misma pérdida de carga estática, y los niveles aguas arriba y aguas abajo son iguales, por ello el equirreparto se produce de forma automática a cualquier régimen de funcionamiento.

Al irse incrementando progresivamente la pérdida de carga, el caudal se reduce en proporción inversa, situación ésta que es compensada mediante una válvula reguladora, la cual introduce la pérdida de carga variable necesaria.

Tras el paso por el lecho de carbón el agua es recogida en el falso fondo y conducida al canal de salida, desde donde por gravedad mediante tubería pasa al siguiente elemento de proceso (canal de salida de filtros).

El sistema de regulación es idéntico al de los filtros de arena y por tanto, está realizado mediante lazo de control entre la válvula de regulación eléctrica situada en la tubería de agua filtrada de cada filtro y el nivel de radar de cada uno de los filtros de carbón activo. En función de unos niveles máximos y mínimos preestablecidos por el programador, la válvula regula la pérdida de carga necesaria para mantener dicho nivel entre los límites.

El funcionamiento de los filtros es automático, o semiautomático, previa iniciación manual del proceso, una vez detectada la pérdida de carga máxima a través del mismo y fijados los límites para la medida de nivel indicados previamente.

El automatismo básico de filtros es desarrollado por un autómatas programable (PLC), incorporado en el panel general de control en la Caseta N.º 2 (Equipos y CGDBT), el cual actúa sobre elementos requeridos.

### **Lavado de filtros**

El lavado se efectúa mediante aire y agua a contracorriente. Todo el programa de lavado se realiza de forma automática, previa iniciación manual del proceso, una vez detectada la alarma por pérdida de carga admisible (nivel máximo permitido).

El sistema de lavado mediante aire y agua es común al de los filtros de arena, ya que debido al número de filtros y la frecuencia de lavado considerada, dimensionado el sistema para el caso más desfavorable, filtración CAG, es posible el uso del mismo equipo para ambas etapas con el consecuente ahorro.

Para el suministro del aire en el caso de los filtros de carbón activo sólo una de las dos soplantes instaladas está en funcionamiento, a un caudal requerido de 25,5 Nm³/h a 600 mbar.

El agua de lavado es tomada desde el depósito de agua filtrada tras los filtros de arena y en el caso de la lavado de los filtros CAG, las bombas para impulsión del agua de lavado, sólo una de ellas pues están en configuración 1+1R, y trabajan a 22,6 m³/h y 4,2 m.c.a.

La salida del agua de lavado se realiza mediante válvulas de bola o mariposa (según tamaño de la línea) automáticas que conducen también a la red de drenajes y vaciados de la planta piloto que comunica con el tanque de tormentas.

### **Accionamiento**

Al igual que los filtros de arena, el funcionamiento de los filtros es automático, o semiautomático, previa iniciación manual del proceso, una vez detectada la pérdida de carga máxima a través del mismo y fijados los límites para la medida de nivel indicados previamente.

El automatismo básico de filtros, ya indicado anteriormente, es llevado a cabo por un autómatas programable (PLC), incorporado en el panel general de control en la Caseta N.º 2 (Equipos y CGDBT), el cual actúa sobre elementos requeridos.

Como ocurría con filtros de arena, en los filtros de carbón activo se ha completado una fase de lavado optimizada incluyendo para ello, entre otras, las siguientes acciones de optimización:

- Aprovechamiento de la lámina de agua existente en el filtro: en lugar de comenzar el lavado con la lámina de agua en situación de funcionamiento, se procede a filtrar esta lámina sin alimentar el filtro hasta alcanzar una altura de agua estipulada ligeramente superior al lecho filtrante. Durante esta fase, el actuador de la válvula de salida de agua filtrada recibe una señal, mediante la cual se mantiene abierta hasta que la medida de nivel de radar alcanza el límite anterior mencionado y se corta la citada señal cerrando la válvula de salida. Tras lo cual comienza el contra lavado propiamente dicho.

Esto supone un ahorro de agua por filtro y lavado ya que en vez de enviar a vertido tras el lavado la lámina completa de agua del filtro, sólo vierte esta segunda lámina de menor altura.

- Lavado superficial: se realiza al mismo régimen que en la fase de filtración, en la última etapa del programa de lavado. Esto permite el arranque lento del filtro, ya que en esta fase la válvula reguladora está completamente cerrada. Inicialmente el actuador de la misma permite que la válvula permanezca parcialmente abierta, trabajando el filtro a un régimen muy inferior al nominal. Cuando el nivel en el interior está algo por debajo del nivel normal, se corta la señal inicial, alimentándose la válvula directamente con la señal emitida por el regulador de nivel, con lo cual la válvula queda posicionada al valor correspondiente al régimen de funcionamiento en la situación de pérdida de carga mínima que corresponde a la puesta en servicio posterior al lavado.

### 3.12. DESINFECCION FINAL

Al igual que en la etapa de oxidación/desinfección inicial, en la desinfección final se dispone de dos posibles alternativas para llevar a cabo el proceso de desinfección del agua tratada: cloro gas y dióxido de cloro. La dosificación en ambos casos se realiza en el propio depósito de agua tratada.

#### 3.12.1. Dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ )

El dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ) es un desinfectante/oxidante que no reacciona con el agua ni se combina con la materia orgánica que esta pueda contener con lo que se consigue que con su uso no se generen trihalometanos (THM), lo cual es muy aconsejable en su uso en el agua potable.

A fin de cumplir RD 140/2003, las dosis en la desinfección final del agua tratada son:

| Dióxido de cloro – desinfección final |         |
|---------------------------------------|---------|
| Número de líneas                      | 1 Ud.   |
| Dosis de media                        | 0,7 ppm |
| Dosis de máxima                       | 1,5 ppm |

Tanto el sistema de generación como las dosificadoras son comunes con el sistema de pre-oxidación previsto y detallado en el apartado 3.5.1 Dióxido de Cloro ( $\text{ClO}_2$ )

#### 3.12.2. Cloro gas ( $\text{Cl}_2$ gas)

La instalación de cloro gas es común tanto para la etapa de oxidación/desinfección inicial como la desinfección final, como ya se ha explicado y se ha descrito en el apartado 3.5.2 Cloro gas.

Las dosis de uso para garantizar el cloro libre residual indicado en el RD 140/2003 son:

| Cloro gas – desinfección final |           |
|--------------------------------|-----------|
| Número de líneas               | 1 Ud.     |
| Dosis media de producto puro   | 1,5 ppm   |
| Dosis máxima de producto puro  | 1,7-2 ppm |

### 3.13. DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS

Los reactivos que se usan en la actualidad en la ETAP de Venta Alta son:

- Cloro gas para oxidación/desinfección dosificado en pretratamiento y como desinfectante en la tubería de agua producto que conduce al depósito regulador.
- Dióxido de cloro para oxidación/desinfección dosificado como el cloro gas, y en sustitución a éste, en pretratamiento.
- Sulfato de aluminio o Policloruro de aluminio como coagulante, dosificado en la cámara de reparto a las cámaras de coagulación.
- Almidón o Polidamac como floculantes dosificados en las cámaras de floculación (sustituyen al polielectrolito aniónico que se empleaba inicialmente).
- Hidróxido sódico para ajuste de pH en coagulación (inyectado en las cámaras de coagulación-floculación) así como en el agua producto (dosificado en la tubería que conduce al depósito regulador).
- Ácido hexafluosilícico (flúor).

En la planta piloto, únicamente no se simula la dosificación del ácido hexafluosilícico, y en cambio, se dosifica alguno no existente en la ETAP tal y como:

- Peróxido de hidrógeno
- Permanganato potásico
- Carbón activo en polvo
- Dióxido de cloro en agua tratada

La instalación de generación, preparación, almacenamiento y dosificación de los diferentes reactivos está localizada en la Caseta Nº1 de Reactivos. En ella se agrupan la mayoría de los reactivos, salvo:

- El sistema de almacenamiento, preparación y dosificación de carbón activo en polvo, CAP, que se localiza en el Módulo Nº1 con separación respecto del resto de equipos de dicho Módulo, y clasificación ATEX
- Los sistemas de generación de Ozono y oxígeno, ubicados en la Caseta Nº2 de Equipos y CGDBT.

Para la agrupación de las instalaciones de almacenamiento y dosificación de los diferentes reactivos en las casetas, se ha tenido en cuenta la normativa de aplicación vigente en cada caso (RD 379/2001 por el que se aprueban el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6, MIE-APQ-7).

#### 3.13.1. Coagulante

La fase de coagulación tiene lugar mediante mezcla rápida de un coagulante (Sulfato de alúmina o Policloruro de aluminio) en la cámara de mezcla previa al decantador.

En dicho Módulo Nº2, también está la floculación mediante inyección directa en mezclador estático de un floculante de naturaleza orgánica como el Polidamac o almidón y ayudante a la floculación como el Carbón Activo en Polvo (CAP) o permanganato potásico.

La instalación de almacenamiento y dosificación se compone de:

- Dos (1+1R) bombas dosificadoras de membrana electromagnéticas, rango de caudal 0,02-3,8 l/h y presión de operación de 3,5 bar, siendo la presión máxima de trabajo del equipo de 12 bar.
- Para el almacenamiento de coagulante se emplea un (1) depósito de volumen unitario 280 l, resultando una autonomía de almacenamiento de 15 días a dosis media.

### **3.13.2. Floculante**

La fase de floculación se ha simulado mediante adición de un floculante en un mezclador estático tras la cámara de mezcla donde tiene lugar la coagulación.

El floculante utilizado es Polidadmac o almidón, como en Venta Alta, en estado líquido. Dicho polielectrolito es de origen orgánico y apto para el consumo humano con lo que resulta especialmente adecuado para este uso.

La instalación de almacenamiento, preparación y dosificación se compone de:

- Dos (1+1R) bombas dosificadoras de membrana electromagnéticas, rango de caudal 0,02-2,2 l/h y presión de operación de 3,5 bar, siendo la presión máxima de trabajo del equipo de 12 bar.
- Para la preparación y almacenamiento del floculante a una concentración de 6 g/l se emplea un (1) depósito de volumen unitario 280 l provisto de agitador, resultando en una autonomía de almacenamiento superior a 15 días a dosis media.

### **3.13.3. Permanganato potásico**

El permanganato potásico no se emplea en la actualidad en la ETAP de Venta Alta.

Dicho reactivo se ha incluido en la planta piloto a fin de poder estudiar las condiciones de oxidación de materia orgánica,  $\text{Fe}^{2+}$  y  $\text{Mn}^{2+}$  de un modo distinto al utilizado en la ETAP. Para esto, se puede inyectar tanto en la llegada de agua bruta a la planta piloto así como en la entrada al decantador.

La instalación de almacenamiento, preparación y dosificación se compone de:

- Dos (1+1R) bombas dosificadoras de membrana electromagnéticas, rango de caudal 0,02-2,2 l/h y presión de operación de 3,5 bar, siendo la presión máxima de trabajo del equipo de 12 bar.
- Para la preparación y almacenamiento del reactivo a una concentración de 30 g/l, se emplea un (1) depósito de volumen unitario 280 l provisto de agitador, resultando en una autonomía de almacenamiento de 15 días a dosis media.

### **3.13.4. Carbón activo en polvo (CAP)**

Un reactivo no utilizado actualmente en la ETAP de Venta Alta es el carbón activo en polvo (CAP), sin embargo, dada la calidad de las aguas procedentes del canal de captación del Río Nervión, se ha instalado una dosificación de carbón activo en el mezclador estático de entrada a decantación, tras la cámara de mezcla rápida.

La preparación y dosificación del CAP se realiza mediante un sistema automático de preparación con clasificación ATEX en todos sus elementos (tolva, cuba) y por tanto está separado físicamente del resto de los equipos de la instalación y del Módulo Nº1 mediante tabiques/paneles y dispone de cubeto de recogida bajo el tramex.

La instalación de almacenamiento, preparación y dosificación se compone de:

- Depósito de PPH con capacidad para 500 l de capacidad formado por 2 compartimientos cerrados (preparación y maduración), válvulas de vaciado y rebosadero.
- Conjunto de agua de llegada formado por válvula reductora de presión, válvula de regulación manual, electroválvula, filtro en Y, caudalímetro y dispensador abierto antiobturable.
- Toma de aspiración bombas dosificadoras.
- Sensor de nivel ultrasónico.

- Dos Agitadores mecánicos.
- Panel de control y potencia.
- Grupo de postdilución formado por: válvula de regulación manual, electroválvula, caudalímetro y válvula antirretorno.
- Tolva de 75 l de capacidad provista con interruptor de nivel mínimo.
- Dos (1+R) bombas dosificadoras de membrana de caudal 2,5-25 l/h y 12 bar de presión de operación.

La instalación de dosificación prevista compuesta de las dos bombas cuenta con todos los accesorios necesarios (válvulas de corte, retención y drenaje) y está ubicada en una bandeja soportada en la pared de separación ATEX respecto del resto del Módulo Nº1 y del Módulo 2.



*Fig. 20 Instalación de Almacenamiento y Preparación de Carbón Activo*

### **3.13.5. Hidróxido Sódico**

En la planta se requiere ajuste de pH tanto para favorecer la coagulación, la oxidación avanzada así como para conseguir el pH de equilibrio en el agua tratada.

Por esto se ha instalado una dosificación de hidróxido sódico al 25% como se utiliza en la ETAP de Venta Alta.

La instalación de almacenamiento y dosificación se compone de:

- Cuatro (3+1R) bombas dosificadoras de membrana electromagnéticas, rango de caudal 0,02-2,2 l/h y presión de operación de 3,5 bar, siendo la presión máxima de trabajo del equipo de 12 bar.

- Para el almacenamiento del hidróxido sódico se emplea un (1) depósito de volumen unitario 280 l, resultando una autonomía de almacenamiento de 10 días a dosis media.

### 3.14. INSTRUMENTACIÓN DE PROCESO

Se ha instalado instrumentación de proceso para medición en continuo de los parámetros a controlar en la planta piloto, tanto de campo como analítica.

Dicha instrumentación tiene las siguientes características generales:

| Criterios de diseño generales                                        |                                                             |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Protocolo de comunicación, instrumentación de campo                  | Profibus PA                                                 |
| Protocolo de comunicación, instrumentación Analítica con controlador | Profibus DP                                                 |
| Protección ambiental, Equipos montados en los Módulos                | IP 65                                                       |
| Protección ambiental, Equipos dentro de Casetas                      | IP 54                                                       |
| Tensión/Frecuencia de suministro                                     | 230 VAC/50Hz                                                |
| Temperatura ambiente máx. diseño                                     | 40°C                                                        |
| Humedad relativa máx. diseño                                         | 80%                                                         |
| Materiales de las partes en contacto con el fluido, metálicos        | Adecuados al fluido (316L para partes en contacto con Agua) |
| Materiales de las partes en contacto con el fluido, no metálicos     | Adecuados al fluido en contacto (agua o reactivos)          |

Para el correcto funcionamiento de la planta piloto y la operación de la misma, la instrumentación instalada para el control en continuo de la planta es la siguiente:

| Línea de Agua y dosificaciones de reactivos | Instrumentación de campo                     |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Caudalímetro electromagnético               | Llegada agua bruta                           |
|                                             | Bombeo agua lavado                           |
|                                             | Bombeo a post ozonización                    |
|                                             | Salida agua tratada                          |
| Caudalímetro másico térmico                 | Aire de lavado                               |
|                                             | Ozono gas de salida de Generadores de Ozono  |
| Rotámetros                                  | Agua de dilución/arrastre reactivos          |
| Rotámetros con contacto 4-20 mA             | Agua de arrastre Cl gas (pre-oxidación)      |
|                                             | Agua de arrastre Cl gas (desinfección final) |
| Transmisor Indicador de Presión             | Llegada agua bruta                           |
|                                             | Impulsión soplantes de lavado                |
| Indicador de Presión                        | Bombeo agua lavado                           |
|                                             | Bombeo a post ozonización                    |
|                                             | Aire comprimido a instrumentación            |
|                                             | Impulsión de reactivos                       |
|                                             | Línea de dilución de reactivos               |
| Nivel indicador transmisor de radar         | Filtros de arena                             |
|                                             | Filtros de carbón activo                     |
|                                             | Cámara de mezcla rápida                      |
|                                             | Tanque de agua tratada                       |

| Línea de Agua y dosificaciones de reactivos | Instrumentación de campo               |
|---------------------------------------------|----------------------------------------|
|                                             | Tanques de preparación de reactivos    |
|                                             | Tanques de almacenamiento de reactivos |
|                                             | Tanque de agua filtrada                |
| Nivel de flotador                           | Canal de agua bruta (2 uds)            |
|                                             | Tanque de agua filtrada                |

| Línea de Agua                     | Instrumentación analítica                                                                                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Medidor de turbidez               | Llegada agua bruta                                                                                                            |
|                                   | Salida decantador                                                                                                             |
|                                   | Salida filtros arena                                                                                                          |
|                                   | Salida agua tratada                                                                                                           |
| Medidor de Oxígeno disuelto       | Llegada agua bruta                                                                                                            |
|                                   | Salida de agua tratada                                                                                                        |
| Medidor de pH                     | Llegada agua bruta                                                                                                            |
|                                   | Entrada decantador                                                                                                            |
|                                   | Salida Post ozonización                                                                                                       |
|                                   | Salida de agua tratada                                                                                                        |
| Medidor de Conductividad          | Llegada agua bruta                                                                                                            |
|                                   | Salida de agua tratada                                                                                                        |
| Medidor de Cloro residual         | Salida decantador                                                                                                             |
|                                   | Tanque agua filtrada                                                                                                          |
|                                   | Salida de agua tratada                                                                                                        |
| Medidor de Cloro en aire          | Detector de fugas                                                                                                             |
| Medidor de Dióxido de Cloro       | Llegada agua bruta                                                                                                            |
|                                   | Salida decantador                                                                                                             |
|                                   | Tanque agua filtrada                                                                                                          |
|                                   | Salida de agua tratada                                                                                                        |
| Analizador de ozono off-pass AOFG | Cámara de Pre ozonización.                                                                                                    |
| Medidor de ozono residual en agua | Cámaras de Pre y Post ozonización (2 uds)                                                                                     |
| Medidor de ozono residual en aire | Destructor de Pre y Post ozonización (2 uds)<br>Caseta Nº2 de Equipos/CGDBT (1 ud)                                            |
| Medidor de THM                    | Salida de agua tratada (Caseta Nº3 Laboratorio/oficinas)                                                                      |
| Medidor de TOC                    | Llegada agua bruta/ Entrada decantación /<br>Salida decantación / Salida de agua tratada<br>(Caseta Nº3 Laboratorio/oficinas) |

En cada Módulo se han instalado los paneles para ubicación de la instrumentación de campo/analítica correspondiente, de forma que la operación/lectura/accesibilidad resulta fácil y adecuada.

### 3.15. SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares instalado en la planta piloto se describen en los siguientes apartados.

### **3.15.1. Agua de servicios**

Se ha instalado en el Módulo N°5 un grupo de presión para agua de servicios de la planta.

Dicho grupo de presión suministra agua con calidad potable (aspirando del tanque de agua tratada localizado en el Módulo N°6) a los siguientes consumidores:

- Agua de arrastre para reactivos químicos (instalados en la Caseta N°1 de Reactivos).
- Agua para preparación de reactivos químicos (instalados en la Caseta N°1 de Reactivos).
- Medida de TOC del agua tratada (equipo instalado en el laboratorio, en la Caseta N°3 de laboratorio/oficinas).

Así mismo, cuenta con una conexión de la red de agua potable existente en el Edificio de Bombeo y Turbinado de Bolueta. Dicha conexión provee a la planta piloto de agua de servicios en caso de no disponer de agua tratada para su uso, de forma que se puede disponer de forma independiente de agua potable de una u otra forma.

El grupo de agua de servicios cuenta con:

- Dos (1+1R) bombas equipadas con variador de frecuencia y de las siguientes características: caudal 5 m<sup>3</sup>/h y presión 3,5 bar.
- 1 Calderín de 8 l
- Válvulas de corte, retención y drenaje
- Instrumentación
- Cuadro eléctrico/control

### **3.15.2. Agua potable**

Los equipos con necesidad de suministro de agua potable que no pueden estar sujetos a posibles averías del grupo de presión indicado en el apartado anterior, reciben el caudal necesario de forma independiente a través de la conexión con la red existente de agua potable del Edificio de Bombeo y Turbinado anexo a la planta piloto.

Los consumidores indicados serán:

- Caseta N°3 de Laboratorio/oficinas:
  - Laboratorio
  - Baño
- Módulo N°1: Preparación de CAP.
- Caseta N°1 de reactivos: Floculante y ducha lavaojos.
- Caseta N°2 de Equipos/ CGDBT:
  - Generadores de ozono/oxígeno: refrigeración de los Sistema de Generación

### **3.15.3. Aire de servicios**

Se ha instalado una red de aire comprimido para dar servicio a los consumidores que lo requieren:

- Instrumentación analítica que lo requiere, tal y como los medidores de TOC.

La calidad de aire requerida por los anteriores consumidores se obtiene mediante el paso del aire a alta presión a través de dos etapas de separación de aceites, para posteriormente pasarlo por una etapa de enfriado permite eliminar por condensación la mayor parte de la humedad.

El compresor de aire de servicios instalado tiene en cuenta el nivel sonoro requerido dada las características de la ubicación de la planta. Está ubicado dentro de una de las Casetas (Caseta Nº2 de Equipos/CGDBT), junto con las soplantes de lavado de filtros y los sistemas de generación de ozono y oxígeno, a fin de unificar los equipos con alto nivel sonoro y adecuar la caseta para cumplir los requisitos ambientales.

Se ha seleccionado un equipo de bajo nivel sonoro (69 dB(A)) por lo que no requiere de cabina de insonorización adicional y se cumple el límite de nivel sonoro establecido fuera de la Caseta donde va ubicado.

El equipo está compuesto por:

- Un (1) compresor rotativo de paletas, hydrovane o similar, montado sobre calderín con manómetro incorporado, de las siguientes características: caudal 120 lpm y presión máxima de 10 bar.
  - 1 sistema de refrigeración posterior incorporado, filtración y secador de adsorción.
  - Válvulas de corte, retención y drenaje.
  - Cuadro eléctrico/control.
- Limpieza de filtro de toma.

Existe un filtro de 6 mm que impide el paso de sólidos de mayor tamaño a la cámara donde están situadas las bombas de alimentación de la planta piloto. Este filtro necesita de limpiezas periódicas mediante aire comprimido a presión suministrado por este compresor.

Este equipo está situado en el laboratorio del Edificio de Bombeo y Turbinado anexo.

El equipo está compuesto por:

- Un (1) compresor rotativo de paletas, hydrovane o similar, montado sobre calderín con manómetro incorporado, de las siguientes características: caudal 120 lpm y presión máxima de 10 bar.
- 1 sistema de refrigeración posterior incorporado, filtración y secador de adsorción.
- Válvulas de corte, retención y drenaje.

Cuadro eléctrico/control.

### **3.15.4. Red de drenajes y saneamiento**

Se ha ejecutado una red de drenajes de la planta que une los drenajes, vaciados y reboses de los Módulos y los drenajes de las Casetas.

Las fecales de los baños (que disponen de triturador con bomba con caudal suficiente para los 2 aparatos (lavabo e inodoro) y presión necesaria para llegar hasta el punto de conexión, a unos 18 m aproximadamente) también se unen a esta red de vaciados/reboses y saneamiento.

La línea de saneamiento procedente de las casetas y la de vaciados y drenajes de módulos y de las casetas, se unen en un único colector de DN125 PN10 que se conduce al semisótano en la cota +25, donde se localizan los baños del Edificio de Bombeo y Turbinado de Bolueta. El trazado de este colector es paralelo al de las tuberías de alimentación de agua bruta a la planta y de agua potable.

Al llegar a la cota + 25 se conduce al punto de conexión previsto junto a los baños del edificio de Bombeo y Turbinado, y se ha realizado un picaje con la conexión existente en DN110 de fecales que conecta actualmente con el tanque de tormentas.

### 3.15.5. Laboratorio

Se ha dotado a la planta piloto de un laboratorio que ha sido ubicado dentro de una de las Casetas, la Caseta Nº3. Esta es una caseta doble, estando compartimentada en varios habitáculos: el laboratorio, el almacén, sala de reuniones y sala de control, y baño.

El laboratorio cuenta con una alimentación eléctrica y de control y agua potable y servicios y se ha diseñado e instalado teniendo en cuenta la normativa de aplicación vigente en materia de seguridad y salud.

Este laboratorio está totalmente equipado con el material necesario para realizar labores básicas de análisis y control de la planta piloto.

Los equipos incluidos en el laboratorio se indican en la siguiente tabla:

| Equipamiento de Laboratorio |                                                                   |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Equipos de sobremesa        | Turbidímetro                                                      |
|                             | Espectro fotómetro                                                |
| Equipos portátiles          | pH-metro                                                          |
|                             | Conductivímetro                                                   |
| Resto de equipos:           | Tomamuestras portátil automático                                  |
|                             | Balanza granatario                                                |
|                             | Equipos para Jar Test: Floculador 6 puestos                       |
|                             | Agitador calefactor magnético                                     |
|                             | Frigorífico                                                       |
|                             | Sistema de filtración (rampa de 3 puestos y bomba de vacío)       |
| Mobiliario                  | Materiales y reactivos requeridos para el correcto funcionamiento |
|                             |                                                                   |

## 3.16. INSTALACIONES ELECTRICIDAD Y CONTROL

### 3.16.1. Instalaciones eléctricas

#### 3.16.1.1. Introducción

Las instalaciones y equipos eléctricos descritos en este documento tienen por objeto atender las nuevas necesidades eléctricas surgidas de la obra de la nueva planta piloto. Se describen y justifican dichos equipos siempre de acuerdo a la normativa vigente.

La descripción y detalle de las normativas bajo las cuales se ha realizado el proyecto de electricidad y control se muestra en el anejo de cálculos eléctricos.

La planta piloto se divide en los siguientes sectores:

- Caseta nº2 - Cuadro general de distribución baja tensión.
- Módulo 1 - Entrada de agua bruta / torres de contacto pre-ozonización / dosificación CAP.
- Módulo 2 - Cámara de mezcla / decantador Accentrifloc.
- Módulo 3 - Filtros de arena.
- Módulo 4 - Depósito de agua filtrada / bombeo de agua de lavado.

- Módulo 5 - Bombeo a post - ozonización / torres de contacto post - ozonización / desinfección UV / grupo de agua de servicios.
- Módulo 6 - Filtración por carbón activo / depósitos de agua tratada.
- Caseta nº1 – (Módulo 7) - Sistema de almacenamiento, preparación y dosificación de reactivos químicos.
- Caseta nº3 - Laboratorio.
- Caseta nº4 - Oficinas.

Los criterios para el diseño de las instalaciones eléctricas han sido que cada módulo sea totalmente autónomo, habilitando para tal fin un cuadro de baja tensión al que le llega alimentación eléctrica y comunicaciones empezando por el cuadro general de distribución de baja tensión (CGDBT) situado en la caseta número 2.

Desde este CGDBT se alimentan los diferentes centros de control de motores (CCM) secundarios que componen las instalaciones eléctricas de la planta piloto de Etxebarri. No se consideran CCMs secundarios aquellos cuadros locales suministrados por fabricantes de equipos paquete. Cuando nos encontramos ante un caso así (Cuadro UV, grupo de presión etc...), este cuadro local es alimentado desde el cuadro de baja tensión que gobierna el módulo donde se encuentre, bien un CCM secundario o el propio CGDBT.

Como se explica más en detalle en el anejo de instrumentación y control, el PLC que gobierna la planta se ubica en un armario con envoltorio metálica junto al CGDBT, y cada CCM secundario dispone de una estación de remota (RTU) que recoge toda la información de cada módulo.

El fabricante de los equipos eléctricos es de la misma marca que el fabricante de los equipos de control, siendo este Siemens. Los variadores de frecuencia son de la marca Power Electronics.

En cuanto al espacio de reserva, los CCMs disponen de un 20% de espacio de reserva en su interior para ampliaciones futuras, y tanto el PLC como las remotas disponen de un 25% de tarjetas de reserva equipadas para las señales físicas (entradas digitales, salidas digitales, entradas analógicas, salidas analógicas).

De manera esquemática se procede a resumir las partes principales de las instalaciones eléctricas de la planta piloto:

- Acometida eléctrica: El Consorcio de Aguas de Bilbao ha habilitado dentro de la sala de baja tensión del Bombeo y Turbinado, un interruptor de 100A desde donde parte la acometida a la planta piloto.
- CGDBT: El cuadro general de baja tensión es el cuadro principal de planta piloto y se encarga de la distribución de fuerza. Además, alberga el controlador lógico programable (PLC) en un armario aparte situado en la misma sala del propio CGDBT.
- CCM secundario: Se trata de los centros de control de motores instalados en cada módulo con excepción de los cuadros auxiliares en las casetas 3 y 4. Dentro de cada CCM secundario se encuentra instalada una estación remota (RTU) de recogida de señales.
- Cuadro local: Nos referimos con cuadro local, al cuadro suministrado por un fabricante de un equipo concreto y que tiene un funcionamiento autónomo (equipo paquete). Se facilita una alimentación y se recogen las señales que se estimen necesarias.
- Rack de distribución: Desde este rack se ha realizado la distribución tanto eléctrica como de comunicaciones de la planta. Estas instalaciones van por canalizaciones independientes, con bandeja de 200mm para las acometidas de fuerza y otra bandeja de 100mm para las acometidas de comunicaciones.
- Campo: Todos los elementos instalados en cada módulo y caseta que componen las instalaciones eléctricas de la planta piloto. Se incluye dentro de este punto toda la bandeja y conduit necesarios.

Las acometidas de fuerza a cada cuadro son de dos tipos. Por un lado, tenemos las acometidas de fuerza mediante interruptor tetrapolar a cada CCM secundario y por el otro, las alimentaciones provenientes del sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) que acometen directamente a las fuentes de alimentación de cada PLC y RTU de la planta.

Para ver en mayor detalle la solución, ver los planos de electricidad y control presentados en este proyecto de construcción.

Por necesidades de diseño, la planta se puede desmontar, transportar y volver a montar en otro lugar.. Para ejecutar este proceso solo es necesario realizar la desconexión y conexión de las acometidas de fuerza, SAI y comunicaciones entre en CGDBT y los CCM secundarios.

Los cuadros eléctricos en exteriores son de envoltorio poliéster garantizando siempre un IP65. Por otro lado, los cuadros eléctricos en interior son metálicos con al menos IP55.

Los armarios que albergan el cuadro general de distribución de baja tensión y el PLC se componen de 1+1 módulos de 2000 de alto, 1000mm de ancho y 500mm de fondo + 2000 de alto, 800mm de ancho y 500mm de fondo para el lado de fuerza y 1 módulo de 2000 de alto, 800mm de ancho y 400mm de fondo para el PLC. Los cuadros de los skids son de dimensiones más pequeñas, cuyas medidas definitivas se pueden ver en el apartado de planos y esquemas eléctricos desarrollados.

#### **3.16.1.2. Normativa aplicable**

La descripción y detalle de las normativas bajo las cuales se ha realizado el proyecto de electricidad y control se muestra en el anejo A8\_Cálculos Eléctricos del proyecto de construcción.

A continuación, se proceden a describir las partes de las que constan las instalaciones eléctricas.

#### **3.16.1.3. Acometida eléctrica**

La acometida eléctrica se ha realizado desde el CCM de baja tensión del edificio de bombeo y turbinado, situado cerca de la planta piloto, en el mismo entresuelo del tanque de tormentas.

Dentro de la obra del Bombeo y Turbinado se ha habilitado una acometida de 100A a la cual se conecta la planta piloto, mediante un cable de 3,5x50mm<sup>2</sup> de sección. Este y los demás cables instalados en estas instalaciones son de material conductor cobre, no se contempla la utilización del aluminio como conductor.

En el interior de la caseta nº2 soplantes de aire de lavado / sala eléctrica, se instala el CGDBT que alimenta a los CCMs secundarios situados a lo largo de los módulos prefabricados. Además, en un armario aparte situado en la misma sala del propio CGDBT, se ubica el controlador lógico programable (PLC).

Se ha realizado una distribución TT, de manera que al CGDBT le llegan las fases R S T, el neutro. Los cables de acometida eléctrica se han instalado en bandeja de PVC con tapa en todo su recorrido hasta el rack de la planta piloto. En los tramos donde no se puede utilizar bandeja, se ha empleado tubo flexible de PVC de sección adecuada, por consiguiente, estos cables no serán armados.

Debido a que existen diferentes salas en el entresuelo del tanque de tormentas, con el objetivo de no pasar el cable de acometida a lo largo de las mismas se ha utilizado el suelo técnico habilitado por el CABB hasta la parte exterior.

A partir de este punto, la bandeja que transporta la acometida eléctrica va instalada sobre pared, hasta colocarse paralela a las tuberías que se dirigen a la planta piloto. Esto se ha tenido en cuenta a la hora de abrir pasos en muros y paredes existentes asegurando el paso correcto de las canalizaciones eléctricas.

Por otro lado, existen elementos que deben ser alimentados desde la planta piloto, como son el compresor de aire instalado en el laboratorio del Bombeo y Turbinado, dos válvulas eléctricas, dos boyas de nivel y las bombas de captación de agua del río.

Por tanto, se han instalado dos tiradas de bandeja de PVC de 100mm de anchura, una para fuerza y otra para control. Además, para llevar el cable desde estos elementos hasta los receptores se ha utilizado tubo de PVC por lo que no hace falta que este cable sea armado. El cable de fuerza es el que va a una tensión de 400Vac o 230Vac, y el cable de control es el que va a 24Vdc, 24Vac o el cable de comunicaciones (Ethernet).

La parte de comunicaciones con Venta Alta queda definida en el anejo sobre instrumentación y control del proyecto de construcción

El programa de necesidades y potencia instalada, listado de cargas (unidades en funcionamiento, en reserva, potencias totales (instalada, consumida) se muestra en el anejo de cálculos eléctricos.

#### **3.16.1.4. Cuadros de Baja Tensión**

##### **Cuadro General de Distribución de Baja Tensión (CGDBT)**

Se trata del cuadro principal desde donde se alimenta el resto de elementos de la planta. El cuadro de aparamenta fija y de 10kA de poder de corte, cumple con el REBT tras realizar los cálculos eléctricos justificativos.

Como cuadro principal de la planta, el CGDBT está concebido para realizar las siguientes funciones:

- Alimentación de las cargas que componen la captación de agua bruta.
- Alimentación de las propias cargas de la caseta a la que pertenece.
- Alimentación de los diferentes CCMs secundarios de la planta.
- Distribución de alimentación de SAI al PLC y a las diferentes remotas.
- Albergar el PLC de la planta.

El transformador desde el que se alimenta la planta piloto es de 250kVA, con tensión de cortocircuito del 6%, siendo la distancia entre el transformador y la acometida del CGDBT superior a 100 metros. Se ha realizado una simulación, en un caso pesimista, que sería acercar al máximo el transformador al cuadro general de distribución. Se ha realizado una simulación utilizando el software ETAP, donde queda demostrado que un embarrado de 10kA sería más que suficiente.

Los cálculos justificativos del embarrado del CGDBT se exponen en el anejo cálculos eléctricos del proyecto de construcción.

El CGDBT tiene una potencia demandada por el proceso de 43,89 kW con una intensidad que asciende a 79,20A, con lo que los 100A del interruptor que se ha dejado de reserva son suficientes para dar servicio a la planta piloto.

Desde el CGDBT se alimentan las bombas de agua bruta 1 y 2, y el compresor de aire de la captación a agua bruta. Además, se da servicio a las soplantes de lavado de filtros y demás cargas de la caseta nº2.

El sistema de tierras elegido es TT por tanto, todos los accionamientos del CGDBT disponen de protección magnetotérmica y diferencial.

Por último, la acometida del CGDBT dispone de analizador de redes y de interruptor de rearme motorizado. Es la acometida principal de la planta piloto por tanto, es donde se pueden ver los parámetros eléctricos online y tenemos la posibilidad de rearme automático. Así mismo, las salidas a los CCMs y los equipos con controlador electrónico disponen de la opción de rearme automático.

El cableado entra por la parte inferior de la caseta y sale por la parte superior para cruzar el primero de los pasillos existentes, habilitando el paso de personal. Después, las bandejas entran en el rack general desde donde se distribuye al resto de módulos.

### **Centro de Control de Motores (CCM)**

Se ha instalado un CCM secundario por módulo, desde donde se alimentan todos los consumidores de la caseta o módulo donde esté instalado.

A continuación se listan los centros de control de motores que componen la instalación:

- CCM-1: Módulo 1 – Entrada de agua bruta / torres de contacto pre-ozonización / dosificación CAP.
- CCM-2: Módulo 2 – Cámara de mezcla / decantador Accentrifloc.
- CCM-3: Módulo 3 - Filtros de arena.
- CCM-4: Módulo 4 - Depósito de agua filtrada / bombeo de agua de lavado.
- CCM-5: Módulo 5 - Bombeo a post - ozonización / torres de contacto post - ozonización / desinfección UV / grupo de agua de servicios.
- CCM-6: Módulo 6 – Filtración por carbón activo, depósitos de agua tratada.
- CCM-7: Caseta nº1 – (Módulo 7) - Sistema de almacenamiento, preparación y dosificación de reactivos químicos.

En la caseta nº3 hay dos cuadros auxiliares de aparamenta fija, alimentando las cargas propias de la sala de control y de reuniones, las del laboratorio, etcétera. No disponen de estaciones remotas en su interior. En caso de que sea necesario recoger alguna señal de instrumentación del laboratorio, esta se lleva al CCM-7 de la caseta nº1.

Cada CCM del 1 al 7, llegan 3 tipos de acometida. En primer lugar, la acometida de fuerza, en segundo lugar, la acometida de SAI y en tercer lugar las conexiones de comunicaciones. El esquema de comunicaciones se explica con detalle en el anejo de instrumentación y control.

La acometida de fuerza está compuesta por una manguera tetrapolar, con las 3 fases y el neutro. De esta manera se hace una distribución de neutro por toda la instalación.

La acometida de SAI es monofásica, y desde ella se hace una distribución también a 230Vac a los diferentes CCMs de la planta piloto. El embarrado de distribución de SAI está dentro del CGDBT.

Para homogeneizar la planta se ha previsto también que los embarrados de los CCMs sean también de 10kA.

La aparamenta principal y los equipos suministrados son de Siemens. Una marca adicional admitida por el CABB para equipos importantes como son los variadores de frecuencia es Power Electronics.

En cuanto al modelo de variadores de frecuencia elegido, se suministra la gama SD500 de Power Electronics que empieza a partir de los 0,75kW con capacidad de regulación. Para un correcto funcionamiento de los variadores de frecuencia, es importante ajustar su rango a la potencia del motor cuya velocidad pretendemos variar.

#### **3.16.1.5. Cableado de Baja Tensión**

En este apartado se incluye todo el cableado de fuerza de la planta, tanto de las acometidas, como también de las alimentaciones a motores, instrumentos, circuitos de alumbrado, etcétera.

Se han elegido cables RZ1-k (AS) 0,6/1kV y RZ1MZ1-K (AS) 0,6/1kV ya que en caso de incendio aseguran una baja emisión de humos y gases corrosivos. Estos cables pueden ser armados o no, dependiendo de donde vayan instalados.

Como norma general, no se han utilizado cables armados para alimentación a equipos, ya que las características de la instalación permiten poder proporcionar una adecuada protección mecánica mediante tubos y/o bandejas. Por ejemplo, tanto la acometida al cuadro general de distribución de baja tensión, como también a los cuadros secundarios se ha realizado con cable sin armar, ya que van instalados en bandeja de PVC perforada con tapa y/o tubo de PVC flexible.

Los cables RZ1-K (AS) 0,6/1kV se fabrican con cubierta de color verde según la UNE 21123, aunque pueden fabricarse en otros colores según la IEC 60502.



*Fig.3. Cable RZ1MZ1-k*

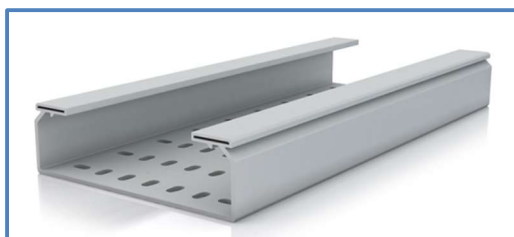
- Conductor de cobre electrolítico flexible (Clase V) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228.
- Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502-1.
- Cubierta de poliolefina termoplástica tipo DMZ-E según UNE 21123 y UNE-HD 603-1.
- Tensión nominal 0,6/1 kV.
- Tensión de ensayo 3.500 V.C.A.
- Temperatura máxima de 90°C.

En caso de alimentaciones a variadores de frecuencia el cableado a utilizar ha sido del tipo ROZ1-K, cables indicados para usar en instalaciones en las que se presentan grandes variaciones de frecuencia. UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502.

En el anejo cálculos eléctricos se explica detalladamente los pasos dados para la determinación de las secciones de los cables.

### **3.16.1.6. Canalizaciones eléctricas**

Para las canalizaciones de las instalaciones de fuerza y control de la Planta Piloto de Bolueta se ha elegido bandeja de PVC perforada tipo UNEX U23X color gris o similar, con tapa.



*Fig. 4. Bandeja tipo UNEX U23X*

Como norma general, siempre se ha dotado al cableado de protección mecánica, bien porque se está instalando cable armado o bien porque la bandeja instalada dispone de tapa.

En cuanto a la acometida eléctrica, la bandeja que viene desde el interruptor de 100A facilitado por la obra de Bombeo y Turbinado dispone de tapa como también, la bandeja instalada en el rack de la planta piloto. Este rack es el que lleva las alimentaciones de fuerza, SAI y comunicaciones a los diferentes cuadros de la planta. Aquí, los cableados de fuerza y control van separados, dejando para las acometidas de fuerza y SAI una bandeja de 200 mm y para las comunicaciones una bandeja de 100 mm.

En cuanto a las instalaciones dentro de cada Módulo o Caseta, la distribución hasta el equipo final también se ha realizado a través de bandeja con tapa o Conduit para dotar de protección mecánica, de lo contrario el cable debe ser del tipo armado.

Las bandejas que unen los CCM secundarios con el CGBT atraviesan varios módulos, pero no están cortadas entre módulo y módulo para facilitar el desmontaje de la planta en caso de querer transportarla. Por ello, y en caso de desmontaje de la planta, se deberán retirar los cables que van por esas bandejas, en primer lugar, y posteriormente realizar los cortes en las bandejas entre módulos.

### **3.16.1.7. Iluminación de la planta piloto**

.

En cada zona de las áreas ampliadas, los niveles de iluminación cumplen lo siguiente, teniendo en cuenta las directrices que marca la normativa:

- Laboratorio, sala de control y despacho: 500 lux
- Taller y zonas de trabajo manual: 300 lux
- Almacén, pasillos: 150 lux
- Alumbrado de emergencia: 5 lux

En los locales de trabajo se han instalado puntos para alumbrado de emergencia mediante equipos autónomos de emergencia.

En caso de riesgo de explosión, las luminarias suministradas son del tipo antideflagrante.

Los cálculos luminotécnicos se realizaron con el software Dialux. En el anejo de cálculos eléctricos del proyecto de construcción se muestran los resultados obtenidos, donde se puede observar que cumplen con el requerimiento de los 300 lux para zonas de trabajo manual y de los 5 lux para el alumbrado de emergencia.

### **3.16.1.8. Cálculo de compensación de energía reactiva**

Este proyecto no tiene contemplada la corrección del factor de potencia en la planta piloto, sino que se corrige desde el cuadro general que alimenta la planta.

### **3.16.1.9. Puesta a tierra**

Las puestas a tierra se establecen con objeto, principalmente, de limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar, en un momento dado, las masas metálicas. Además de asegurar la actuación de las protecciones y eliminar el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

Las conexiones de los cables con las partes metálicas se han realizado asegurando las superficies de contacto mediante tornillos, elementos de compresión, remates o soldadura de alto punto de fusión.

Los cables del circuito de tierra han sido lo más cortos posibles, (en el caso de las derivaciones) para no estar sometidos a esfuerzos mecánicos. Estos cables están protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

Las consideraciones realizadas para su cálculo se muestran en el anejo cálculos eléctricos.

Se ha generado una red equipotencial para unir todas las tierras. Por un lado, las tierras de cada módulo y caseta van conectadas a las pletinas de tierras del cuadro de baja tensión dedicado a esa zona. Por otro lado, todas las tierras de los cuadros secundarios van conectadas a las tierras del cuadro general de distribución. Por último, desde el CGDBT se lanza un cable RZ1-k verde y amarillo de 50mm<sup>2</sup> para conectar la tierra de la planta piloto con la red de tierras de las instalaciones del CABB.

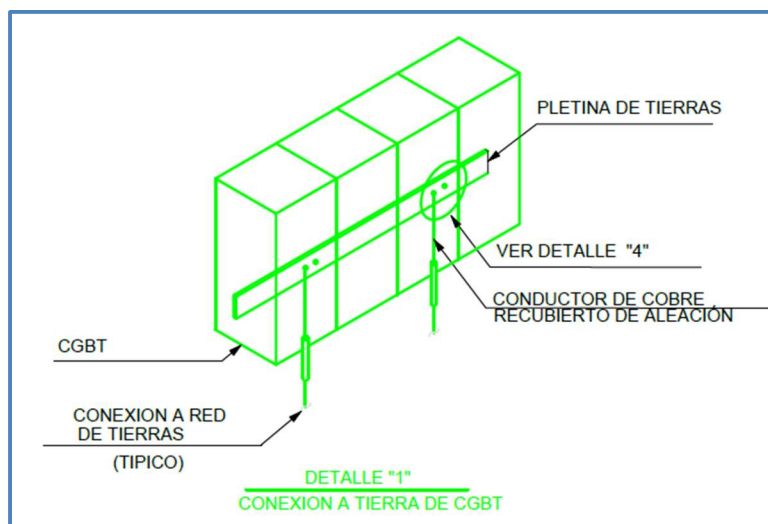


Fig. 5. Conexión a tierra

### 3.16.1.10. Ventilación y aire acondicionado

La planta piloto de Etxebarri está formada por 10 módulos diferentes, 7 de ellos están abiertos pero los 3 restantes los forman casetas cerradas que hay que ventilar y climatizar adecuadamente.

Las casetas objeto de estas instalaciones son las siguientes:

- Caseta Nº2 – Cuadro general de distribución baja tensión
- Caseta Nº3 - Laboratorio y oficinas.
- Caseta Nº4- Sala de reuniones.

En cuanto a la ventilación, existe ventilación natural formada por las propias ventanas de las casetas y las rejillas de ventilación que facilitan la circulación de aire por el interior de estas.

Así mismo existe climatización, compuesta por tres splits, cada uno de ellos compuesto por una máquina exterior y otra interior. La primera unidad está ubicada en la sala eléctrica donde se encuentra el cuadro general de distribución de baja tensión. La segunda unidad se encuentra en la sala de control y supervisión de la planta piloto. La última está instalada en la sala de reuniones.

Los equipos están alimentados desde el cuadro de la caseta al que pertenecen.

### 3.16.2. Instrumentación y control

#### 3.16.2.1. Descripción del equipamiento de electricidad y control

Las instalaciones de automatización y control descritas en este documento tienen por objeto atender las necesidades surgidas de la obra de la nueva planta piloto. Se describen y justifican dichos equipos siempre de acuerdo a la normativa vigente.

La descripción y detalle de las normativas bajo las cuales se ha realizado el proyecto de control están descritas en el anejo de cálculos eléctricos del proyecto de construcción

Por otro lado, las especificaciones técnicas de todos los equipos de electricidad y control que forman parte del proyecto están en el anejo A10\_Equipos electromecánicos del proyecto de construcción, así como en el documento A3, de manual de explotación del presente proyecto. En él se describen con detalle los cuadros de mayor tamaño, sin embargo, los cuadros que van en los skids resultan ser más pequeños y de material poliéster.

La planta piloto se divide en los siguientes sectores:

- Caseta nº2 - Cuadro general de distribución baja tensión.
- Módulo 1 - Entrada de agua bruta / torres de contacto pre-ozonización / dosificación CAP.
- Módulo 2 - Cámara de mezcla / decantador Accentrifloc.
- Módulo 3 - Filtros de arena.
- Módulo 4 - Depósito de agua filtrada / bombeo de agua de lavado.
- Módulo 5 - Bombeo a post - ozonización / torres de contacto post - ozonización / desinfección UV / grupo de agua de servicios.
- Módulo 6 - Filtración por carbón activo / depósitos de agua tratada.
- Caseta nº1 – (Módulo 7) - Sistema de almacenamiento, preparación y dosificación de reactivos químicos.
- Caseta nº3 - Laboratorio y oficinas.
- Caseta nº4 - Sala de reuniones.

Los criterios para el diseño de las instalaciones de automatización y control han sido que cada módulo sea totalmente autónomo, habilitando para tal fin un controlador lógico programable (PLC) y estaciones remotas (RTUs) (a los que les llegarán comunicaciones vía Ethernet) y alimentaciones desde el sistema de alimentación ininterrumpida (SAI).

La SAI (Sistema de alimentación ininterrumpida) tiene su propio embarrado dentro del cuadro general de distribución de baja tensión y alimenta a las fuentes de alimentación tanto del PLC de la planta piloto, como también al resto de remotas que forman parte de las instalaciones.

Desde este PLC, se recoge la información proveniente de las estaciones remotas (RTU) instaladas dentro de las envolventes de los diferentes centros de control de motores (CCM) secundarios de la planta. No se consideran CCMs secundarios aquellos cuadros locales suministrados por fabricantes concretos (equipos paquete). En este caso, los cuadros locales se han comunicado desde el propio módulo o caseta, y para ello se han habilitado tantos tipos y número de tarjetas como han sido necesarias en el PLC o RTU correspondiente.

Normalmente, los cuadros locales de los equipos paquete funcionan de una manera autónoma a través de sus propios autómatas y mediante sus propias lógicas de funcionamiento.

En el PLC de cabecera situado dentro de la envolvente del cuadro general de distribución de baja tensión se generan tres tipos de redes:

- Ethernet
- Profibus DP
- Profibus PA

El fabricante del sistema de automatización y control es de la misma marca que el fabricante de los equipos de control, siendo este Siemens. Una marca adicional admitida por el Consorcio de Aguas de Bilbao es Power Electronics para los variadores de frecuencia

## **Partes Principales de las Instalaciones de Instrumentación y Control**

De manera esquemática se procede a resumir las partes principales de las instalaciones de automatización y control de la planta piloto:

- Sala de control: La sala de control está ubicada dentro de la caseta número 3 nombrada caseta de laboratorio y oficinas. Está formada por un ordenador de mesa y una impresora.

- Switch1: Se trata del switch ubicado en la misma envolvente que el PLC, para facilitar la comunicación entre la zona de supervisión y la zona de control. Conecta los elementos de la sala de control con el PLC.
- PLC: Se ha instalado en un armario metálico aparte situado en la misma sala del propio CGDBT.
- SAI: El sistema de alimentación ininterrumpida se ha ubicado dentro de la sala eléctrica donde está instalado el CGDBT junto con él PLC. Se ha habilitado un embarrado propio de 230V para realizar las correspondientes alimentaciones tanto a la fuente de alimentación del PLC, como también de las RTUs.
- Switch2: Se trata del switch que conecta todas las RTUs con el PLC, encontrándose también dentro de la sala eléctrica donde está instalado el CGDBT junto con él PLC.
- RTU: Se ha instalado una estación remota dentro de cada CCM secundario que comunica vía Ethernet o profinet con el PLC de cabecera. No se entienden como cuadros secundarios los cuadros auxiliares para el laboratorio y para las oficinas.
- Cuadro local: Nos referimos con cuadro local, al cuadro suministrado por un fabricante de un equipo concreto y que tiene un funcionamiento autónomo, pudiendo albergar un pequeño autómatas en su interior. Se facilita una alimentación y se recogen las señales que se estimen necesarias.
- Relés inteligentes: todos los arranques directos y con variador de frecuencia disponen de un dispositivo inteligente como Simocode PROV en la maniobra. La información proveniente de estos equipos se recoge mediante bus de campo.
- Instrumentación: Siempre que ha sido posible se han instalado instrumentos que comuniquen vía profibus PA o profibus DP. Esto no siempre es factible debido a que no todos los fabricantes de instrumentos ofrecen profibus PA en sus sistemas, cuando esto ocurre se han utilizado señales cableadas 4-20mA.
- Se ha incluido dentro de este punto toda la bandeja y conduit necesario, de características definidas en el punto sobre instalaciones eléctricas de esta memoria.

Se ha equipado la planta con un sistema de control y supervisión de altas prestaciones de acuerdo al estado actual de la tecnología. El sistema se basa en una arquitectura de control abierta y modular que permite una posible ampliación futura de la planta sin necesidad de grandes modificaciones.

El control está totalmente automatizado mediante un PLC de alta gama encargado de adquirir las señales de proceso y de ejecutar las lógicas de control programadas. Todos los equipos suministrados por Cadagua cumplen las especificaciones técnicas del CABB, en el caso concreto del PLC, de la gama S7300 de Siemens.

El PLC y las RTUs se han comunicado con el sistema SCADA de supervisión y control local mediante una red de comunicaciones de altas prestaciones. Se puede operar tanto el proceso como la totalidad de los sistemas, instalaciones y equipos que conforman la planta, asegurando la máxima disponibilidad.

La programación se ha realizado de forma abierta, estructurada, debidamente comentada y de fácil acceso para su modificación. Se entrega la propiedad intelectual del desarrollo realizado tanto en la programación del sistema suministrado como en el resto de programación dedicada al proyecto.

La planta piloto se ha conectado a las instalaciones de Consorcio de Aguas de Bilbao vía Ethernet a través de la boca de un switch que el CABB ha facilitado para tal fin. Este switch se encuentra también muy cerca de donde parte la acometida eléctrica hacia la planta piloto.

## **Redes de Comunicaciones**

Existen tres maneras de comunicaciones en la planta piloto.

Para comunicar el PLC con las estaciones remotas se ha optado por generar un anillo Ethernet en cobre por toda la planta.

En cuanto a las comunicaciones mediante profibus PA, la solución con Siemens permite hacerlo mediante el DP/PA link en anillo.

Las comunicaciones con profibus DP se han realizado mediante dos segmentos de cobre. El motivo es que no se pueden generar anillos con profibus DP en cobre, tendrían que ser en fibra óptica y no tiene ningún sentido utilizar fibra óptica en una planta tan pequeña.

### **3.16.2.2. Dimensionamiento del sistema de control**

El dimensionamiento del sistema de control depende del número de señales recogidas en las diferentes partes de la planta. Las señales del sistema se captan vía módulos de entradas y salidas convencionales y/o tarjetas de comunicaciones. Todos los módulos tienen funciones de diagnóstico y permiten su inserción y extracción en tensión.

Tanto la sala de control, como el autómatas y las remotas van alimentados por medio de un sistema de alimentación ininterrumpida "UPS" de 10 minutos de autonomía.

A continuación, se muestra una tabla con el total de señales recogidas aproximadamente por el sistema de automatización y control de la planta piloto, divididas en entradas digitales (ED), salidas digitales (SD), entradas analógicas (EA), salidas analógicas (SA) y elementos que van con comunicación (buses de campo):

| <b>PLC + RTUs</b>         | <b>Número total de señales</b> |
|---------------------------|--------------------------------|
| Entradas Digitales        | 275                            |
| Salidas Digitales         | 36                             |
| Entradas Analógicas       | 19                             |
| Salidas Analógicas        | 26                             |
| Elemento con comunicación | 45                             |

En caso de haber incremento de señales, se instalarán todas las tarjetas y cableado necesarios.

Además, el hardware de control de la planta piloto dispone de un 20% de reserva equipado.

### **3.16.2.3. Instrumentación**

Con carácter general, la instrumentación se comunica con el PLC mediante profibus DP y/o profibus PA. Como se ha explicado anteriormente, desde la ubicación del PLC de cabecera se generan las redes profibus DP y profibus PA.

Mediante la Solución con Siemens se ha generado un anillo profibus PA y dos segmentos profibus DP, y mediante la solución con Schneider generaremos dos segmentos profibus PA y dos segmentos profibus DP.

Lo dicho con anterioridad queda perfectamente definido en las arquitecturas de control que se han mostrado en el punto anterior.

Cuando vamos con profibus DP a un elemento la conexión y comunicación es directa, no se necesita ningún elemento intermedio. No ocurre lo mismo cuando la comunicación es mediante profibus PA. En primer lugar, se hace una conversión de profibus DP a profibus PA es decir, el profibus PA sólo se genera partiendo primero de profibus DP.

Una vez obtenido profibus PA, ya sea en anillo o mediante segmentos, este se distribuye a los instrumentos en estrella a través de cajas específicas como la que se muestra en la siguiente figura:



*Fig. 6. Cajas de distribución*

De todas formas, hay fabricantes de instrumentos que no disponen de equipos capaces de comunicar en estos protocolos de comunicación. En tal caso, se han considerado 4-20mA como se ha venido haciendo en el pasado antes de la llegada de los buses de campo.

La señal 4-20mA es una señal que se cablea con cable RC4Z1-k a una tarjeta de señales analógicas de nuestro PLC o remota. Es una solución adoptada habitualmente en plantas pequeñas y facilita la puesta en marcha, ya que es más sencillo determinar el origen de fallos al estar cada elemento cableado a una tarjeta.

La instrumentación prevista y recogida en los diagramas de flujo correspondientes permite el control completo del proceso propuesto.

#### **3.16.2.4. Cableado de instrumentación y control**

En este apartado se incluye todo el cableado de control e instrumentación de la planta, tanto de los instrumentos, como también el cableado de señales del cuadro general de distribución de baja tensión, centros de control de motores, cuadros locales suministrados por fabricantes de equipos concretos, etcétera.

Cuando la recogida de señales no va con bus de campo, se han elegido cables RC4Z1-k (AS) 0,6/1kV y RZ1MZ1-K (AS) 0,6/1kV ya que en caso de incendio aseguran una baja emisión de humos y gases corrosivos.

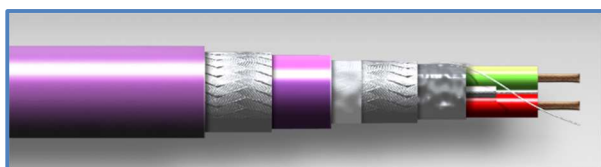
Los cables RZ1MZ1-K (AS) 0,6/1kV se fabrican con cubierta de color verde según la UNE 21123, aunque pueden fabricarse en otros colores según la IEC 60502.



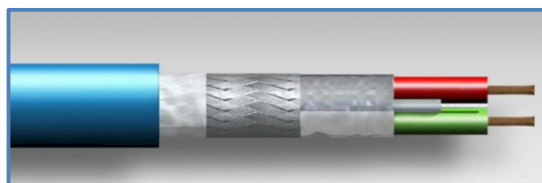
*Fig. 8. Cable RZ1MZ1-k de 3x1,5 mm<sup>2</sup>*

- Conductor de cobre electrolítico flexible (Clase V) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228.
- Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502-1.
- Cubierta de poliolefina termoplástica tipo DMZ-E según UNE 21123 y UNE-HD 603-1.
- Tensión nominal 0,6/1 kV.
- Tensión de ensayo 3.500 V.C.A.
- Temperatura máxima de 90°C.

Cuando la instrumentación va con bus de campo se han utilizado dos tipos de cable según los requerimientos de cable del fabricante. Se pueden tener instrumentos comunicados mediante profibus DP o podemos tener instrumentos comunicados mediante profibus PA.



*Fig. 9. Cable Profibus DP*



*Fig. 10. Cable profibus PA*

Para la comunicación entre los relés configurables y el PLC y/o las remotas, se han utilizado los protocolos de comunicación profinet o Ethernet.



#### **4. PLAZO DE EJECUCIÓN**

El plazo de ejecución, inicialmente planteado en seis (6) meses ), ha sido finalmente de diez (10) meses.



## **5. PLAZO DE GARANTÍA**

El plazo de Garantía de las obras es de VENTICUATRO (24) MESES, contando a partir del día siguiente de la fecha del Acta de Recepción de las obras, que fue el día 6 de agosto de 2018.~~el 24 de Julio de 2.018.~~

Durante el mismo, el Contratista vendrá obligado a velar por la buena conservación de las obras, a la vez que subsanará los que surjan durante la vigilancia de dicha garantía, siendo imputables a defectuosa ejecución.

## 6. CERTIFICACIÓN FINAL.

El Presupuesto Líquido de Ejecución por Contrata de las obras del Proyecto de Construcción de la Planta Piloto para Ensayos de Tratamiento de Aguas del Río Nervión en Etxebarri ascendía a la cantidad de **UN MILLÓN CUATRO MIL SEISCIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS CON NUEVE CENTIMOS (1.004.669,09 Euros)**, IVA excluido.

Considerando que la Certificación final de la obra por trabajos realizados, se eleva a la cifra de **UN MILLÓN CIENTO CUATRO MIL NOVECIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS CON SEIS CENTIMOS (1.104.935,06 Euros)**, resulta un exceso en el Presupuesto de Licitación respecto lo ejecutado en obra de **CIEN MIL DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS CON NOVENTA Y SIETE CENTIMOS (100.265,97 Euros)**, excluido IVA, lo que representa un adicional del 9,98 % del citado Presupuesto Líquido Vigente.

## **7. DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PROYECTO**

El Proyecto de Obas Ejecutadas está integrado por los siguientes documentos:

### **Documento Nº 1 Memoria y Anejos**

Memoria

Anejo Nº1: Acta de precios contradictorios

Anejo Nº2: Documentación administrativa del contrato

Anejo Nº3: Manual de explotación

Anejo Nº4: Documentación técnica

### **Documento Nº2 Planos**

#### **Documento Nº3.1 Mediciones**

#### **Documento Nº3.2 Cuadro de precios N.º 1**

#### **Documento Nº3.3 Valoraciones parciales y generales**

#### **Documento Nº3.4 Datos para la certificación final**



## **8. CONSIDERACIONES FINALES**

En consecuencia, se propone la presentación al Comité Directivo del Consorcio de Aguas el "Proyecto de Obras Ejecutadas de la Planta Piloto para Ensayos de Tratamiento de Aguas del Río Nervión en Etxebarri", para su aprobación, si procede.

**Bilbao, septiembre 2018**

Director del Proyecto

Autor del Proyecto

Fdo. Santos Paunero Herrero

Fdo. Gonzalo Pedraz Yañez



## **ANEJO 5. LISTADO DE EQUIPOS MECANICOS E INSTRUMENTACIÓN**



## LISTADO Y FICHAS DE EQUIPOS MECÁNICOS Y DE INSTRUMENTACIÓN

| <b>código</b> | <b>equipo</b>                                  | <b>servicio</b>                                                                   | <b>marca</b>                  | <b>modelo</b>                 |
|---------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| aaver-001     | agitador vertical (1)                          | mezcla rápida en cámara de mezcla y coagulación                                   | milton roy / sdm              | hr4a-020/100/e0.37/a.z        |
| aaver-002     | agitador vertical (1)                          | agitación cuba preparación permanganto potásico                                   | milton roy / sdm              | hr1a-013/150/eo.25/b          |
| aaver-003     | agitador vertical (1)                          | agitación cuba preparación de floculante                                          | milton roy / sdm              | hr4a-020/100/eo.37/a          |
| aaver-004     | agitador vertical (1)                          | agitación turbina cámara floculación decantador                                   | bonfiglioli                   | w 86 ufc1 30                  |
| fasil-001     | arena silíceas                                 | arena filtración                                                                  | sibelco                       |                               |
| bbcve-001     | bomba centrífuga vertical (4)                  | toma de agua de muestra y a eyector cl2                                           | grundfos                      | cr1s-10a-fgj-a-e_hqqe (1-6)   |
| bbcve-002     | bomba centrífuga vertical (1+1r)               | bombeo agua filtrada a post-ozonización                                           | bombas ideal, s.a.            | rfa 40-16/0,75                |
| bbcve-003     | bomba centrífuga vertical (1+1r)               | bombeo de agua de lavado                                                          | bombas ideal, s.a.            | rfa 65-13/1                   |
| bbdos-001     | bomba dosificadora (1+1r)                      | coagulante (sulfato alumina / policloruro de aluminio)                            | milton roy / sdm              | roytronic p+853-828nx         |
| bbdos-002     | bomba dosificadora (3+1r)                      | hidróxido sódico                                                                  | milton roy                    | roytronic p+843-818nx         |
| bbdos-003     | bomba dosificadora (2+1r)                      | peróxido de hidrógeno                                                             | milton roy                    | roytronic p+813-818 nx        |
| bbdos-004     | bomba dosificadora (2+1r)                      | permanganato potásico                                                             | milton roy / sdm              | roytronic p+813-818nx         |
| bbdos-005     | bomba dosificadora (1+1r)                      | floculante                                                                        | miton roy / sdm               | excel ad 843-624v             |
| bbdos-006     | bomba dosificadora (2)                         | carbón activo polvo (c.a.p)                                                       | albin /sdm                    | alp09-ve-vf                   |
| bbdos-007     | bomba dosificadora (2+1r)                      | dióxido de cloro                                                                  | emec                          | pompa amsmf 0340 fp           |
| bbsum-001     | bomba sumergible (1+1r)                        | bombas de agua bruta                                                              | xylem                         | mp3069.170ht(53-250)          |
|               | bomba autoaspirante (1)                        | bombeo agua bruta Nervión                                                         |                               |                               |
| fboqu-001     | boquillas                                      | boquillas filtros arena (f.a)                                                     | fluytec                       | ref. 2140                     |
| fboqu-002     | boquillas                                      | boquillas filtros carbón activo (f.c.a)                                           | fluytec                       | ref. 1140                     |
| fcaca-001     | carbón activo                                  | carbón activo                                                                     |                               |                               |
| gcase-001     | compresor de aire de servicio (1)              | aire lavado filtro auto-limpiante                                                 | compair / gardner denver      | hydrovane hv01rm              |
| gcase-002     | compresor de aire de servicio (1)              | aire de instrumentación                                                           | compair / gardner denver      | hydrovane hv01 rm             |
| adgas-001     | dosificador de gas (2)                         | almacenamiento y dosificación de cloro gas para desinfección                      | capital controls / aplicor    | vr481c30103                   |
| rduvt-001     | equipo de desinfección uv en tubería (1)       | oxidación avanzada - desinfección                                                 | oxicom water solutions        | bio uv / mp140ts              |
| appsc-001     | equipo preparación cap en continuo (1)         | preparación de emulsión de carbón activo en polvo                                 | politech                      | polibasic arp 5 carbón activo |
| regdc-001     | equipo generación dióxido de cloro in situ (1) | oxidación/desinfección                                                            | aplicor                       | adm-pd-2131                   |
| ffaut-001     | filtro autolimpiante (1)                       | filtración de agua bruta                                                          | quilton                       | s-8                           |
| rgozo-001     | generador de ozono (2)                         | pre-ozonización y ozonización intermedia                                          | oxicom                        | nl050                         |
| bgpre-001     | grupo de presión (1)                           | agua de servicios                                                                 | bombas ideal, s.a.            | hydrovar 2vipv 15t            |
| amest-001     | mezclador estático (3)                         | reactivos agua bruta y previos a decantación y o <sub>3</sub>                     | statiflo / setec              | serie 400                     |
| gscla-001     | soplantes a canal lateral (1+1r)               | lavado de filtros de arena y carbón activo                                        | elmo rietschle/gardner denver | 2bh7420 0ap61 7 z             |
| vbola-001     | válvula de bola motorizada (10)                | válvulas on-off entrada y salida de agua/aire lavado f.a y vaciado (5 por filtro) | stübbe                        | c110                          |



| <b>código</b> | <b>equipo</b>                                     | <b>servicio</b>                                                                                       | <b>marca</b>                                                | <b>modelo</b>        |
|---------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------|
| vbola-002     | válvula de bola motorizada (10)                   | válvulas on-off entrada y salida de agua/aire lavado f.c.a y vaciado (5 por filtro)                   | stübbe                                                      | c110                 |
| vvgui-001     | válvula de guillotina (2)                         | vaciado/ llenado cámara de aspiración bombeo de agua bruta                                            | sferaco                                                     | ref. 172             |
| vrbola-003    | válvula de bola motorizada (2)                    | regulación nivel en filtros arena (1 por filtro)                                                      | stübbe                                                      | c200p                |
| vrbola-004    | válvula de bola motorizada (2)                    | regulación de nivel en fca (1 por filtro)                                                             | stübbe                                                      | c200p                |
| vmm           | válvula mariposa motorizada (3)                   | purgas decantador                                                                                     | stübbe                                                      | s55                  |
| vrbola-005    | válvula de bola motorizada (1)                    | regulación bombeo agua bruta                                                                          | stübbe                                                      | c200p                |
| vvrpr-001     | válvula reductora de presión (8)                  | agua de servicios y agua potable                                                                      | stübbe                                                      | dmv 765              |
| vvrpr-002     | válvula reductora de presión (1)                  | tubería venta alta                                                                                    | stübbe                                                      | dmv 765              |
| vvrpr-003     | válvula reductora de presión (49)                 | mantenedora de presión - dosificación de reactivos                                                    | stübbe                                                      | dhv 712-r            |
| iacre-001     | analizador cloro residual (4)                     | cloro residual                                                                                        | hach lange                                                  | clf10 sc             |
| iadcr-001     | analizador de dióxido de cloro residual (4)       | dióxido de cloro residual                                                                             | hach lange                                                  | 9187sc               |
| iathm-002     | analizador de trihalometanos (1)                  | medida de thm                                                                                         | aqua metrology systems (ams)<br>/ instrumentación analítica | thm-100              |
| iatoc-001     | analizador de toc (1)                             | medida de toc de 4 canales                                                                            | shimadzu / izasa                                            | toc-4200             |
| icmas-001     | caudalímetros máscos (1)                          | medida de caudal aire lavado                                                                          | abb                                                         | sensyflow ig500      |
| iiinbo-001    | analizador ozono disuelto (2)                     | pre ozonización y ozonización interm                                                                  |                                                             |                      |
| imcon-001     | interruptor de nivel de boya (1)                  | interruptor de nivel depósito agua filtrada                                                           | kari/indeka                                                 | m1                   |
| imect-001     | medidor de conductividad (2)                      | medida de conductividad                                                                               | hach lange                                                  | 3700 sc              |
| imect-002     | medidor electromagnético de caudal en tubería (3) | medida de caudal agua bruta (nervion y mezclas)                                                       | siemens                                                     | mag5100w             |
| imect-003     | medidor electromagnético de caudal en tubería (1) | medida de caudal de agua de lavado de filtros                                                         | siemens                                                     | mag5100w             |
| imect-004     | medidor electromagnético de caudal en tubería (1) | medida de caudal a ozonización intermedia y filtros ca                                                | siemens                                                     | mag5100w             |
| imect-005     | medidor electromagnético de caudal en tubería (1) | medida agua tratada                                                                                   | siemens                                                     | mag5100w             |
| imeph-001     | transmisor de caudal (4)                          | transmisor de caudal para medidor electromagnético                                                    | siemens                                                     | sitrans f m mag 6000 |
| imeph-001     | medidor de ph (5)                                 | medida de ph                                                                                          | hach lange                                                  | phd sc               |
| imind-001     | manómetro indicador (14)                          | medida de presión en dosificaciones de reactivos                                                      | safi                                                        | z800                 |
| imind-002     | manómetro indicador (2)                           | medida presión botella cloro                                                                          | apliclor                                                    |                      |
| imind-002     | manómetro indicador (7)                           | medida de presión agua arrastre                                                                       | safi                                                        | z800                 |
| imnra-001     | medidor de nivel de radar (11)                    | medida de nivel filtros arena (2) y ca (2), depósitos reactivos (5) y agua filtrada (1) y tratada (1) | vega                                                        | vegapuls wl 61       |
| imodi-001     | medidor de oxígeno disuelto (2)                   | oxígeno disuelto                                                                                      | hach lange                                                  | ldo sc               |
| imtur-001     | medidor de turbidez (2)                           | medida de turbidez laser                                                                              | hach lange                                                  | tu5300 sc            |
| imtur-002     | medidor de turbidez (1)                           | medida de turbidez por pulso ifr                                                                      | hach lange                                                  | solitax sc           |
| imtur-003     | medidor de turbidez (1)                           | medida de turbidez laser con autolimpieza                                                             | hach lange                                                  | tu5300 sc_acm        |
| irota-001     | rotámetros (14)                                   | medida de caudal agua arrastre reactivos                                                              | stübbe                                                      | dfm 165-350          |
| itaut-001     | tomamuestras automático (1)                       | toma de muestras para laboratorio                                                                     | hach                                                        | as950                |
| itpre-001     | transmisor de presión (1)                         | medida de presión                                                                                     | vega                                                        | vegabar 82           |
| ilbbal-001    | balanza de precisión (1) (500g ± 0,01)            | pesada de muestra                                                                                     | ohaus                                                       | traveler ta 502      |
| ilbph-001     | medidor ph laboratorio (1)                        | medida de ph                                                                                          | thermo scientific                                           | orion star a11       |



| <b>código</b> | <b>equipo</b>                           | <b>servicio</b>                                    | <b>marca</b>      | <b>modelo</b>       |
|---------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------|---------------------|
| ilbcond-001   | medidor conductividad laboratorio (1)   | medida conductividad                               | thermo scientific | orion a1125         |
| ilbtur-001    | medidor turbidez laboratorio (1)        | medida turbidez                                    | merck             | turbiquant 1500 ir  |
| ilbfot-001    | fotómetro (1)                           | análisis muestras                                  | merck             | nova 60a            |
| ilbter-001    | termoreactor (1)                        | preparación de muestras para análisis en fotómetro | wtw               | cr2200              |
| ilbfloc-001   | floculador laboratorio 6 estaciones (1) | realización ensayos jar-test                       | velp              | jlt6                |
| ilbfri-001    | frigorífico 46l (1)                     | refrigeración muestras                             | jocel             | jf 50               |
| ilbdes-001    | dsecador (1)                            | dsecador muestras                                  | labbox            | diam.210mm          |
| ilbbom-001    | bomba de vacío (1)                      | bomba de vacío rampa filtración                    | labbox            | vacu-v10-001        |
| ilbrf-001     | rampa filtración (1)                    | rampa filtración 3 puestos en acero inoxidable     | labbox            |                     |
|               | equipo purificación agua                | agua nivel ii                                      | merck             | rios di-3           |
|               | espectrofotómetro                       | medición absorbancias                              | wtw               | fotolab 7600 uv-vis |
|               | agitador magnético calentador           |                                                    |                   |                     |
|               | bomba trasvase reactivos                |                                                    |                   |                     |



## ANEJO 6. ALCANCE PROYECTO CERRAMIENTO Y REUBICACIÓN PLANTA PILOTO



## **1. Antecedentes**

Durante el año 2015 se redactó el anteproyecto de la Planta piloto para ensayos de tratamiento de aguas del río Nervión en Etxebarri. El 30 de mayo de 2016 se aprobó la licitación de la redacción de proyecto de construcción, obra y explotación, resultando adjudicataria la empresa Cadagua. El contrato de adjudicación se firmó el día 21 de diciembre de 2016, comenzando el 20 de enero de 2017 el plazo de redacción de proyecto de construcción.

Originalmente, la planta piloto tenía prevista su instalación en un sótano del tanque de tormentas de Etxebarri, a la cota +25,00. La falta de iluminación y ventilación natural, así como la limitación de altura (necesaria para las torres de ozonización), hizo que, durante el proyecto de construcción, se decidiese cambiar la ubicación a la superficie de la explanada del tanque, a la cota +30,00. La ubicación de la misma se definió en función de cercanía a los puntos de alimentación eléctrica y de agua, y a que otras posibles ubicaciones estaban ocupadas por casetas de obra del Bombeo y Turbinado.

Desde su puesta en operación, el 7 de agosto de 2018, hasta la fecha actual se han llevado a cabo múltiples experimentaciones, y se han añadido módulos que han hecho que la planta haya aumentado la superficie ocupada. Pero la ubicación actual de la planta limita el crecimiento de la misma, porque por un extremo se ve limitada por la entrada al sótano, y por otro con el vial de acceso paralelo al bombeo. Es más, algunos módulos de experimentación que han ofrecido las empresas explotadoras no se han podido instalar por falta de espacio.

En breve se pretende licitar el contrato de gestión del CATABB, Centro Avanzado de Tratamiento de Agua Bilbao Bizkaia, del cual la planta piloto es su punto neurálgico. Con este contrato se pretende atraer a universidades, centros tecnológicos, emprendedores, startups, empresas públicas y privadas para desarrollar proyectos en colaboración, convirtiendo al CATABB en un polo de la investigación e innovación en torno al tratamiento de agua. Se prevé que ello implique un crecimiento de la planta piloto, el cual está limitado en la ubicación actual.

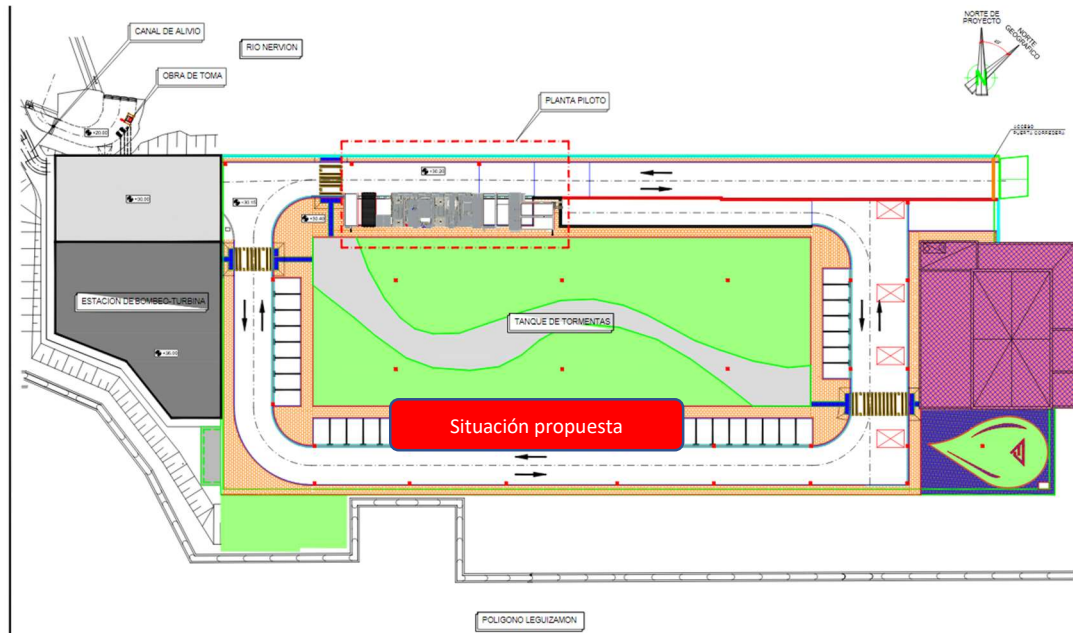
## **2. Objeto**

El objeto del presente proyecto es incorporar al proyecto de cerramiento de la planta, el traslado de esta y reubicación dentro de la misma parcela, en un espacio donde su crecimiento no esté limitado.

La planta piloto se diseñó para ser transportable a cualquier ubicación de Bizkaia, y está compartimentada en módulos que facilitan su desplazamiento.

En el siguiente plano se muestra la situación actual de la planta piloto y la situación propuesta, donde el crecimiento a lo largo es posible en los dos sentidos.

La planta se instalará con el sentido del tratamiento de izquierda a derecha según vista en el siguiente plano.



### 3. Desarrollo

A continuación, se listan las actuaciones a ejecutar en la obra y que se deben recoger dentro del proyecto:

#### Desplazamiento de planta piloto

1. Construcción de bancadas de apoyo de la planta piloto
2. Extender las siguientes conducciones:
  - a. Agua de Zadorra
  - b. Agua de Nervión
  - c. Agua potable
  - d. Vertido a tanque de tormentas
  - e. Vertido a río
3. Alimentaciones eléctricas
  - a. Alimentación desde CCM de Bombeo-Turbinado
4. Cambio de bombas de bombeo Nervión si fuese necesario para mantener el caudal. Estas bombas se alimentan desde el CCM Bombeo-Turbinado, pero se controlan desde la planta piloto.
5. Desconectar y recoger cables de alimentación eléctrica y señales de los cuadros de cada módulo.
6. Cortar las bandejas que atraviesan los módulos e instalar soportes adicionales si por motivo de los cortes fuese necesario.
7. Desconectar las conexiones de tuberías entre módulos
8. Cortar las tuberías que no tengan conexiones entre módulos y crear esas conexiones.
9. Desconectar las conducciones de latiguillos para sustituirlas en la nueva ubicación.
10. Cortar las barandillas entre módulos si fuese necesario, y prepararlas para la conexión futura.
11. Desmontar cualquier equipo que, por motivos de seguridad, maniobrabilidad o similar, no se pueda trasladar montado en su módulo.
12. Instalar y conectar todo lo desmontado anteriormente, en la nueva ubicación

### 13. Comprobación de funcionamiento y puesta en marcha de la planta.

#### Cerramiento perimetral.

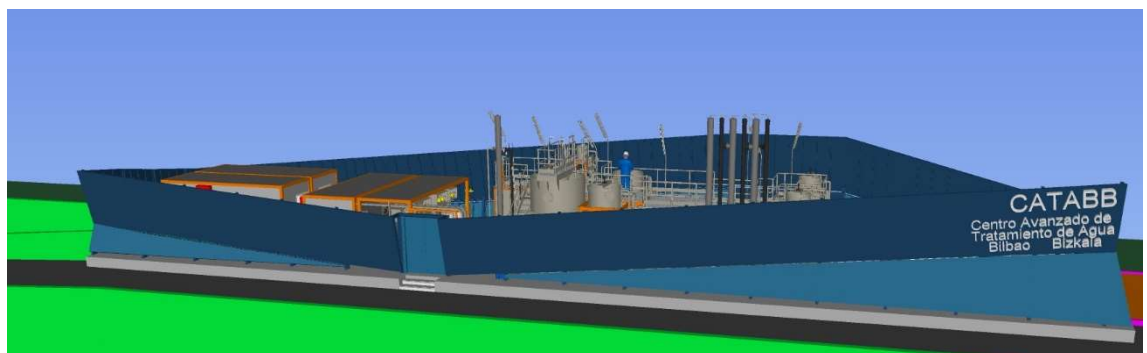
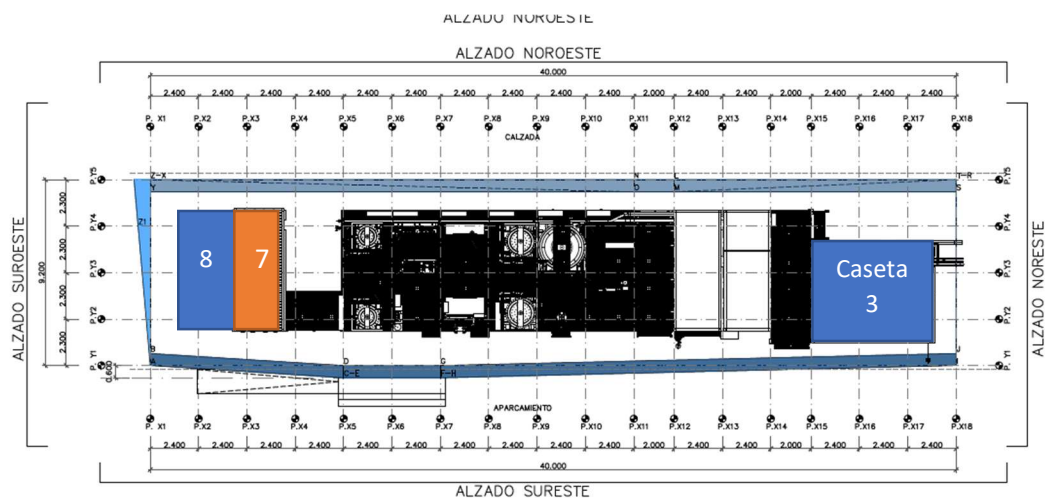
- Construcción de bancadas de cerramiento. Se realizará en paralelo con el desplazamiento
- Construcción de cerramiento. Se realizará tras finalizar el desplazamiento.

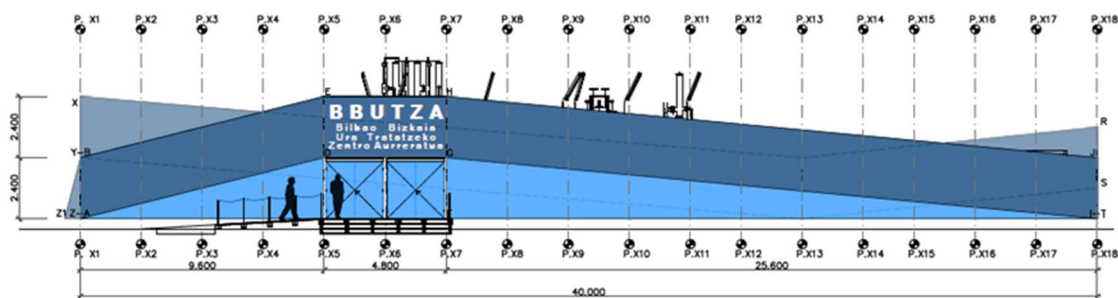
#### **4. Modificaciones en proyecto de cerramiento**

El tamaño del cerramiento previsto en el proyecto existente está condicionado al espacio disponible. El traslado de la planta permite que el cerramiento sea más amplio en ambas direcciones.

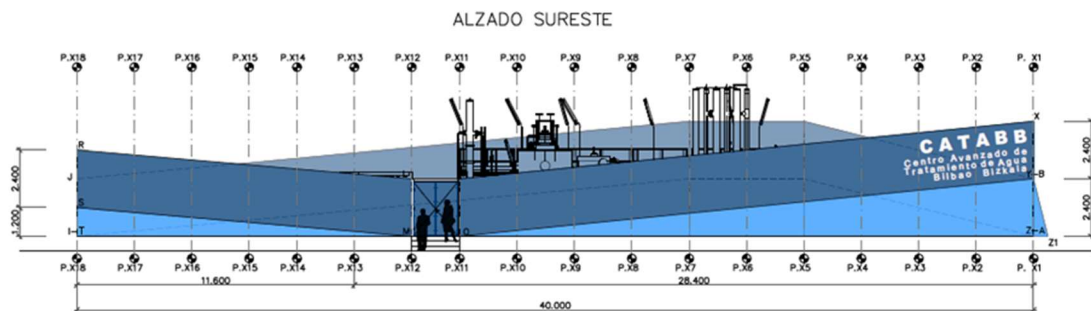
Por ello, se modificará el proyecto para que el cerramiento crezca un metro en sentido transversal, 3 metros en sentido longitudinal noroeste, y 7 metros en sentido suroeste. Así mismo se deberá prever la posibilidad de crecimiento longitudinal futuro en ambos sentidos.

De esta forma se pretende instalar el módulo 8 a la derecha de la caseta 3. En el extremo sureste se pretende habilitar un espacio donde está el módulo 7, válido para 3 contenedores de 12 metros, o 6 de 6 metros o combinaciones de ellos, en sentido longitudinal, o 5 contenedores en sentido transversal. Se deberán construir bancadas válidas para todas las configuraciones.





ALZADO SURESTE



ALZADO NOROESTE

## 5. Interesados

La relación de interesados y los motivos principales son:

| Interesados                                                  | Motivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Subdirección de explotación de saneamiento. Área de redes.   | <p>La planta está sobre el tanque de tormentas. Se va a afectar a la zona de situación futura (bancadas de hormigón) y se debe restaurar la zona de situación actual.</p> <p>Se vierte al tanque la salida de agua de la planta, incluyendo el vertido del baño (triturado). ¿Se debe cambiar punto de vertido?</p> <p>Se van a llevar nuevas conducciones por el sótano de la cota +25,00 (alimentación de agua de río Nervión, alimentación de Zadorra y agua potable).</p> <p>Se deben cambiar los báculos con las cámaras de seguridad y la botonera de alarma</p> |
| Subdirección de explotación de abastecimiento. Área de redes | <p>Se debe instalar cable nuevo de alimentación a la planta, el que existe se quedará corto (alimentación desde CCM bombeo).</p> <p>¿Se deben instalar nuevas bombas más potentes? ¿Cambio de protecciones y cables? Alimentación desde CCM bombeo</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Subdirección de gestión de activos. Área de abastecimiento   | <p>Se debe instalar cable nuevo de alimentación a la planta, el que existe se quedará corto (alimentación desde CCM bombeo).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |



|                                      |                                                                                                                 |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      | ¿Se deben instalar nuevas bombas más potentes? ¿-Cambio de protecciones y cables? Alimentación desde CCM bombeo |
| Departamento de Seguridad de Accesos | Se deben cambiar los báculos con las cámaras de seguridad y la botonera de alarma                               |
| Subdirección de PO de saneamiento    | Afecciones a la estructura de la superficie del tanque, incluyendo impermeabilización.                          |
| Departamento de Prevención           | Informar al CAP del proyecto                                                                                    |
| Ayuntamiento de Etxebarri            | Consulta e información del proyecto                                                                             |
| URA                                  | Permiso de obra por estar en zona de policía                                                                    |

## ANEJO 7. RECOMENDACIONES DE REDACCIÓN DE PROYECTOS

**SISTEMA INTEGRADO DE GESTION**

**INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:  
MANUAL PARA LA REDACCIÓN DE  
PROYECTOS EN EL CABB**

**IT(PE-SGC-01) 01 rev01**

|                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Realizado:</b></p> <p>– Delegado para la calidad en la Dirección de los Servicios Técnicos</p> | <p><b>Revisado:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Subdirector de Proyecto y Obras de Abastecimiento.</li> <li>– Subdirector de Proyectos y Obras de Saneamiento.</li> <li>– Subdirector de Sostenibilidad, Tecnología e Innovación.</li> <li>– Representante de la dirección para la Calidad</li> </ul> | <p><b>Aprobado:</b></p> <p>– Director de los Servicios Técnicos</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|



## INDICE

|         |                                                                          |    |
|---------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 0.      | PRÓLOGO .....                                                            | 10 |
| 1.      | NORMATIVA DE REFERENCIA .....                                            | 11 |
| 2.      | DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTARÁ EL PROYECTO .....                         | 12 |
| 3.      | DOCUMENTO Nº0 – RESUMEN DEL PROYECTO .....                               | 13 |
| 4.      | DOCUMENTO Nº 1 – MEMORIA Y ANEJOS.....                                   | 15 |
| 4.1.    | Objeto del Proyecto .....                                                | 15 |
| 4.2.    | Antecedentes .....                                                       | 15 |
| 4.3.    | Situación actual.....                                                    | 15 |
| 4.4.    | Datos básicos. Criterios de diseño y funcionamiento.....                 | 16 |
| 4.5.    | Resumen del estudio de alternativas .....                                | 16 |
| 4.6.    | Descripción del proyecto.....                                            | 16 |
| 4.6.1.  | Características generales de las obras .....                             | 16 |
| 4.6.2.  | Estudio de población, usos del suelo y planeamiento urbanístico .....    | 16 |
| 4.6.3.  | Caudales de diseño .....                                                 | 17 |
| 4.6.4.  | Topografía, cartografía y replanteo .....                                | 17 |
| 4.6.5.  | Geología y geotecnia .....                                               | 17 |
| 4.6.6.  | Instalaciones eléctricas .....                                           | 17 |
| 4.6.7.  | Memoria de Funcionamiento.....                                           | 17 |
| 4.6.8.  | instalación de control y telemando .....                                 | 17 |
| 4.6.9.  | Equipos electromecánicos e instrumentación .....                         | 17 |
| 4.6.10. | Estudio de seguridad contra incendios .....                              | 17 |
| 4.6.11. | Áreas servidas por el proyecto.....                                      | 17 |
| 4.6.12. | Plan de control de calidad .....                                         | 18 |
| 4.6.13. | Legalización de la instalación .....                                     | 18 |
| 4.7.    | Justificación de la solución adoptada.....                               | 18 |
| 4.8.    | Normas y referencias .....                                               | 18 |
| 4.8.1.  | Disposiciones legales y normas aplicadas.....                            | 18 |
| 4.8.2.  | Métodos y programas de cálculo .....                                     | 18 |
| 4.9.    | Estudios medioambientales .....                                          | 18 |
| 4.9.1.  | Estudio de Impacto Ambiental / Estudio básico de impacto ambiental ..... | 18 |
| 4.9.2.  | Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición .....        | 19 |
| 4.9.3.  | Estudio de caracterización de suelos alterados .....                     | 19 |
| 4.9.4.  | Estudio de afección al patrimonio cultural.....                          | 19 |
| 4.9.5.  | Estudio de emisión de ruido.....                                         | 19 |
| 4.10.   | Afecciones y trámites .....                                              | 19 |
| 4.10.1. | Expropiaciones, servidumbres y ocupaciones temporales .....              | 19 |
| 4.10.2. | Reposiciones y servicios afectados .....                                 | 19 |
| 4.10.3. | Consultas .....                                                          | 19 |
| 4.10.4. | Adecuación al planeamiento urbanístico vigente .....                     | 19 |
| 4.10.5. | Tramitación del proyecto.....                                            | 19 |
| 4.11.   | Programa de trabajos y plazo de ejecución .....                          | 20 |
| 4.12.   | Garantía .....                                                           | 20 |
| 4.13.   | Precios y presupuestos.....                                              | 20 |
| 4.13.1. | Justificación de precios .....                                           | 20 |

|         |                                                                                           |    |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.13.2. | Presupuesto de las obras .....                                                            | 20 |
| 4.13.3. | Presupuesto para conocimiento de la Administración .....                                  | 20 |
| 4.13.4. | Revisión de precios.....                                                                  | 21 |
| 4.14.   | Clasificación del contratista .....                                                       | 21 |
| 4.15.   | Documentos que comprende el proyecto .....                                                | 21 |
| 4.16.   | Carácter de obra completa .....                                                           | 21 |
| 4.17.   | Equipo redactor del proyecto .....                                                        | 21 |
| 4.18.   | Consideraciones finales.....                                                              | 21 |
| 5.      | ANEJOS A LA MEMORIA .....                                                                 | 23 |
| 5.1.    | ANEJO N°1 - Antecedentes. Estudios anteriores al proyecto .....                           | 23 |
| 5.2.    | ANEJO N°2 – Características generales de las obras .....                                  | 23 |
| 5.3.    | ANEJO N°3 – Justificación de la solución adoptada .....                                   | 23 |
| 5.4.    | ANEJO N°4 – Situación actual.....                                                         | 24 |
| 5.4.1.  | Situación actual de las redes. Inventarios.....                                           | 24 |
| 5.4.2.  | Características del influente / Vertidos Contaminantes.....                               | 25 |
| 5.4.3.  | Caracterización de emisiones .....                                                        | 25 |
| 5.5.    | ANEJO N°5 – Datos básicos. Criterios de diseño y funcionamiento .....                     | 26 |
| 5.6.    | ANEJO N°6 – Estudio de población, usos del suelo y planeamiento urbanístico.....          | 27 |
| 5.7.    | ANEJO N°7 – Hidrología y caudales de diseño .....                                         | 29 |
| 5.8.    | ANEJO N°8 - Estudio de Alternativas .....                                                 | 30 |
| 5.9.    | ANEJO N°9 - Topografía, cartografía y replanteo.....                                      | 30 |
| 5.10.   | ANEJO N°10 - Geología y Geotecnia .....                                                   | 35 |
| 5.11.   | ANEJO N°11 – Ensayos efectuados.....                                                      | 40 |
| 5.12.   | ANEJO N°12 - Cálculos estructurales y mecánicos .....                                     | 40 |
| 5.13.   | ANEJO N°13 - Cálculos hidráulicos .....                                                   | 41 |
| 5.14.   | ANEJO N°14 – Calculo y dimensionamiento de proceso y de los elementos<br>proyectados..... | 43 |
| 5.15.   | ANEJO N°15 – Diseño arquitectónico.....                                                   | 44 |
| 5.16.   | ANEJO N°16 - Ventilación y desodorización.....                                            | 44 |
| 5.17.   | ANEJO N° 17 - Instalaciones eléctricas.....                                               | 47 |
| 5.17.1. | Memoria.....                                                                              | 47 |
| 5.17.2. | Cálculos .....                                                                            | 48 |
| 5.17.3. | Planos.....                                                                               | 48 |
| 5.17.4. | Programa de trabajos y presupuestos .....                                                 | 49 |
| 5.18.   | ANEJO N°18 – Memoria de Funcionamiento, instalación de control y telemando<br>53          |    |
| 5.18.1. | Planos.....                                                                               | 54 |
| 5.18.2. | Programa de trabajos y presupuesto .....                                                  | 55 |
| 5.19.   | ANEJO N°19 - Equipos electromecánicos e instrumentación.....                              | 57 |
| 5.20.   | ANEJO N°20 - Estudio de seguridad contra incendios .....                                  | 57 |
| 5.21.   | ANEJO N°21 - Estudio de emisión de ruido.....                                             | 58 |
| 5.22.   | ANEJO N°22 - Estudio de eficiencia energética .....                                       | 59 |
| 5.23.   | ANEJO N°23 - Estudio de Impacto Ambiental / Estudio básico de impacto<br>ambiental.....   | 59 |
| 5.24.   | ANEJO N°24 - Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición ....             | 60 |
| 5.25.   | ANEJO N°25 - Estudio de caracterización de suelos alterados .....                         | 61 |
| 5.26.   | ANEJO N°26 - Estudio de afección al patrimonio cultural.....                              | 61 |
| 5.27.   | ANEJO N°27 - Áreas servidas por el proyecto.....                                          | 62 |

|         |                                                                            |    |
|---------|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.28.   | ANEJO N°28 - Expropiaciones, servidumbres y ocupaciones temporales.....    | 62 |
| 5.28.1. | Memoria descriptiva.....                                                   | 62 |
| 5.28.2. | Relaciones de bienes y derechos afectados.....                             | 63 |
| 5.28.3. | Planos de planta y parcelarios.....                                        | 68 |
| 5.28.4. | 4.- Valoración Expropiaciones.....                                         | 70 |
| 5.29.   | ANEJO N°29- Reposiciones, servicios afectados y obras auxiliares.....      | 71 |
| 5.30.   | ANEJO N°30 - Sistemas constructivos.....                                   | 73 |
| 5.31.   | ANEJO N°31 - Programa de trabajos.....                                     | 73 |
| 5.32.   | ANEJO N° 32 - Plan de control de calidad.....                              | 76 |
| 5.33.   | ANEJO N°33 - Análisis de precios unitarios y justificación de precios..... | 77 |
| 5.34.   | ANEJO N°34 - Consultas a Administraciones y organismos afectados.....      | 78 |
| 5.34.1. | Documento para consultas.....                                              | 78 |
| 5.34.2. | Registro de consultas.....                                                 | 78 |
| 5.34.3. | Informe del proceso de consultas.....                                      | 78 |
| 5.34.4. | Adecuación al planeamiento urbanístico vigente.....                        | 78 |
| 5.34.5. | Tramitación del proyecto.....                                              | 78 |
| 5.35.   | ANEJO N°35 - Legalización de la instalación.....                           | 79 |
| 5.36.   | ANEJO N°36 - Puesta en servicio, operación y mantenimiento.....            | 79 |
| 5.36.1. | Etapas documental y de legalización.....                                   | 79 |
| 5.36.2. | Estudio de puesta en servicio.....                                         | 80 |
| 5.37.   | ANEJO N°37 - Estudio de Seguridad y Salud.....                             | 81 |
| 5.37.1. | Supervisión del Estudio de seguridad y salud.....                          | 82 |
| 5.37.2. | Contenido mínimo del Estudio de Seguridad y Salud.....                     | 82 |
| 5.37.3. | Contenido mínimo del Estudio básico de Seguridad y Salud.....              | 87 |
| 5.38.   | ANEJO N°38 – Estudio de la seguridad contra riesgos antrópicos.....        | 87 |
| 6.      | DOCUMENTO N°2 – PLANOS.....                                                | 89 |
| 7.      | DOCUMENTO N°3 – PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS.....                     | 92 |
| 7.1.    | Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.....                           | 92 |
| 7.2.    | Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.....                        | 92 |
| 8.      | DOCUMENTO N°4 – PRESUPUESTO.....                                           | 94 |
| 8.1.    | Mediciones.....                                                            | 94 |
| 8.2.    | Cuadros de precios.....                                                    | 94 |
| 8.2.1.  | Cuadro de precios nº1:.....                                                | 94 |
| 8.2.2.  | Cuadro de precios nº 2:.....                                               | 94 |
| 8.3.    | Presupuestos.....                                                          | 95 |
| 8.3.1.  | Presupuestos parciales.....                                                | 95 |
| 8.3.2.  | Presupuesto General:.....                                                  | 95 |



**Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa**  
Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia

**INSTRUCCIÓN TRABAJO:  
MANUAL PARA LA  
REDACCIÓN DE PROYECTOS  
EN EL CABB**

CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01  
REV.: 01  
FECHA: 26/02/2019  
PÁG.: 7 de 95



# **MANUAL PARA LA REDACCIÓN DE PROYECTOS EN EL CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA**

Rev.1, febrero de 2019

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                 |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 10 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

## 0. PRÓLOGO

En el presente documento se refleja el contenido de un proyecto tipo, en su sentido más general. Ha sido elaborado a través de una coordinación entre las distintas subdirecciones con el fin de facilitar el desarrollo de los proyectos. Sin embargo, durante el trabajo continuo aparecerán nuevas situaciones que permitan mejorarlo.

Por ello, cuando cualquiera de los usuarios del documento detecte un punto de mejora dentro del mismo, deberá trasladarlo a su respectivo responsable de calidad, quién a través del Subcomité de Calidad procederá a implementar la mejora en una nueva versión.

Está en la mano de todos impulsar la calidad de los proyectos.

En todo caso, será a juicio del director de proyecto la aplicación total o parcial del contenido de este documento.

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 11 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

## 1. NORMATIVA DE REFERENCIA

Se tomarán como referencia los siguientes condicionantes principales:

- Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público
- RD 1098/2001 Reglamento general de contratos de las Administraciones Públicas (RGCAP)
- RD 1627/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción
- Procedimiento específico de gestión de proyectos y obras del CABB, en su última revisión (PEGPO)
- Procedimiento específico de gestión ambiental de proyectos y obras, en su última revisión (PE-ES-01)
- Procedimiento normalizado de trabajo para la seguridad y salud en las obras de construcción, en su última revisión (PNT-SGC-PObr-02)

Otras referencias de obligado cumplimiento:

- Guía para la integración de la prevención de riesgos en los proyectos del Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia
- Estandarización de edición de proyectos en el CABB
- Manual de Identidad Visual Corporativa
- Metodología BIM en los Servicios Técnicos del CABB
- Especificación técnica eléctrica, de control, comunicaciones y visualización de las instalaciones del CABB
- Guía técnica de PCI en instalaciones tipo más comunes del CABB
- Recomendaciones de Prevención de Riesgos Laborales a considerar en los Proyectos

## **2. DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTARÁ EL PROYECTO**

Un proyecto tendrá la estructura siguiente:

- Documento nº0: Resumen del proyecto
- Documento nº1: Memoria y anejos
- Documento nº2: Planos
- Documento nº3: Pliego de prescripciones técnicas particulares
- Documento nº4: Presupuesto

El contenido de cada uno de los documentos anteriores será variable, en función de las necesidades técnicas y legales de cada proyecto.

Los siguientes documentos deberán contemplar firma o firmas al final de los mismos identificando de forma nominal y profesional al autor/es, que serán titulados de formación acreditada:

- Memoria
- Anejo Topografía, cartografía y replanteo
- Anejo Geología y Geotecnia
- Anejo Cálculos estructurales y mecánicos
- Anejo Diseño Arquitectónico
- Anejo donde se justifique la clasificación de zonas NO ATEX o ATEX (Anexo Ventilación y Desodorización y/o Instalaciones Eléctricas)
- Anejo Instalaciones eléctricas
- Anejo Estudio de Seguridad Contra Incendios
- Anejo Estudio de Emisión de Ruido
- Anejo Estudio de Impacto Ambiental/Estudio básico de Impacto Ambiental
- Anejo Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición
- Anejo Estudio de caracterización de suelos alterados
- Anejo Estudio de afección al patrimonio cultural
- Anejo Estudio de Seguridad y Salud
- Planos
- Presupuestos
- y cualquier otro anejo que sea redactado cuyo autor no sea el redactor del proyecto.

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 13 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

### **3. DOCUMENTO Nº0 – RESUMEN DEL PROYECTO**

Según lo indicado en el PEGPO en la fase de información pública, se elaborará un documento que resuma todo el contenido del proyecto, con el fin de enviarlo a los ayuntamientos u otros organismos públicos o privados correspondientes al efecto de solicitar la conformidad con el planteamiento urbanístico, competencias ambientales, así como aquellas autorizaciones e informes que resulten preceptivos.

Este documento -de no más de 20 páginas- deberá extraer la información más relevante, facilitando la comprensión del proyecto y evitando su lectura completa. Asimismo, debe centrarse en los aspectos que motivan su remisión a las distintas Administraciones (p.e. los cruces de ríos en el caso de URA).

El documento estará formado por un resumen de la Memoria y una colección de los planos más representativos del proyecto, así como el trazado en formato editable y georreferenciado.



|                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa<br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 15 de 95</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

#### **4. DOCUMENTO Nº 1 – MEMORIA Y ANEJOS**

A continuación, se indica un conjunto no exhaustivo de apartados y anejos que puede incluir la memoria de un proyecto en el CABB. Como paso previo a la redacción, a parte de los anejos que puedan resultar obligatorios por la legislación y normativa vigente, el Director del Proyecto decidirá que anejos son o no de aplicación para el caso en concreto.

La memoria irá firmada, al final de la misma, por el autor del proyecto (consultor), el Director del proyecto (CABB) y el Subdirector correspondiente. Según lo indicado en el art. 128 del RGCAP, la memoria tendrá carácter contractual en todo lo referente a la descripción de los materiales básicos o elementales que forman parte de las unidades de obra (aprobados en el RD 1359/2011).

##### **4.1. Objeto del Proyecto**

Se expondrá el problema detectado, haciendo referencia a todos los datos recopilados y analizados para definir, con el nivel de detalle de un proyecto de construcción, la solución finalmente adoptada, haciendo referencia al alcance del proyecto y los resultados que busca satisfacer. (Art. 233 de la LCSP)

##### **4.2. Antecedentes**

Se enumerará de manera detallada de cuantos datos y documentos existan y puedan ser de utilidad para la justificación del Proyecto y de la solución adoptada. Se incluirán tanto los antecedentes administrativos como otros antecedentes que hayan sido tomados en consideración: estudios, proyectos, obras, ... (Art. 233 de la LCSP y art. 127 del RGCAP)

Si fuese conveniente realizar una exposición detallada de este apartado, ésta figurará en el Anejo *Antecedentes. Estudios anteriores al proyecto*

##### **4.3. Situación actual**

Enumeración de aquellas características que definan el escenario presente sobre el que se proyectará la actuación (Art. 233 de la LCSP). En general, se detallarán los siguientes aspectos:

- Descripción del terreno desde el punto de vista topográfico, geológico y uso del suelo.
- Descripción del sistema o instalación de saneamiento/abastecimiento sobre el que se desarrollará el proyecto.
- Descripción de las situaciones pendientes de solución y que el proyecto pretende

resolver o mejorar.

- Enumeración de cuantas consideraciones sociales, económicas, administrativas, ambientales, estéticas y de cualquier otro tipo se consideren de interés para la toma de decisiones del proyecto.
- Inventarios de redes, en proyectos que actúen sobre sistemas de saneamiento o abastecimiento.

#### **4.4. Datos básicos. Criterios de diseño y funcionamiento**

Datos elementales a considerar para la toma de decisiones en el desarrollo del proyecto. Incluirá la descripción de necesidades a satisfacer, objetivos a alcanzar y las restricciones que puedan condicionar la solución elegida (Art. 233 de la LCSP). De manera explícita, deberán cumplirse los siguientes condicionados del CABB reflejados en el PEGPO:

- Condicionado técnico para las instalaciones eléctricas y de control
- Condicionado técnico para explotación
- Condicionado técnico para mantenimiento
- Condicionado técnico para prevención de riesgos laborales

En caso de ser necesario un desarrollo más exhaustivo, éste se desarrollará en el Anejo *Datos básicos. Criterios de diseño y funcionamiento*

#### **4.5. Resumen del estudio de alternativas**

Resumen del Anejo *Estudio de alternativas*, en el que se describirán las distintas soluciones analizadas para resolver el problema descrito en el capítulo *Objeto del proyecto*, exponiendo las principales ventajas e inconvenientes de las mismas, tanto del punto de vista técnico, económico, impacto ambiental, seguridad, etc....

#### **4.6. Descripción del proyecto**

Descripción de la solución adoptada en el proyecto, que resumirá, de un modo general, las características y conclusiones desarrolladas en los distintos anejos del proyecto.

##### **4.6.1. Características generales de las obras**

Información extractada del Anejo *Características generales de las obras*.

##### **4.6.2. Estudio de población, usos del suelo y planeamiento urbanístico**

Información extractada del Anejo *Estudio de población, usos del suelo y planeamiento urbanístico*.

|                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa<br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 17 de 95</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

#### **4.6.3. Caudales de diseño**

Información extractada de los anejos:

- Hidrología y caudales de diseño
- Cálculos hidráulicos
- Cálculo y dimensionamiento de proceso y de los elementos proyectados
- Ventilación y desodorización

#### **4.6.4. Topografía, cartografía y replanteo**

Información extractada del Anejo *Topografía cartografía y replanteo*.

#### **4.6.5. Geología y geotecnia**

Información extractada del Anejo *Geología y geotecnia*

En particular se deberá incluir la justificación de la elección de las secciones constructivas de cada una de las actuaciones proyectadas, tanto para las obras permanentes a ejecutar como para aquellas que con carácter provisional hay que realizar por razones constructivas o para poder albergar en su interior obras e instalaciones de carácter permanente.

#### **4.6.6. Instalaciones eléctricas**

Información extractada del Anejo *Instalaciones eléctricas*.

#### **4.6.7. Memoria de Funcionamiento**

Descripción básica del funcionamiento de la instalación, acorde con lo indicado en el apartado Memoria de Funcionamiento del Anejo Memoria de Funcionamiento, instalación de control y telemando

#### **4.6.8. instalación de control y telemando**

Información extractada del Anejo *Memoria de Funcionamiento, instalación de control y telemando*

#### **4.6.9. Equipos electromecánicos e instrumentación**

Información extractada del Anejo *Equipos electromecánicos e instrumentación*.

#### **4.6.10. Estudio de seguridad contra incendios**

Información extractada del Anejo *Estudio de seguridad contra incendios*.

#### **4.6.11. Áreas servidas por el proyecto**

|                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa<br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 18 de 95</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

Información extractada del Anejo *Áreas servidas por el proyecto*

#### **4.6.12. Plan de control de calidad**

Información extractada del Anejo *Plan de control de calidad*.

#### **4.6.13. Legalización de la instalación**

Información extractada del Anejo *Legalización de la instalación*.

### **4.7. Justificación de la solución adoptada**

Información extractada del Anejo *Justificación de la solución adoptada*

### **4.8. Normas y referencias**

Se explicitarán los condicionantes legales y técnicos tenidos en consideración en la redacción del proyecto.

#### **4.8.1. Disposiciones legales y normas aplicadas**

Se indicará de manera expresa que el proyecto cumple la legislación y la preceptiva normativa e instrucciones técnicas a aplicar, todas ellas en sus versiones vigentes en el momento de la redacción del proyecto, incluyendo:

- Ley de Contratos del Sector Público
- Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas
- Código Técnico de Edificación
- Reglamentación de carácter Industrial
- Instrucción de Hormigón Estructural
- Instrucción de acero estructural
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción

#### **4.8.2. Métodos y programas de cálculo**

Se detallarán los métodos de cálculo seguidos (art. 127 del RGCAP), así como los programas de cálculo empleados en los correspondientes anejos, indicando el desarrollador y la versión utilizada.

### **4.9. Estudios medioambientales**

#### **4.9.1. Estudio de Impacto Ambiental / Estudio básico de impacto ambiental**

Información extractada del Anejo *Estudio de impacto ambiental / Estudio básico de impacto ambiental*.

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 19 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

#### **4.9.2. Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición**

Información extractada del Anejo *Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición*.

#### **4.9.3. Estudio de caracterización de suelos alterados**

Información extractada del Anejo de Estudio de caracterización de suelos alterados.

#### **4.9.4. Estudio de afección al patrimonio cultural**

Información extractada del Anejo *Estudio de afección al patrimonio cultural*.

#### **4.9.5. Estudio de emisión de ruido**

Información extractada del Anejo *Estudio de emisión de ruido*.

### **4.10. Afecciones y trámites**

En este apartado se recogerán, de manera resumida, las siguientes afecciones:

#### **4.10.1. Expropiaciones, servidumbres y ocupaciones temporales**

Información extractada del Anejo *Expropiaciones, servidumbres y ocupaciones temporales*.

#### **4.10.2. Reposiciones y servicios afectados**

Información extractada del Anejo *Reposiciones, servicios afectados y obras auxiliares*.

#### **4.10.3. Consultas**

Información extractada de los subapartados *Registro de Consultas* e *Informe del proceso de consultas* del Anejo *Consultas a Administraciones y organismos afectados*.

#### **4.10.4. Adecuación al planeamiento urbanístico vigente**

Información extractada del subapartado *Adecuación al planeamiento urbanístico vigente* del Anejo *Consultas a Administraciones y organismos afectados*.

#### **4.10.5. Tramitación del proyecto**

Información extractada del subapartado *Tramitación del proyecto* del Anejo *Consultas a Administraciones y organismos afectados*.

|                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa<br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 20 de 95</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

## 4.11. Programa de trabajos y plazo de ejecución

Tal y como se indica en el Art. 233 de la LCSP, todos los proyectos comprenderán un programa de desarrollo de los trabajos o plan de obra de carácter indicativo, con previsión del tiempo y coste.

En este apartado de la memoria se incluirá un resumen del programa de trabajos desarrollado en el Anejo *Programa de trabajos*, indicando el plazo final calculado para la realización de la obra como la suma de dos plazos parciales:

- Plazo parcial del periodo de Construcción y montaje
- Plazo parcial del periodo de Pruebas y Puesta en servicio

## 4.12. Garantía

Indicación del periodo de garantía que se exigirá al contratista adjudicatario de la obra. En caso que algunos de los equipos o partes de la obra tuvieran un periodo superior al legalmente establecido, deberá indicarse este extremo en este apartado a título informativo, y a la vez reflejarlo en la parte correspondiente del Pliego de Prescripciones técnicas particulares (Documento nº3), por su carácter contractual.

## 4.13. Precios y presupuestos

### 4.13.1. Justificación de precios

Justificación del cálculo de los precios adoptados y las bases fijadas para la elaboración de las unidades de obra y de las partidas alzadas propuestas (art. 127 del RGCAP). Los detalles de la justificación de precios y los correspondientes listados de unidades, mano de obra, materiales y maquinaria se incluirán en el Anejo *Análisis de precios unitarios y justificación de precios*, el cual tendrá en consideración la estructura indicada en artículo 130 del RGCAP.

### 4.13.2. Presupuesto de las obras

Tabla resumen que refleje los siguientes presupuestos, según estructura reflejada en el artículo 131 del RGCAP:

- Presupuesto de ejecución material (PEM)
- Presupuesto base de licitación sin IVA, (PEM + GG+ BI)
- Presupuesto base de licitación con IVA (PEM + GG+ BI + IVA)

Se destacará en formato negrita el Presupuesto base de licitación sin IVA.

### 4.13.3. Presupuesto para conocimiento de la Administración

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 21 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

Según lo indicado en el artículo 127 del RGCAP se incluirá el Presupuesto para conocimiento de la Administración, incluyendo los siguientes conceptos:

- Presupuesto base de licitación sin IVA (PEM + GG+ BI)
- Importe previsible para las expropiaciones
- Restablecimiento de servicios, derechos reales y servicios afectados

#### **4.13.4. Revisión de precios**

Según lo indicado en el artículo 104 del RGCAP, se propondrá una fórmula de revisión de precios aplicable a los distintos capítulos en los que se haya dividido el presupuesto. Esta fórmula será acorde con lo dispuesto en el RD 1359/2011 de 7 de octubre, justificando la elección de la misma.

### **4.14. Clasificación del contratista**

Se propondrá la clasificación exigible al contratista, tal y como indica el artículo 133 del RGCAP. Esta clasificación será acorde con las características de las obras presentadas para poder licitar en la contratación de las mismas, según la LCSP, señalando los grupos, subgrupos y categorías exigibles.

### **4.15. Documentos que comprende el proyecto**

Se indicarán los documentos que se incluyen en el proyecto, de acuerdo con las características del mismo, y teniendo siempre presente lo dispuesto en la legislación y normativa vigentes.

### **4.16. Carácter de obra completa**

La memoria incluirá una manifestación expresa y justificada de que el proyecto comprende una obra completa o fraccionada, según el caso, en el sentido indicado en el artículo 127.2 del RGCAP.

### **4.17. Equipo redactor del proyecto**

En este epígrafe se hará constar la relación de personas que han participado en la redacción del proyecto, indicando las partes del mismo sobre las que han intervenido.

### **4.18. Consideraciones finales**

En este apartado se incluirán las conclusiones finales que se quieran destacar, y se consignarán cuantas conclusiones se estimen de interés y no figuren en otros apartados de la Memoria o sus Anejos.



**Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa**  
Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia

**INSTRUCCIÓN TRABAJO:  
MANUAL PARA LA  
REDACCIÓN DE PROYECTOS  
EN EL CABB**

CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01  
REV.: 01  
FECHA: 26/02/2019  
PÁG.: 22 de 95

|                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa<br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 23 de 95</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

## **5. ANEJOS A LA MEMORIA**

### **5.1. ANEJO N°1 - Antecedentes. Estudios anteriores al proyecto**

En este anejo se incluirán todos aquellos antecedentes (administrativos, estudios, proyectos, obras ...) de los cuales se considere necesario realizar una exposición detallada de los mismos.

### **5.2. ANEJO N°2 – Características generales de las obras**

Descripción de las características más importantes de las obras proyectadas, incluyendo, en su caso:

- Longitud de conducciones: por fases y colectores, ramales, galerías etc.
- Pozos de registro:
  - Replanteo: coordenadas y cotas principales según nomenclatura de los planos tipo.
  - Diámetros tuberías entrada y salida.
  - Estado de mediciones completo.
- Estructuras: Volumen de hormigón, acero, encofrado y unidades más representativas de bombeos, aliviaderos, obras de desagüe, pozos de registro, etc.
- Edificios: superficie ocupada, altura...
- Excavaciones y rellenos: Volúmenes por fases.
- Obras complementarias: Cruces bajo cauces, cruces bajo carretera, etc.
- Servicios afectados.
- Mecanismos y otros dispositivos: Relación de equipos, motores, potencia instalada, kilómetros de cable eléctrico y de control, número de señales, etc....
- Expropiaciones: Valoración y superficies de ocupación.
- Presupuestos.
- Estadísticas económicas: €/km. de galería, de colector general, ramal, de agua tratada, de fango deshidratado...

### **5.3. ANEJO N°3 – Justificación de la solución adoptada**

El objeto del presente anejo es describir la solución proyectada, exponiendo todos los factores que han motivado al autor del proyecto a definirlo de ese modo concreto para lograr el cumplimiento de los objetivos planteados en el alcance del proyecto.

En base a una descripción de la situación actual y recogiendo las conclusiones de los estudios de alternativas o estudios previos (incluidos en el Anejo N° 1), se justificará, en

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 24 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

términos generales, la solución adoptada.

Deberá ser un anejo autoexplicativo, que englobe la información más relevante contenida en todo el proyecto. En caso que el Director de Proyecto lo considere de interés, se le podrá dar el enfoque de un “documento para consultas”, que sirva para realizar las consultas a distintos organismos antes de tener disponible el proyecto completo.

Se recogerán los criterios generales que hayan regido la elección de la solución, por ejemplo:

- Cumplimiento de normativas más relevantes haciendo especial mención a su clasificación como establecimiento industrial y/o edificación
- Máxima seguridad, accesibilidad, facilidad de limpieza, mantenibilidad, etc... durante las fases de explotación y mantenimiento:
- Optimización de trazados de conducciones y de accesos rodados a instalaciones y a traza.
- Mejor relación coste-beneficio durante el ciclo de vida. - Mínima afección a terceros
- Mínimo impacto ambiental:

A continuación, se recogerán los condicionantes particulares observados para la correcta elección de la solución: técnicos, económicos, sociales, administrativos, ambientales, de seguridad, estéticos u otros.

## **5.4. ANEJO Nº4 – Situación actual**

### **5.4.1. Situación actual de las redes. Inventarios**

En caso de considerarse necesario de cara a la definición de las obras a proyectar, se revisarán y actualizarán los inventarios de redes (primaria, secundaria o interna en estación de tratamiento) existentes en la zona de ámbito de los proyectos, para la correcta conexión y/o derivación de dichas redes. Se tomarán todos los datos tales como: localización, situación, estado de conservación, etc., de todos los elementos y mecanismos que conforman la red: pozos, salas de válvulas, depósitos, bombeos, sifones, derivaciones, puntos altos, desagües, vertederos, alivios, etc.

Una vez llevado a cabo este trabajo se realizará un análisis detallado de los tramos finales de las citadas redes que se encuentran más próximos a sus puntos de conexión, definiéndose sus respectivos perfiles longitudinales a fin de poder diseñar adecuadamente las obras de incorporación de aquéllas a las nuevas obras.

En sistemas de saneamiento, se verificará el carácter separativo de dichas redes

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 25 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

existentes a fin de determinar las que serán incorporadas a la red general.

En sistemas de abastecimiento se harán balances hidráulicos entre demandas - consumos y sus correspondientes recursos, con una valoración cuantitativa sobre la calidad de las instalaciones y costo económico de su optimización, así como propuesta de utilización del propio recurso municipal o su sustitución por otra fuente alternativa

Se introducirán los datos obtenidos en la aplicación GIS disponible por el CABB, a fin de tener actualizado en todo momento el estado y situación de los elementos de dicha Red.

#### **5.4.2. Características del influente / Vertidos Contaminantes**

En proyectos de saneamiento se analizarán las características del influente, tanto para los proyectos realizados en EDARs como los que se desarrollen sobre redes de saneamiento. En concreto, se estudiará:

- Contaminación urbana:
  - Origen de la contaminación; urbana, industrial, sector primario, servicios.
  - Parámetros que identifican la contaminación
  - Analítica de las aguas residuales si procede
  - Análisis estadístico: cuadros de contaminación anual, contaminación media, máxima diaria, etc.
- Contaminación industrial y sector primario:
  - Metodología de los trabajos de toma de datos y analítica
  - Análisis de los distintos sectores y de los diferentes procesos elementales que se usen en las distintas empresas, por ejemplo: conservas de pescado, niquelado, baños agotados, etc.
  - Evaluación de la contaminación producida en cada proceso elemental.
  - Analítica de muestras individuales e integradas de los distintos procesos.
  - Evaluación de la carga contaminante en cuadros de doble entrada: procesos unitarios y total, parámetros de análisis.
  - Análisis estadístico: cuadros de contaminación anual, contaminación media, máxima diaria, etc.

#### **5.4.3. Caracterización de emisiones**

En proyectos con tratamientos en fase gaseosa se establecerán campañas de medición:

- Unidades de olor
- Compuestos odoríferos: SH<sub>2</sub>, COVs, mercaptanos...

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 26 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

- Gases potencialmente contaminantes: NOx, CO, SO2...
- Gases de efecto invernadero: CO2, CH4, O3...

## **5.5. ANEJO N°5 – Datos básicos. Criterios de diseño y funcionamiento**

Datos para la determinación de los caudales y consumos actuales y futuros, capacidades de tratamiento... incluyendo:

- Dotaciones:
  - Actual y de saturación urbanas (domésticas, servicios, deportivas, escolares, etc.)
  - Actual y de saturación por empleado o hectárea.
- Caudales de diseño:
  - Caudales aguas urbanas: domésticas, sector servicios: pequeña industria, instalaciones deportivas, escuelas, etc.
  - Caudales aguas industriales (medios y máximos).
  - Caudales de infiltración.
  - Caudales de aguas pluviales: periodos de retorno, frecuencia del aguacero, curvas intensidad/duración, caudales recurrentes.
  - Caudal máximo.
  - Caudal mínimo.
- Diseño hidráulico de conductos en lámina libre.
- Diseño hidráulico de conductos en presión: velocidades y tiempos de retención.
- Diseño estructural de los conductos.
- Diseño de elementos singulares: elementos de pretratamiento, decantadores, balsas de biológico, pozos de registro, arquetas, aliviaderos, tanques de tormenta, estaciones de bombeo, deshidratación...
- Diseño de las estructuras
- Características de los materiales a emplear
- Otros criterios:

Del mismo modo, se satisfarán los Requisitos determinados por el CABB indicados en el PEGPO. Por ello, en el presente anejo se incluirán los documentos:

- Condicionado técnico para las instalaciones eléctricas y de control
- Condicionado técnico para explotación
- Condicionado técnico para mantenimiento
- Condicionado técnico para prevención de riesgos laborales

## **5.6. ANEJO N°6 – Estudio de población, usos del suelo y planeamiento urbanístico**

Descripción de la situación, superficie y principales núcleos de población de los municipios afectados. Se realizará una revisión actualizada de los datos de población y empleo que permita hacer una proyección a futuro de los mismos para establecer las necesidades dotacionales que debe satisfacer el proyecto.

Disponiendo del alcance del proyecto y definida la alternativa a desarrollar que pueda posibilitar cumplir con el mismo se debe analizar la posible evolución de las condiciones de contorno que afectan al proyecto. En general las condiciones de contorno ya han sido estudiadas previamente y desglosadas en distinta documentación. Esta documentación puede ser Plan General de Ordenación Urbana (PGOU), Planes urbanísticos, Planes territoriales, Plan Territorial Sectorial, Planes Parcial, Normas subsidiarias, y un largo etcétera.

A los efectos de los proyectos que solemos realizar interesa saber cuál es la demanda actual y hasta donde puede preverse que se desarrolle. Esto en general se puede hacer de varias formas y podría decirse que deberán considerarse la totalidad de las mismas y a partir de los resultados numéricos resultantes analizar cuál debe ser el objetivo de desarrollo valido para el proyecto en cuestión. Normalmente la planificación a nivel de dotación de suministro de caudales y recogida de saneamiento puede plantear un horizonte temporal de 25 años, a partir de la puesta en servicio de la infraestructura pero esta cifra también puede ser variable.

Se debe conocer cuál es la situación actual y los datos que corresponden a la misma. También se debe intentar obtener datos históricos que permitan establecer un contexto adecuado y definir una tendencia.

La planificación disponible recoge cuales son los límites que actualmente se prevén para el entorno en cuestión. Debe entenderse que puede ser que al ir de lo particular a lo general y viceversa las sumas de elementos particulares no sean la resultante final, ya que si bien puede preverse un crecimiento localizado es difícil que ese crecimiento se dé simultáneamente en todo el entorno al mismo nivel.

La planificación también define cuales son los terrenos sobre los que pueden establecerse infraestructuras sin cortapisas, en cuales se pueden requerir autorización y/o acciones compensatorias y cuales se encuentran reservados para otras actuaciones. En el caso de afectar a futuros desarrollos deberá contactarse con los organismos correspondientes.

Las prognosis a futuro se pueden realizar mediante diversas herramientas:

Extrapolación de tendencias - El más sencillo consistiría en extrapolar el ritmo del crecimiento de la intensidad observado en años anteriores, bajo la suposición de que se conservará en un futuro próximo, para largo plazo este método tiene una escasa fiabilidad. También existen diversos métodos para esto (lineal, exponencial, alfa-Beta...)

Previsión de la demanda – Mediante un modelo matemático que a partir de diversas variables y de un ajuste a partir de datos históricos intentan prever el futuro (pueden desarrollarse de forma agregada- por zonas o desagregadas, por bloques medios)

En procesos de abastecimiento /saneamiento se deben evaluar la cantidad de usuarios (habitantes, viviendas, superficie de empresas, trabajadores, etc) y conjuntamente la evolución de la demanda (usos directos, indirectos e industriales).

En general en los últimos años el incremento de usuarias se ha visto compensado por la reducción de la demanda individual y por la reutilización y reducción del consumo tanto industrial como indirecto.

El correcto desarrollo de este anejo quedará expresamente indicado en el Anejo Consultas a Administraciones y organismos afectados mediante la declaración de Adecuación al planeamiento urbanístico vigente, por lo que este anejo debe contener una justificación explícita del cumplimiento del planeamiento urbanístico haciendo referencia a los apartados del mismo que apliquen.

En estas direcciones puede encontrarse información relevante a este respecto:

|                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Diputación de Bizkaia                                                           | <a href="http://apps.bizkaia.net/PBIT/PB_Marcos.jsp?Idioma=CA">http://apps.bizkaia.net/PBIT/PB_Marcos.jsp?Idioma=CA</a>                                                                                                                                                                                     |
| Gob. Vasco                                                                      | <a href="http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-udalplan/es/aa33aWAR/interfacesJSP/index.jsp">http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-udalplan/es/aa33aWAR/interfacesJSP/index.jsp</a>                                                                                                               |
| Plan territorial Gob Vasco                                                      | <a href="http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-565/es/contenidos/informacion/pts/es_1161/pts_c.html">http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-565/es/contenidos/informacion/pts/es_1161/pts_c.html</a>                                                                                               |
| Mapas de Carreteras de DFB                                                      | <a href="http://www.bizkaia.eus/home2/Temas/DetalleTema.asp?Tem_Codigo=6321&amp;Idioma=CA&amp;dpto_biz=8&amp;codpath_biz=8">http://www.bizkaia.eus/home2/Temas/DetalleTema.asp?Tem_Codigo=6321&amp;Idioma=CA&amp;dpto_biz=8&amp;codpath_biz=8</a>                                                           |
| Plan de FF CC (Y Vasca)                                                         | <a href="http://www.euskadi.eus/informacion/plan-territorial-sectorial-de-la-red-ferroviaria-en-la-capv/web01-a2trenbi/es/">http://www.euskadi.eus/informacion/plan-territorial-sectorial-de-la-red-ferroviaria-en-la-capv/web01-a2trenbi/es/</a>                                                           |
| URA                                                                             | <a href="http://www.uragentzia.euskadi.eus/appcont/gisura/">http://www.uragentzia.euskadi.eus/appcont/gisura/</a>                                                                                                                                                                                           |
| Limite DPMT costas                                                              | <a href="http://www.mapama.gob.es/es/costas/temas/procedimientos-gestion-dominio-publico-maritimo-terrestre/linea-deslinde/default.aspx">http://www.mapama.gob.es/es/costas/temas/procedimientos-gestion-dominio-publico-maritimo-terrestre/linea-deslinde/default.aspx</a>                                 |
| Planes de Gestión de Especies en peligro de extinción (visión y& Company)       | <a href="http://www.bizkaia.eus/home2/Temas/DetalleTema.asp?Tem_Codigo=4344&amp;Idioma=CA">http://www.bizkaia.eus/home2/Temas/DetalleTema.asp?Tem_Codigo=4344&amp;Idioma=CA</a>                                                                                                                             |
| Áreas de interés especial de las especies de fauna con plan de gestión aprobado | <a href="http://www.geo.euskadi.eus/areas-de-interes-especial-de-las-especies-de-fauna-con-plan-de-gestion-aprobado/s69-geodir/es/">http://www.geo.euskadi.eus/areas-de-interes-especial-de-las-especies-de-fauna-con-plan-de-gestion-aprobado/s69-geodir/es/</a>                                           |
| Plan agroforestal                                                               | <a href="http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/informacion/plan-territorial-sectorial-agroforestal-de-la-comunidad-autonoma-del-pais-vasco/r49-565/es/">http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/informacion/plan-territorial-sectorial-agroforestal-de-la-comunidad-autonoma-del-pais-vasco/r49-565/es/</a> |
| Planes territorial Parciales – Bizkaia                                          | <a href="http://www.bizkaia.eus/hirigintza/lurraldekozatiegitasmoa/areas.asp?Idioma=CA&amp;Tem_Codigo=246&amp;dpto_biz=6&amp;codpath_biz=6 8366 246">http://www.bizkaia.eus/hirigintza/lurraldekozatiegitasmoa/areas.asp?Idioma=CA&amp;Tem_Codigo=246&amp;dpto_biz=6&amp;codpath_biz=6 8366 246</a>         |

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 29 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

|                        |                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Suelos contaminados    | <a href="http://www.geo.euskadi.eus/s69-9650/es/contenidos/informacion/suelo_contaminantes/es_geoap/desc_inventario.html">http://www.geo.euskadi.eus/s69-9650/es/contenidos/informacion/suelo_contaminantes/es_geoap/desc_inventario.html</a> |
| Plan Director Ciclable | <a href="http://www.bizkaia21.eus/fitxategiak/09/Bizkaia21/artxiboak/PDF/Planes/Plan_DirectorCiclable_05032013152001.pdf">http://www.bizkaia21.eus/fitxategiak/09/Bizkaia21/artxiboak/PDF/Planes/Plan_DirectorCiclable_05032013152001.pdf</a> |
| Metro Bilbao           |                                                                                                                                                                                                                                               |
| Puerto                 |                                                                                                                                                                                                                                               |

## 5.7. ANEJO Nº7 – Hidrología y caudales de diseño

- Hidrología:

Se estudiará la red de drenaje, analizando sus cursos principales. Se realizará un análisis descriptivo de la cuenca, estudiando su forma, índice de compacidad y rectángulo equivalente. Se indicará la estructura de la red, la densidad del drenaje y las formas del agua superficial, así como la calidad del agua.

- Caudales de diseño:

A la vista de las conclusiones de los estudios hidrológicos, de población e inventarios, se determinarán de manera definitiva las áreas servidas por el proyecto, determinando los caudales teóricos de agua evacuada o suministrada, mediante la aplicación de las dotaciones previstas para la población y empleo en la situación actual y futura. Del mismo modo, se calcularán, si procede, los caudales aportados por aguas de lluvia e infiltración.

Una vez fijados los caudales en los puntos de vertido/suministro, y de acuerdo a la agrupación de colectores/conducciones existentes que se prevea para su incorporación a la red principal se analizarán los distintos tramos, establecerán los caudales medios de agua en cada acometida, tanto en situación actual como en saturación, así como los caudales máximos y mínimos a transportar en cada caso, elaborando finalmente un diagrama en el que queden esquemáticamente reflejados para el conjunto de la nueva red de colectores/conducciones que se proyecta.

En redes de saneamiento, se realizará el diseño hidráulico del Interceptor, obras de incorporación y enlace necesarias para la conexión de las redes existentes con la red principal, así como todas aquellas obras especiales tales como estaciones de bombeo, impulsiones, aliviaderos, etc., necesarias para el correcto funcionamiento del sistema. Para el diseño hidráulico de las conducciones por gravedad se tendrá especialmente en cuenta el dotarlas de pendiente suficiente que garantice la autolimpieza de las mismas, así como evitar un envejecimiento acelerado por alta velocidad causado por pendientes excesivas.

|                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa<br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 30 de 95</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

En las estaciones de tratamiento, se estudiarán todos los flujos de las distintas partes del proceso, dibujando la línea piezométrica de la instalación en sus niveles máximos y mínimos.

Según la entidad y/o complejidad de la actuación deberá valorarse la conveniencia de realizar una modelización matemática que describa pormenorizadamente los detalles hidráulicos, y contribuya a asegurar la interpretación y fiabilidad de los cálculos. Para ello, se llevará a cabo un modelo dinámico hidráulico y/o hidrológico, según el caso, de las instalaciones a proyectar, apoyándose y acomodándose al modelo de la red primaria del CABB disponible en cada momento.

## **5.8. ANEJO N°8 - Estudio de Alternativas**

Se expondrán las alternativas analizadas en la búsqueda de la solución considerada más ventajosa para la resolución del problema objeto del proyecto. Se incluirá una descripción de las mismas, así como un predimensionamiento que permita valorar la ejecución/impacto de cada una de ellas. Se deberán considerar las superficies y poblaciones servidas o cuyo servicio se facilita o mejora. También se deberán tener en cuenta criterios ambientales.

El planteamiento de distintas alternativas facilitará el estudio de la relación coste-beneficio de las distintas soluciones a un mismo problema, ayudando en la toma de decisiones del proyecto. Además de los costes de inversión se analizarán los distintos costes de explotación de las mismas, valorando los costes de consumo, operación y mantenimiento, facilitándose de este modo la toma de decisiones en proyecto tendentes a minimizar dichos costes a lo largo de su vida útil y aumentar la sostenibilidad de la instalación proyectada.

En cualquier caso, se deberán de estudiar las alternativas de no actuación y/o la de mejora/adequación de la instalación existente. Se deberá justificar la necesidad de actuación en aquellos casos en que ya exista un elemento que otorgue ciertas soluciones parciales o totales.

El documento finalizará con una evaluación comparativa de las alternativas planteadas.

## **5.9. ANEJO N°9 - Topografía, cartografía y replanteo**

En el anejo de topografía, cartografía y replanteo se deberá recopilar toda la documentación topográfica de referencia utilizada para la elaboración del proyecto y la desarrollada específicamente para el encaje de la solución en el terreno existente.

El Jefe de Proyecto propondrá al Director del Proyecto un Plan de Trabajos Topográficos,

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 31 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

que deberán ser los necesarios para elaborar y definir perfectamente el proyecto.

#### Topografía Convencional:

Una vez aceptado y confirmado el Plan de Topografía o, en su defecto, modificado con arreglo a los criterios de la Dirección del Proyecto, el consultor se encargará de llevarlo a efecto dentro del plazo previsto, que dará como resultado un documento con el siguiente contenido:

- a) Conexión con el sistema de referencia mediante triangulación de aproximación (x, y, z) para los puntos de partida de las poligonales de precisión correspondientes a la zona en estudio. En caso de que la conexión se realice mediante observaciones GPS, éstas en ningún caso se realizarán en tiempo real, el enlace se calculará en postproceso con un mínimo de 2 receptores. Los puntos de partida serán los vértices de primer orden de la Red Geodésica Nacional o las estaciones de referencia de la Red GeoEuskadi para observaciones con GPS.
- b) Poligonales de precisión (x, y, z) necesarias para la definición posterior de las obras, así como para el futuro replanteo de las mismas, con coordenadas UTM. Se crearán una o varias poligonales base de replanteo, encuadradas y unidas a los vértices geodésicos mediante una red trigonométrica o de aproximación. Los ángulos de la poligonal comprendidos entre 195 y 250 grados centesimales serán desechados. La longitud de sus lados, en el lado de triangulación, estará comprendida entre 500 y 1.000 metros. En las poligonales deberán tener una longitud máxima de 2.000 metros y mínima de 500 metros. El error relativo de esta red será menor de uno por cien mil (1/100.000). La altimetría no tendrá un error superior a cinco milímetros por la raíz cuadrada de la longitud de la línea a nivelar expresada en kilómetros. Todos los vértices de las poligonales de replanteo, habrán de ser nivelados con nivelación geométrica.
- c) La señalización de los vértices de la red trigonométrica y de las bases de replanteo, ofrecerán las máximas garantías de permanencia, para lo cual se materializarán mediante macizos de hormigón, de fábrica, o clavos, metálicos o de plástico, empotrados en hormigón o aglomerado, y pintados con un círculo de color rojo en superficies pavimentadas. La representación de los vértices se realizará de la siguiente manera:
  - A escala 1:5.000 ó 1:10.000 se representarán en una copia en papel la posición de los vértices de la Red de aproximación y la configuración de la red utilizada.
  - A escala-1:5.000, la poligonal base (como detalle del plano anterior) y la de replanteo, así como las redes configuradas.
- d) Nivelación geométrica a lo largo de las poligonales.

- e) Situación en planta y cota de los puntos que de manera más representativa definen geoméricamente la obra.
- f) Replanteo en el campo de la traza, si procede, así como de aquellas obras a realizar en zonas especialmente difíciles a fin de comprobar la idoneidad del trazado propuesto en el Proyecto.
- g) Perfiles longitudinales y transversales.
- h) Levantamiento de planos taquimétricos a escala 1/500 de la zona de emplazamiento de las obras a proyectar.
- i) Levantamiento de planos taquimétricos de detalle a escala 1/200.
- j) Levantamiento de planos taquimétricos parcelarios.

La totalidad de la documentación cartográfica deberá estar digitalizada.

El sistema de referencia geodésico a emplear para el correcto desarrollo de los trabajos será el ETRS89 con el elipsoide GRS80 (WGS84), datum Postdam (Torre de Helmert) y con origen de longitudes en Greenwich. Como proyección se empleará la Universal Transversa de Mercator (UTM) referida en su huso 30. (Sistema geodésico de referencia oficial es España, desde Julio de 2007, RD 1071/2007 del 27 de Julio).

La conexión al sistema UTM-ETRS89 se realiza a través de la Red de Estaciones de Referencia GPS de Euskadi (Red Geoeuskadi) en tiempo real y por medio de dispositivos GPS-GPRS, que nos permite obtener las correcciones diferenciales de cada una de las estaciones de referencia de la red con tecnología VRS, lo que permite reducir o eliminar los errores sistemáticos en la estación de referencia.

En aquellos lugares en los que por cobertura o geometría de los satélites no se pueda utilizar técnicas GPS, se empleara topografía clásica mediante estaciones totales.

En cuanto a la altimetría, las cotas quedarán referidas al nivel medio del mar definido por el mareógrafo fundamental de Alicante mediante referencias a los clavos de nivelación de alta precisión de la Red NAP del IGN.

De manera obligatoria para todos los proyectos, en cumplimiento del art. 233 del LCSP, se incluirá cumplida información de todas aquellas referencias en que se fundamentará el replanteo de la obra.

En el caso en que la topografía del proyecto se base total o parcialmente en datos topográficos de otras administraciones o de restitutiones de nubes de puntos de acceso abierto, se deberán de ratificar las mismas mediante comprobaciones in-situ de forma que se garantice la validez de las mismas. Este aspecto es especialmente relevante en cuestión de cotas y de anchura de viales, aspectos que se deberán comprobar mediante

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 33 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

sistemas topográficos propios.

### Topografía Digital:

Es de aplicación todo lo anterior

En el caso que el proyecto contemple que la topografía esté basada en la captura masiva de datos (nube de puntos) se establecerá una red de bases con los mismos criterios de señalización, planos de referencias y precisiones indicados anteriormente para levantamientos por topografía clásica.

Se generarán nubes de puntos con sucesivos estacionamientos realizando itinerarios cerrados o abiertos encuadrados. Los itinerarios tendrán un error de cierre que vendrá dado por la unión de nubes, este error ha de ser inferior a 1/100.000 parte de la longitud del itinerario. Los equipos deberán tener unas especificaciones técnicas no inferior a:

- Precisión a 150 metros de distancia: 3,5 mm
- Precisión angular: 8"
- Alcance dinámico del compensador  $\pm 6'$

La densidad de las nubes dependerá de la zona de observación, en función del nivel de detalle necesario para la definición de los elementos objeto del proyecto. Según el caso se podrán combinar distintas densidades en la planificación del levantamiento (por ejemplo: exterior, interior y equipos) que deberán estar siempre relacionadas con la escala a la que se desea trabajar.

Se aplicarán con carácter general las siguientes densidades:

- Exterior: resolución de 25 mm (aristas y puntos de encuentro: 10 mm)
- Interior: resolución de 10 mm
- Equipos (tanto de exterior como de interior): resolución de 10 mm

Todo punto de la nube deberá tener asociada información de color obtenida mediante fotografía de alta calidad realizada bajo condiciones adecuadas de iluminación. Con el tratamiento de estas imágenes se compondrá un modelo fotorrealista sobre el que se pueda observar el objeto en todas las direcciones, 360° y efectuar mediciones sobre dichas fotografías.

Deberán realizarse un mínimo de 3 dianas/emplazamientos, y no deberán existir zonas de sombra o ruido, siendo necesario un postratamiento de las nubes de puntos para eliminar dicho ruido.

A partir de las imágenes láser obtenidas en el escaneado se generará una malla digital

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 34 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

en tres dimensiones de la superficie escaneadas. La resolución de la malla deberá ser centimétrica (entre 1 y 5 cm) y con una precisión de  $\pm 1$  mm.

Los trabajos desarrollados deben dar lugar a los siguientes productos entregables:

- Nube de puntos obtenida directamente del escaneado láser. Se entregará una única nube de puntos, o varias si así se solicita, que incluirá la información de color obtenida de la fotografía HD simultánea al escaneado. Las nubes de puntos se entregarán en formato estructurado compatible con Autodesk ReCap o similar con licencia gratuita, además de en formato ASCII con los campos X, Y, Z, RGB. En el caso que la nube de puntos obtenida sea superior a 60Gb, se deberá entregar, a parte de la nube completa, un troceado de la misma de acuerdo al criterio de fraccionamiento del Director de Proyecto.
- Modelo fotorrealista de la zona de estudio. Generado a partir de las nubes de puntos y fotografías de alta resolución en visión 360. El consultor proporcionará un visualizador para la presentación de estos modelos. Preferentemente se utilizará un visualizador de software libre o con licencia de uso gratuito. El visualizador deberá disponer de capacidades para ajustar de forma dinámica el punto de vista, ángulo, zoom, distancia focal, etc.; visualización selectiva de capas de información, y capacidad para medir distancias entre puntos de la imagen 3D.
- Malla digital en tres dimensiones. Se realizará una entrega por cada elemento. La resolución de la malla deberá ser de entre 1 y 5 cm, y la precisión de  $\pm 1$  mm. Al igual que en el apartado anterior, se proporcionará un visualizador para la presentación de los modelos de malla 3D. Preferentemente se utilizará un visualizador de software libre o con licencia de uso gratuito. El visualizador deberá disponer de capacidades para ajustar de forma dinámica el punto de vista, ángulo, zoom, distancia focal, etc.; visualización selectiva de capas de información, y capacidad para medir distancias entre puntos de la Imagen 3D. Adicionalmente, a petición de la dirección del proyecto, se entregarán las mallas 3D en formato compatible con AutoCad.

En el caso de trabajos relativos a líneas piezométricas donde el grado de precisión debe ser máximo, se deberá realizar la revisión de la nube de puntos mediante topografía con estación total, de forma que ésta última valide la anterior.

Los formatos de entrega, y software necesario para su tratamiento, visualización y edición deberá ser libre, de otra forma, se proporcionará una licencia de uso por tiempo ilimitado a nombre de CABB para todos los productos necesarios para la explotación de los datos entregados. La utilización de todos los productos software que requieran licencia, deberá ser autorizada por la Dirección del Proyecto del CABB.

Se presentará un informe final de las tareas realizadas, posibles incidencias, resumen y

|                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa<br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 35 de 95</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

grado de fiabilidad de los resultados obtenidos en cada una de las fases, conclusiones y recomendaciones

A la hora de realizar la representación gráfica de los datos topográficos se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Red de coordenadas

Las intersecciones de las abcisas y ordenadas de la cuadrícula se dibujarán con una exactitud tal que su posición no se separará de la correcta en más de dos décimas de milímetro (0,2 mm) cubriendo todo el plano.

b) Curvas de nivel

Las curvas de nivel se dibujarán con una equidistancia de medio metro, resaltando su trazado cada diez curvas.

En aquellas zonas donde la pendiente del terreno supere el 30%, se dibujarán las curvas de nivel con una equidistancia de un metro, resaltando su trazado cada cinco curvas.

En las zonas en que no se aprecie bien la configuración del terreno se emplearán los signos correspondientes, como desmonte, terraplén, etc.

c) Planimetría

se representarán en la Planimetría todos los detalles identificables a escala con tamaño mínimo de 1 mm. Se dibujará el contorno de los edificios en su pie.

Se representarán todos los elementos singulares como: carretera, pista, hito kilométrico, línea de alta o baja tensión, línea telefónica, puente, río, arroyo, embarcadero, puerto, etc.

d) Toponimia

Simultáneamente al levantamiento de campo se procederá a recoger la toponimia de la zona (accidentes geográficos, parajes, nombres de caseríos, etc.) tanto euskera como en castellano.

Se tendrán en cuenta, a efectos de simbología de las afecciones, las especificaciones del Catálogo de símbolos cartográficos del Instituto Geográfico Nacional.

## **5.10. ANEJO N°10 - Geología y Geotecnia**

El anejo de geología y geotécnica será obligatorio para todos los proyectos, en

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 36 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

cumplimiento del Art. 233 de la LCSP, salvo que ello resulte incompatible con la naturaleza de la obra. Si el autor del proyecto no considera necesaria la elaboración de sondeos o cálculos específicos, deberá indicarlo –de manera justificada- en este anejo.

En los proyectos para los cuales no se disponga información geológica suficiente, el Jefe de Proyecto propondrá al Director de Proyecto un Plan de reconocimiento del terreno.

Una vez aceptado y confirmado el Plan de reconocimiento citado, o en su defecto, modificado y ajustado conforme a los criterios de la Dirección del Proyecto, el Jefe de Proyecto se encargará de llevarlo a cabo en el plazo previsto.

Como resultado de los trabajos desarrollados, se deberá incluir y desarrollar en el anejo la siguiente información:

- a) Información de partida: se deberá detallar y adjuntar la información de partida utilizada para el desarrollo del estudio geotécnico correspondiente. Esta información podrá corresponder tanto a mapas geológicos como a campañas geotécnicas previas o datos disponibles de otras obras.
- b) Campaña geotécnica realizada: se detallará la campaña geotécnica llevada a cabo, como complemento a la información previa disponible, y los ensayos realizados.
- c) Estudio geológico: como resultado del análisis de la información disponible y las campañas llevadas a cabo, se desarrollará el estudio geológico de la zona de actuación, en el que se deberá incluir:
  - Marco geológico: a partir de los mapas geológicos.
  - Litología y estratigrafía: a partir de los mapas y resultados de campaña.
  - Análisis de riesgos sísmicos, tectónica, geomorfología e hidrogeología de la zona.
  - Caracterización geotécnica de los materiales y el terreno: se incluirán los resultados de las testificaciones y ensayos llevados a cabo en la campaña geotécnica. En concreto:
    - Se incluirán todos los datos de los registros de sondeos, con indicación de niveles freáticos, incidencias (pérdidas de agua, etc.) con su interpretación geotécnica.
    - Los testigos serán fotografiados en color siendo éstos últimos colocados en el interior de sus correspondientes cajas, con indicación de las profundidades de perforación y/o excavación, a que corresponden los diferentes estratos encontrados, siendo debidamente guardados para su posterior incorporación a la litoteca del Consorcio.
    - Los puntos de terreno donde se hayan realizado los diferentes

sondeos, etc., serán definidos topográficamente por coordenadas (x, y, z) y se representarán sobre plano.

d) Conclusiones y condicionantes: En este apartado se definirán todas aquellas cuestiones que, de una forma determinante y como resultados del análisis geotécnico del terreno, van a condicionar los sistemas constructivos a emplear en el presente Proyecto. Así, se definirán, entre otros, los siguientes aspectos:

- Sistemas de sostenimiento a emplear en todo tipo de excavaciones (vaciados, zanjas, pozos...), así como los sistemas de agotamiento y/o rebajamiento del nivel freático a utilizar en estos casos.
- Previsión y prevención de daños que pudieran producirse en las edificaciones próximas como consecuencia de la ejecución de las obras. Sistema de auscultación.
- Soluciones concretas para salvar los posibles accidentes geológico-geotécnicos que aparezcan en la zona afectada por la obra.
- Estudio de permeabilidad de los terrenos a atravesar.
- Tratamientos complementarios (inyecciones, jet-grouting, etc)
- Sistemas de cimentación a emplear en el diseño de las estructuras definidas en el proyecto.
- Estudio de estabilidad de desmontes y terreplenes.

De cara al desarrollo de la campaña geotécnica complementaria, se deberá tener en cuenta lo siguiente:

#### Condiciones de realización de los sondeos mecánicos

Las condiciones técnicas que deberán cumplir los sondeos mecánicos son las siguientes:

- 1) Los sondeos se realizarán con un diámetro final no inferior a 76mm y no superior a 125mm
- 2) Los sondeos se realizarán a rotación con tubo doble, obteniéndose una recuperación de testigo del 100%.
- 3) El sistema de perforación será mediante agua, realizándose, asimismo, una prueba de permeabilidad a la presión atmosférica en cada parada para la extracción del varillaje.
- 4) La sonda deberá ser del tipo adecuado para que pueda perforar indistintamente en suelos y roca. La sonda dispondrá de trípode o pluma que permita la extracción de varillaje en tramos de 3 m. de longitud.
- 5) Los elementos de perforación empleados tendrán el diámetro necesario para permitir

la toma de muestras: 85mm. como mínimo en suelos. La perforación en roca se hará con un diámetro de 76mm.

- 6) El equipo dispondrá de los elementos necesarios para entubar el sondeo del diámetro especificado anteriormente. Las tuberías de revestimiento serán de acero.
- 7) El equipo dispondrá del tipo de toma muestras necesario para obtener muestras inalteradas de un diámetro mínimo de 62mm.
- 8) El equipo dispondrá de coronas de carburo de tungsteno y diamantes en cantidad suficiente para evitar paralizaciones en los sondeos.
- 9) El equipo dispondrá del suficiente material para limpieza de la perforación.

Aparte de lo anteriormente especificado, el equipo dispondrá de todos los materiales precisos para la ejecución de cuantas maniobras ordene la Administración durante la realización del sondeo.

La recuperación de testigos será superior al 80%, es decir, de un metro de sondeo realizado no se admitirán testigos inferiores en longitud a 80 cm. excepto en los casos excepcionales en que la Administración considere que no es físicamente posible esta recuperación. No se abonarán sondeos cuyo porcentaje de testigo sea inferior al 80% debiéndose repetir el sondeo en un punto próximo.

Los sondeos se deben dejar abiertos, con una pequeña cimentación de hormigón y un tapón, así podrán servir para posteriores comprobaciones de niveles freáticos.

Con estos sondeos se intentará cortar el mayor número de estratos posibles, pudiendo entonces tener una inclinación máxima de 45% sin que suponga un aumento de presupuesto.

Los sondeos deberán ser supervisados por un técnico especialista, el cual hará una descripción detallada de los testigos extraídos, indicando como mínimo lo siguiente:

- R.Q.D.
- Frecuencia y separación de juntas
- Características de las mismas
- Presentación y tipo de los materiales de relleno
- Grado de alteración de la roca, oxidaciones, etc.
- Medida de la esquistosidad o estratificaciones
- Admisión de agua durante la perforación

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 39 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

En el precio del metro de sondeo están incluidos los costos debidos a los siguientes conceptos:

- Perforación en cualquier tipo de terreno (suelos, rellenos, gravas, roca, etc.), con los medios precisos en cada caso y a cualquier profundidad.
- Suministro de agua durante la perforación.
- Tubo ranurado de PVC.
- Tapa del sondeo.
- Caja porta-testigos de madera
- Supervisión y testificación por técnico superior especializado, con la documentación correspondiente.
- Indemnización al propietario del terreno necesario a ocupar, cuya tramitación correrá por cuenta del Adjudicatario.

#### Condiciones de realización de las calicatas

Las calicatas se realizarán por medio de máquina retro-excavadora, con suficiente potencia para arrancar, hasta una profundidad mínima de 4 metros, todo suelo y roca meteorizada.

El técnico especialista que supervisará cada calicata, hará una descripción detallada de la misma, indicando como mínimo:

- Situación en planta y alzado.
- Tipo de materiales encontrados y espesor de cada uno de ellos.
- Profundidad de roca sana, grado de meteorización y sus características.
- Situación del nivel freático, aportación de agua y permeabilidad del terreno.

Además, se realizarán al menos tres mediciones de resistencia de densidad con el penetrómetro Geotester y se tomarán las muestras necesarias para la perfecta identificación del subsuelo (al menos una).

Una vez acabada la calicata, se volverá a tapar con los materiales extraídos, cubriéndola con tierra vegetal y dejando el terreno lo más parecido posible al terreno primitivo. Para ello se retirará inicialmente la tierra vegetal, separándola del resto de material a extraer.

Dentro del precio de la calicata, están incluidas todas las operaciones necesarias y medios precisos:

- Traslado y movimiento de la máquina a cada emplazamiento.
- Ejecución de la excavación separando la tierra vegetal.
- Testificación, mediciones de resistencia y toma de muestras.
- Relleno cuidadoso de la cata y acabado con la tierra vegetal.
- Indemnizaciones y permisos de los propietarios para la ocupación del terreno,

|                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa<br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 40 de 95</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

siendo por cuenta del Adjudicatario la tramitación necesaria para dicha ocupación.

## **5.11. ANEJO N°11 – Ensayos efectuados**

Descripción de los ensayos efectuados (plantas piloto, jar test, sobre materiales...), indicando todos los detalles relativos a su objetivo, desarrollo y conclusiones (art. 127 del RGCAP).

## **5.12. ANEJO N°12 - Cálculos estructurales y mecánicos**

Se realizarán cálculos de todos los elementos que así lo requieran. Estos serán claros, definiendo los datos de partida, hipótesis (cargas), cálculo y resultados.

Se definirá por completo cada estructura proyectada incluyendo cuantos cálculos fueran necesarios para garantizar su estabilidad a lo largo de toda su vida útil -incluyendo las fases del proceso constructivo- en base a la normativa y documentación técnica vigente, entre la que se encuentra la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE), Instrucción de Acero Estructural (EAE) y el Código Técnico de Edificación (CTE). Toda esta documentación quedará reflejada en el capítulo *Normas y referencias* de la Memoria.

En aquellas estructuras que lo precisen, se diseñará un plan de conservación y mantenimiento con el objetivo de asegurar su buen funcionamiento durante su vida útil, y evitar la reducción de ésta. Asimismo, se tendrá en cuenta la posibilidad de sustitución de apoyos en las estructuras.

El redactor de este anejo dejará constancia expresa del método de cálculo adoptado, de las hipótesis simplificativas que se hagan, así como de las acciones de cálculo, características y propiedades de los materiales a emplear, estos últimos aspectos, recogidos del Anejo *Datos básicos. Criterios de diseño y funcionamiento*.

El técnico especialista podrá ser requerido en cualquier momento del proceso del proyecto y de la obra para la justificación de cualquier punto del mismo.

Los cálculos se presentarán de manera clara y ordenada, haciendo posible su confrontación y revisión. Irán acompañados de cuantos croquis y esquemas que sean necesarios para facilitar su exposición y para la identificación del elemento que se calcula. Los resultados serán fácilmente comprensibles, incluyendo unidades e interpretación de signos. Se analizarán dichos resultados, acompañando siempre que sea conveniente diagramas de esfuerzos o tensiones.

Se incluirá la comprobación con resultados obtenidos por métodos simplificados.

Se detallará el nombre y la versión del programa informático empleado, así como su desarrollador, reflejándolo en el capítulo *Normas y referencias* de la Memoria. Se debe explicar con claridad la salida del programa y sus conclusiones, y debe haber coherencia entre estas y los planos del anejo. La copia digital del proyecto incluirá el archivo del cálculo realizado con la extensión correspondiente al programa empleado.

Se realizará el cálculo mecánico de las distintas tuberías que componen el proyecto (acero, hormigón, fundición dúctil...), debiéndose definir los datos de partida, hipótesis, cálculo y resultados. Además, se incluirán los cálculos de todos los elementos auxiliares de las tuberías, como macizos de anclaje y anclajes verticales, horizontales y macizos de cámaras, arquetas, pozos, aliviaderos, etc.

En casos de ejecuciones singulares se describirá el procedimiento constructivo, por fases, acompañado de planos tipo viñetas con croquis que lo desarrollen. Para una mejor definición de estos elementos (hincas por ejemplo) se pedirá asesoramiento u ofertas en su caso, a empresas especializadas en los trabajos a realizar.

### **5.13. ANEJO Nº13 - Cálculos hidráulicos**

Se realizarán en este anejo cuantos cálculos hidráulicos sean precisos para dimensionar correctamente tanto los colectores como cualquier parte de una instalación de tratamiento de aguas (decantador, tratamiento biológico), prestando especial atención al cálculo de la línea piezométrica de todo el proceso.

Se explicitará el método y proceso de cálculo seguido, detallando tanto los datos introducidos como los resultados obtenidos.

Ha de incluir como mínimo:

- 1) En conducciones o canales:
  - Dimensionamiento diámetro interior del tubo especificando su rugosidad o dimensiones de canales.
  - Línea piezométrica.
  - Esquema general del sistema hidráulico (con cotas, depósitos, embalses y demás elementos).
  - Cálculo del Golpe de Ariete en instalaciones a presión y de resaltos hidráulicos en instalación en canal (especialmente en puntos de entrega a cauce)
  - Simulación de la red con algún programa informático (Epanet o similar)
- 2) En redes de saneamiento se deberá garantizar el cumplimiento de los criterios de Autolimpieza:

- Objetivo: Evitar la acumulación de sedimentos en las conducciones, dado que aparte de la reducción de sección estas acumulaciones generan proliferación de biofilm que consume el oxígeno del agua aumentando su septicidad y generando sulfhídrico y olores.
  - Criterio: Se debe garantizar un arrastre de partícula de arena (densidad: 2.5) de un diámetro de 2mm, considerando un régimen turbulento rugoso, con el caudal medio, de forma que se garantice que este es un caudal que diariamente se supera durante un periodo suficiente para producir el arrastre de las partículas.
  - Procedimiento de cálculo: Al determinar la velocidad que genera un caudal al circular por un colector se tendrá en cuenta la fórmula de Manning considerando la variabilidad de los parámetros en función del calado.
  - Criterio Mínimo: En el caso que el dimensionamiento del colector por criterio de diámetro mínimo implique que no se produce la auto limpieza, deberá determinarse cuál es el caudal que si la produce para ese colector y validar la posibilidad de que se supere diariamente durante al menos el doble del tiempo que tarda dicho caudal en recorrer el colector. En caso contrario se debe estudiar la posibilidad de disponer cámaras de descarga u otros elementos de limpieza
  - Criterio erosionabilidad: se deberá tener en cuenta el posible desgaste acelerado de la conducción por alta velocidad. Se aplicará el número de Froude tomando como consideración que debe ser inferior a 3 en tuberías de hormigón e inferior a 5 en tuberías plásticas.
- 3) En las instalaciones de la estación de tratamiento de agua y tanques de tormenta:
- Línea piezométrica en todas las instalaciones de la planta para caudales medios, puntas y máximos.
  - Caudales, velocidades, tiempos de retención medios y máximos en las instalaciones.
  - Cálculo del alivio, vertederos, de desagües en condiciones de funcionamiento normal (caudal medio) y en extraordinarias en que la conducción lleva el máximo caudal posible.
- 4) En bombeos:
- Punto de diseño (caudal, altura manométrica)
  - Curva característica
  - Potencia mecánica máxima consumida por la bomba.
  - Dimensionamiento de colectores
  - Comprobación NPSH en aspiración
  - Diseño toma de aspiración
  - Elementos protección antiarriete y para grupo de presión (impulsión: calderines)
  - Datos de referencia de la bomba seleccionada.

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 43 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

- Datos de referencia del calderín seleccionado u otro elemento antiarriete.

En los cálculos hidráulicos se incluirá un plano de líneas piezométricas, en el que se resuman: presiones máximas, mínimas, si existen saltos por válvulas, o elevaciones y de las presiones nominales PN de la conducción.

### **5.14. ANEJO Nº14 – Calculo y dimensionamiento de proceso y de los elementos proyectados**

El presente anejo, tiene por objeto dimensionar el conjunto de equipos y elementos electromecánicos que conforman las diferentes líneas/unidades de proceso correspondientes a la planta de tratamiento/bombeo/depósito/instalación de agua potable/residual proyectada.

Se detallará en primera instancia una base teórica del funcionamiento de cada equipo, para posteriormente pasar al cálculo, diseño y definición en función de las necesidades del proyecto a acometer

Se deberá tener en cuenta los parámetros fundamentales de la instalación y del proceso, para así seleccionar el que mejor se ajusta al proyecto. El buen funcionamiento dependerá de la correcta selección de estos equipos.

Los mismos, deberán definirse en cuantos aspectos sean necesarios para la correcta justificación de los elementos adoptados:

- Dimensiones, Volúmenes, Materiales, ...
- Rendimiento, Alimentación, Potencia absorbida, ...
- Consumo de reactivos, aire, agua, ...
- Caudal, Velocidad de paso, sección, diámetro, longitud, ...
- Tiempos de retención, Concentración, ...
- Etc.

Asimismo, se procederá a la selección y dimensionamiento de los tipos de reactivos que se utilizarán: químicos, biológicos, concentraciones, dosificaciones, etc...

Se incluirán los diagramas de flujo y de proceso necesarios para la correcta definición de las distintas líneas y unidades de proceso.

Se incluirán los cálculos que han servido para el dimensionamiento de todos los equipos,

líneas y unidades de proceso, así como se mencionarán explícitamente todos los modelos y las expresiones teóricas o empíricas utilizadas, de forma que cualquier persona distinta al autor del proyecto pueda efectuar un proceso de redimensionamiento, modificando alguna de las variables.

### **5.15. ANEJO Nº15 – Diseño arquitectónico**

Se deberá presentar una propuesta arquitectónica para los edificios así como para la urbanización del entorno de la obra, de forma que resulte integrada en la ubicación. Dicha propuesta estará suscrita por arquitecto o un arquitecto técnico de solvencia contrastada.

La propuesta arquitectónica incluirá definición de la cuenca visual del elemento, así como vistas del nuevo elemento desde los contornos de la actuación así como desde los puntos más singulares de su cuenca visual (estos son al menos los puntos de interés (LIC, ZEC, bordes de ribera, puntos altos, núcleos habitados, etc)

Una vez aprobada por la Dirección del Proyecto, tras incluir las modificaciones que la misma considere oportunas, será desarrollada a nivel de Proyecto constructivo, dejando claramente descritos y valorados los materiales y demás elementos auxiliares a utilizar.

El diseño arquitectónico posibilitará la sostenibilidad y el respeto medioambiental en todo el ciclo de vida del edificio con la aplicación del mayor número posible de medidas medioambientales definidas en la Guía de la Edificación Sostenible para edificios industriales (Ihobe).

En el caso de deber cumplir el CTE, se realizará la calificación ambiental del edificio proyectado según la metodología de la citada Guía, presentando toda la documentación acreditativa del cumplimiento de las medidas.

Así mismo, en el proyecto de urbanización se incluirá la aplicación del mayor número posible de medidas medioambientales definidas en la Guía para el Desarrollo sostenible de los proyectos de urbanización (Ihobe).

En el caso de diseño de edificios y otras construcciones hay que evitar elementos con los que puedan colisionar las aves (elementos reflectantes o demasiado transparentes).

### **5.16. ANEJO Nº16 - Ventilación y desodorización**

En obras de abastecimiento, como depósitos, bombeos, salas de válvulas, arquetas,... se estudiará el esquema general de ventilación a aplicar para evitar condensaciones y

humedades que pudieran perjudicar a la durabilidad del hormigón, ... Del mismo modo, deberán estudiarse especialmente los edificios de reactivos.

En obras de saneamiento, se estudiará el esquema general de ventilación a aplicar en las instalaciones con emisión de olor (colectores, bombeos, EDARs), así como en los edificios de proceso. Se considerarán las condiciones de contorno existentes (características de la red, orográficas, urbanísticas, sociales, laborales...), de cara al impacto que dichas instalaciones pueden tener en el medio urbano y en las condiciones de trabajos del personal encargado de las labores de explotación y mantenimiento.

En interceptores La ventilación persigue evitar la corrosión de las conducciones de saneamiento, principalmente de hormigón. Por tanto, se deberá evitar las condiciones anaerobias en los colectores (Oxígeno disuelto en el agua < 2 mg/l.) dado que son estas condiciones las que implican generación de sulfhídrico. Por tanto el sistema de ventilación consistirá en la renovación de la atmósfera interna por efecto del tiro natural producido por el viento (efecto Venturi) a través de una serie de elementos exteriores especiales conectados a dicho Interceptor (chimeneas de extracción y puntos de toma de aire).

Se estudiarán y proyectarán con detalle cada uno de los distintos elementos de ventilación tales como columnas de extracción, elementos de toma de aire, conductos y pasamuros, etc., así como su distribución a lo largo del trazado. Se podrá tener en cuenta lo establecido en el “Estudio de Ventilación natural de colectores de Saneamiento” del CABB que, en su momento, se pondrá a disposición del proyectista. En todo caso se tendrán en cuenta los siguientes criterios mínimos.

Consideraciones a tener en cuenta:

Considerando que la concentración de saturación de oxígeno en agua pura a 20° C y 760 mm. aire es 9,195 mg/l. se recomienda procurar que el aire presente en los colectores presente al menos una concentración de oxígeno superior al 65% de la concentración del mismo en la atmosfera, dado que a través del intercambio en la interfaz de contacto se considera un indicador adecuado.

Se debe calcular esta situación teniendo en cuenta el tipo de sistema de ventilación a instalar, la distribución horaria del viento y velocidad del viento así como el número continuado de días de calma, los factores estacionales de temperatura, la evolución de los caudales en colector.

En conducciones se establece como criterios:

- No disponer más de 3000 m sin sistema de entrada de aire, y entre cada dos puntos de entrada de aire debe existir un punto de salida.
- Las chimeneas tendrán un diámetro de 0,30 m , una conducción máxima de 30m y los quiebros tendrán al menos un radio de 3 diámetros.
- Cuando no se pueda instalar la chimenea de extracción en el punto medio del tramo a ventilar, se colocará aguas abajo del mismo para el que flujo de aire en el tramo más largo se vea favorecido por el arrastre del líquido.
- Se procurará colocar las chimeneas de extracción en los pozos de resalto para eliminar el SH2 que se desprende de aquellos.
- Se procurará instalar las chimeneas en puntos altos en los que presumiblemente la velocidad del aire será mayor.
- En los puntos de extracción cuyo impacto en emisión de olor sea susceptible de afección a terceros será necesario estudiar la posibilidad de su desodorización.

En el resto de instalaciones de saneamiento, depuradoras, bombeos, tanques de tormenta... se estudiará el confinamiento específico de cada uno de los focos de olor, considerando las afecciones a:

- Operación
- Limpieza
- Mantenimiento
- Toma de muestras
- Seguridad (incluyendo rescatabilidad)
- Consumo energético
- Impacto visual

Se definirán las correspondientes redes de ventilación (forzada o natural), determinando los puntos de entrada y salida de aire de la misma de modo que se garantice la renovación de todos los espacios, evitando zonas muertas. Los caudales a impulsar o aspirar en cada punto se determinarán en función de la emisión de olor y contaminantes de cada foco, evaluando las necesidades según la presencia temporal o permanente de trabajadores en cada zona. Los conductos de impulsión y/o aspiración se dimensionarán determinando las pérdidas de carga del sistema según la norma ASHRAE. Se detallarán cuidadosamente todos los equipos y mecanismos necesarios para su completa definición: ventiladores, válvulas, aislantes acústicos, rejillas, purgas, pasamuros, etc.

Se estudiarán los sistemas de desodorización más adecuados atendiendo al caudal a tratar, concentración de contaminantes a la entrada y los objetivos de emisión a alcanzar, definiendo sus especificaciones y equipos auxiliares.

En el caso de focos de emisión a la atmósfera (salidas de equipos de desodorización,

escapes de grupos electrógenos, calderas...) hay que prever un conducto suficientemente recto y libre de perturbaciones, donde practicar dos picajes y poder medir caudal y tomar muestras, de acuerdo a las instrucciones técnicas del GV.

Se elaborará un plano de *Clasificación de zonas*, ubicado en su apartado correspondiente del *Documento nº2 Planos*, con el fin de aplicar la normativa correspondiente a las instalaciones eléctricas, de ventilación e incendios.

## **5.17. ANEJO Nº 17 - Instalaciones eléctricas**

Para el desarrollo de este anejo deberá seguirse la Especificación Técnica, Eléctrica, de Control, Comunicaciones y Visualización de las instalaciones del CABB

### **5.17.1. Memoria**

La memoria del anejo incluirá los siguientes puntos:

- Objeto
- Descripción de las instalaciones
- Clasificación de las instalaciones
- Normativa a aplicar
- Potencia instalada. Coeficiente simultaneidad
- Punto de conexión. Condiciones Compañía Suministradora
- Características de la red de alimentación
- Instalaciones de MT:
  - Acometida eléctrica: Aérea o subterránea y sus características.
  - Centro de transformación: Ubicación, accesos, características del local, características de equipos, ventilación, etc...
- Instalaciones de BT:
  - Acometida eléctrica
  - Caja General de Protección y Medida
  - Línea General de Alimentación
  - Contadores o Equipos de Medida
  - Derivaciones Individuales
  - CGBT: Características generales.
  - CCM: Características generales.
  - Cuadros Parciales o Secundarios: Características generales.
  - Protección contra sobrecargas y cortocircuitos
  - Protección contra contactos indirectos
  - Distribución de las instalaciones: Canalizaciones, conductores, etc...

- Fuerza: Receptores, cajas tomacorrientes, etc...
- Alumbrado: Alumbrado normal, alumbrado emergencia
- Compensación de energía
- Justificación sistema de distribución de neutro adoptada
- Instalación de tierras: Recomendaciones UNESA.

### **5.17.2. Cálculos**

Se realizarán todos los cálculos que reflejen los reglamentos de aplicación que correspondan:

- Media Tensión
  - Línea aérea de media tensión: Cálculos mecánicos y cálculos eléctricos.
  - Línea subterránea de media tensión y cálculos eléctricos.
  - Centro de transformación: Intensidades de AT y BT, cortocircuitos, puesta a tierra, ventilación, etc..
- Baja Tensión
  - Justificación de potencias
  - Cálculos de Intensidades
  - Cálculos Caídas de Tensión
  - Cálculos Cortocircuito
  - Elección del conductor
  - Estudio de selectividad
  - Cálculo de compensación de energía reactiva
  - Cálculos Iluminación

### **5.17.3. Planos**

En este apartado se definen el tipo de planos eléctricos que debe incluir el proyecto. No obstante, todos los planos que se elaboren irán ubicados en el *Documento nº2 Planos* en su apartado correspondiente.

Se elaborarán planos específicos de:

- Clasificación de zonas
- Acometida eléctrica
  - Punto de conexión
  - Situación instalaciones
  - Trazado aéreo: Apoyos, servidumbres, distancia de seguridad
  - Trazado subterráneo: Canalizaciones, arquetas, cuadro de fusibles, cuadro de medida, etc...
- Centro de transformación: Dimensiones, disposición de equipos, canalizaciones,

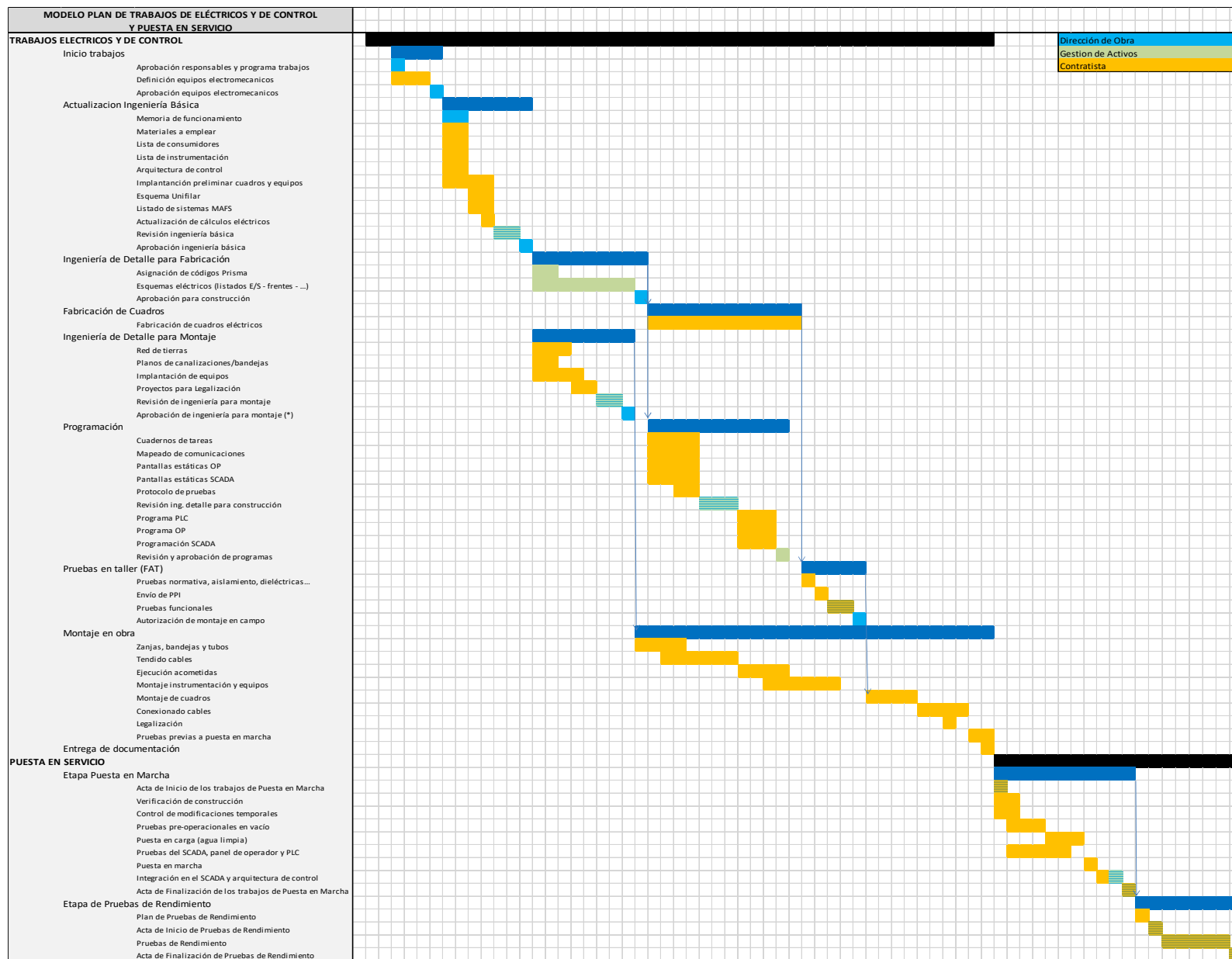
|                                                                                                                                                                     |                                                                                                 |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TRABAJO:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(PE-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 49 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

sistema de tierras, etc...

- Canalizaciones: Trazados, dimensiones, etc.
- Cuadros eléctricos y receptores: Plano de implantación de equipos
- Esquemas eléctricos:
  - Frente de los cuadros eléctricos.
  - Unifilares de fuerza y mando
- Puestas a tierra

#### **5.17.4. Programa de trabajos y presupuestos**

Se desarrollará un programa de trabajos específico, de acuerdo al modelo, para todas las tareas eléctricas que deban desarrollarse en la fase de construcción y se integrará en el Programa de trabajos general de la obra.



|                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa<br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 51 de 95</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

El presupuesto de los trabajos específicos para control y telemando se desarrollará de acuerdo a este índice:

**a. Alta Tensión:**

- i. Acometida eléctrica (Suministro, montaje, tendido y mano de obra):
  1. Aérea (Apoyos, cimentación (obra civil), cable,...)
  2. Subterránea (Canalización subterránea (obra civil), cable,...)
- ii. Centro de Transformación (Suministro, montaje y mano de obra):
  1. Caseta in situ, caseta prefabricada, Centro de Transformación compacto (CTC).
  2. Celdas de protección.
  3. Transformador.
  4. Cableado conexionado celdas-transformador (Puentes MT, etc...).
  5. Cuadro General de Baja Tensión (CGBT).
  6. Ventilación.
- iii. Red de tierras AT (Suministro, montaje, instalación y mano de obra):
  1. Electrodo de puesta a tierra (Picas de puesta a tierra, accesorios (arquetas, etc...), conectores para picas, malla, placa de puesta a tierra y pata de ganso).
  2. Conductores (Redondos, planos, trenzas, etc...)
  3. Conexión para conductores redondos y planos:
    - a. Accesorios de fijación (Grapas de apriete, arandelas y soportes, terminales, fijaciones verticales/ horizontales/para tejados)
    - b. Enlaces equipotenciales (Barras perforadas, sólidas de cobre, de equipotencialidad, bridas y anillos de apriete)
  4. Soldadura aluminotérmica.
- iv. Derechos de extensión (Cuota de acceso y derecho de enganche, según potencia a contratar).
- v. Trabajos de Iberdrola (Derechos de supervisión, etc...).
- vi. Proyecto de Alta Tensión.
- vii. Proyecto de Línea de Alta Tensión (Aérea o Subterránea).
- viii. Proyecto del Centro de Transformación de Alta Tensión.

**b. Baja Tensión:**

- i. Acometida eléctrica (Suministro, montaje, tendido y mano de obra):
  1. Aérea (Apoyos, cable,...)
  2. Subterránea (Canalización subterránea, cable,...)
- ii. Caja General de Protección y Medida (Suministro, montaje y mano de obra).
- iii. Línea General de Alimentación:
  1. Canalización subterránea, arquetas,..
  2. Cable (Suministro, montaje, tendido y conexionado).
- iv. Contador o Equipo de Medida.
- v. Derivación Individual:
  1. Canalización (Suministro, montaje y mano de obra):
    - a. Subterránea (Zanja, arquetas,...).
    - b. Bandeja de PVC.

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 52 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

2. Cable (Suministro, montaje, tendido y conexionado).
- vi. Centro de Control de Motores (CCM).
  1. Envolvente (incluida placa de montaje, canaletas, tornillería, etc...)
  2. Protecciones y alimentaciones eléctricas:
    - a. Protección General.
    - b. Alimentaciones y protecciones motores (Esquemas tipo CABB).
    - c. Variadores de Frecuencia (incluidas las pasarelas comunicación VF y AE).
    - d. Arrancadores estáticos (incluidas las pasarelas comunicación VF y AE).
    - e. Alimentaciones a Feeders.
    - f. Incluidos borneros, cableado interior, pequeño material y etiquetado de identificación maniobras (Frente y parte posterior de cada columna del cuadro y apartamentada eléctrica)
  3. Control (Si está incluido dentro del CCM):
    - a. Interruptores de protección (de 230 Vc.a. y de 24 Vc.c.), fusibles electrónicos, etc...
    - b. PLC, bastidor, tarjetas de comunicación y de E/S.
    - c. Fuente de alimentación 230/24, batería.
    - d. Switches.
    - e. Routers (Adsl, Tetra, GSM/GPRS, ..).
    - f. Convertidor FO/Cobre.
    - g. Avisador Telefónico.
    - h. Sistema de precableado (Interfaces, conectores, etc..).
- vii. Cuadros Parciales o Secundarios.
  1. Envolvente (incluida placa de montaje, canaletas, tornillería, etc...)
  2. Protecciones eléctricas:
    - a. Protección General.
    - b. Alimentaciones y protecciones circuitos
    - c. Incluido bornero, cableado interior, etc..
- viii. Canalizaciones interiores (Suministro, montaje y mano de obra):
  1. Bandeja PVC:
    - a. Bandeja.
    - b. Tapa.
    - c. Incluidas las uniones, tabiques (separadores), tapas finales, soportes y pequeño material (tornillos, cambios de dirección, etc...)
  2. Tubo PVC (Abrazaderas PVC, metálicas y pequeño material incluido).
  3. Bandeja metálica:
    - a. Bandeja.
    - b. Tapa.
    - c. Incluidas las uniones, soportes, y pequeño material (tornillos, cambios de dirección, etc...)
- ix. Conductores (Suministro, montaje, tendido, terminales, conexionado y etiquetado mangueras):
  1. Alimentaciones:

- a. Fuerza (Equipos y bases de enchufe/Cajas Tomacorrientes), Instrumentación y Tensiones seguras (24 Vcc, 48 Vcc, etc...).
  - b. Alumbrado normal y emergencia.
  - c. Varios.
- 2. Señales (Digitales y Analógicas).
- x. Cajas intermedias de conexión.
- xi. Toma corrientes:
  - 1. Bases de enchufe (mecanismos, bastidores, marcos, base, etc...).
  - 2. Cajas Tomacorrientes.
- xii. Alumbrado:
  - 1. Alumbrado normal:
    - a. Luminarias (Suministro, montaje y mano de obra).
    - b. Puntos de luz (Montaje y mano de obra):
      - i. Mecanismos (incluidos bastidores, marcos, teclas/tapas): Interruptores, pulsadores, conmutadores, etc..
  - 2. Alumbrado emergencia:
    - a. Luminarias (Suministro, montaje y mano de obra).
- xiii. Batería de condensadores:
  - 1. Batería Automática (Suministro, montaje, instalación y mano de obra).
  - 2. Batería Fija en Alta Tensión para Transformador (Suministro, montaje, instalación y mano de obra)
- xiv. Red de tierras BT (Suministro, montaje, instalación y mano de obra):
  - 1. Protección contra el rayo (Pararrayos con dispositivo de cebado, pararrayos, soportes, accesorios para bajantes)
  - 2. Electrodo de puesta a tierra (Picas de puesta a tierra, accesorios (arquetas, etc...), conectores para picas, malla, placa de puesta a tierra y pata de ganso).
  - 3. Conductores (Redondos, planos, trenzas, etc...)
  - 4. Conexión para conductores redondos y planos:
    - a. Accesorios de fijación (Grapas de apriete, arandelas y soportes, terminales, fijaciones verticales/ horizontales/para tejados)
    - b. Enlaces equipotenciales (Barras perforadas, sólidas de cobre, de equipotencialidad, bridas y anillos de apriete)
  - 5. Soldadura aluminotérmica.
- xv. Legalizaciones:
  - 1. Proyecto de baja tensión.
  - 2. Oca.
  - 3. Boletines puesta en marcha.
- xvi. Pruebas de puesta en marcha instalación.

## **5.18. ANEJO N°18 – Memoria de Funcionamiento, instalación de control y telemando**

La definición y diseño de la instalación de control y telemando será acorde al sistema

|                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa<br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 54 de 95</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

definido en la *Memoria de Funcionamiento*

Dicha memoria consistirá en una descripción exhaustiva de la operativa de funcionamiento de la instalación actual y futura, describiendo la lógica de control que permitirá programar, durante la fase de obra, los automatismos que controlarán la instalación.

Se explicitarán todas las maniobras de funcionamiento, así como los procesos a seguir ante los distintos fallos que puedan producirse. Se incluirán cuantos planos y esquemas sean precisos para la mejor definición de la misma.

Del estudio de esta memoria se deducirán cuantas medidas sean precisas implantar para la operación de la instalación en las adecuadas condiciones de seguridad, revisando y – en su caso- actualizando el estudio de seguridad y salud del proyecto.

En este anejo se incluirá:

- Memoria de funcionamiento
- Estudio de comunicaciones:
  - Fibra, Adsl, GPRS/GSM, Tetra, ...
  - Estudio de cobertura
  - Acometida: punto de conexión, canalizaciones (trazado y dimensiones), características del conductor
- Equipos a automatizar:
  - Relación de equipos: Motores, instrumentación, ...
  - Señales (equipo, tipo, número...)
- Cuadro de control, comunicaciones y visualización
  - Ubicación
  - Características generales
  - Hardware: control, comunicaciones y control
  - Software: control, comunicaciones y visualización
- Conductores: características generales

Para el desarrollo de este anejo deberán seguirse los Estándares para Telemando del CABB y la Especificación Técnica, Eléctrica, de Control, Comunicaciones y Visualización de las instalaciones del CABB

#### **5.18.1. Planos**

En este apartado se definen el tipo de planos de control y telemando que debe incluir el proyecto. No obstante, todos los planos que se elaboren irán ubicados en el *Documento nº2 Planos* en su apartado correspondiente.

|                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa<br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 55 de 95</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

Se elaborarán planos específicos de:

- Punto de conexión
- Trazado de acometida de telecomunicaciones
- Diagrama funcional de la instalación
- Arquitectura de control

#### **5.18.2. Programa de trabajos y presupuesto**

Se desarrollará un programa de trabajos específico para todas las tareas de control que deban desarrollarse en la fase de construcción y se integrará en el Programa de trabajos general de la obra, tal y como se indica en el Anejo Programa de trabajos.

El presupuesto de los trabajos específicos para control y telemando se realizará de acuerdo a este índice:

##### **a. Instrumentación**

xvii. Suministro, montaje, instalación y mano de obra:

1. Interruptores de nivel (Boyas).
2. Detectores de intrusión (Finales de carrera, Detectores de proximidad, etc...).
3. Detector de inundación.
4. Caudalímetros, sondas de nivel (Presostáticas, radar, etc...).
5. Etc...

xviii. Configuración equipos analógicos (Calibración, eliminación de ruidos, etc..)

##### **b. Control:**

xix. Cuadro de Control (Si este cuadro **no** está incluido dentro del CCM):

- a. Envolvente.
- b. Interruptores de protección (de 230 Vc.a. y de 24 Vc.c.), fusibles electrónicos, etc...
- c. PLC, bastidor, tarjetas de comunicación y de E/S.
- d. Fuente de alimentación 230/24, batería
- e. Switches.
- f. Routers (Adsl, Tetra, GSM/GPRS, ..).
- g. Avisador Telefónico.
- h. Pasarelas comunicación VF y AE.
- i. Sistema de precableado (Interfaces, conectores, etc..).

xx. Programación:

1. Comunicación:
  - a. Anillo de relés comunicables.
  - b. Switches.
  - c. PLC.
  - d. Routers (Adsl, Tetra, GSM/GPRS, ..).
  - e. Avisador Telefónico.
  - f. Relés comunicables.
  - g. VF o AE.

- h. Analizador de Redes.
- i. Pasarelas.
- 2. Reles comunicables:
  - a. Modificación Custom existente.
  - b. Custom nuevo.
- 3. Avisador telefónico:
  - a. Entrada/Salida digital.
  - b. Entrada/Salida analógica.
- 4. Programa PLC:
  - a. Entrada/Salida digital (cableada y comunicable).
  - b. Entrada/Salida analógica (cableada y comunicable).
  - c. Relé comunicable.
  - d. VF y/o AE.
  - e. Analizador de redes.
- 5. Panel operador:
  - a. Pantallas:
    - i. Generales (hidráulicas, comunicación, eléctricas, ventilación, etc...).
    - ii. Detalle (unidad, rearmes int, etc...).
  - b. Analizador de Redes (I, V, Pot activa, etc...).
  - c. Entrada/Salida digital (cableada y comunicable).
  - d. Entrada/Salida analógica (cableada y comunicable).
  - e. Relé comunicable.
  - f. VF y/o AE.
  - g. Modo degradado Relé comunicable:
    - i. Pantallas:
      - 1. Generales (hidráulicas, comunicación, eléctricas, ventilación, etc...).
      - 2. Detalle (unidad, rearmes int, etc...).
    - ii. Entrada/Salida digital (cableada y comunicable).
    - iii. Entrada/Salida analógica (cableada y comunicable).
- 6. SCADA:
  - a. Pantallas:
    - i. Generales (hidráulicas, comunicación, eléctricas, ventilación, etc...).
    - ii. Detalle (unidad, rearmes int, etc...).
  - b. Analizador de Redes (I, V, Pot activa, etc...).
  - c. Entrada/Salida digital (cableada y comunicable).
  - d. Entrada/Salida analógica (cableada y comunicable).
  - e. Relé comunicable.
  - f. VF y/o AE.
  - g. Generación nuevo objeto:
    - i. Pantalla gráfica.
    - ii. Programación objeto.
- xxi. Integración en PCC:
  - a. Pantallas nuevas a integrar:

|                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa<br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 57 de 95</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

- i. Generales (hidráulicas, comunicación, eléctricas, ventilación, etc...).
    - ii. Detalle (unidad, rearmes int, etc...).
  - b. Modificación pantallas existentes.
  - c. Prueba señales.
- c. Cable de comunicaciones:
  - xxii. F.O. (Suministro, montaje, instalación y mano de obra).
  - xxiii. Latiguillos de red (1m, 5m, etc...).
  - xxiv. Etc...
- d. Pruebas funcionamiento instalación:
  - xxv. Comunicaciones.
  - xxvi. Manual.
  - xxvii. Automático.
  - xxviii. Prueba señales (alarmas, eventos, etc..)
- e. Pruebas de rendimiento
- f. Estudio coberturas comunicaciones (TETRA, ADSL, GPRS/GSM, etc...)
- g. Estudio selectividad de protecciones (Alta y Baja Tensión).
- h. Generación documentación ingeniería de detalle (Esquemas eléctricos, cuaderno de tareas y Mapeados).

## 5.19. ANEJO N°19 - Equipos electromecánicos e instrumentación

En este anejo se describirán todos los equipos electromecánicos e instrumentación que se hayan definido a lo largo del desarrollo del proyecto.

Del estudio de todos estos equipos resultarán unas especificaciones técnicas propias de los mismos (características eléctricas, mecánicas, dimensionales, etc..., componentes, accionamientos, materiales, señales, comunicaciones, ...), las cuales serán determinadas en fichas de equipos según modelo normalizado del CABB e incluidas en el documento nº3 *Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares*, en virtud del carácter contractual del mismo.

Se elaborará un listado completo y un plano con la ubicación de los equipos en planta denominado *Implantación de equipos*, ubicado en su apartado correspondiente del *Documento nº2 Planos*.

## 5.20. ANEJO N°20 - Estudio de seguridad contra incendios

Se verificará el cumplimiento del edificio y/o de la instalación diseñada en lo referente al Código Técnico de Edificación y a la reglamentación en vigor de seguridad contra

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 58 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

incendios en los establecimientos industriales, así como la adecuación e implantación del sistema de control (tanto hardware como software) a lo ya instalado anteriormente o requerido por el CABB. Además de lo anterior, se deberá confirmar con el Director del Proyecto la necesidad de instalar sistemas de detección y extinción en cuadros de baja tensión.

Se basará en lo indicado en la “Guía técnica de PCI en instalaciones tipo más comunes del CABB”

Se deberá definir el recorrido de evacuación de la instalación según los criterios exigidos en las correspondientes normas de aplicación. El recorrido de evacuación, se representará en un plano de planta de la instalación indicando claramente en el mismo, el recorrido, su longitud máxima en metros, la ubicación de puertas de salida habitual, de emergencias y las situadas en el propio recorrido y la ubicación de todos los elementos de seguridad asociados, señalítica, extintores, pulsadores, etc...”

En el caso que el proyectista, y siempre de acuerdo a reglamentación vigente, considere no necesario un sistema de detección y/o extinción de incendios, deberá justificar en este anexo tal decisión.

Se elaborará siempre un plano de *Clasificación de zonas*, ubicado en su apartado correspondiente del *Documento nº2 Planos*.

## **5.21. ANEJO Nº21 - Estudio de emisión de ruido**

Estudio de la emisión acústica de los distintos elementos de la instalación generadores de ruido, de modo individual y conjunto, estableciendo medidas de reducción o atenuación de ruido.

Se estudiarán y valorarán acústicamente los elementos significativos de la instalación, de modo individual y conjunto, valorando los niveles de ruido interior y calculando el impacto acústico generado en el entorno mediante la utilización de modelos de dispersión del sonido.

Se diseñarán las medidas de mitigación del ruido y se solucionarán los conflictos con el entorno en el caso de que los valores acústicos producidos por la instalación superen los límites establecidos en la normativa, valorando el efecto conseguido con ellas.

Así mismo, deberá tenerse en cuenta la legislación sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido,

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 59 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

Para todo lo anterior, no debe ser considerado sólo el ruido que pueda emitir dicho equipo sino que hay que tener en cuenta el lugar donde va a instalarse, en el que puede haber ya ruidos procedentes de otras fuentes.

Hay que tener en cuenta que cuando hablamos de zonas de oficinas en vez de zonas industriales, o incluso zonas de puestos de control, se debe tener en cuenta un posible disconfort por ruido en los trabajadores, debiendo seguir las recomendaciones incluidas en la guía técnica publicada por el INSHT de “Evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos con pantallas de visualización de datos”.

Se deberá considerar no solo la normativa que hace referencia a la protección de los trabajadores, sino también la normativa europea, estatal, autonómica, municipal, etc...

## **5.22. ANEJO N°22 - Estudio de eficiencia energética**

Estudio de alternativas de optimización energética de la instalación proyectada, integrando el consumo energético en el estudio de costes del ciclo de vida del elemento a analizar, prestando especial atención al conjunto bomba-motor-(variador) tanto en saneamiento, como especialmente en abastecimiento.

Se deberá considerar añadir las indicaciones necesarias en el sistema de control para poder verificar y supervisar en fase de explotación los rendimientos energéticos de los mayores consumidores de energía del proyecto. (medición de caudal, m.c.a. elevada, consumo energético instantáneo de un equipo y/o de una instalación, etc...)

Para edificaciones se deberá estudiar y fijar el grado de certificación energética.

## **5.23. ANEJO N°23 - Estudio de Impacto Ambiental / Estudio básico de impacto ambiental**

Dependiendo del tipo de proyecto, éste podrá estar sometido a alguno de los siguientes procedimientos:

1. Evaluación de impacto ambiental ordinaria
2. Evaluación de impacto ambiental simplificada
3. Evaluación simplificada de impacto ambiental

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 60 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

Las dos primeras se regulan en la legislación estatal aplicable, mientras que la Evaluación simplificada de impacto ambiental se ordena en la legislación autonómica.

Todos aquellos proyectos que no han de ser sometidos a evaluación ambiental, deben incluir un Estudio Básico de Impacto Ambiental. Su contenido y alcance ha de ser, en esencia, el mismo que el descrito anteriormente, pero adaptándolo a la dimensión y singularidades del proyecto en cuestión, esto es, prescindiendo de aquellos apartados que no son de aplicación

En el procedimiento PE-ES-01 se detallan los aspectos relacionados con la Evaluación ambiental

## **5.24. ANEJO Nº24 - Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición**

El Contenido y alcance de este documento es el definido en las normas de aplicación (Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición; Decreto 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición). En el CABB, queda indicado en el PE-ES-01.

Además de lo referente al resto de los residuos de construcción y demolición (RCD) que se generan habitualmente en una obra (chatarra, madera, aglomerado asfáltico...), el estudio incluirá la estimación de los volúmenes de tierras y rocas que han de moverse y de sus características, de cara a conocer si la obra será excedentaria o deficitaria en lo que se refiere a estos materiales (balance de masas). La información que se tomará en consideración será la obtenida del Estudio geotécnico, el Estudio de caracterización de suelos alterados (si procede) y las mediciones de movimiento de tierras del presupuesto.

En caso de que la obra fuera excedentaria, se preverá el destino final en el que estos materiales se gestionarán, incluyendo su coste asociado en el capítulo “Estudio de gestión de RCD” del presupuesto general del proyecto. En ningún caso se incluirán los costes de transporte y vertido (incluso canon) de los materiales sobrantes en otros capítulos del presupuesto, por lo que deberá desligarse de los precios de excavación y/o demolición.

Si se estima procedente la creación de un relleno como destino de los excedentes, se incluirá un anteproyecto particular del mismo. La ejecución de rellenos requiere autorización administrativa previa (licencia de actividad o comunicación previa).

|                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa<br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 61 de 95</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

Si el balance de masas determinara que la obra fuera deficitaria, se estudiará la procedencia del material de préstamo, prevaleciendo la utilización de los recursos existentes en el área del proyecto.

En cualquier caso, en lo que respecta a tierras y rocas naturales, se estará a lo dispuesto en la Orden APM/1007/2017 sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquellas en las que se generaron.

Asimismo, debe valorarse la idoneidad o conveniencia de utilizar RCD valorizados en aquellos casos que permita la normativa ambiental vigente.

### **5.25. ANEJO N°25 - Estudio de caracterización de suelos alterados**

Según se recoge en el PE-ES-01, en caso de que se prevean movimientos de tierras en parcelas incluidas en el inventario de emplazamientos que soportan o han soportado actividades potencialmente contaminantes del suelo, será necesario elaborar un estudio específico por parte de una Entidad Acreditada para la investigación de la calidad del suelo.

Su contenido y alcance es el definido en la Ley 4/2015, de 25 de junio, para la prevención y corrección de la contaminación del suelo. En caso de que se prevean movimientos de tierras en emplazamientos inventariados de más de 500 m<sup>3</sup>, será necesario redactar un *Plan de excavación* con el que debe solicitarse la preceptiva autorización.

### **5.26. ANEJO N°26 - Estudio de afección al patrimonio cultural**

Tal y como se indica en el PE-ES-01, en caso de que se prevean afecciones a elementos del patrimonio cultural protegidos, se redactará un estudio específico por arqueólogos cualificados.

El contenido y alcance del estudio incluirá un análisis de todas las fuentes de información oficiales sobre patrimonio cultural protegido, un estudio de campo para corroborar la existencia de elementos inventariados y desconocidos en el ámbito del proyecto, así como una propuesta de medidas preventivas y correctoras para minimizar el impacto de la actuación. Debe incluirse información gráfica georreferenciada con la ubicación de todos los elementos a proteger.

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 62 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

## **5.27. ANEJO Nº27 - Áreas servidas por el proyecto**

En el caso de proyectos de saneamiento, una vez calculadas las cuencas de drenaje de las redes que se pretende interceptar (de cara a calcular el volumen de agua a transportar), se deberá dibujar la envolvente de las mismas, considerándose el polígono creado como la zona de alcance del sistema de saneamiento. A tal efecto se utilizarán como base los polígonos de áreas servidas por sistemas de saneamiento gestionados por el CABB. Las nuevas áreas servidas o las modificaciones de las existentes generadas como consecuencia del proyecto, deben ser dibujadas siguiendo los criterios establecidos a tal efecto por el CABB.

En particular, con objeto de facilitar su integración en el GIS corporativo del CABB, la información deberá proporcionarse en formato digital universal tipo “csv” y/o “shape”, y en cualquier caso, siguiendo los criterios de la coordinadora del GIS para los Servicios Técnicos del CABB.

## **5.28. ANEJO Nº28 - Expropiaciones, servidumbres y ocupaciones temporales**

Este anejo tiene por objeto describir la realización de las actividades necesarias para iniciar y tramitar los Expedientes de Expropiación, con el objeto de obtener la plena disponibilidad del suelo necesario para llevar a cabo la construcción de las infraestructuras, conducciones e instalaciones previstas en los proyectos.

Así, una vez definidas con detalle las obras a ejecutar, la ingeniería adjudicataria del proyecto deberá llevar a cabo un estudio minucioso sobre las necesidades de ocupación de los terrenos y las necesidades de adquisición de los derechos sobre el suelo que puedan verse afectado por los proyectos.

Para ello, el citado estudio se ajustará a los apartados del índice que se adjunta a continuación:

### **5.28.1. Memoria descriptiva.**

En este apartado se describirán las obras a ejecutar por la Subdirección correspondiente y en ella se deberán incluir la necesaria y suficiente redacción descriptiva que ayude a la comprensión del proyecto y desde el que se pueda extraer la justificación de la utilidad pública y el interés general del proyecto de obras.

Entre la información a aportar en el anejo se incluirán la relación de bienes y derechos

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 63 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

afectados, los planos parcelarios en planta donde se recojan las afecciones sobre el suelo, los planos de perfil de las obras a ejecutar, los plazos de ejecución de las obras y el presupuesto de base de licitación del proyecto.

### **5.28.2. Relaciones de bienes y derechos afectados.**

En la relación de bienes y derechos se deben concretar las necesidades de ocupación del suelo y de los bienes o derechos a adquirir que sean estrictamente indispensables para el fin de la expropiación.

Se debe formular una relación concreta e individualizada, donde se recogerá el titular del bien o derecho, la referencia catastral del terreno afectado, las superficies afectadas del derecho que esté considerado adquirir, el aprovechamiento actual de la finca afectada y un número de finca identificativo para el proyecto.

En esta relación se incluirán todos los dominios, tanto el dominio público de suelos afectos a sistemas generales (Carreteras, caminos, ríos, ferrocarriles, etc..) como el suelo privativo. La relación de fincas tendrá una numeración correlativa que se mantendrá en toda su extensión a lo largo de todo el proyecto respecto a todas las unidades parcelarias de cada término municipal.

Se confeccionará la relación de bienes y derechos en una hoja anexa en tamaño DIN-A4. En el encabezamiento del listado se recogerá el nombre del proyecto tanto en euskera como en castellano y, en otra fila, el municipio afectado. En este listado las columnas recogerá el número de finca, la indicación del nombre, dos apellidos y domicilio del titular del derecho o bien, así como la superficie afectada en cada finca, sus datos catastrales y naturaleza del bien (Qué cultivo o aprovechamiento tiene en la actualidad: Huerta, Pradera, Monte, etc..).

#### **1. Por el modo de afectación**

La Ocupación de los bienes y derechos afectados se diferenciarán en relación al poder jurídico que se adquiera sobre un bien u objeto y del cual se necesita disponer y utilizar según las limitaciones que se justifique apropiar.

##### **1.1. Expropiación en Pleno dominio (ocupaciones definitivas).**

La afectación del suelo en pleno dominio se produce cuando es necesario adquirir todas las facultades sobre el derecho de propiedad. En este supuesto se producirá la transmisión a favor del CABB del terreno referenciado.

##### **1.2. Afección en Ocupación temporal.**

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 64 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

Las ocupaciones temporales gravan la finca sirviente durante el periodo de construcción y garantía, pero no absorben la plenitud dominical, al no existir transmisión de dominio y se extingue el derecho de ocupación con el Acta de Recepción de las Obras. Esta superficie puede ser ocupada para los trabajos propios de construcción de las obras definidas en el Proyecto, así como sus elementos auxiliares, sin que se imponga sobre ellas derecho adicional alguno. A la hora de establecer la mancha de ocupación temporal se deberá tener las características del terreno: la orografía, los elementos físicos, la geotecnia, etc, debiendo ajustarse lo máximo posible a la ocupación real que se vaya a realizar en la obra. No se dibujará una ocupación temporal sobre ríos o carreteras en las que la tubería las cruza mediante un procedimiento de hincas, ni sobre lugares (por ejemplo, taludes) donde su ocupación es irrealizable.

### 1.3. Expropiación del derecho de Servidumbres.

Las servidumbres permanentes gravan la finca sirviente a perpetuidad, pero no absorben la plenitud dominical, al no existir transmisión de dominio. El gravamen correspondiente se caracterizará con la descripción de limitaciones al dominio de la finca sirviente.

Se podrán distinguir varios tipos de servidumbres:

- Servidumbre de paso a la conducción.
- Servidumbre de camino de acceso a instalaciones
- Servidumbre de limitación de acopios
- Servidumbre de línea eléctrica.

Las superficies en servidumbres se impondrán según las necesidades que requieran la infraestructura para poder llevar a cabo las labores que el personal y equipos necesarios requieran para ejercer la responsabilidad en la conservación, mantenimiento, explotación y vigilancia de las instalaciones.

1.3.1. Respecto a la servidumbre de paso de la conducción, la franja abarcará una anchura regular de 5 metros, como medida general, centrados en el eje de la tubería principal. La anchura puede ser otra, tanto superior como inferior, dependiendo de las necesidades de mantenimiento y explotación de la infraestructura a implantar. Esta servidumbre estará sujeta a las siguientes limitaciones de dominio:

- Prohibición de efectuar trabajos de arada o similares a una profundidad superior a los cincuenta centímetros, así como de plantar árboles o arbustos

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 65 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

de tallo alto.

- Prohibición de levantar edificaciones o construcciones de cualquier tipo, aunque tengan carácter provisional o temporal, ni efectuar acto alguno que pueda dañar o perturbar el buen funcionamiento, la vigilancia, conservación y reparaciones necesarias de la conducción y los elementos anejos.
- Libre acceso del personal y equipos necesarios para el mantenimiento, explotación y vigilancia de las instalaciones, con pago, en su caso, de los daños que se ocasionen.

1.3.2. Respecto a la servidumbre de limitación de acopios, además de las limitaciones recogidas en la servidumbre de paso de la conducción, se le añadirá la prohibición de acopio de todo tipo de materiales o cualquier otra actividad que implique la acción de una carga estática de carácter permanente sobre el área señalada y pudiera dañar la instalación, en sus aspectos de conservación, mantenimiento, explotación y vigilancia.

1.3.3. Respecto a la servidumbre de camino de acceso a las instalaciones la franja abarcará una anchura regular que la instalación lo requiera. Esta servidumbre estará sujeta a las siguientes limitaciones de dominio:

- Libre acceso del personal y equipos necesarios para el mantenimiento, explotación y vigilancia de las instalaciones.
- El propietario de la finca se obliga a no obstaculizar el paso concedido, no pudiendo realizarse modificación alguna de índole material o jurídica que impida o dificulte el ejercicio de la servidumbre de paso.
- En concreto, queda prohibido levantar edificaciones o construcciones de cualquier tipo, aunque tengan el carácter provisional o temporal, ni efectuar acto alguno que pueda imposibilitar, dañar o perturbar la normal utilización y vigilancia del camino, facultándose al titular del derecho de servidumbre a realizar las reparaciones necesarias para una adecuada conservación del camino de acceso.

1.3.4. En el caso de que las conducciones se ejecuten con técnica constructiva de túnel o en hinca, y si la instalación se ubicara a una profundidad inferior a 25 primeros metros bajo la línea de cota y existieran menos de 5 metros de cobertura de roca sobre la clave del túnel, se considera servidumbre en túnel. En el caso de que la conducción se situase a una profundidad inferior a 25 primeros metros bajo la línea de cota y existieran al menos 5 metros de cobertura de roca sobre la clave del

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 66 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

túnel, se considerara una ocupación en el subsuelo. Esta servidumbre estará sujeta a las siguientes limitaciones de dominio:

- Se permite la edificación siempre y cuando el tipo de cimentación a utilizar sea superficial (zapata o losa).
- Se prohíbe expresamente el uso de cimentación profunda (transmisión de cargas al techo de substrato rocoso) dentro de la banda que delimite este uso del suelo.

Los usos autorizados en estas zonas son los establecidos por las determinaciones del Planeamiento Urbanístico para la calificación que otorga a los terrenos afectados, además del de infraestructura de Saneamiento, estableciéndose en dichos usos las limitaciones anteriormente descritas

No obstante, cuando la calificación del suelo autorice la edificación y ésta deba llevarse a cabo sobre un interceptor existente, por estar previsto en el planeamiento, construido en túnel, deberá asegurarse que los medios técnicos a emplear en la construcción de las edificaciones (cimentaciones, excavación de sótanos, etc.) sean los adecuados para no dañar la estructura de túnel.

1.3.5. La servidumbre de línea eléctrica se ajustará a lo recogido en la vigente ley del sector Eléctrico. En el caso de acometidas particulares a viviendas, no se impondrá servidumbre en los supuestos en los que la tubería de servicio únicamente asista a los titulares de la parcela y no trascendiendo a otras parcelas. Las viviendas quedan exceptuadas de la ocupación temporal y de la imposición de servidumbres.

**\* Medición de las superficies afectadas:**

En la relación individualizada las superficies de afección se representarán por metros cuadrados obviando decimales y por cada afección se medirá su correspondiente superficie. Se recogerá, también en esta relación la distribución de los metros lineales de conducción por cada parcela.

La medición de la superficie de la zona correspondiente de cada parcela se podrá realizar con planímetro, siendo el error admisible el dado por la

$$e = 0,0004 \times M \times \sqrt{S} + 0,003 \times S$$

siendo M el denominador de la escala y S la superficie de la parcela.

En el momento de calcular la superficie dentro de la ocupación temporal se

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 67 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

deberá computar también dentro ella la superficie en servidumbre afecta a la instalación.

## 2. Por la condición del afectado

En la relación individualizada se recogerán los nombres de los titulares del bien o derecho y se escribirán en mayúsculas, con el siguiente orden: Nombre y apellidos (Sin comas ni comillas. Las comas se utilizarán para separar dos o varios titulares del mismo bien o derecho).

Cuando el titular sea una empresa no se pondrá como afectado el representante legal además de la empresa. El representante ha de grabarse en el campo comentarios de la ficha “nuevo titular”.

Las direcciones se grabarán en minúsculas.

En la relación de bienes y derechos, deben recogerse los titulares de todos los bienes y derechos afectados, que podrán ser del dominio público o como de suelo privativo, estando entre ellos las distintas administraciones, las personas físicas y las personas jurídicas. Estos pueden registrarse en calidad de propietario, arrendatario, concesionario, cultivador o poseedor de un título de derecho real.

La relación individualizada estará creada a partir de la unidad parcelaria existente en el registro fiscal de catastro, tanto como los bienes de naturaleza urbana como los de rústica. Los datos catastrales a incluir serán los de polígono, manzana y parcela en el caso de los bienes catastrados como urbanos, los de polígono y parcela en el caso de bienes rústicos.

La unidad parcelaria del proyecto se corresponderá con el registro de parcelas catastrales y no sobre los recintos o sub-parcelas.

## 3. Por el Aprovechamiento del Suelo.

Por último, la relación individualizada deberá recoger una columna que describa el aprovechamiento real del suelo afectado y no el recogido en catastro.

Estos aprovechamientos serán:

- Frutales (cuando la ocupación del suelo lo constituyan árboles de manzano, peral,

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 68 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

melocotonero, cerezos);

- Huerta (cuando la ocupación del suelo lo constituyan cultivos de tomate, legumbres, pimientos, cebollas, etc...);
- Labrantío (cuando la ocupación del suelo lo constituyan terrenos labrados de patatas, maíz, remolacha, etc..);
- Pradera (cuando la ocupación del suelo lo constituyan prados fértiles);
- Pastizal (cuando la ocupación del suelo lo constituyan praderas destinadas a cortes a diente);
- Monte (cuando la ocupación del suelo lo constituyan pinos, eucaliptos, robles, hayas, etc..);
- Terreno de vegetación espontanea (cuando la parcela lo ocupe vegetación sin aprovechamiento);
- y otros usos (ríos, carreteras, caminos, aparcamientos, etc..)

Los datos recogidos en la relación de bienes y derechos son los que, posteriormente, corresponderán a los datos que transcribirán en las Actas de Ocupación, en caso de no producirse modificaciones tras la fase de información pública.

### **5.28.3. Planos de planta y parcelarios**

#### **1. Criterios generales.**

Los planos parcelarios del proyecto deberán tener el mismo formato que los del proyecto constructivo y se entregaron tanto en formato papel A-3 en color como digital (archivo dwg). En formato digital dwg, se prepararán 4 archivos independientes para la gestión del suelo:

Un archivo denominado parcelario, otro llamado afecciones, otro de topografía y el último, los detalles de la infraestructura a construir ( eje de tubería, instalaciones y obras de fábrica).

El formato del plano parcelario incluirá una leyenda que se resume las afecciones representadas en el plano y los otros elementos significativos de la representación (límite de finca, nº de finca, anchura de servidumbre, anchura de la ocupación temporal, etc...)

#### **2. Archivo Parcelario**

En el archivo de parcelario constará como mínimo de dos capas. La capa "límites de finca" y la capa "nº de finca".

En la capa "nº de finca" se recogerán las matrículas de las fincas. Las matrículas se componen de una codificación de letras y números. Este código que identifica la parcela

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 69 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

con letra y número (máximo de tres cifras) se incluirá dentro de una polilínea cerrada creada como bloque, con un atributo para incluir el texto (letras y el número), sin sombreado, que servirá para identificar la finca afectada.

La relación de códigos de matrículas se encuentra asociada con cada municipio consorciado.

La posición en el plano del “nº de finca” debe identificar claramente su parcela correspondiente relacionada con los datos catastrales distinguiéndolos del colindante sin que dé lugar a confusión. El color de la matrícula y polilínea cerrada que lo engloba será: (Capa: NUMERO FINCA Color: 50 en el formato dwg.)

En la capa “límite de finca” se definirán los límites de las parcelas afectadas por el proyecto. En la definición de cada parcela, se tendrán en cuenta los límites del catastro en polilínea cerrada y se descargara en el plano Autocad con los datos asociados de nº de parcela, polígono y municipio.

Se deberá tener en cuenta la existencia de caminos, sendas, ríos, arroyos, etc.. y que el catastro muchas veces no los deslinda. La polilínea que describa el “límite de finca” se representará: Color: 10 Grosor polilínea: 0,60

El parcelario también recogerá en otra capa independiente el límite municipal

### 3. Archivo topográfico

Para la definición de la realidad física del terreno, además de los datos catastrales, se deberán tomar sobre el terreno todos los puntos que sirvan de límites, tales como mojones, estacas, postes, empalizadas, caminos, sendas, ríos, arroyos, vaguadas, taludes, etc., quedando debidamente reflejadas en el plano que sirva de base a este trabajo.

Estos datos deberán reflejar sobre el papel la actualidad de la finca con respecto a construcciones, edificaciones, viales y otras obras en general. Se entiende por finca toda parcela que sea de un propietario o de varios en pro-indiviso. Así mismo, deberán representarse todas las instalaciones, construcciones y cerramientos que se encuentren en la zona afectada o en sus proximidades.

### 4. Archivo de Afecciones

En el archivo de afecciones se recogerán en distintas capas diferenciadas las afecciones de Expropiaciones en Pleno dominio, las expropiaciones en Ocupación temporal, y las expropiaciones en Servidumbre. Cada afección tendrá una capa que corresponderá al límite de la afección y el sombreado de la afección. La delimitación de las afecciones se

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 70 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

realizará mediante polilíneas cerradas de color blanco.

Se creará un capa de medición de la afección en cada parcela y esta será una polilínea cerrada con color magenta. Los sombreados tendrán las siguientes características:

|                               | Sombreado                                 | Color |
|-------------------------------|-------------------------------------------|-------|
| EXPROPIACION EN PLENO DOMINIO | Cross                                     | 210   |
| OCUPACION TEMPORAL            | Dots                                      | 40    |
| SERVIDUMBRE EN ZANJA          | ANSI 31                                   | 140   |
| SERVIDUMBRE CAMINO y TUNEL    | ANGLE                                     | 140   |
| SERVIDUMBRE LINEA ELÉCTRICA   | ANSI 31                                   | 140   |
| OCUPACIÓN DE SUBSUELO         | Dos sombreados ANSI<br>31 perpendiculares | 130   |

#### 5. Archivo de infraestructura a construir

La infraestructura se representará de forma real y a escala con sus instalaciones también en dimensiones y orientación real.

#### 6. Identificación de otros conceptos no afectados directamente

Por las características del bien afectado: en unos planos específicos se recogerá la Clasificación y Calificaciones Urbanísticas de suelo vigentes en las Normas Subsidiarias y Plan General de Ordenación Urbana de cada municipio.

Construcciones y otros bienes afectados: las construcciones que se encontrasen fuera de ordenación se señalarán en los planos.

#### 7. Planos de perfil de la infraestructura.

La infraestructura se representará de forma real y a escala. El plano se entregará en Blanco y negro en formato papel A-3 y digital (pdf).

### **5.28.4. 4.- Valoración Expropiaciones**

El Costo de estos conceptos deberá figurar en este anejo de expropiaciones sólo a los efectos de evaluar el orden de magnitud para la obtención de los bienes y derechos afectados. Es el CABB quién decidirá la cuantificación real del gasto por estos conceptos y la forma de realizar las transacciones económicas que correspondan para la obtención de los precitados bienes y derechos afectados.

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 71 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

## **5.29. ANEJO N°29- Reposiciones, servicios afectados y obras auxiliares**

Una vez definidos los trazados, tanto en planta como en perfil, de las nuevas obras, se realizará una verificación de todos aquellos servicios y canalizaciones, tanto aéreas como enterradas, cuyo trazado incida directa o indirectamente en las mismas, definiendo las modificaciones y/o desvíos que sean necesarios para evitar tales interferencias. Tal sería el caso de las líneas alumbrado, eléctricas, telefónicas, semaforicas, comunicaciones, abastecimiento, saneamiento, drenaje, cauces de agua, carreteras, puertos marítimos, costa, gas, ferrocarril...

Para cada afección se definirá:

- Empresa u Organismo responsable del servicio.
- Plano de planta, perfil y secciones del servicio.
- Características del servicio afectado: dimensiones, tipo de conducción, profundidad media, tensión, presión interior, densidad de tráfico, etc.

En el Anejo *Consultas a Administraciones y servicios afectados* se recogerán todos los datos del proceso de consulta, incluyendo:

- Cartas de comunicación de afección, solicitud de información, autorización o permiso.
- Normas o disposiciones legales que sean de obligado cumplimiento especificando claramente la manera de actuar en cada uno de los casos que se presenten, documentando suficientemente, literalmente y gráficamente, las soluciones y precauciones a tener en cuenta.
- Condicionantes específicos impuestos por la empresa u organismo responsable del servicio en las consultas realizadas

Todas las modificaciones y/o desvíos a realizar con motivo de las obras del proyecto serán completamente definidos en los correspondientes planos constructivos y serán debidamente valoradas y presupuestadas, incluyendo en una separata, en caso de ser necesario:

- Descripción completa del servicio afectado.
  - Procedimientos técnicos para la ejecución del desvío y reposición.
  - Maquinaria y medios auxiliares a emplear en las operaciones.
  - Secuencia de las operaciones.
  - Señalización y medidas de seguridad.
  - Materiales precisos en la ejecución.
  - Costo del desvío y reposición.
- **Estudio y definición de los recintos y accesos de obra**

|                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa<br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 72 de 95</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

En función de la ubicación, dimensión y características de las obras proyectadas se realizará un estudio sobre las necesidades de espacio para la ejecución de las mismas, definiéndose en cada caso los recintos para confinar en su interior todas las zonas de obras, con el fin de minimizar al máximo las interferencias y/o afecciones que pudieran producirse en el medio urbano o en la instalación en que se desarrollen las obras. Estos recintos se vallaran en el caso que se considere necesario.

Tanto la geometría como la superficie de dichos recintos se estimarán en función del sistema constructivo propuesto, haciendo asimismo las previsiones de espacio necesarias para albergar los servicios generales de la obra.

Finalmente, se estudiarán los accesos provisionales a disponer para la ejecución de la obra y los definitivos necesarios para el mantenimiento y explotación de la instalación, cuyas ocupaciones se deberán incluir en la relación de bienes y derechos afectados por la obra.

- **Estudio y definición de las obras provisionales de desvío del tráfico rodado y/o peatonal y zonas afectadas por las obras.**

De acuerdo con las necesidades estimadas en el apartado anterior y a la vista de las afecciones que como consecuencia de la ejecución de los trabajos se van a producir, se estudiarán y definirán las obras de desvío provisional de tráfico rodado y/o peatonal mientras dure su ejecución, para lo cual se llevarán a cabo los contactos oportunos con los servicios municipales, forales, o de explotación de la instalación.

Dichas obras serán medidas y valoradas pasando a formar parte del presupuesto final del Proyecto, debiéndose incluir en la valoración tanto la señalización necesaria como los trabajos de desvío y reposición final al estado original.

- **Estudio y definición de los elementos a inventariar que no resultan directamente afectados por las obras.**

Se deberán señalar las edificaciones, viales, aceras, ... que por su especial cercanía a las obras, tipología constructiva y estado pudieran ser afectadas durante el desarrollo de las mismas como consecuencia principalmente de posibles asentamientos, polvo, vibraciones, proyecciones, etc...

Se deberán identificar en un plano y listar sus características principales, así como incluir una estimación del número de fotografías necesarias para su correcta caracterización mediante levantamiento por acta notarial. Esta actividad se incluirá en presupuesto y al inicio del programa de trabajos del proyecto.

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 73 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

### **5.30. ANEJO N°30 - Sistemas constructivos**

Dentro de este apartado se realizará un estudio detallado sobre los procedimientos constructivos a emplear en los distintos tramos o fases de la obra, a la vista de las conclusiones y limitaciones que se deduzcan del estudio geológico-geotécnico y de la disponibilidad de terrenos del anexo de expropiaciones, así como de las características geométricas de las obras a construir y de las necesidades de funcionamiento de elementos en servicio.

En particular, se realizará un estudio detallado de las diferentes fases a considerar en la excavación de las distintas obras elementales, definiendo y dimensionando los medios de sostenimiento a emplear en cada una de ellas. Se deberá tener en cuenta los accesos y los pasos a otros puntos de la obra en dicho estudio

En caso que aplique, se tendrá muy en cuenta el medio marcadamente urbano del lugar donde van a realizarse algunas de las citadas obras, así como el posible impacto que la utilización de dichos sistemas podría tener en la zona afectada por las mismas. En estos casos se identificarán las afecciones a itinerarios peatonales y de tráfico y se propondrán alternativas viables. Se podrá dividir la ejecución en fases a efectos de mantener el acceso en los casos en que sea preciso. En caso de afectar a aparcamientos se deberá planificar el avance de la obra para reducir la afección global al estacionamiento o prever otros puntos de estacionamiento.

Con igual detalle, en caso de realizar obras dentro de una instalación de tratamiento, se seleccionarán cuidadosamente los sistemas constructivos y se analizará y definirá con especial atención y detalle la forma y fases de actuación, dando siempre prioridad a la operación y mantenimiento de la misma

Finalmente, se considerarán los condicionamientos y/o limitaciones que del empleo de dicho sistema pudieran derivarse de cara al diseño definitivo de las obras a realizar.

En cualquier caso, los sistemas constructivos planteados serán tenidos en consideración para la elaboración del correspondiente Estudio de Seguridad y Salud.

### **5.31. ANEJO N°31 - Programa de trabajos**

Se estudiarán con todo detalle todas las actividades necesarias para la completa ejecución de las obras, incluyendo preparatorias y auxiliares, así como la puesta en servicio de la instalación, estableciéndose el orden de prelación y/o simultaneidad que las relaciona.

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 74 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

En función de los procedimientos constructivos definidos en el Anejo *Sistemas constructivos* para el desarrollo de las obras, se definirán los rendimientos previstos para la ejecución de cada uno de los tajos principales, determinando los medios humanos y materiales necesarios, los cuales serán coincidentes con los indicados en el Anejo *Análisis de precios unitarios y justificación de precios*.

Con estos resultados, a partir de las mediciones determinadas para cada unidad de obra, se obtendrán unos plazos parciales estimados, así como un plazo total para la ejecución de las obras. Toda esta información quedará plasmada en un diagrama de Gantt, en el que se indicará su valoración mensual, atendiendo a los criterios marcados en el artículo 132 del RGCAP.

En todos los programas de trabajos se incluirán, de manera detallada, las actividades específicas de los trabajos de electricidad y control, así como los de puesta en servicio, incluyendo -al menos- las siguientes secuencias de tareas:

- PROGRAMA DE TRABAJOS ELÉCTRICOS Y DE CONTROL:

Inicio Trabajos

- ✓ Acta de Inicio, aprobación de responsables y programa de trabajos
- ✓ Definición de equipos electromecánicos
- ✓ Aprobación de equipos electromecánicos

Actualización Ingeniería Básica

- ✓ Memoria de funcionamiento
- ✓ Materiales a emplear
- ✓ Lista de consumidores
- ✓ Lista de instrumentación
- ✓ Arquitectura de control
- ✓ Implantación preliminar cuadros y equipos
- ✓ Esquema unifilar
- ✓ Listado de sistemas MAFS
- ✓ Actualización de cálculos eléctricos
- ✓ Revisión ingeniería básica
- ✓ Aprobación ingeniería básica

Ingeniería de Detalle para Fabricación

- ✓ Asignación de códigos Prisma
- ✓ Esquemas eléctricos (listados E/S, frentes, ...)
- ✓ Aprobación para construcción

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 75 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

### Fabricación de Cuadros

- ✓ Fabricación de cuadros eléctricos

### Ingeniería de Detalle para Montaje

- ✓ Red de tierras
- ✓ Planos de canalizaciones/bandejas
- ✓ Implantación de equipos
- ✓ Proyectos de legalización
- ✓ Revisión de ingeniería para montaje y legalización
- ✓ Aprobación de ingeniería para montaje y legalización

### Programación

- ✓ Cuaderno de tareas
- ✓ Mapeado de comunicaciones
- ✓ Pantallas estáticas OP
- ✓ Pantallas estáticas SCADA
- ✓ Protocolo de pruebas
- ✓ Revisión de documentación para programación y pantallas
- ✓ Programa PLC
- ✓ Programa OP
- ✓ Programación SCADA
- ✓ Revisión y aprobación de programas

### Pruebas en Taller (FAT)

- ✓ Pruebas normativa, aislamiento, dieléctricas, ...
- ✓ Envío de PPI
- ✓ Pruebas funcionales
- ✓ Autorización de montaje en campo

### Montaje en Obra

- ✓ Zanjas, bandejas y tubos
- ✓ Tendido de cables
- ✓ Ejecución acometidas
- ✓ Montaje instrumentación y equipos
- ✓ Montaje de cuadros
- ✓ Conexionado de cables
- ✓ Legalización
- ✓ Pruebas previas a puesta en marcha

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 76 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

### Entrega Documentación

- ✓ Entrega documentación

### • PROGRAMA DE PUESTA EN SERVICIO:

#### Etapas de Puesta en marcha

- ✓ Acta de Inicio de los trabajos de Puesta en Marcha
- ✓ Verificación de construcción
- ✓ Control de modificaciones temporales
- ✓ Pruebas pre-operacionales en vacío
- ✓ Puesta en carga (agua limpia)
- ✓ Pruebas del SCADA, panel de operador y PLC
- ✓ Puesta en marcha
- ✓ Integración en el SCADA y arquitectura de control
- ✓ Acta de Finalización de los trabajos de Puesta en Marcha

#### Etapas de Pruebas de Rendimiento

- ✓ Plan de Pruebas de Rendimiento
- ✓ Acta de Inicio de Pruebas de Rendimiento
- ✓ Acta de Finalización de Pruebas de Rendimiento

El plazo total de la obra estará formado por la suma de dos plazos parciales:

- Plazo parcial del periodo de Construcción y montaje (que incluye el programa de trabajos eléctricos y de control)
- Plazo parcial del periodo de Puesta en servicio

Salvo causa justificada, estos dos plazos tendrán una relación Fin-Comienzo entre ellos, no pudiendo comenzar el segundo sin que haya terminado el primero.

Se deberán establecer los hitos intermedios que sean relevantes para la ejecución de las obras. El Director de Proyecto deberá valorar la idoneidad de estos hitos a las posibles penalizaciones del contrato de obra.

## **5.32. ANEJO Nº 32 - Plan de control de calidad**

El control de calidad de las unidades de obra definidas en el proyecto quedará reflejado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras del CABB, así como en el

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 77 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares en aquellas unidades que el primero no contemplara. Los costes ocasionados al Contratista como consecuencia de las obligaciones que contrae en cumplimiento de los Pliegos de Prescripciones Técnicas serán de su cuenta y se entienden incluidos en los precios de las correspondientes unidades del Proyecto.

En caso de que durante la redacción del proyecto se considerarse necesaria, de manera excepcional, la realización de ensayos específicos o controles adicionales a los recogidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, se realizará una valoración independiente de los mismos que se incluirá en el presente anejo y en los presupuestos.

Los ensayos adicionales ocasionados, con respecto a lo recogido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales o a los ensayos definidos y contemplados en los anejos de proyecto o a los contemplados en el Presupuesto en exceso sobre los prescritos en el Pliego, serán de cuenta del Contratista siempre que su importe no supere el 0,2% del presupuesto de obra. Se considerará de cuenta del CABB aquella parte del coste de dichos ensayos adicionales que supere el 0,2% del presupuesto de obra

### **5.33. ANEJO N°33 - Análisis de precios unitarios y justificación de precios**

Se deberá realizar un estudio de todos y cada uno de los precios incluidos en los cuadros de precios del presupuesto, analizando el coste de ejecución de las distintas unidades de obra a la vista de la especificidad de los sistemas constructivos adoptados y los rendimientos medios estimados para cada uno de ellos, así como de las características y dimensión de las obras a ejecutar. El estudio los precios unitarios atenderá lo indicado en el artículo 130 del RGCAP e incluirá:

- Costes directos:
  - Coste de la mano de obra, de acuerdo con el Convenio Colectivo de Trabajo que corresponda.
  - Coste horario de la maquinaria, incluyendo personal operador, combustible, energía, amortización, conservación e instalaciones directamente aplicables a dicha unidad de obra.
  - Coste a pie de obra de los materiales y medios auxiliares intervinientes en esa unidad de obra, tanto si quedan integrados en la propia unidad ejecutada como si son necesarios para su ejecución.
- Costes indirectos:

Aquellos derivados de la ejecución de la obra, pero no imputables a una unidad de obra concreta. Se expresará como un porcentaje fijo de los directos,

|                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa<br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 78 de 95</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

quedando fijado en el 7%.

El contenido de este anejo carecerá de carácter contractual, aunque servirá de base para la elaboración de los *Cuadros de Precios nº1 y nº2* incluidos en el *Presupuesto*.

### **5.34. ANEJO Nº34 - Consultas a Administraciones y organismos afectados**

Según lo indicado en el PEGPO, se recogerán todos los procesos de intercambio de información efectuados con los Organismos competentes que de manera preceptiva se hayan realizado para la correcta tramitación administrativa del proyecto: Ayuntamientos, Diputación Foral de Bizkaia, Gobierno Vasco, Demarcación de Costas, Patronato de Urdaibai, Renfe, Adif, ETS, Iberdrola...

Se incluirán, como mínimo, los siguientes documentos:

#### **5.34.1. Documento para consultas**

Breve descripción del proyecto, sus objetivos y las interacciones con el entorno. Debe incluir información gráfica georreferenciada en formato \*.dwg o \*.shx, al menos, de la planta general.

#### **5.34.2. Registro de consultas**

Fichero Excel según modelo normalizado del CABB. Debe ir completándose a medida que se lanzan consultas y se reciben las respuestas a las mismas.

#### **5.34.3. Informe del proceso de consultas**

Documento que recoge los resultados del proceso de consultas (incluyendo en un apéndice las propias consultas y las respuestas oficiales), describiendo los efectos de las mismas sobre el proyecto, especialmente en aquellos casos en que supongan modificaciones del mismo.

#### **5.34.4. Adecuación al planeamiento urbanístico vigente**

Declaración expresa de que el proyecto redactado cumple íntegramente el planeamiento urbanístico vigente de los municipios afectados.

#### **5.34.5. Tramitación del proyecto**

Listado exhaustivo de trámites administrativos que deberá cumplir el proyecto después de su finalización y previo al inicio de las obras. Cada uno de los cuales deberá incorporar una propuesta de informe de solicitud.

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 79 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

### **5.35. ANEJO Nº35 - Legalización de la instalación**

El proyecto indicará qué tramitaciones de legalización deberán llevarse a cabo al objeto de regularizar administrativamente la instalación proyectada. Dispondrá de todos aquellos estudios, anejos, separatas y declaraciones que sean necesarias para tal fin.

Todas las EDAR y ETAP del CABB, independientemente de su dimensión, están catalogadas como actividades clasificadas (requieren licencia de actividad) y como establecimientos industriales a los efectos indicados en la Ley 8/2004 de Industria de la Comunidad Autónoma de Euskadi. La red primaria de abastecimiento y saneamiento asociadas a estas instalaciones no disponen de la misma consideración, a excepción de los bombes de cabecera de las EDAR, que de manera excepcional estarán asociados a dicho centro industrial.

En este sentido, deberán considerarse:

- Inscripción en el Registro de Establecimientos Industriales de las instalaciones sometidas a reglamentación de seguridad industrial (APQ, alta y baja tensión, equipos a presión, equipos de elevación, SCI, etc...) que estén en un establecimiento industrial.
- Registro de Servicios de las instalaciones sometidas a reglamentación de seguridad industrial (APQ, alta y baja tensión, equipos a presión, equipos de elevación, SCI, etc....) que no estén en un establecimiento industrial.

La aplicación de reglamentos de seguridad industrial y normativa técnica no estará relacionado con la naturaleza del centro en que se ubica (carácter de establecimiento industrial o no), sino con el tipo de instalación y su cumplimiento con unos determinados umbrales.

### **5.36. ANEJO Nº36 - Puesta en servicio, operación y mantenimiento**

#### **5.36.1. Etapa documental y de legalización**

Como última tarea del periodo de construcción y montaje, y con anterioridad a la Puesta en servicio, existirá un periodo de tiempo necesario para la entrega de toda la documentación de los equipos, así como para su legalización. Este periodo deberá tenerse en consideración en el programa de trabajos, y figurará en el presupuesto como una unidad de obra individual, convenientemente valorada.

|                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa<br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 80 de 95</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

En este anejo se indicará la documentación que deberá ser aportada en esta fase, así como las legalizaciones que deberán realizarse antes de la puesta en servicio de la instalación.

### 5.36.2. Estudio de puesta en servicio

Se elaborará un Estudio de Puesta en servicio de la instalación, la cual se desarrollará después de la ejecución de la obra, la entrega de documentación, la legalización y antes de la recepción de la misma.

La Puesta en servicio, definida en el PEGPO, es la fase comprendida por las etapas de:

- Puesta en marcha
- Pruebas de rendimiento.

Las dos etapas quedan definidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras promovidas por el CABB, y cada una de ellas figurará en el presupuesto como unidades de obra individuales convenientemente valoradas en un capítulo específico denominado *Puesta en Servicio*. El Estudio debe indicar las operaciones necesarias para desarrollar estas tareas, evaluar los plazos necesarios para las mismas, y estimar los recursos necesarios para ello, de lo cual se deducirá su valoración económica.

#### A. Puesta en marcha

- I. Verificación de construcción. Verificación y comprobación de las condiciones de instalación, así como del montaje de los equipos electromecánicos.
- II. Control de modificaciones temporales: Se entiende por modificación temporal una alteración o incorporación de componentes en disposiciones diferentes a las previstas en proyecto como disposición final, y necesaria para realizar las actividades programadas de pruebas, siempre bajo la aprobación de la Dirección de Obra.
- III. Pruebas preoperacionales en vacío. Verificación de los sistemas eléctricos, equipos, y todas aquellas actividades a realizar para asegurar la integridad de la instalación antes de su puesta en carga.
- IV. Puesta en carga (agua limpia). Comprobación de los equipos, bien con agua limpia, fluidos de proceso o bien mediante gases. Se incluirá en esta fase las tareas de conexión final de las nuevas instalaciones, en caso de que no haya sido posible realizarlo con anterioridad.

En redes que se encuentren en funcionamiento se diseñarán los puntos de conexión (arquetas o pozos de derivación y reenvío) de manera que permitan el paso de los caudales circulantes a través de la red actual en tanto en cuanto se encuentren en ejecución las citadas obras. Se contemplará la ejecución de las labores oportunas de rotura y desvío, taponamiento de las salidas antiguas,

|                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa<br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 81 de 95</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

formación de los canales definitivos (medias cañas), etc.

V. Pruebas del SCADA, panel de operador y PLC

Se realizarán las pruebas completas del mapa de memoria de la instalación. Se verificará que, en el SCADA, panel de operador y PLC se reciben todos los estados y alarmas y que el PLC recibe todas las órdenes del SCADA y panel de operador.

VI. Puesta en marcha

Se realizará la puesta en marcha completa de la instalación con los equipos e instrumentación instalados en campo, arrancando y parando motores y provocando las diferentes condiciones del proceso.

El objetivo de esta fase de proyecto es verificar la operatividad completa de la instalación a falta de la integración final en el sistema.

VII. Integración en el SCADA y arquitectura de control

Se verificará la operatividad completa del SCADA del PCC y del SCADA del PCE y el programa de comunicaciones del Front End.

**B. Pruebas de rendimiento**

En esta etapa se realiza la verificación final de las variables de diseño fijadas en el proyecto con respecto a consumos, presiones, caudales, sequedades..., empleando los fluidos de diseño y/o sus correspondientes productos químicos.

### **5.37. ANEJO Nº37 - Estudio de Seguridad y Salud**

En todos los Proyectos redactados para el CABB se deberá llevar a cabo la pertinente integración de la Prevención de Riesgos Laborales durante la toma de todas las decisiones a lo largo de las diferentes fases de vida del mismo de forma que mediante un diseño adecuado se consiga, si no eliminar los riesgos durante su ejecución, si minimizarlos en lo posible.

Aquellos riesgos que no se hayan podido evitar o minimizar mediante la mencionada integración deberán ser recogidos en el Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto o Estudio Básico de Seguridad y salud según la normativa vigente, en aras de identificarlos para poder prever las medidas tendentes a controlarlos y reducirlos en aplicación del Real Decreto 1627/1997.

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 82 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

Así, todos los proyectos del CABB incluirán en forma de Anejo a la Memoria un Estudio de Seguridad y Salud o un Estudio Básico de Seguridad y Salud donde se determinarán las previsiones preventivas de carácter mínimo a considerar por el contratista en la ejecución de la obra.

#### **5.37.1. Supervisión del Estudio de seguridad y salud**

En el caso que para la fase redacción del proyecto el CABB hubiera designado Coordinador de seguridad y salud, el Jefe o Jefes de Proyecto colaborarán con dicho técnico para llevar a cabo la Integración de la Prevención de Riesgos Laborales en la toma de decisiones durante la redacción del proyecto.

En caso contrario, una vez redactado el Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y salud en su versión cero, el Jefe de Proyecto deberá solicitar del Director del Proyecto que le ponga en contacto con el técnico que se habrá de encargar de revisarlo y aprobarlo para facilitarle una copia del mismo.

El citado técnico será el responsable de valorar el contenido del Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y salud redactado, debiendo éste último realizar cuantas modificaciones le sean requeridas hasta la aceptación del documento. Cuando el documento se considere completo y adecuado a las calidades requeridas por el CABB se emitirá un Informe favorable a su aprobación.

Sin esta aprobación previa del Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y salud, el proyecto no se dará por concluido y no podrá ser aprobado por el CABB.

#### **5.37.2. Contenido mínimo del Estudio de Seguridad y Salud**

La estructura y contenido del Estudio de Seguridad y Salud tendrá en cuenta lo que dispone el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre así como con lo establecido por el órgano contratante en esta materia y publicado en el documento *“Guía para la integración de la prevención de riesgos en los proyectos del Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia”*.

Así, el Estudio será elaborado y firmado por el autor del Estudio, y contendrá, como mínimo, los siguientes documentos:

##### **A. Memoria descriptiva**

Memoria descriptiva de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que se prevea utilizar, identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados indicando a tal efecto las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse a través de las decisiones de diseño especificando las medidas

|                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa<br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 83 de 95</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos, valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.

En cumplimiento de su deber de integrar la prevención en el diseño de la obra y en las decisiones técnicas que lo integran (Art. 8 RD 1627/97) el Consultor habrá de procurar la eliminación o control de los riesgos laborales derivados de las diferentes alternativas de diseño barajadas y en función de las posibles soluciones constructivas. Para ello, habrá de priorizar aquellas soluciones de diseño que minimicen los riesgos laborales a los que se verán expuestos tanto los trabajadores que ejecuten la obra como los operadores y en su caso, personal de mantenimiento y explotación de la futura infraestructura.

En la memoria se desarrollará la problemática específica que pueda plantearse en la ejecución y puesta en marcha de las obras a proyectar, definiendo tanto los procedimientos de ejecución previstos y los riesgos que generan como las medidas preventivas a adoptar para las distintas actividades constructivas y no constructivas, atendiendo especialmente a las de especial riesgo como excavaciones en zanja y pozos, sostenimientos, ejecución de trabajos en espacios confinados, con atmósfera de agua residual y/o con riesgo de inundaciones, etc.

Así por ejemplo, estará en concordancia con los datos de cálculo definidos en el propio proyecto sobre los diferentes taludes provisionales de las excavaciones a practicar y, en su caso, los sistemas de sostenimiento y/o entibación necesarios a emplear en zanjas y pozos, así como los sistemas de agotamiento y/o rebajamiento del nivel freático a utilizar en estos casos.

En la elaboración de la memoria habrán de tenerse en cuenta las condiciones del entorno en que se realice la obra, así como la tipología y características de los materiales y elementos que hayan de utilizarse, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos. Cuando las obras a proyectar se desarrollen, total o parcialmente, dentro de instalaciones del CABB en servicio, el Consorcio como titular de la misma está en la obligación de informar sobre los riesgos propios del lugar y por ello el Estudio de Seguridad y Salud debe incluirlos así como las medidas referidas a la prevención de tales riesgos y las medidas de emergencia que se deben aplicar en la instalación. En este caso y previo al comienzo de la redacción del Estudio de Seguridad y Salud, el Director del Proyecto facilitará al Consultor el documento denominado ***Evaluación de riesgos, medidas preventivas y medidas de emergencia de la instalación existente***. Esta información, elaborada por el Servicio de Prevención del CABB, será incorporada al Estudio dentro de la Memoria en un apartado llamado ***Información de riesgos laborales facilitada por el titular de centro***.

Asimismo, incluirá la descripción de los servicios sanitarios y comunes de que deberá estar dotada la obra, en función del número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

|                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa<br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 84 de 95</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

En todo caso, en el Estudio de Seguridad y Salud se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores de mantenimiento y explotación. Esta información se recogerá en un apartado llamado **“Previsión para trabajos posteriores”**.

### **B. Pliego de condiciones particulares**

En este documento se tendrán en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra de que se trate, así como las prescripciones que se habrán de cumplir en relación con las características, la utilización y la conservación de las máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.

Se recomienda además incluir los criterios de abono de las distintas unidades del Estudio de Seguridad y Salud, sin embargo por las controversias que normalmente lleva asociadas el abono de estas unidades, es más que recomendable que sean tratados además en el pliego de condiciones del proyecto, por lo que ambos pliegos deben recoger los mismos criterios.

### **C. Planos**

Se desarrollarán los gráficos y esquemas necesarios para la mejor definición y comprensión de las medidas preventivas definidas en la memoria, con expresión de las especificaciones técnicas necesarias.

Entre otros se recomienda la inclusión de planos de situación y localización de las obras, planos específicos de las medidas colectivas que se van a disponer, planos de los servicios afectados y servidumbres, planos de vías de circulación afectadas y desvíos de peatones y/o de vehículos necesarios, señalización para los accesos de las obras y vallados previstos, planos de ubicación de zonas de acopio e instalaciones de higiene y bienestar previstos, etc.

Se evitará en todo momento la inclusión de planos y dibujos que no aporten información reseñable sobre los trabajos específicos de las obras recogidos en el proyecto o las medidas preventivas a tomar para realizarlos.

### **D. Presupuesto**

El presupuesto cuantificará el conjunto de gastos previstos para la aplicación y ejecución del Estudio de Seguridad y Salud, tanto por lo que se refiere a la suma total como a la valoración unitaria de elementos, con referencia al Cuadro de precios sobre el que se calcula. Dicho presupuesto deberá incorporarse desglosado incorporado al presupuesto general de la obra como un capítulo más del mismo.

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 85 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

Deberán recogerse en el presupuesto todas aquellas unidades o elementos de seguridad que hayan sido definidos o proyectados para la ejecución de la obra de acuerdo con la Memoria, el Pliego y los Planos del Estudio. Tendrán que ser objeto de medición, con el fin de poder cuantificar posteriormente, cuando se asignen los correspondientes precios, el coste al que tendrá que hacer frente la empresa contratista que se responsabilice de materializar y poner en práctica las medidas de seguridad previstas. Para garantizar la eficacia de las medidas que se dispongan no sólo se deberían contemplar el coste de la medida y el de su aplicación, sino también la necesidad de verificarla y mantenerla durante todo el tiempo que se requiera su presencia.

A modo de ejemplo deberían considerarse como mediciones los siguientes aspectos de carácter específico:

- Medios de protección colectiva, tales como: sistemas de barandillas, sistemas de redes de seguridad, elementos de oclusión de huecos, dispositivos de control de la atmósfera de trabajo, marquesinas, barreras rígidas, sistemas de ventilación, etc.
- Vallado, cerramientos, balizamientos y sistemas de control de acceso a la obra.
- Equipos de lucha contra incendios, ya sean fijos, móviles o instalados en ciertos equipos de trabajo y su señalización correspondiente. Se incluirá en el capítulo propio del presupuesto del proyecto y en caso de que no exista dicho capítulo, podrá incluirse en el propio Estudio.
- Dispositivos de alarma.
- Iluminación de emergencia.
- Equipos de primeros auxilios, rescate y evacuación.
- Elementos de señalización de seguridad y salud. Es el caso de los relativos a la señalización provisional de obra, debe ser establecida y presupuestada en el proyecto en todas las obras cuyo presupuesto de ejecución material exceda los 100 millones de las antiguas pesetas y preferiblemente en todos los casos.
- Señalización de la infraestructura construida cara a trabajos posteriores.
- La implantación de cualquier medida preventiva que resultara necesaria para la ejecución de la obra debida a un riesgo específico de la instalación y que no se encontrara incluida entre la actividad habitual de la empresa ejecutora (espacios confinados,...).

No deberán incluirse unidades, (sin perjuicio de ser incluido en la Memoria del ESS como aspectos a cumplir en obra), que sean considerados obligación del empresario y por tanto parte de los gastos generales de éste en el desempeño de su actividad.

Tampoco deberán incluirse en el presupuesto de seguridad y salud los costes exigidos para la correcta ejecución profesional de los trabajos, conforme a las normas

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 86 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

reglamentarias en vigor y los criterios técnicos generalmente admitidos, emanados de Organismos especializados (Artículo 5.4 del Real Decreto 1627/1997), Lógicamente, los costes relacionados con la disposición y correcta utilización de dichos equipos deberán ser considerados en las unidades de obra que demanden su utilización. Por tanto, el coste de adquisición, montaje, almacenamiento y mantenimiento de los equipos de protección asociados a estos equipos auxiliares no son de abono en el presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud, debiendo estar considerados presupuestariamente como costes indirectos de cada unidad de obra.

En resumen, no deben incluirse:

- Gastos derivados de la vigilancia de la salud de los trabajadores, siempre y cuando para la ejecución de los trabajos no se prescriba la realización de estudios médicos complementarios a los que ya se encuentran incluidos en los protocolos ordinarios.
- La formación en materia preventiva que se le exige a cualquier trabajador de la construcción, de acuerdo con el convenio actualmente vigente.
- Instalaciones provisionales de obra, como son oficinas, talleres, almacenes, vestuarios e instalaciones de higiene y bienestar.
- El coste de las actividades preventivas concertadas, de forma general, con los servicios de prevención.
- Medios auxiliares que son necesarios para la ejecución de ciertas unidades de obra como son andamios de tipo europeo, cimbras, entibaciones y similares.
- Personal de mantenimiento, vigilancia y control de la obra.
- Equipos de protección individual, al menos los generales (ropa de trabajo, casco, botas de seguridad, guantes,...), que deberán de estar incluidos en el coste de la unidad de obra. Por ello, esta circunstancia debe ser conforme con la justificación de precios del proyecto. No será el caso de los EPIs específicos sancionados como necesarios, no por la ejecución de un trabajo, sino por estar asociados a riesgos propios del lugar de trabajo o de las condiciones del entorno donde se realiza la obra (arneses de seguridad, equipos de respiración autónomos en galerías,...) que sí deberán ser objeto de abono.

El presupuesto será, en resumen, tanto más real cuanto mayor sea el nivel de precisión de las mediciones y cuanto más se ajusten los precios utilizados a los existentes en el mercado. Un presupuesto ajustado a la realidad y a las necesidades de la obra permitirá elaborar un plan de seguridad y salud con el que se pueda hacer frente a las contingencias que pudieran aparecer y evitará además la aparición de discrepancias y reclamaciones cuando al ir ejecutando la obra se ponga de manifiesto la falta de recursos para resolver los problemas que vayan surgiendo.

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 87 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

Sólo deberán figurar partidas alzadas en los casos de elementos u operaciones de difícil previsión.

### **5.37.3. Contenido mínimo del Estudio básico de Seguridad y Salud**

El Estudio básico de Seguridad y Salud deberá contener como mínimo:

- La justificación de la inclusión en el proyecto de un Estudio Básico de Seguridad y Salud en lugar de un Estudio de Seguridad y Salud.
- La identificación y descripción de la obra y de las normas de seguridad y salud aplicables a los trabajos, ajustándose al tipo de obra a realizar.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello.
- La relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.
- En su caso, tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Las previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

### **5.38. ANEJO N°38 – Estudio de la seguridad contra riesgos antrópicos**

Consistirá en un estudio de la implantación de medidas de seguridad para la contención y detección de los riesgos que deriven de las amenazas antisociales, siempre y cuando no se inclumplan otras normativas incluyendo normas subsidiarias y planeamiento municipal.

Se contemplarán medidas de seguridad pasivas (de contención), y medidas de seguridad activas (de detección) cuyo objetivo final será la disminución de los riesgos antrópicos que puedan vulnerar la seguridad de la instalación y su normal funcionamiento.

A tener en cuenta la importancia de impedir o dificultar el acceso a personas no autorizadas con medidas de seguridad tales como cierres perimetrales de seguridad, puertas de acceso resistentes, sistema de cerraduras y llaves inteligentes, edificaciones robustas limitando puntos de acceso innecesarios (ventanas, muros cortina, etc.),

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                 |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 88 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

respiraderos resistentes que imposibiliten vertidos al agua potable, iluminación exterior, etc.

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 89 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

## 6. DOCUMENTO N°2 – PLANOS

Se incluirán los planos de conjunto y de detalle necesarios para que la obra quede perfectamente definida, así como los que delimiten la ocupación de terrenos y la restitución de servidumbres y demás derechos reales, en su caso, y servicios afectados por su ejecución (Art. 233 de la LCSP). Los planos deberán ser lo suficientemente descriptivos para que puedan deducirse de ellos las mediciones que sirvan de base para las valoraciones pertinentes y para la exacta realización de la obra (Art. 129 del RGCAP).

Todos los planos, por su carácter contractual, deberán ir firmados por el Autor del proyecto y el Director del proyecto.

Además, la información de planos que sea susceptible de incorporar al GIS corporativo del CABB, deberá realizarse, además de en los formatos CAD habituales, en formato digital universal tipo “csv” y/o “shape”, con objeto de facilitar su integración al citado GIS. En cualquier caso, esa información se organizará según los criterios de la coordinadora del GIS para los Servicios técnicos del CABB.

El índice habitual de planos es el siguiente (a revisar en cada caso):

1. Situación general
2. Emplazamiento
3. Planta general (1/1.000)
  - 3.1. Zonas Servidas
  - 3.2. Delimitación de redes
  - 3.3. Línea piezométrica
  - 3.4. Definición de puntos límite del alcance
4. Planta y perfil longitudinal (1/500-1/100)
5. Planos de replanteo (1/500-1/100)
6. Perfiles transversales (1/100)
7. Arquetas y pozos de registro
8. Secciones tipo y detalles

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 90 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

## 9. Obras de fábrica:

### 9.1. Excavaciones

### 9.2. Proceso constructivo

### 9.3. Formas

### 9.4. Armados

### 9.5. Arquitectura

### 9.6. Urbanización

## 10. Implantación de equipos

## 11. Elementos mecánicos y electromecánicos

## 12. Ventilación

- a. Redes. Planta y perfil longitudinal
- b. Equipos y elementos singulares

## 13. Instalaciones eléctricas

- a. Clasificación de zonas
- b. Acometida eléctrica
- c. Centro de transformación
- d. Canalizaciones
- e. Cuadros eléctricos y receptores
- f. Esquemas eléctricos
- g. Puestas a tierra

## 14. Instalación de Telemando y Telecontrol

- a. Punto de conexión
- b. Trazado de acometida de telecomunicaciones
- c. Diagrama funcional de la instalación

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 91 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

- d. Arquitectura de control

#### 15. Servicios afectados y afecciones

- a. Desvíos provisionales y/o definitivos
- b. Planta y perfil longitudinal
- c. Obras singulares
- d. Reposiciones (cierres, mobiliario urbano, accesos y viales, aceras, parcelas verdes, ....)
- e. Accesos
- f. Desvíos de tráfico

#### 16. Otros planos necesarios para la definición de la obra en sus diferentes fases

|                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa<br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 92 de 95</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

## 7. DOCUMENTO Nº3 – PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

El Pliego de Prescripciones Técnicas es un documento contractual que, como tal, deberá ir firmado por el Autor del Proyecto y el Director del Proyecto. Se descompondrá en dos apartados:

### 7.1. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

Con carácter general, en los Proyectos del Consorcio, regirá el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras del CABB, que deberá ser entregado por el Director del Proyecto, en su última revisión, a la Ingeniería redactora del proyecto.

Se deberá hacer una revisión del Pliego entregado con el fin de comprobar que incluye las principales unidades que son objeto del proyecto a redactar y que los criterios adoptados, en cuanto a la medición y abono de las unidades con mayor peso en el presupuesto, son concordantes con la establecido en los capítulos correspondientes del Pliego. Además, se deberá completar en aquellos apartados que sean específicos del proyecto a redactar.

Aquellas unidades que por su singularidad o relevancia requieran de una especificación especial o no se encuentren incluidas en el Pliego general, pasarán a formar parte del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Generales deberá contar, como mínimo, con los siguientes capítulos:

- CAPITULO I: Introducción y generalidades
- CAPITULO II: Origen y características de los materiales
- CAPITULO III: Definición, medición, ejecución y abono de las obras

### 7.2. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, que regulará la ejecución de las obras y las pruebas previstas, complementará al **Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras del CABB** en aquellas unidades de obra no recogidas en él, o que se considere necesario destacar por su singularidad o importancia. Se redactará en forma de articulado con los mismos criterios y numeración que aquél, incluyendo las materias correspondientes a los siguientes apartados:

- a) Definición y alcance del Pliego, incluyendo disposiciones de carácter general y particular de aplicación.

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 93 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

- b) Descripción de las obras.
- c) Condiciones generales, que entre otros aspectos incluirá las obligaciones del adjudicatario y de la Administración en relación con la realización y abono del control de calidad.
- d) Condiciones que deben cumplir los materiales, indicándose, en artículos independientes, las características y calidad de todos y cada uno de los materiales que figuren en las distintas unidades de obra.
- e) Ejecución, medición y abono, donde se señalarán en artículos independientes, la forma y prescripciones de la ejecución de cada una de las unidades de obra, con mención de los materiales a emplear y el artículo del pliego donde se especifican las características de dichos materiales, la forma de medición y el abono de la unidad, así como el precio del cuadro de precios número uno a que se refiere.
- f) Fichas de equipos: Hojas de datos de equipos electromecánicos, e instrumentación, que permitan definir exhaustivamente los datos generales del mismo, las condiciones de servicio, principales características, materiales, accionamiento... según modelo normalizado del CABB.

En general, se tendrá en cuenta para su redacción lo dispuesto en la LCSP en su artículo 126

|                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa<br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 94 de 95</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

## 8. DOCUMENTO Nº4 – PRESUPUESTO

El presupuesto se agrupará por capítulos, y en él deben quedar claramente reflejadas todas las unidades de obra que hay que ejecutar y que se han definido a lo largo del proyecto. Los capítulos irán estructurados en subcapítulos y partidas, de tal manera que - en cada capítulo- estén unidas en un mismo epígrafe todas las unidades que tengan la misma naturaleza.

Para la edición final de los Presupuestos el proyectista deberá utilizar los programas PRESTO.

### 8.1. Mediciones

Se detallará el listado completo de mediciones y los detalles precisos para su valoración, incluyendo todos los datos necesarios para que la comprobación pueda hacerse sin consultar los planos. Se incluirán todas las mediciones auxiliares para la correcta definición de la obra que justifiquen y aclaren las mediciones generales.

El sistema de medición será correspondiente con las formas previstas de medición en obra, reflejadas en el *Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares*.

### 8.2. Cuadros de precios

Corresponde a este apartado del documento *Presupuesto*, la enumeración de los precios adoptados por las distintas unidades de obra contempladas en el proyecto. Por su carácter contractual, ambos cuadros deberán ir firmados por el Autor del proyecto y por el Director del proyecto.

Los cuadros de precios a presentar serán:

#### 8.2.1. Cuadro de precios nº1:

Enumeración de los precios (en cifra y letra), estudiados previamente, para las distintas unidades de obra previstas, seguida de los precios correspondientes a las distintas Partidas alzadas de abono íntegro adoptadas. Deberán coincidir, en orden y numeración, con el establecido en el Anejo *Análisis de precios unitarios y justificación de precios*.

#### 8.2.2. Cuadro de precios nº 2:

Partición de los precios de las distintas unidades de obra en una serie de partidas (materiales, maquinaria, mano de obra, pruebas...), las cuales sumadas deberán coincidir con la cifra fijada en el *Cuadro de precios nº1*, y serán establecidas atendiendo a los estudios efectuados en el Anejo *Análisis de precios unitarios y justificación de precios*. En

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa</b><br/>Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia</p> | <p align="center"><b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA:<br/>MANUAL PARA LA<br/>REDACCIÓN DE PROYECTOS<br/>EN EL CABB</b></p> | <p>CÓD.: IT(LPES-SGC-01) 01<br/>REV.: 01<br/>FECHA: 26/02/2019<br/>PÁG.: 95 de 95</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

ningún caso existirá partida independiente de costes indirectos, los cuales habrán sido repercutidos en las partidas anteriores. Del mismo modo, por su carácter contractual, no figurarán en él datos relativos a rendimientos, costes horarios, etc. que han servido de base para la determinación de los precios. Se incluirán las partidas alzadas de abono íntegro, manteniendo orden y numeración correspondiente al *Cuadro de precios nº1* y al *Anejo Análisis de precios unitarios y justificación de precio*, añadiendo la expresión “sin descomposición” al precio correspondiente.

## **8.3. Presupuestos**

### **8.3.1. Presupuestos parciales**

Presupuesto parcial de cada capítulo, obtenidos como producto del número de cada unidad por su precio unitario, y sumando las partidas alzadas.

De conformidad a lo indicado en el presente documento, todos los proyectos tendrán, en su presupuesto, capítulos específicos para los siguientes estudios:

- Estudio de gestión de RCD
- Estudio de Seguridad y Salud
- Puesta en servicio

### **8.3.2. Presupuesto General:**

Se obtendrá el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) como la suma de todos los presupuestos parciales. Finalmente, se obtendrá el Presupuesto Base de Licitación (PBL) como suma del PEM más los Gastos Generales (13% del PEM) más el Beneficio Industrial (6% del PEM) y el IVA. El Presupuesto Base de Licitación deberá ir firmado.

El presupuesto deberá ir firmado por el Autor del Proyecto y por el Director del Proyecto.



## ANEJO 8. PLANIFICACIÓN PROYECCTOS CATABB



|    |                                                                 | ene | feb | mar | abr | may | jun | jul | ago | sept | oct | nov | dic |
|----|-----------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
|    | <b>Proyectos principales</b>                                    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |
| 1  | Estudio de desorción de los THM en los filtros de Carbón activo |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |
| 2  | Comparativa de eliminación de THM en dos filtros de CA          |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |
| 3  | Carbón activo en polvo como ayudante a coagulación              |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |
| 4  | Estudio de desorción de contaminantes emergentes en filtros CA  |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |
| 5  | Estudio del balance de Bromo en la línea de tratamiento         |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |
| 6  | Estudio del efecto de UV sobre elementos persistentes           |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |
|    | <b>Proyectos secundarios</b>                                    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |
| 1  | Eliminación geosmina                                            |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |
| 2  | Eliminación isoborneol                                          |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |
| 3  | Practicas Estudio columna carbón activo                         |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |
| 4  | Eliminación de giardia mediante UV                              |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |
| 5  | Estudio de dosis optima en ozonización intermedia               |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |
| 6  | Estudio de la formación de THM bromados                         |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |
| 7  | Prácticas de mejora del proceso decantación con ClO2            |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |
| 8  | Ensayos de coagulantes orgánicos                                |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |
| 9  | Prácticas de estudio de ciclo de vida de distintos procesos     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |
| 10 | Ensayos de floculantes orgánicos                                |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |