

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA E.T.A.P. DE GRIÑON

Tomo I de VII

Documento nº 1
Memoria y Anejos 1 al 6

Autor del proyecto:
Milagros Higuera Toledano
Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos

Madrid, Marzo de 2019

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA E.T.A.P. DE GRIÑON

Tomo I de VII

Documento nº 1
Memoria y Anejos 1 al 6

Autor del proyecto:
Milagros Higuera Toledano
Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos

Madrid, Marzo de 2019

ÍNDICE GENERAL

TOMO I

Documento nº 1. Memoria y Anejos 1 al 6

MEMORIA

ANEJOS

- | | |
|-------------|--|
| Anejo nº 1. | Características principales del proyecto |
| Anejo nº 2. | Cartografía y topografía |
| Anejo nº 3. | Estudio geológico-geotécnico |
| Anejo nº 4. | Estudio de alternativas |
| Anejo nº 5. | Cálculos de dimensionamiento |
| Anejo nº 6. | Cálculos hidráulicos |

TOMO II

Documento nº 1. Memoria y Anejos 7 al 11

- | | |
|--------------|--|
| Anejo nº 7. | Cálculos estructurales |
| Anejo nº 8. | Cálculos mecánicos |
| Anejo nº 9. | Cálculos eléctricos |
| Anejo nº 10. | Cálculos de climatización, refrigeración y protección contra incendios |
| Anejo nº 11. | Telemando, telecontrol y automatismos |

TOMO III

Documento nº 1. Memoria y Anejo 12

- | | |
|--------------|------------------------------|
| Anejo nº 12. | Estudio de Seguridad y Salud |
|--------------|------------------------------|

TOMO IV

Documento nº 1. Memoria y Anejos 13 al 25

- | | |
|--------------|--|
| Anejo nº 13. | Estudio de interferencias con instalaciones existentes |
|--------------|--|

- Anejo nº 14. Tramitaciones
- Anejo nº 15. Restauración ambiental, paisajística y ruidos
- Anejo nº 16. Autorizaciones administrativas
- Anejo nº 17. Justificación de precios
- Anejo nº 18. Plan de obra
- Anejo nº 19. Gestión de residuos de construcción y demolición
- Anejo nº 20. Reportaje fotográfico
- Anejo nº 21. Documentación a entregar por el contratista
- Anejo nº 22. Relaciones del Contratista con la Dirección de obra
- Anejo nº 23. Control de calidad
- Anejo nº 24. Medidas de prevención y seguridad en Estación de Tratamiento de Agua Potable
- Anejo nº 25. Señalización corporativa de instalaciones de Canal de Isabel II

TOMO V

Documento nº 2. Planos

- Planos generales
- Diagramas de flujo
- Obra civil formas
- Obra civil armaduras
- Equipos mecánicos
- Esquemas unifilares eléctricos
- Equipos eléctricos y control
- Instalaciones de climatización y refrigeración
- Protección contra incendios
- Actuaciones de mejora

TOMO VI

Documento nº 3. Pliego de Prescripciones Técnicas

- 3.1. Pliego de prescripciones técnicas generales
- 3.2. Pliego de prescripciones técnicas particulares

TOMO VII

Documento nº 4. Presupuesto

- 4.1. Mediciones
- 4.2. Cuadro de precios nº 1
- 4.3. Cuadro de precios nº 2
- 4.4. Presupuestos Parciales
- 4.5. Resumen de Presupuesto
- 4.6. Presupuesto de Ejecución Material
- 4.7. Presupuesto Base de Licitación

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	7
2. OBJETO DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN	9
3. ÁMBITO GEOGRÁFICO	12
4. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	15
4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	15
4.2 TRATAMIENTO DE AFINO	15
4.2.1 ADAPTACIÓN ARQUETA DE REUNIÓN Y MEDIDA DE CAUDAL	15
4.2.2 PRE-OZONIZACIÓN	16
4.2.3 BOMBEO INTERMEDIO, OZONIZACIÓN INTERMEDIA Y OXIDACIÓN AVANZADA	17
4.2.4 FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO	18
4.2.5 GENERACIÓN DE OZONO	19
4.2.6 CONEXIÓN LÍNEA DE AFINO	20
4.2.7 ALMACENAMIENTO DE OXÍGENO	21
4.2.8 CONDUCCIONES	21
4.3 ACTUACIONES DE MEJORA	21
4.3.1 DEPÓSITO DE RECUPERACIÓN DE AGUAS DE LAVADO	21
4.3.2 EDIFICIO DE VÁLVULAS Y BOMBEO	22
4.3.3 EDIFICIO DE FILTROS DE ARENA	23
4.3.4 EDIFICIO DE REACTIVOS	24
4.3.5 TRATAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO	26
4.3.6 MICRO-FLOCULACIÓN	27
4.3.7 EDIFICIO DE CONTROL	27
4.3.8 CLIMATIZACIÓN CCM1, CCM2 y bombeo intermedio	27
4.3.9 ATENUACIÓN ACÚSTICA DE EXTRACTORES EXISTENTES	28
4.3.10 VENTILACIÓN GALERÍA PURGA DE FANGOS	28
4.3.11 ACCESIBILIDAD Y URBANIZACIÓN	28
4.4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS	29
4.5 INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN	31
4.6 SISTEMA DE TELEMANDO Y CONTROL	31
5. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO DEL PROYECTO	33
5.1 OZONIZACIÓN	33
5.2 FILTROS DE CARBÓN ACTIVO	35
6. ESTUDIOS Y CÁLCULOS	40
6.1 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA	40
6.2 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	40

6.3 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	41
6.4 CÁLCULOS DE DIMENSIONAMIENTO	41
6.5 CÁLCULOS HIDRÁULICOS	42
6.6 CÁLCULOS ESTRUCTURALES	42
6.7 CÁLCULOS MECÁNICOS	43
6.8 CÁLCULOS ELÉCTRICOS	43
6.9 CÁLCULOS DE CLIMATIZACIÓN, REFRIGERACIÓN Y P.C.I.	44
6.10 SUPERVISIÓN Y CONTROL	44
6.11 SEGURIDAD Y SALUD	46
6.12 ESTUDIO DE INTERFERENCIAS	46
6.13 TRAMITACIONES	46
6.14 RESTAURACIÓN AMBIENTAL, PAISAJÍSTICA Y RUIDOS	46
6.15 AUTORIZACIONES ADMINISTRATIVAS	47
6.16 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS	47
6.17 PLAN DE OBRA	48
6.18 GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	48
6.19 REPORTAJE FOTOGRÁFICO	49
6.20 DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR POR EL CONTRATISTA	49
6.21 RELACIONES DEL CONTRATISTA CON LA DIRECCIÓN DE OBRA	50
6.22 CONTROL DE CALIDAD	50
6.23 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD	50
6.24 SEÑALIZACIÓN CORPORATIVA	50
7. CONSIDERACIONES ADMINISTRATIVAS	51
7.1 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	51
7.2 REVISIÓN DE PRECIOS	51
7.3 PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA	51
8. PRESUPUESTO	52
9. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO	54
10. CONCLUSIÓN	56

1. ANTECEDENTES

La Planta de Tratamiento de Agua Potable de Griñón formaba parte de la actuación Campo de Pozos del Guadarrama, que figuraba en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo, aprobado en virtud del Real Decreto 1664/1998 de 24 de julio.

La E.T.A.P. de Griñón se diseñó para un caudal de 940 l/s, ampliable hasta 1200 l/s, fue construida por Confederación Hidrográfica del Tajo y su puesta en servicio se efectuó durante el año 2008. El máximo caudal que se ha tratado hasta la fecha es 500 l/s y el agua bruta se obtiene de pozos de la zona (Batres P-4, P-4 bis y P-6) y de la cuenca del Alberche (Arteria Aductora del Campo de Pozos de Guadarrama y bombeo de Picadas).

La Arteria Aductora del Campo de Pozos de Guadarrama de 39 km de longitud, conecta el Norte con el Sur de la Comunidad de Madrid por el Oeste. La conducción Picadas-Valmayor toma el agua del desagüe de fondo del embalse de San Juan, en el río Alberche y es impulsada hasta el embalse de Valmayor, en el río Aulencia, incorporándose allí a la actual red de distribución de Canal de Isabel II. El sistema hidráulico está diseñado como una reimpulsión sin rotura de carga en ningún punto de la red.

Los pozos sólo se utilizan para emergencias y en períodos de sequía porque éstos se consideran reservas estratégicas de agua.

Las obras realizadas consistieron en la construcción de una E.T.A.P., de un depósito de equilibrio de 21.000 m³ y de las conexiones de llenado desde la Arteria del Guadarrama; bombeo de agua tratada a la conducción ϕ 800 Nueva Fundación Sur, y suministro a las redes de abastecimiento de varios municipios.

La E.T.A.P. de Griñón abastece a cuatro zonas, desde grupos de bombeo que se alimentan del depósito de 21.000 m³ de agua tratada de la planta:

1. Red Local de Griñón cuyo suministro procede en su totalidad de la planta por lo que el bombeo debe tener un funcionamiento ininterrumpido y las paradas de la planta deben estar programadas contando con la capacidad de regulación del depósito.
2. Depósito existente de 5.900 m³, al final de la calle de los Cedros Altos (Griñón), que actúa como cabecera de las redes de Batres y el Álamo.
3. Serranillos del Valle.
4. Getafe, por la conducción ϕ 800 Nueva Fundación Sur. El bombeo funciona mediante consigna de presión, de manera continua o unas horas según demanda. Este bombeo a la red tiene alguna de las divisorias cerradas en la zona de Cubas de la Sagra y Torrejón de Velasco. Esta tubería ocasionalmente podrá tener un funcionamiento reversible y servirá para el llenado del depósito de 21.000 m³ aprovechando la presión hidrostática existente.

La línea de tratamiento de la E.T.A.P. de Griñón está formada por una línea de agua y una línea de tratamiento de fangos que consta de las siguientes instalaciones o procesos:

Línea de agua

- Arqueta de reunión, de recogida de agua de los pozos de Batres (P4, P4 bis y P6) y de la Arteria de Guadarrama.
- Almacenamiento y dosificación de reactivos.
- Cámara de mezcla y micro-floculación: 1 línea.
- Mezcla rápida, floculación y decantación lamelar: 2 líneas.
- Filtración por gravedad en filtros de arena (8 líneas).
- Pozo desarenador.
- Recuperación de aguas de lavado.
- Bombeo de emergencia y reboses.
- Almacenamiento en depósito de agua tratada de 21.000 m³, desinfección final y distribución.

Línea de fangos

- Bombeo de recuperación de agua de lavado de filtros
- Decantación lamelar y retorno de agua clarificada a cabecera de tratamiento
- Homogeneización de fangos decantados
- Espesamiento de fangos por flotación
- Homogeneización y desgasificación de fangos espesados
- Deshidratación mediante centrífuga
- Almacenamiento de fangos deshidratados

Los reactivos utilizados en el tratamiento son los siguientes:

- Hipoclorito sódico en pre-cloración (2-5 mg/l).
- Hipoclorito sódico en post-cloración (1-2 mg/l).
- Sulfato de alumina (8- 20 mg/l).
- Floculante (0,2-0,5 mg/l).
- Ácido clorhídrico (15-25 mg/l).
- Hidróxido sódico (5-10 mg/l).
- Solución de amoníaco (hidróxido amónico) (0,25-0,50 mg/l).

En pre-cloración se añade hipoclorito sódico en la cámara de mezcla, tanto en la línea de micro-floculación como en la decantación lamelar.

La dosificación de amoníaco, hipoclorito sódico en post-cloración e hidróxido sódico para la corrección de PH, se realiza a la salida de filtros, en el depósito de agua filtrada. Actualmente aporta hipoclorito y solución amoniacal.

En el año 2012, se redactó un proyecto de instalación de oxidantes alternativos en la E.T.A.P. de Griñón, en los que se dejaba la posibilidad de aportar dióxido de cloro (1-2 mg/l) y permanganato (1,5-3 mg/l), y cuya recepción de obras se produjo en Agosto de 2013.

2. OBJETO DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN

En la planta de Griñón se han detectado algunos episodios de geosmina en el agua bruta y se ha observado que la E.T.A.P. de Majadahonda, que cuenta con filtros de carbón activo y recibe agua de los pozos de Guadarrama y del bombeo de Picadas al igual que la E.T.A.P. de Griñón, ha sido capaz de sacar un agua tratada con calidad, sabor y olor aceptables, mientras que la E.T.A.P. de Griñón tuvo que parar, por no alcanzar los mismos niveles.

La mejora de las instalaciones en la E.T.A.P. de Griñón, mediante la construcción de un tratamiento de afino permitirá incrementar la garantía de suministro y calidad del agua. El Nuevo tratamiento de afino incluye una pre-oxidación con ozono previa a la cámara de mezcla del tratamiento físico-químico, una oxidación avanzada intermedia con ozono y dosificación de peróxido de hidrógeno y filtración con carbón activo después de la actual filtración por arena, y previo a la obra de salida actual.

La Línea de agua de la planta incluirá las siguientes modificaciones:

- Adaptación de la obra de llegada y conducciones a las condiciones hidráulicas de inserción de la pre-ozonización.
- Cámaras de pre-ozonización.
- Generación de ozono a partir de oxígeno líquido.
- Derivación del canal de salida de agua filtrada actual a tratamiento de afino.
- Bombeo intermedio a cámaras de ozonización intermedia.
- Cámaras de ozonización intermedia con posibilidad de dosificación de peróxido de hidrógeno.
- Filtración mediante lecho de carbón activo en grano.
- Retorno a la salida actual.

El objeto del presente proyecto es la definición de detalle, de las obras e instalaciones necesarias para el tratamiento de afino y mejoras de la E.T.A.P. de Griñón, así como la renovación y adaptación de las instalaciones eléctricas y elementos de instrumentación y control.

El tratamiento de afino consistirá en una pre-ozonización en el inicio de planta previa a la cámara de mezcla y la inclusión tras la filtración de arena de una oxidación avanzada (a través de una ozonización intermedia y una dosificación de peróxido de hidrógeno) y una filtración de carbón activo. La planta no tiene margen piezométrico para intercalar el nuevo proceso, por lo que habrá que disponer un bombeo intermedio tras la filtración de arena.

El tratamiento de afino compuesto por una pre-ozonización, oxidación avanzada con ozonización intermedia y dosificación de peróxido de hidrógeno y filtración de carbón activo se dimensionará para el caudal nominal de la planta de 1 m³/s.

La conducción ϕ 800 Nueva Fundación Sur se va emplear para el llenado del Depósito de Agua Tratada en períodos de parada de la planta, para lo que se reclorará a su entrada en el depósito para evitar problemas de calidad debidos a tiempos de retención muy elevados.

Además del tratamiento de afino en la planta se ejecutarán una serie de mejoras que se concretan en las siguientes actuaciones:

1. Depósito de recuperación de aguas de lavado. Instalación de un sistema de limpieza del depósito de aguas de lavado mediante bombas eyectoras.

2. Edificio de válvulas y bombeo.
 - 2.1. Sustitución de los grupos de presión actuales para agua de servicios y dilución de reactivos.
 - 2.2. Sustitución de caudalímetro electromagnético de entrada a depósito.
 - 2.3. Instalación de una nueva válvula de aislamiento (DN 300 mm) en tubería de vaciado del depósito regulador.
3. Edificio de filtros de arena.
 - 3.1. Instalación de calderín para el sistema de compresión de aire en sala de filtros de arena.
 - 3.2. Instalación de compuertas para sectorización y vaciado en canal de reparto de agua de filtros de arena.
4. Edificio de reactivos.
 - 4.1. Ejecución de una nueva cubierta, que permita la extracción de los depósitos de almacenamiento de reactivos.
 - 4.2. Renovación de depósitos de almacenamiento existentes, en el hipoclorito se aumentará los depósitos desde 20 m³ hasta 30 m³ y se incluirá un sistema de refrigeración para mantener el reactivo a 15 °C.
 - 4.3. Sustitución de equipos de dosificación y motobombas de carga y trasvase de reactivos.
5. Tratamiento físico-químico.
 - 5.1. Arquetas de vaciado en cámaras de floculación.
 - 5.2. Sustitución de los decantadores lamelares tubulares de PVC, por lamelas de acero inoxidable en una línea de decantación y de polipropileno en la segunda línea de decantación, ambas con sistema de limpieza automático.
 - 5.3. Pasarelas centrales en decantadores lamelares.
 - 5.4. Instalación de ataguía de acero inoxidable en obra de entrada a decantación para independizar la alimentación a las dos líneas de decantación.
 - 5.5. Alimentación desde cámaras de floculación a decantadores a través de 12 orificios circulares ϕ 700 mm.
6. Microfloculación.
 - 6.1. Pasarela de mantenimiento canal de salida microfloculación.
 - 6.2. Sustitución de compuerta de entrada.
7. Edificio de control.

7.1. Remodelación de los vestuarios masculino, femenino, aseo de visitas, aseo de discapacitados y botiquín en la planta baja. Los aseos de visitas y discapacitados se unifican y en el espacio destinado al botiquín se segrega un espacio para taquillas, lavadora y secadora.

7.2. Instalación de un cubeto de PRFV de 1 m³ para recogida de residuos de laboratorio, instalado en una arqueta en el vial de acceso al taller y almacén de la E.T.A.P.

8. Climatización.

8.1. Instalación de sistema de climatización para sala CCM1 y CCM2.

8.2. Sustitución de extractores en los edificios de filtros, deshidratación y reactivos.

8.3. Instalación de extractor en galería de purga de fangos.

8.4. Instalación de enfriadoras para sistema de refrigeración depósitos de hipoclorito.

9. Control SCADA. Integración en Scada de control de la E.T.A.P. de la instalación de dosificación de carbón activo en polvo junto con los nuevos equipos.

10. Accesibilidad y urbanización.

10.1. Ampliación de puerta de entrada E.T.A.P.

10.2. Instalación de accesos a cubiertas de edificios y elementos de protección colectiva para su mantenimiento.

10.3. Ampliación del aparcamiento.

10.4. Pantallas anti-ruido en el vallado cercano calle Olivar del Patrón.

10.5. Eliminación de las bandejas de cables eléctricos instaladas en la galería de servicio y construcción de un banco de tubos para uso exclusivo de canalizaciones eléctricas.

10.6. Prolongación muro de hormigón de cerramiento E.T.A.P., para permitir acceso de vehículos a fachada oeste del edificio eléctrico-CCM1.

10.7. Centro de seccionamiento independiente para suministro de energía eléctrica en calle Olivar del Patrón.

3. ÁMBITO GEOGRÁFICO

Las obras del presente proyecto se sitúan en el municipio de Griñón, a unos 27 km de Madrid, en la zona suroccidental de la Comunidad de Madrid, en la comarca natural denominada La Sagra.



Según datos del Padrón Municipal a 1 de Enero de 2018, el municipio de Griñón tiene una población de 10.178 habitantes.

La parcela donde se ubica la E.T.A.P. de Griñón es una planta prácticamente rectangular, de 215 m por 102 m y una superficie de aproximada de 21.927 m². El acceso a la planta se realiza por la calle Olivar del Patrón.

En Diciembre de 2008, se realiza un proyecto de modificación puntual (MP-004/08) de las Normas Subsidiarias de Griñón en Terrenos de Canal de Isabel II, donde la manzana M-2 pasa de uso residencial a uso de infraestructuras.



En Julio de 2003, Canal de Isabel II redacta el **Plan Especial** de tratamiento de afino en la E.T.A.P. de Griñón (T.M. Griñón), cuyo objeto se inscribe en la mejora de las instalaciones en la ETAP de Griñón, mediante la construcción de un tratamiento de afino que permitirá incrementar la garantía de suministro y calidad del agua.

Para la ampliación de la línea de tratamiento, con la implantación de un tratamiento de afino que es objeto del presente proyecto, se tomará una parcela aledaña a la instalación actual de 4.007 m² y que en el Planeamiento general de Griñón estaba contemplada para uso residencial (manzana M2 del ámbito UE-30).

4. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

En el presente Proyecto se definen las obras de tratamiento de afino a incluir en la línea de agua de la planta y una serie de actuaciones de mejora de la E.T.A.P. de Griñón así como las instalaciones eléctricas y el sistema de control para adaptar la obra al funcionamiento conjunto de la E.T.A.P. de Griñón.

El caudal de tratamiento de la planta es de 1000 l/s (3600 m³/h) y los procesos de ozonización (PRE y OZONIZACIÓN INTERMEDIA) se configuran en dos líneas de tratamiento del 50% de capacidad del caudal de diseño cada una. No obstante, en primera fase se instalan dos equipos de generación de ozono a partir de oxígeno líquido que permiten una dosificación de 4 ppm de ozono para un caudal de 500 l/s (1800 m³/h).

El bombeo intermedio se equipa en primera fase con grupos de bombeo que permiten la elevación de caudales entre 80 l/s (288 m³/h) y 800 l/s (2880 m³/h) mientras la dosificación de peróxido de hidrógeno se equipa para el caudal nominal de la planta de 1000 l/s al igual que los filtros de carbón activo granular (CAG) donde se suministran e instalan 604,80 m³ de carbón activo de las seis líneas.

A continuación se realiza una descripción de cada una de las actuaciones a realizar:

4.2 TRATAMIENTO DE AFINO

4.2.1 ADAPTACIÓN ARQUETA DE REUNIÓN Y MEDIDA DE CAUDAL

Al intercalar el proceso de pre-ozonización entre la arqueta de reunión y la micro-floculación / decantación lamelar se ha incrementado el nivel de piezométrico en la arqueta de reunión lo que requiere la prolongación de la altura de sus muros y la correspondiente prolongación de la escalera de acceso a la parte superior.

Los muros exteriores de la arqueta de reunión se han aumentado 0,80 m de altura y el aliviadero de seguridad interior 1,02 m (6 m de longitud) que permite desalojar el agua de llegada en caso de falsa maniobra.

Además se ha instalado una tubería aérea de alimentación a la pre-ozonización de acero al carbono de DN 1200 mm con un recubrimiento protector de la corrosión mediante galvanizado en caliente y con apoyos de hormigón. En la tubería se intercala una válvula de mariposa de DN 1200 mm para seccionar la derivación y caudalímetro electromagnético de DN 1200 mm para la medida de caudal en el inicio de la planta.

La tubería de conexión DN 1000 mm de la arqueta de reunión con la cámara de mezcla de micro-floculación se conserva, añadiendo una compuerta mural en el compartimento de entrada a las cámaras de mezcla y micro-floculación, funcionando como baipás del tratamiento de pre-ozonización.

4.2.2 PRE-OZONIZACIÓN

La cámara de pre-ozonización es una estructura de hormigón armado que tiene unas dimensiones en planta de 15,50x7,60 m. La losa de cimentación tiene un canto de 0,50 m y un tacón de 0,20 m. Los muros exteriores tienen un espesor de 0,40 m y una altura máxima de 6,45 m. Los muros interiores transversales tienen un espesor de 0,30 m y alturas variables para facilitar el funcionamiento del proceso. Además algunos muros tienen huecos en la parte superior para ventilación.

Sobre la losa de cubierta están situados dos destructores de ozono residual (uno por línea) sobre los que se dispone de una estructura para protegerlo de la lluvia u otros fenómenos meteorológicos. El acceso a la cubierta se realiza mediante una escalera de hormigón de 6,00 m de longitud.

Se disponen dos líneas con un caudal de tratamiento por línea de 0,5 m³/s. Las dosis y el diseño de las cámaras de pre-ozonización se han hecho conforme a las necesidades del agua bruta de la E.T.A.P. Para optimizar la instalación, se ha optado por instalar en primera fase dos equipos de generación de ozono, comunes para la pre-ozonización y ozonización intermedia, y en segunda fase un equipo adicional.

Para poder dosificar hasta 3 ppm de ozono en la pre-ozonización y 1 ppm en la ozonización intermedia se instalan en primera fase dos (2) unidades de generación de ozono, una de ellas en reserva y con una capacidad unitaria de producción máxima de 7,30 kg/h (a 15 ° C y 10% en peso). Para la generación de ozono se cuenta con un aporte de oxígeno líquido.

En la pre-ozonización se proyectan dos líneas (cámaras) con 4 compartimentos por línea de 1,60 x 3,20 m y ≈6,00 m de lámina de agua que supone un volumen total por línea de 123,03 m³ y un tiempo de retención de 4 minutos para el caudal de diseño 0,50 m³/s por línea. La difusión de aire ozonizado en el agua será lo más homogénea posible mediante difusores porosos, sin que se produzcan zonas muertas o con exceso de ozono para lo que se instalan 20 difusores porosos en dos de los compartimentos, con un rango de funcionamiento de 0,3-3,0 Nm³/h. Para el caudal máximo de tratamiento por línea de 1800 m³/h (500 l/s) y dosis máxima de 3 ppm se distribuye por los 20 difusores un caudal unitario de 1,89 Nm³/h, mientras que para el caudal mínimo de tratamiento de 288 m³/h (80 l/s) y dosis mínima de 2 ppm, es necesario independizar las parrillas y la utilización de una sola parrilla con 10 difusores, distribuyéndose un caudal unitario de 0,4 Nm³/h. El exceso de ozono es eliminado en cada una de las líneas mediante un destructor termo-catalítico de ozono residual. Las cámaras de pre-ozonización están dotadas de compuerta de aislamiento para hueco de 1,00x1,00 m.

El salto disponible entre el umbral del aliviadero de salida de la pre-ozonización y la lámina de agua en la cámara de vertido es de 24 cm, valor pequeño para la eliminación del ozono disuelto, por lo que aguas abajo del aliviadero de control de las líneas de pre-ozonización se instalan difusores de un sistema de stripping, a través de los que se inyecta aire a presión generado por soplantes y que permiten asegurar la eliminación del ozono.

Las dos líneas de pre-ozonización confluyen en una cámara común de unas dimensiones en planta de 6,80x2,10 m donde se inyecta mediante una parrilla de tubería de acero inoxidable y 25 mm de diámetro los siguientes reactivos: Ácido clorhídrico, Hidróxido sódico y los oxidantes hipoclorito sódico, dióxido de cloro y permanganato potásico.

De la cámara de salida de la pre-ozonización, salen dos tuberías de acero al carbono DN 1000 mm a la cámara de entrada a la decantación lamelar, en la que se dispone de una ataguía de acero

inoxidable de forma que permite la alimentación independiente de las tuberías a las dos líneas de mezcla y floculación. Las tuberías de conexión entre la pre-ozonización y decantación se instalan en zanja y disponen de caudalímetros ultrasónicos. De la cámara de salida de la pre-ozonización, sale una tubería de acero al carbono DN 1500 mm que conecta con la entrada con el tratamiento de micro-floculación y permite el baipás del tratamiento de pre-ozonización.

4.2.3 BOMBEO INTERMEDIO, OZONIZACIÓN INTERMEDIA Y OXIDACIÓN AVANZADA

Previo a las cámaras de ozonización intermedia y para poder alimentar a los filtros de carbón activo en la línea de afino se instala un bombeo intermedio.

La ozonización intermedia y el bombeo intermedio están dispuestos formando un conjunto con elementos estructurales comunes. Las dimensiones en planta son de 22,75x21,70 m. Debido a las características del terreno la cimentación se realiza mediante losas de distinto espesor según las necesidades estructurales.

En la zona del bombeo propiamente dicha, la losa de cimentación tiene un canto de 0,65 m mientras que en el resto del elemento el canto correspondiente es 0,60 m. Los espesores de los muros son diferentes según las distintas necesidades. El muro longitudinal exterior del bombeo tiene un espesor de 0,55 m, mientras que para el muro longitudinal interior y los muros transversales se ha dimensionado un espesor es de 0,45 m. Sobre el bombeo intermedio existe un edificio con puente grúa que ocupa una superficie en planta de 22x10 m, dicho puente grúa, así como la losa superior del bombeo intermedio están dimensionadas para soportar el peso del grupo de bombeo. El forjado del edificio es de placa alveolar de 25+5 cm y las vigas que soportan este serán T invertidas de hormigón armado, se disponen cinco pórticos. Los pilares son de hormigón armado de dimensiones, 0,40x0,40 m y disponen de ménsulas cortas donde apoya la viga carril, IPE-300, sobre la que se mueve el puente grúa.

En la zona de ozonización intermedia existen muros interiores de 0,40 m y de 0,30 m de espesor, y los muros exteriores tienen un espesor de 0,45 m y 0,40 m, según la dirección en la que se encuentren. El bombeo tiene una altura libre de 8,10 m y su losa de cimentación está a la cota +672,35 m. En el caso de la ozonización intermedia, la altura libre son 6,80 m y la cota de la cimentación es +675,10 m. La losa de cubierta de esta zona tiene un espesor de 0,25 m.

Sobre la losa de cubierta de la ozonización intermedia están situados dos destructores de ozono residual (uno por línea) sobre los que se dispone de una estructura para protegerlo de la lluvia u otros fenómenos meteorológicos. El acceso a la cubierta se realiza mediante una escalera de hormigón de 6,60 m de longitud.

Junto a la fachada sur de la ozonización intermedia, se construye un edificio para el almacenamiento y dosificación del peróxido de hidrógeno de hormigón armado, dimensiones en planta de 7,10x4,50 m. Está compuesto por una losa de cimentación de 0,40 m de canto desde la que arrancan cuatro pilares formando dos pórticos de 6,60 m de luz. Los pórticos están formados por pilares cuadrados de 0,30 m de lado sobre los que se dispone la losa de cubierta de 0,30 m de canto y viga descolgada de 0,30 m de ancho y 0,70 m de canto total. El cerramiento del edificio se realiza con muros de bloques de hormigón prefabricados, cámara de aislamiento de poliestireno expandido y tabique rasillón.

La estación de tratamiento de agua potable trata en la actualidad un caudal máximo de 500 l/s, lo que supone un 50 % del caudal de diseño de la planta. En primera fase se instalan 2 grupos de 450 m³/h a una altura de 6,50 m, (1+1R) uno de ellos en reserva, y tres grupos de 1200 m³/h a una

altura de 6,00 m, (2+1R) uno de ellos en reserva. Todos los grupos de bombeo dispondrán de variadores de frecuencia que garanticen un caudal de bombeo igual al caudal de tratamiento de la E.T.A.P.

Para el tratamiento de caudales mayores de 800 l/s se necesitará la instalación de 1 grupo más de 1200 m³/h a una altura de 6,00 m, para que puedan funcionar cuatro grupos, uno de ellos en reserva.

La cámara de aspiración del bombeo intermedio tiene un volumen útil de 403,27 m³ y un tirante hidráulico útil de 2,95 m, entre la cota hidráulica de funcionamiento normal a 676,70 m y el nivel mínimo de agua que garantiza el NPSH requerido por la bomba sumergible de flujo mixto a cota 673,75 m.

Para llevar a cabo el mantenimiento de los equipos de bombeo, se dispone de un puente grúa monorraíl de 1,60 toneladas de capacidad de elevación y traslación.

En la ozonización intermedia se proyectan dos líneas (cámaras) para un caudal de tratamiento de 0,5 m³/s con 4 compartimentos por línea de 2,35 x 3,20 m y ≈6,00 m de lámina de agua que supone un volumen total por línea de 180,71 m³ y un tiempo de retención de 6 minutos. Se instalan 10 difusores porosos en dos de los compartimentos de las líneas de tratamiento, con un rango de funcionamiento de 0,3-3,0 Nm³/h. Para el caudal máximo de tratamiento por línea de 1800 m³/h (500 l/s) y una dosis de 1 ppm se distribuye por los 10 difusores un caudal unitario de 1,26 Nm³/h, mientras que para el caudal mínimo de tratamiento de 288 m³/h (80 l/s) y una dosis de 1 ppm, es necesario independizar las parrillas y la utilización de una sola parrilla con 5 difusores, distribuyéndose un caudal unitario de 0,4 Nm³/h. Las cámaras incorporan también dos destructores termo-catalítico de ozono residual por cada una de las líneas. Las cámaras de post-ozonización están dotadas de compuerta de aislamiento para hueco de 1,00x1,00 m.

En el edificio de almacenamiento y dosificación de peróxido de hidrógeno se instala un depósito de almacenamiento de polietileno de alta densidad para el peróxido de hidrógeno de 5 m³ así como los equipos de dosificación y bombas de trasvase. Así mismo, se dispone de un polipasto manual de 1 tonelada que se cuelga de la losa superior del edificio con un perfil metálico IPE 300.

4.2.4 FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO

El edificio para el tratamiento con carbón activo tiene unas dimensiones en planta de 32,50x27,30 m aproximadamente. La losa de cimentación tiene un canto de 0,50 m y un tacón de 0,20 m. La parte central está cimentada a la cota +675,21 m mientras que los extremos norte y sur están cimentados a la cota +676,61 m.

Los muros exteriores tienen un espesor de 0,40 m y una altura de 4,35 m. El agua llega al canal de entrada y desde ahí se distribuye a los seis filtros independientes donde se realiza la filtración. Los muros interiores del canal y los filtros tienen espesores variables entre 0,20 y 0,40 m y alturas variables por consideraciones del funcionamiento hidráulico. En la parte central se encuentra el canal de salida de agua filtrada que está compuesto por muros de 0,25 m de espesor.

La cubierta del canal de entrada está situada a la cota +681,80 m y está compuesta por tramos de hormigón armado de 0,25 m de canto y tramos de tramex de poliéster debido al alto grado de corrosión al que están expuestos.

La cubierta del canal central de agua filtrada está a la cota +678,65 m, es de hormigón armado y tiene un canto de 0,25 m. A esta misma cota se encuentra la losa de cimentación de 0,40 m de

canto de la parte oeste del edificio, sobre la que se encuentran los soplantes y las escaleras de acceso a la cubierta del canal de entrada.

Para cerrar este edificio se han dispuesto cinco pórticos formados por cuatro pilares cuadrados de 0,40 m de lado y vigas en T invertida de 0,80 m de canto que soportan un forjado de placa alveolar de 25+5 cm. Las vigas están inclinadas en los vanos extremos, de 9,75 m de luz, y es horizontal en el vano central, de 7,40 m de luz. Los pórticos se encuentran a 8 m de distancia entre ellos. El cerramiento se realiza con muros de bloques de hormigón prefabricados, cámara de aislamiento de poliestireno expandido y tabique rasillón.

La filtración por carbón activo en grano está formada por una batería de seis (6) filtros abiertos con dos (2) celdas cada uno. Cada filtro es capaz de tratar 600 m³/h, con una velocidad máxima con un filtro en lavado de 15,00 m/h y un tiempo de retención mínimo de 10 minutos. La superficie unitaria es de 48,00 m² y una altura de carbón activo de 2,10 m, lo que supone un volumen unitario de carbón de 100,80 m³ por filtro.

El falso fondo es de tipo poroso construido en polietileno de alta densidad que se remata superiormente por una capa retenedora que elimina la necesidad de instalación de grava.

El agua procedente de las cámaras de post-ozonización llega al canal de reparto de los filtros de carbón. El paso al canal de entrada de cada filtro se realiza a través de hueco rectangular de 0,80x0,60 m cuya base tiene una longitud 0,80 m y funciona como un aliviadero que vierte en lámina libre a cada uno de los cuerpos. En estos huecos de entrada se instalan compuertas murales motorizadas para permitir el aislamiento de cada filtro.

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 (Depósito regulador de agua tratada).

Los filtros de carbón son lavados mediante aire y agua sucesivamente. Para los 48 m² de superficie de filtración de las dos celdas por filtro (2x8 mx3 m), tomando como velocidades de lavado 36 m/h para el aire y 25 m/h para el agua, los caudales necesarios unitarios de lavado son 1.728 Nm³/h y 1.200 m³/h respectivamente.

El caudal de aire se suministrará mediante dos 2 (1 + 1R) soplantes de émbolos rotativos de caudal unitario 1.728 Nm³/h y presión 5,2 m.c.a. Además estos equipos estarán dotados de cabinas de insonorización.

Como grupo de bombeo de agua de lavado se van a utilizar unos de nueva instalación que sirven para el lavado de los filtros de arena y carbón activo. El grupo de bombeo para lavado de filtros está formado por tres 3 bombas centrífugas horizontales de 1200 m³/h de caudal unitario y altura de trabajo variable entre 13,37 m y 4,28 m, todos con variador de frecuencia electrónico. El agua para el lavado de los filtros es aspirada desde el depósito de agua tratada de la E.T.A.P.

Para el ciclo de lavado de un filtro se fija una duración de 15 minutos y una velocidad de 25,00 m/h se obtiene un volumen de agua utilizado de 300 m³, inferior al volumen de reserva que se tiene para el lavado de filtros de arena que es de 660 m³ distribuidos en dos compartimentos simétricos.

4.2.5 GENERACIÓN DE OZONO

El edificio de generación de ozono tiene unas dimensiones en planta de 17,80x8,90 m aproximadamente. Está compuesto por una losa de cimentación de 0,40 m de canto desde la que

arrancan diez pilares formando cinco pórticos de 8,40 m de luz. Los pórticos están formados por pilares cuadrados de 0,35 m de lado sobre los que se dispone la losa de cubierta de 0,30 m de canto y viga descolgada de 0,50 m de ancho y 0,80 m de canto total. El cerramiento del edificio se realiza con muros de bloques de hormigón prefabricados, cámara de aislamiento de poliestireno expandido y tabique rasillón.

Para la generación de ozono a partir de oxígeno líquido se utilizan los siguientes equipos:

- Reductora de presión de oxígeno y sistema de preparación del aire de dopaje en la entrada a sala de generación de ozono.
- Dos equipos de generación de ozono, uno de ellos funcionando en reserva, de capacidad unitaria: 7 Kg O₃/h a 10% de concentración y 20°C. Cada generador tiene asociado una unidad de Suministro de Potencia de 66 kW para convertir la potencia de la línea estándar (400 V/50 Hz) a alto voltaje (5,5 kV) y media frecuencia variable entre 200 y 1000 Hz.

La generación de ozono se hace conjuntamente con las necesidades de la PRE y POST ozonización. Para tratar el caudal de diseño de la planta de 1,00 m³/s con una dosis de 4 ppm, la obra civil se diseña para la instalación de un grupo adicional.

- Cuadro de control con PLC para proporcionar capacidad de control automático o manual para los equipos de ozono desde una única localización.
- Instrumentación necesaria para medida y control.
- Sistema de refrigeración consiste de dos circuitos de agua de refrigeración. Un circuito abierto directo refrigerado por agua de refrigeración suministrada desde el depósito de agua tratada y un circuito cerrado indirecto con agua de refrigeración de calidad agua potable. El circuito estará separado a través de un intercambiador de calor el cual es resistente a aguas corrosivas.

Cada generador tiene asociados dos grupos de presión que toman agua del depósito de agua tratada, uno de ellos en reserva, de caudal 10,80 m³/h (3 l/s) y presión 19 m.

4.2.6 CONEXIÓN LÍNEA DE AFINO

La conexión del depósito de agua tratada con los filtros de arena con los filtros de carbón activado se realiza en una arqueta de 5,25x7,50 m de dimensiones en planta situada entre el edificio de válvulas y bombeo y el edificio de cuadros eléctricos, C.C.M, grupo electrógeno y transformación. Debido a la proximidad de estos edificios se han dispuesto dos pantallas de micropilotes a ambos lados de la arqueta para protegerlos durante la excavación. La losa de cimentación tiene un canto de 0,50 m y los muros un espesor de 0,40 m.

La tubería de alimentación del bombeo intermedio desde los filtros de arena así como la tubería para el alivio de emergencia de la línea de afino se ha diseñado para su funcionamiento en lámina libre y dispone de unas arquetas con unas dimensiones en planta de 2,60x2,60 m y altura variable entre 2,20 m y 3,18 m en los cambios de alineación. Las losas de cimentación tienen un canto de 0,40 m y los muros un espesor de 0,30 m.

La arqueta de conexionado de los filtros con el depósito de agua tratada dispone de los siguientes elementos mecánicos:

- Dos válvulas de mariposa motorizadas de DN 1200 mm PN-10, que permiten la selección de si el agua tratada procede de la filtración de arena o de carbón activo granular.
- Una válvula de mariposa motorizada de DN 500 mm PN-10, que permite la utilización de los grupos de bombeo a gua de filtros para el lavado con agua de los filtros de carbón activo granular.
- Una válvula de mariposa motorizada de DN 700 mm PN-10, que permite la utilización de los grupos de bombeo a gua de filtros para el lavado con agua de los filtros de arena.
- Una válvula de compuerta DN 150 PN-10 para el vaciado de la tubería DN 1200 mm de agua filtrada procedente de los filtros de carbón activo granular.

4.2.7 ALMACENAMIENTO DE OXÍGENO

El depósito de almacenamiento de oxígeno líquido se dispone sobre una losa de hormigón armado de 0,40 m de canto. Anexa a ésta se dispone una losa de 0,20 m de canto para apoyar el vaporizador del almacenamiento de oxígeno.

4.2.8 CONDUCCIONES

Las conducciones que se han definido en el proyecto son las siguientes:

- Líneas de agua
- Líneas de vaciados
- Líneas auxiliares
- Líneas de reactivos
- Red de pluviales

Las tuberías se han colocado en zanja, apoyadas sobre cama de arena de 0,20 m de espesor bajo tubería y con ángulo de apoyo de 120°. Quedan recubiertas por terreno seleccionado hasta 20 cm por encima de la generatriz superior del tubo y se ha rellenado la zanja con materiales adecuados procedentes de la excavación.

4.3 ACTUACIONES DE MEJORA

4.3.1 DEPÓSITO DE RECUPERACIÓN DE AGUAS DE LAVADO

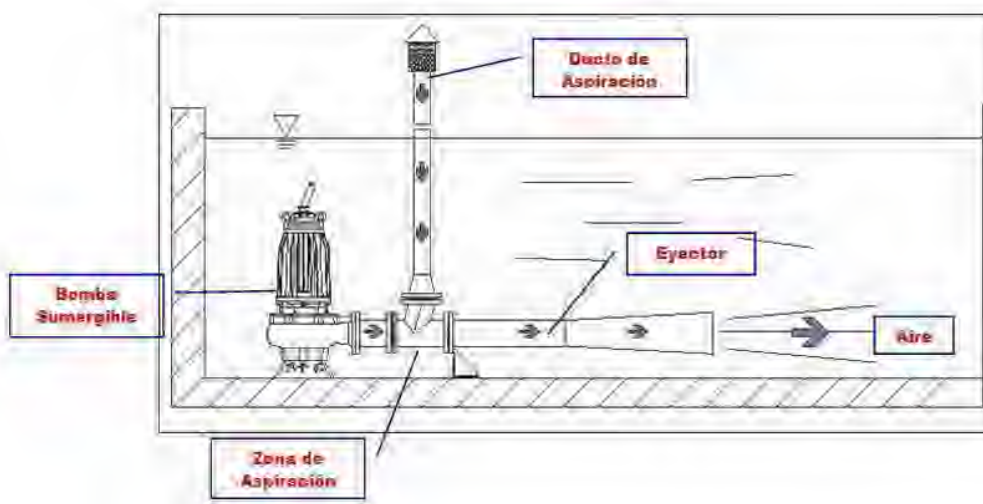
El depósito de recuperación de agua de lavado de filtros, situado en la esquina noreste del depósito regulador de la planta de tratamiento, tiene una capacidad de unos 2000 m³ y se divide en dos compartimentos de dimensiones en planta de 17,50x12,50 m² y 12,96x19,75 m² con dos niveles de solera (671,79 m.s.n.m. y 673,06 m.s.n.m. respectivamente), un nivel agua máximo a cota 676,66 m.s.n.m. y separados por un muro con ventanas en su parte inferior que los comunica.

Depósito	Ancho (m)	Longitud (m)	Altura (m)	Volumen (m ³)
Compartimento inferior	17,50	12,50	4,87	1065,31
Compartimento superior	12,96	19,75	3,60	921,46

1.986,77

El depósito tiene un tirante hidráulico máximo de 4,87 m en el compartimento inferior y 3,60 m en el compartimento superior, en los que se dispone de cuatro agitadores sumergibles (2 en cada compartimento). En condiciones normales de funcionamiento de la planta, los dos agitadores situados en el compartimento de cota superior no se ponen en marcha por no disponer de altura de agua suficiente con la consiguiente sedimentación de fangos.

Los dos agitadores del compartimento de cota de solera superior se sustituyen por unas bombas sumergibles con conducto de aireación y eyector.



El equipo principal, corresponde a una bomba sumergible, la cual al ser instalada en el interior de una piscina, genera un flujo primario, correspondiente al agua succionada, que es descargada dentro de la misma piscina. A medida que el flujo primario (líquido), pasa a la zona de aspiración del equipo, aumenta su velocidad, por lo que hace que descienda la presión en el dispositivo (efecto Venturi), lo que permite que el flujo secundario (aire) sea aspirado hacia dentro del eyector. Esto causa una turbulencia en la zona de mezcla donde los flujos primario y secundario se combinan en un chorro de líquido que contiene pequeñas burbujas de aire.

Al compartimento inferior del depósito de recuperación de aguas de lavado accede una tubería de DN 500 mm procedente de los vaciados del edificio de filtros de carbón activo (agua de lavado y aliviadero silo de carbón activo). Se debe ejecutar un orificio en muro de hormigón de 55 cm de espesor para el anclaje de pasamuro e instalación de clapeta mural en el interior del depósito.

4.3.2 EDIFICIO DE VÁLVULAS Y BOMBEO

En el edificio se realizan las siguientes actuaciones:

- 1) Sustitución de los grupos de bombeo de agua para el lavado de los filtros de arena por otros grupos que permitan el lavado de los filtros de arena y carbón activo de manera alternativa.

El grupo de bombeo dispondrá de variador de frecuencia para garantizar el caudal de agua durante el proceso de lavado de filtros, es una bomba centrífuga de eje horizontal y tiene un motor eléctrico de 75 kW. Se dispondrá de tres grupos de bombeo, y se utilizarán dos para aportar un caudal de 2250 m³/h para el lavado de filtros de arena y uno para aportar un caudal de 1200 m³/h para el lavado de filtros de carbón activo.

Para la instalación de los grupos de bombeo, al ser de mayor tamaño que los actuales, se requiere la demolición en 20 cm de la losa de apoyo así como la reforma de la canaleta de servicios limítrofe.

2) Sustitución de los grupos de bombeo actuales para agua de servicios y dilución de reactivos por otros de un mayor caudal y cuya regulación se haga mediante variadores de frecuencia.

Los grupos de bombeo están formados por dos bombas, una de ellas en reserva, con un punto nominal de funcionamiento de 20 m³/h (5,56 l/s) a 70 m.c.a. y mediante variadores de frecuencia aportan un caudal de 8 m³/h (2,22 l/s) a 50 m.c.a.

3) Instalación de grupos de bombeo para sistema de refrigeración en circuito abierto de los generadores de ozono, que se alimentan de los depósitos de agua tratada de la planta.

En primera fase para el funcionamiento de un grupo generador se instalarán 2 grupos de bombeo, uno de ellos en reserva, con un punto nominal de funcionamiento de 10,80 m³/h (3 l/s) a una altura de 19 m.c.a.

4) Instalación de válvula de compuerta de DN 300 PN-10 junto con carrete de desmontaje de las mismas dimensiones en la tubería de desagüe del depósito. Con esta nueva válvula se dispondrán de dos aislamientos para el vaciado de cada uno de los dos compartimentos que componen el depósito regulador de agua tratada.

La ejecución de la obra se realiza durante un período de 24 meses y se prevé una parada programada de la planta de seis (6) meses desde Noviembre hasta Abril, donde los consumos satisfechos desde la E.T.A.P. de Griñón son menores. La parada de la planta se supe con la alimentación del depósito de agua tratada de la E.T.A.P. de Griñón a través del funcionamiento reversible de la conducción ϕ 800 mm Nueva Fundación Sur, que sirve para el llenado del depósito de agua tratada de 21.000 m³ y el funcionamiento de los bombes de agua tratada de Griñón y depósito 5.900 m³.

Para la utilización del agua procedente de la conducción ϕ 800 mm Nueva Fundación Sur, se dispondrán bombas dosificadoras de hipoclorito y solución amoniacal en el edificio de válvulas y bombeo de la E.T.A.P. donde se inyectarán los reactivos en la tubería antes de su descarga en el depósito de agua tratada.

4.3.3 EDIFICIO DE FILTROS DE ARENA

En el edificio se realizan las siguientes actuaciones:

- 1) Instalación de compuertas de sectorización y vaciado en canal de reparto de agua de filtros de arena.
 - Instalación de compuerta en plano vertical divisorio entre filtros 5 y 6 (comprendido entre las entradas de agua procedentes desde micro-floculación y tratamiento físico- químico) para la sectorización del canal de reparto de filtros de arena de 1,20x1,40 m.
 - Vaciado de canal de reparto mediante la ejecución de hueco de 0,40x0,40 m en muro divisorio de hormigón armado de 0,30 m de espesor entre canal de reparto y la arqueta de reunión de los caudales circulantes por el canal de lavado de filtros e instalación de compuerta mural de accionamiento manual.

2) Instalación de calderín de 300 l y PN-10 para el sistema de compresión de aire de valvulería y compuertas de accionamiento neumático.

3) Instalación de compuerta mural de accionamiento motorizado de inicio de tubería de alimentación a bombeo intermedio en el canal de salida de filtros de arena, para lo que se realizará hueco en muro de hormigón armado de 55 cm de espesor y anclaje de pasamuros para tubería de ϕ 1200 mm.

4.3.4 EDIFICIO DE REACTIVOS

Se realizan tres actuaciones.

1) Ejecución de cubierta con huecos que posibiliten la extracción e introducción de los depósitos de almacenamiento de reactivos.

El edificio de reactivos es una estructura de hormigón armado donde los depósitos de almacenamiento están confinados en cubetos con una altura de muros de 1,20 m que permiten la recogida del producto en el caso de una fuga o derrame accidental.

Sobre los muros de contención de los depósitos de reactivos y una solera de hormigón en la que se instalan los grupos de bombeo se apoyan pilares y jácenas prefabricadas. Sobre los pórticos formados por elementos prefabricados se apoyan placas alveolares pretensadas (canto 160 mm) y una capa de hormigón de compresión de 5 cm con mallazo de acero.

A partir de la sección de placa pretensada y hormigón de compresión se construye un tejado a varias aguas con tabiques palomeros/rasillas y teja de pizarra.

La solución adoptada consiste en la sustitución de la cubierta existente por una cubierta plana fija y una cubierta autoportante sándwich con chapa ondulada, está última movable mediante grúa. Las fases para la sustitución de la cubierta son:

- Demolición de tabiques palomeros/rasillas y teja de pizarra de la totalidad de la cubierta.
- Demolición de las placas pretensadas y hormigón de compresión en las zonas de instalación de la nueva cubierta con chapa ondulada, que incluye seis recintos de dimensiones: 2x9,45x5,50 m, 9,65x4,50 m y 3x9,65x5,50 m.
- La cubierta plana incluye los siguientes elementos: hormigón de pendientes, lámina impermeable y geotextil y grava (6 cm).
- La cubierta de chapa ondulada requiere de los siguientes elementos para su apoyo:
 - 1) Recrecido de las vigas de hormigón en 30 cm sobre las que se instala el sistema de apoyo de la cubierta.
 - 2) Apoyo en vigas armadas 2xUPN-280 con canalón intermedio para evacuación de aguas pluviales.
- La cubierta de chapa ondulada está formada por dos perfiles de acero entre los que se intercala un elemento aislante compuesto por un fieltro de lana de roca. La luz que salvan los perfiles ondulados es de 5,50 m o 4,50 m, el ángulo que forman con la horizontal es de

25º y la correspondiente flecha del arco que forma el perfil es variable entre 610 mm y 499 mm.

Para la formación de la cubierta sándwich entre los perfiles de acero se dispone de una subestructura auxiliar, formada por perfiles metálicos omega.

2) Renovación depósitos de almacenamiento de reactivos.

- Dos (2) depósitos de 30 m³ para hipoclorito sódico, con sistema de aislamiento térmico y refrigeración.
- Dos (2) depósitos de 25 m³ para hidróxido sódico
- Dos (2) depósitos de 8 m³ para hidróxido de amonio
- Dos (2) depósitos de 25 m³ para ácido clorhídrico
- Dos (2) depósitos de 30 m³ para cloruro férrico
- Dos (2) depósitos de 30 m³ para sulfato de alumina.

Es importante mantener la temperatura del hipoclorito sódico por debajo de los 15 °C ya que a partir de esa temperatura, se acelera la pérdida de riqueza del reactivo. Por este motivo se dimensiona un sistema de aislamiento y refrigeración compuesto por los siguientes elementos:

- Aislamiento térmico del tanque de hipoclorito y calorifugado de tuberías.
- Refrigeración del fluido a través de un intercambiador de calor y un serpentín interior al depósito por el que circula un líquido refrigerante (Propilenglicol) o en su defecto agua de la red de servicios de la planta. Se colocarán dos enfriadoras en la cubierta del edificio de forma que una de ellas quede de reserva de la otra, rotando el funcionamiento de las mismas para que cada vez sea una la que entre en funcionamiento. El circuito desde la enfriadora al serpentín será de tubería de acero negro con aislamiento térmico mediante coquilla de espuma elastomérica y protegida externamente con chapa de aluminio.

3) Sustitución de equipos en edificio de reactivos

- Bombas dosificadoras, para adaptarse al rango de funcionamiento de la planta que en la actualidad oscila entre 80 l/s y 450 l/s, aunque la capacidad de transporte de la arteria de Guadarrama asciende hasta 700 l/s.

Reactivo	Nº de grupos	Caudal unitario (l/h)	Potencia entrada P1 (W)	Presión de trabajo máxima (bar)
Sulfato de alumina	2+1R	0,15-120	62	7
Cloruro férrico	2+1R	0,15-120	62	7
Ácido clorhídrico	2+1R	0,25-200	62	4
Solución amoniaca	1+1R	0,012-12	24	10
Hidróxido sódico a pre-ozonización	1+1R	0,15-120	62	7
Hidróxido sódico a salida de filtración	1+1R	0,15-120	62	7
Hipoclorito sódico pre	2+1R	0,15 - 60	62	10
Hipoclorito sódico post	1+1R	0,15 - 60	62	10

Las bombas dosificadoras se instalan dentro de un armario y dispone de manómetro y caudalímetro.

El hidróxido sódico, como corrector de PH, se va a poder dosificar a la salida de la pre-ozonización para lo que se dispondrá de dos bombas dosificadoras (1+1R) de las mismas características que las instaladas para dosificar a la salida de filtros.

- Bombas de trasvase de reactivos por bombas de accionamiento magnético, de una caudal de 20 m³/h a una altura de 10 m.

4.3.5 TRATAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO

Se realizan las siguientes actuaciones:

- 1) Arquetas de vaciado en cámaras de floculación. En el arranque de los muros perimetrales (espesor 0,45 m) de las dos líneas de floculación se realizan perforaciones para alojar tuberías de ϕ 150 mm que desembocan en arquetas con válvulas de aislamiento y carrete de desmontaje de DN 150 mm.
- 2) Sustitución de las lamelas tubulares en PVC instaladas en una línea de decantación por unas lamelas planas de acero inoxidable. Con las lamelas nuevas, la alimentación se realiza a 1/3 de la altura de agua en el decantador con lo que se evita el efecto cascada y por otra parte los orificios de paso ϕ 700 mm limitan la velocidad de paso a 0,20 m/s con lo que se evita la rotura de los flóculos como ocurre con el diseño actual.

Por cada cámara de decantación se dispone de un sistema de limpieza formado por un carro que se desplaza sobre unos carriles instalados en la parte superior del paquete de lamelas. El carro de limpieza se sitúa encima del hueco entre lamelas y desliza una cortina entre ambas durante el ciclo de limpieza. El carro es accionado mediante motor eléctrico y alimentado por batería.

- 3) Sustitución de las lamelas tubulares en PVC instaladas en la segunda línea de decantación por unas lamelas tubulares de polipropileno con sección de galón de sargento. El paso entre las cámaras de floculación y decantación se realiza a través de tres orificios circulares de ϕ 700 mm para el caudal de diseño de 900 m³/h (250 l/s) de cada cámara de decantación.

Las lamelas se equipan con un sistema de limpieza, donde se inyecta el propio efluente del decantador en la parte superior de cada canal lamelar, y se genera una turbulencia y velocidad determinada que desprende la totalidad de los sólidos adheridos en todas las caras que conforman dicho canal. Los sólidos son evacuados hacia la base del tanque donde serán extraídos.

Su funcionamiento es automático, arrancando el proceso tras una orden del operador de planta. Una vez realizada la limpieza completa del decantador, retorna a la posición de partida a la espera de una nueva señal de marcha.

- 4) Las dos líneas de decantación se subdividen en dos y en el muro divisorio entre los dos compartimentos de la decantación lamelar se instala una pasarela para las labores de limpieza.

- 5) Instalación de ataguía de acero inoxidable en obra de entrada a decantación para independizar la alimentación a las dos líneas de decantación.

4.3.6 MICRO-FLOCULACIÓN

Se realizan tres actuaciones:

- 1) Sustitución de compuerta de entrada a la línea para seccionamiento de un hueco cuadrado de 1,00x1,00 m en el que se disponga de un accionamiento mediante husillo ascendente motorizado.
- 2) Instalación de compuerta mural para el seccionamiento de hueco de ϕ 1000 mm en cámara de entrada, de forma que esta compuerta estará cerrada cuando funcione el tratamiento de pre-ozonización.
- 3) Pasarela de mantenimiento en canal de salida micro-floculación.

4.3.7 EDIFICIO DE CONTROL

En la planta baja del edificio de control se remodela las habitaciones utilizadas para vestuarios masculino y femenino, los aseos de visitas y discapacitados y el botiquín. El espacio dedicado a los usos indicados anteriormente se distribuye de la siguiente forma:

- Vestuario masculino.
- Vestuario femenino.
- Aseo común para visitas y discapacitados.
- Habitación para taquillas y lavadora/secadora de ropa, que utiliza parte de la superficie ocupada por el botiquín actual.
- Botiquín que reduce su superficie y cuyo acceso se realiza desde el pasillo de acceso de operadores.

Los residuos de laboratorio se van a almacenar en un depósito de PRFV de 1 m³ que se instala en una arqueta enterrada en el vial de acceso al taller/almacén de la planta. La arqueta de hormigón armado tiene unas dimensiones en planta de 3,00x4,20 m y tiene cobijas desmontables de hormigón armado para realizar operaciones de mantenimiento.

4.3.8 CLIMATIZACIÓN CCM1, CCM2 Y BOMBEO INTERMEDIO

El CCM1 existente dispone actualmente de climatización pero es insuficiente. Se refuerza la climatización del mismo con 2 nuevos splits, de modo que junto con el existente, quedaría redundancia del tipo 2+1 (dos de las unidades serían capaces de cubrir las necesidades térmicas estimadas para la sala quedando otro más de reserva o para cubrir eventuales picos de carga).

Por su parte, el CCM2 no dispone de climatización. Se proyectan dos unidades de tipo Split (redundancia 1+1), de modo que uno de ellos es capaz de cubrir las necesidades térmicas estimadas de la sala quedando el otro de reserva para cubrir posibles picos de carga.

La climatización prevista para la sala de bombeo intermedio consiste en equipos de expansión directa tipo split, con unidad interior de tipo techo, colgados encima de la zona donde se encuentran los armarios eléctricos y unidades exteriores en fachada. Se ha previsto la colocación de 2 unidades de aproximadamente 9,5 kW de potencia frigorífica cada una, de modo que en condiciones normales sólo una o dos de estas unidades sean necesarias quedando la otra de reserva o para poder cubrir picos puntuales de temperatura.

4.3.9 ATENUACIÓN ACÚSTICA DE EXTRACTORES EXISTENTES

Se han reportado problemas de ruido asociados a los ventiladores existentes. Después de realizar el estudio acústico a partir de los datos teóricos de los ventiladores existentes, se concluye que los equipos que presentan problemas son los de edificio de filtros y edificio de deshidratación. Se proyecta la colocación de atenuadores acústicos para estas unidades.

Según los cálculos acústicos efectuados, los extractores del edificio de Reactivos no superan los niveles admisibles por lo que en este edificio no es necesaria ninguna modificación en materia de ventilación.

4.3.10 VENTILACIÓN GALERÍA PURGA DE FANGOS

Se requiere dotar de ventilación a la galería de purga de fangos. Puesto que esta galería se encuentra soterrada y sus paredes no comunican directamente al exterior, se proyecta un extractor de tipo in-line con un conducto de extracción circular que lleva el aire hacia el exterior. Para compensar el aire extraído es precisa la colocación de una rejilla en la puerta de acceso a esta galería.

4.3.11 ACCESIBILIDAD Y URBANIZACIÓN

Se distinguen las siguientes mejoras:

- Ampliación de la puerta de entrada para vehículos a la E.T.A.P. de Griñón desde la calle Olivar del Patrón desde 4,50 m a 6,00 m.
- Instalación de accesos a cubiertas de edificios y elementos de protección colectiva para su mantenimiento.
- Ampliación de las plazas de aparcamiento.
- Pantallas anti-ruido en el vallado cercano calle Olivar del Patrón.
- Eliminación de las bandejas de cables eléctricos instaladas en la galería de servicio y construcción de un banco de tubos para uso exclusivo de canalizaciones eléctricas.
- Prolongación muro de hormigón de cerramiento E.T.A.P., para permitir acceso de vehículos a fachada oeste del edificio eléctrico-CCM1.
- Centro de seccionamiento independiente para suministro de energía eléctrica en calle Olivar del Patrón.

4.4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Debido a las obras contempladas en el Proyecto Constructivo de las obras de tratamiento de afino y mejoras de la estación de tratamiento de agua potable de Griñón, Madrid Para las obras de la E.T.A.P. de Griñón, son necesarias una ampliación y modificación de la instalación eléctrica existente.

En el centro de transformación actual equipado con dos transformadores de 800 kVA y dimensionado para que puedan trabajar en paralelo, se sustituyen ambos transformadores por otros de 1600 kVA, quedando uno de ellos de reserva. Esta sustitución de transformadores implicará la sustitución de los puentes de baja tensión actuales y de las protecciones de ambos en el Cuadro General de Distribución.

Como consecuencia de la ampliación y modificación de los equipos existentes, de los que consta la estación de tratamiento de agua potable, los dos CCM existentes, CCM1 Y CCM2 también son ampliados o modificados.

En el cuadro de control de motores "CCM1" se contempla el desmontaje de las salidas de los equipos que son sustituidos, y se prevé su ampliación del mismo, con un cuadro secundario anexo, por carecer el primero de espacio suficiente para albergar las nuevas salidas previstas para la alimentación a las nuevas demandas de potencias aparecidas en el Edificio de Pre-Ozonización, de la Conexión a la línea de Afino, Filtro de arena, Microfloculación, Depósito de recuperación de agua de lavado y Decantación lamelar, así como a las salidas a las bombas del Edificio de bombeo por sustitución de éstas.

En el cuadro de control de motores "CCM2" al igual que en el CCM1, se desmontan las salidas de las bombas del Edificio de Reactivos y se ha contemplado su ampliación mediante un cuadro secundario anexo para alimentar a las bombas y equipos que se instalan nuevos.

Para dar suministro eléctrico a los equipos de la instalación de tratamiento de afino se han diseñado dos nuevos dos nuevos CCMs, que se alimentarán desde el CGD existente. Estos dos CCM se instalaran respectivamente en los nuevos edificios de Bombeo Intermedio (CCM3) y de Generación de Ozono (CCM4).

Los nuevos CCM, que alimentarán a los equipos de proceso que se van a ejecutar, dispondrá de los aparatos de corte, protección y control de la nueva instalación asociada al proceso de Afino en consonancia con los esquema tipo de CYII. En estos cuadros se ha previsto la instalación de un sistema de alimentación ininterrumpida SAI, para que en caso de fallo de los equipos de control críticos queden alimentados durante cinco horas.

Debido al aumento de demanda de potencia de CGD, se ha previsto la sustitución de la batería de condensadores automática existente por nueva de 750KVAR.

Los motores de las bombas del edificio de Bombeo intermedio llevarán variador de frecuencia. Las demás de nueva instalación tendrán arranque directo.

En los edificios de nueva construcción se ha diseñado toda la instalación eléctrica de alumbrado, fuerza, red de tierras y pararrayos, así como se ha dado alimentación a los equipos que se han previsto en ellos.

La distribución de la instalación eléctrica por la urbanización se realizará mediante canalización subterránea bajo tubo y en el interior de los edificios se llevará a cabo mediante bandeja aislante sin halógenos PC+ABS y bajo tubo de acero rígido.

Para la alimentación eléctrica de los equipos se han empleado conductores RV-K Eca 0,6/1 KV para los circuitos que transcurren por la urbanización Y en el interior de los nuevos edificios se han empleado conductores de cobre tipo RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 0,6/1 KV.

En la nueva zona de urbanización se ha previsto la reubicación de los puntos de alumbrado exterior que se ven afectados, así como la nueva instalación de alumbrado de los viales aparecidos.

En el período de parada por las obras se seguirán utilizando los bombeos a Griñón y depósito 5.900 m³, previo llenado del depósito de agua tratada de la E.T.A.P. de Griñón a través del funcionamiento en modo reversible de la conducción de la Fundación Sur. Será necesario garantizar el suministro de los siguientes servicios preferentes durante el período de parada de la E.T.A.P.:

- 1) Un (1) grupo electrobomba a la red de Griñón con motor eléctrico de 75 kW, y funcionamiento ininterrumpido durante 24 horas al día.
- 2) Un (1) grupo electrobomba para el llenado del depósito 5.900 m³ con motor eléctrico de 22 kW, y funcionamiento durante 6,5 horas al día.
- 3) Nuevas bombas dosificadoras de hipoclorito y solución amoniacal en edificio de bombeo, con una potencia requerida de la instalación de 3 kW.
- 4) Cuadros de alimentación de la E.T.A.P.: alumbrados interiores, alumbrados exteriores y centralitas de seguridad, y puente grúa de la sala de bombeo con una potencia requerida de 50 kW.

La potencia eléctrica demandada por la E.T.A.P. de Griñón durante la parada de la planta asciende a 150 kW. La potencia requerida por la instalación se podrá conseguir a través de una doble alternativa:

1) Acometida en baja tensión para alimentación provisional de obra desde centro de transformación de Compañía. En principio, en zona urbana la compañía eléctrica estaría obligada a suministrar hasta 100 kW en baja tensión, por lo que no es seguro que se obtenga un suministro de las necesidades estimadas de 150 kW. En el caso de aceptación por parte de Iberdrola de la acometida de 150 kW, la traída de una línea en baja tensión hasta el perímetro de la E.T.A.P. y la línea de enlace entre los cuadros generales de CGPM de la acometida y el CGBT de la instalación serían por cuenta de Canal de Isabel II. Se ha previsto la traída de dicha acometida desde la calle Olivar del Patrón.

2) Grupo generador Trifásico insonorizado de 200 kVA.

Las potencias requeridas por los grupos de bombeo de agua tratada se han determinado en un ensayo "in situ" realizado por CYII durante la redacción del proyecto y cuyos resultados se incluyen en el anejo nº 6: Cálculos hidráulicos. Teniendo en cuenta los datos del ensayo, el consumo energético estimado durante los seis (6) meses de parada por obras es:

$$\text{Consumo E.T.A.P. Griñón} = \left(68 \text{ kW} \times 24 \frac{\text{h}}{\text{día}} + 18 \text{ kW} \times 6,5 \frac{\text{h}}{\text{día}} + 10 \text{ kW} \times 24 \frac{\text{h}}{\text{día}} \right) \times 181 \text{ días} = 360.009 \text{ kW} \times \text{h}$$

En el Anejo nº 9 de Cálculos Eléctricos se describen y recogen los cálculos realizados para el dimensionamiento de las líneas y equipos que componen la instalación eléctrica en el proyecto así como las hipótesis de cálculo, fórmulas y criterios utilizados.

4.5 INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

Se dota de climatización a los nuevos edificios con los siguientes objetivos básicos:

- Evitar la acumulación de gases nocivos por encima de los valores establecidos por la legislación vigente.
- Garantizar la ausencia de condensaciones en los edificios
- Dotar a las instalaciones una temperatura interior adecuada a su uso específico
- Reducir el contenido en humedad del aire introducido en zonas de tratamiento de modo que se reduzca el riesgo de corrosión en los equipos.
- Evacuar el calor generado por la maquinaria.

De este modo, las soluciones escogidas proveen de ventilación a los edificios de Filtración de Carbón Activo y de Generación de ozono y climatización en la sala de CCM3.

En el caso de la sala de Generación de Ozono, este caudal de aire tiene la doble misión de asegurar los niveles adecuados de ventilación en caso de funcionamiento habitual pero también servir para evacuación de posibles fugas de ozono en caso de emergencia.

En el anejo de cálculo se indican los valores de renovación de aire considerados en cada caso. En este anejo quedan incluidos asimismo los cálculos de cargas térmicas efectuados en cada caso, así como los datos técnicos y curvas de funcionamiento de los ventiladores seleccionados.

4.6 SISTEMA DE TELEMANDO Y CONTROL

Debido a las obras de mejoras realizadas y al aumento del número de equipos que tienen que ser controlados, es necesario ampliar la instalación de control existente. Para recoger todas estas señales nuevas aparecidas se proyectan cuatro nuevos PLCs, correspondientes a las dos ampliaciones de los CCM existentes, CCM1 (Línea de Agua) y CCM2 (Línea de Fango y Reactivos), y a los dos nuevos CCM proyectados en los edificios de nueva construcción de Bombeo Intermedio (CCM3) y de Generación de Ozono (CCM4).

Estos cuatro PLCs se conectan entre sí y con los dos ya existentes por medio de un bus de comunicaciones.

Los nuevos PLCs se conectarán al switch existente por medio de fibra óptica multimodo, para que el Puesto Central de Supervisión pueda tener la información y el telemando de las instalaciones.

En el PCS se contempla la ampliación con 4 nuevas pantallas, para el sistema SCADA.

Los PLCs proyectados estarán equipados para recoger las nuevas señales con:

- PLC-1 para la ampliación del CCM1 (Línea de Agua) estará equipado con 6 módulos digitales de 12 ED, 6 módulos digitales de 6 SD y 1 módulo analógico de 8 EA.

- PLC-2 para la ampliación del CCM2 (Línea de Agua) estará equipado con 11 módulos digitales de 12 ED, 6 módulos digitales de 6 SD, 1 módulo analógico de 8 EA y 1 módulo analógico de 8 SA.
- PLC-3 para el CCM3 (Bombeo Intermedio, Post- Ozonización y Filtración de Carbono Activo) estará equipado con 17 módulos digitales de 12 ED, 6 módulos digitales de 6 SD, 1 módulo analógico de 8 EA y 1 módulo analógico de 8 SA.
- PLC-4 para el CCM4 (Generación de Ozono) estará equipado con 4 módulos digitales de 12 ED, 3 módulos digitales de 6 SD y 1 módulo analógico de 8 EA.

Se integrará en el Scada de control de la E.T.A.P. la instalación de dosificación de carbón activo en polvo junto con los nuevos equipos.

En el Sistema Scada se incluirán y programarán todas las nuevas señales.

5. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO DEL PROYECTO

A continuación se incluyen los criterios generales de diseño empleados para el dimensionamiento de las instalaciones que se desarrollan en el Anejo 5.

5.1 OZONIZACIÓN

Para el diseño de las cámaras de ozonización, se considera una dosis y tiempo de contacto suficientes para la inactivación de virus y bacterias a la temperatura del agua de diseño.

Las cámaras de ozonización se dividirán en varios compartimentos separados por deflectores para forzar el flujo del agua y el contacto con el ozono. Dichas cámaras quedarán cerradas para evitar el escape del ozono y aumentar la presión de vapor del gas.

La pre-ozonización tiene como baipás la tubería de DN 1000 mm de alimentación actual a una cámara de reparto que deriva los caudales de tratamiento a las cámaras de mezcla de la microfloculación o decantación lamelar. Se ha previsto un canal de baipás en la ozonización intermedia al cual se accede mediante compuerta mural de accionamiento eléctrico.

El tiempo de contacto previsto será de 10 minutos en total, 4 minutos en la pre-ozonización y 6 minutos en la ozonización intermedia para un caudal de diseño de 1,00 m³/s (3600 m³/h).

Los generadores de ozono seleccionados en la instalación tienen una producción unitaria máxima de 7,30 kg/h (a 15 °C y 10% en peso). Se han estudiado dos escenarios de dosificación, una dosificación media de 3 ppm de ozono (2 ppm en pre-ozonización y 1 ppm en ozonización intermedia) y una dosificación máxima de 4 ppm de ozono (3 ppm en pre-ozonización y 1 ppm en ozonización intermedia).

En primera fase se ha proyectado la instalación de dos (2) unidades de generación de ozono, una de ellas en reserva: (1+1R), con las que se podrá tratar un caudal de 676 l/s y dosis de ozono de 3 ppm o un caudal de 507 l/s y dosis de ozono de 4 ppm. En segunda fase, se instalará un generador adicional para que con el funcionamiento de dos generadores de ozono (2+1R) se pueda tratar el caudal de diseño de la planta de 1,00 m³/s con una dosis de 4 ppm de ozono. Para la generación de ozono se cuenta con un aporte de oxígeno líquido.

El sistema de introducción de gas en el agua a tratar se realiza mediante difusores cerámicos de burbuja fina instalados en una parrilla, para poner en contacto el ozono con la corriente principal de agua, en dos cámaras de contacto, con un rango de funcionamiento de 0,3-3,0 Nm³/h. Los caudales de gas por difusor oscilan dentro de los valores indicados en las siguientes tablas.

Difusores porosos pre-ozonización				
Línea	Ubicación parrilla	Número	Caudal unitario gas (Nm ³ /h)	
			Q máximo=500 l/s y dosis 3 ppm	Q mínimo=80 l/s y dosis 2 ppm
Línea 1	Compartimento 1	10	1,89	0,40
	Compartimento 2	10	1,89	-
Línea 2	Compartimento 1	10	1,89	0,40
	Compartimento 2	10	1,89	-

Difusores porosos ozonización intermedia				
Línea	Ubicación parrilla	Número	Caudal unitario gas (Nm ³ /h)	
			Q máximo=500 l/s y dosis 3 ppm	Q mínimo=80 l/s y dosis 2 ppm
Línea 1	Compartimento 1	5	1,26	0,40
	Compartimento 2	5	1,26	-
Línea 2	Compartimento 1	5	1,26	0,40
	Compartimento 2	5	1,26	-

Para el caudal mínimo de tratamiento de 80 l/s (288 m³/h), y dosis mínima de 1 ppm en la ozonización intermedia y 2 ppm en pre-ozonización es necesario independizar las parrillas instaladas en dos compartimentos de la línea de tratamiento y la utilización de una ellas.

El caudal de gas será medido a través de medidores de caudal (uno por compartimento) y regulado a través de válvulas (una por compartimento). Para el control automático del gas (optimización del consumo de oxígeno) se dispone de un caudalímetro de gas 4-20 mA por línea de gas y una válvula automática por línea.

Para el aislamiento de gas a cada cámara de contacto se prevén dos válvulas de gas automáticas todo-nada (una por cámara de contacto).

Para los llenados y vaciados de la cámara, una válvula de sobre/sub presión a la salida de la cámara.

Por seguridad el gas a la salida de la cámara será conducido a un sistema de destrucción de ozono donde se destruirá el ozono no transferido al agua convirtiéndose en oxígeno; el gas con ozono residual será recogido a la salida de la cámara de contacto y conducido a un destructor, para reducir la concentración hasta un contenido de 0.06 ppm de ozono en el agua de salida.

La corriente de aire, antes de ponerse en contacto con el catalizador será precalentada desde la temperatura ambiente hasta los 50-80 °C.

Los instrumentos de control y medida son los siguientes:

- Detector de fugas de ozono de baja concentración (sensor químico).
- Detector de alta concentración de ozono con compensador de presión y temperatura.
- Medidor de ozono disuelto en agua.
- Sistema de control local (automático y manual programable basado en PLC).
- Sistema de control de dosis con el PLC.

Para eliminar y asegurarse la eliminación de ozono a la salida de la pre-ozonización se dispone en cada una de las líneas de un sistema difusor compuesto por una parrilla de 14 difusores cerámicos de 7 " (177,8 mm) lo que posibilita una salida de aire de 42 Nm³/h.

$$Q_{\text{aireación}} = N^{\circ} \text{ de difusores} \times Q_{\text{difusor}} = 14 \times 3 \text{ Nm}^3/\text{h} = 42 \text{ Nm}^3/\text{h} \text{ por línea}$$

El caudal de aireación de 42 Nm³/h (700 l/min – 11,66 l/s) del sistema de stripping supone una inyección de aire del 2,33% del caudal máximo de tratamiento de 500 l/s por línea, de acuerdo a las necesidades de disminución de O₃. Los difusores se disponen de forma que la inyección se produzca de forma de homogénea en la cámara de salida.

En el edificio de generación de ozono se implanta en primera fase dos compresores rotativos de paletas, uno de ellos en reserva, de un caudal de 710 l/min para la inyección de aire a la salida de la pre-ozonización a través de una parrilla de difusores.

5.2 **FILTROS DE CARBÓN ACTIVO**

Para la eliminación de micro-contaminantes, sabores y olores tras la filtración de arena se recurre a un tratamiento de adsorción a través de unos filtros de carbón activo. Cada filtro contiene el material filtrante a través del cual va a pasar el agua, que en este caso es carbón granular activado de tamaño efectivo (D10) de 0,6-0,7 mm y una densidad aparente de 450 kg/m³.

Para lavar el material filtrante, se le somete a una corriente de aire y agua aplicada de manera sucesiva y que circula a contra corriente de abajo arriba, flujo ascendente destinado a despejar las impurezas y arrastrarlas hacia el canal de evacuación.

Tras el paso por el lecho de carbón el agua es recogida en un falso fondo y conducida al canal de salida, desde donde por gravedad mediante tubería pasa al depósito regulador de agua tratada. El falso fondo es de tipo poroso construido en polietileno de alta densidad que se remata superiormente por una capa retenedora que elimina la necesidad de instalación de grava.

El falso fondo previsto, está diseñado para mejorar la distribución de aire y agua durante la fase de lavado y para evitar el uso de otros elementos susceptibles de rotura. El falso fondo, construido en polietileno de alta densidad, impedirá el paso del lecho filtrante a la parte inferior del filtro y los orificios de paso, permitirán la recogida uniforme del agua filtrada, al mismo tiempo que la repartición homogénea del aire de lavado.

Para el caudal de diseño de la planta de 1,00 m³/s (3600 m³/h), se han diseñado seis (6) líneas de las siguientes características básicas:

- Longitud útil: 8,00 m
- Ancho simple: 2x3,00 m
- Superficie filtrante unitaria: 48 m²
- Superficie filtrante con todos los filtros en servicio: 288,0 m²
- Superficie filtrante con uno fuera de servicio: 240,0 m²
- Tipo de lecho: Carbón granular activado
- Altura lecho de carbón: 2,10 m

La velocidad normal de filtración será de 12,5 m³/m²/h, cuando se trate el caudal nominal de 3600 m³/h. Cuando uno de los filtros esté lavándose, la velocidad de filtración será máxima y su valor será de 15 m³/h/h. Para el caudal de diseño de 1,00 m³/s (3600 m³/h) y el funcionamiento de 6 filtros (6x48x2,10=604,80 m³) se obtiene un tiempo de contacto de 10,08 minutos.

El agua pasará del canal de alimentación al filtro por la parte superior del lecho de carbón activado, a través de compuertas murales motorizadas, de accionamiento "todo o nada". Para asegurar un reparto de caudal igual entre los filtros en funcionamiento se ha previsto un aliviadero cuyo umbral tiene una longitud de 0,80 m entre el canal de alimentación y la cámara doble del filtro. Las compuertas serán de accionamiento eléctrico para el seccionamiento de hueco de 800x800 mm.

El tipo de filtro propuesto funciona mediante control de nivel del agua en los filtros y la pérdida de carga generada en el paso del agua a través del mismo, mediante el correspondiente lazo de

control, que desencadena el proceso de lavado, y regula la apertura/cierre de la válvula de mariposa de regulación de 500 mm de diámetro, situada a la salida del agua filtrada de cada filtro.

El incremento de la pérdida de carga del lecho supone el desencadenamiento del proceso de lavado automático. Para ello, se instala en cada filtro un controlador de nivel, de modo que cuando el filtro se ensucia, aumenta la pérdida de carga y el nivel del agua en el filtro tiende a subir. El lavado también se puede producir por períodos de tiempo prefijado en la programación de la planta.

Cada filtro dispondrá por tanto sensores de nivel en el mismo, así como medida de turbidez en el canal de salida y lavado de filtros.

EQUIPOS DE LAVADO DE FILTROS

Se ha previsto que los filtros se laven por aire y agua a contra corriente. En la primera fase de lavado, se utiliza solamente aire para que las impurezas retenidas se despeguen del material filtrante. En la segunda fase, un caudal de agua de retorno, garantiza la expansión del material filtrante, hace posible la extracción del lecho y evacuación de las impurezas desprendidas en la primera fase. En caso de impurezas pesadas o especialmente difíciles de eliminar, puede repetirse varias veces esta secuencia.

El agua de lavado procede del depósito de agua tratada y se van utilizar unos grupos de bombeo de nueva instalación para el lavado alternativo de los filtros de arena y carbón activo. Al cerrar la compuerta mural de entrada al filtro a lavar, y abrir la válvula de entrada DN 500 de agua de lavado, el lavado se produce de manera automática. Para los 48 m² de superficie de filtración (2x8x3 m) y tomando como velocidad de lavado 25 m/h se requiere un caudal de agua es 1.200 m³/h.

El aire necesario para el lavado será suministrado por dos grupos motosoplantes, de los cuales uno funcionará cuando se lave el filtro, quedando el otro como reserva. Se podrá seleccionar desde la sala de control, el orden de arranque de los grupos. Las características generales más importantes de los grupos motosoplantes, son:

Caudal: 1728 Nm³/h
Presión: 5,2 m.c.a.

El proceso de lavado de un filtro estará compuesto por las siguientes etapas:

- Vaciado parcial del filtro
- Agitación
- Esponjamiento
- Lavado final / aclarado
- Reposo
- Llenado del filtro
- Maduración del filtro
- Filtrado

- Vaciado parcial del filtro

En primer lugar, se cierra la compuerta de entrada de agua decantada al filtro que se va a lavar, manteniendo completamente abierta la válvula de regulación de salida de agua filtrada. De este modo, seguimos obteniendo agua filtrada, hasta el límite en el cual el nivel de agua en el filtro y el nivel de agua en el canal de agua filtrada se igualaran.

Se mantiene este estado por un período de diez (10) minutos, en el cual el nivel de agua en el filtro va disminuyendo.

A continuación, manteniendo la compuerta de entrada al filtro cerrada, se ordena el cierre de la válvula de salida de agua filtrada, y la apertura al 10% de la compuerta de salida de agua de lavado. De este modo, se termina de vaciar el filtro hasta el nivel de los vertederos de los canales de recogida de agua de lavado.

- **Agitación**

Una vez alcanzado este nivel, se ordena la apertura de la válvula de entrada de aire de lavado y el arranque de un soplador de aire, de forma que el aire aportado, repartido uniformemente por toda la superficie del filtro, circula de abajo hacia arriba, produciendo una fuerte agitación del lecho filtrante, y liberando las partículas atrapadas entre los granos del medio filtrante.

Se mantendrá el soplador en funcionamiento durante un período de tres (3) minutos.

- **Esponjamiento**

A continuación se manda la parada del soplador de aire, el cierre de la válvula de entrada de aire de lavado, y la apertura de la válvula de entrada agua de lavado, comenzando el proceso de esponjamiento.

Mientras que la válvula de agua de lavado se mantiene abierta, una parte del agua filtrada circulará en sentido contrario, desde el fondo de los filtros hasta los canales de recogida de agua de lavado.

Cuando se introduce un flujo de agua ascendente en un medio granular, la fricción inducida por el líquido al pasar entre las partículas produce una fuerza que se dirige en sentido contrario a la del peso propio de los granos y que tiende a reorientarlos en la posición que presente la menor resistencia al paso del flujo.

El esponjamiento producido, será función de varios factores, siendo los más representativos los siguientes:

- 1) Caudal de agua de lavado, conforme sea el caudal de agua de lavado, mayor será el esponjamiento producido.
- 2) Densidad del medio filtrante. Cuanto mayor sea la densidad del medio filtrante menor será el esponjamiento producido.
- 3) Tamaño del grano del medio filtrante. Igualmente, cuanto mayor sea el tamaño del grano, menor será la expansión producida.
- 4) Temperatura del agua. Conforme la temperatura del agua es menor, mayor es la viscosidad cinemática de la misma, de forma que la capacidad de arrastre aumenta y mayor será el esponjamiento producido.

- **Lavado final/ aclarado**

Manteniendo la válvula de entrada de agua de lavado abierta durante unos quince a veinte (15-20) minutos, el agua mantendrá el lecho fluidificado, arrastrando las partículas retenidas durante la etapa de filtrado hasta las canaletas de recogida de agua sucia de lavado.

Esta etapa de aclarado debe mantenerse hasta que el agua de lavado se haya aclarado.

- **Reposo**

Una vez finalizada la etapa de aclarado, se ordena el cierre de la válvula de entrada de agua de lavado.

Durante un período de uno a dos (1-2) minutos el filtro permanece en reposo, produciéndose la sedimentación del lecho.

- **Llenado del filtro**

A continuación, se realiza el llenado del filtro, mediante la apertura de la compuerta de entrada. El agua procedente de la post-ozonización va llenando el filtro hasta que se alcanza el nivel de filtrado.

- **Maduración del filtro**

Una vez alcanzado el nivel de filtrado, se ordena la apertura de la compuerta de vaciado del filtro hasta que la turbidez del agua filtrada alcanza los valores requeridos.

- **Filtrado**

Una vez que la turbidez del agua filtrada alcanza los parámetros deseados, se procede a la apertura de la válvula de salida de agua filtrada y al cierre de la válvula de vaciado.

Tras el lavado del filtro, la pérdida de carga a través del lecho disminuye hasta su valor mínimo. Para conseguir que la resistencia total del filtro se mantenga constante, se actuará sobre la válvula de salida de agua filtrada, de forma que el paso a través de ella se genere un valor de pérdida de carga igual a la diferencia entre la carga hidráulica total disponible y la suma del resto de las pérdidas de carga en el sistema (medio filtrante, lecho de soporte, falso fondo, tuberías, etc.)

A medida que progresa la carrera de filtración y se va produciendo la retención de partículas, aumentará la pérdida de carga en el medio filtrante, e inversamente, la pérdida de carga generada en la válvula de salida de agua filtrada deberá disminuir, de forma que se mantenga constante en el tiempo e igual a la del resto de filtros.

VACIADO/LLENADO CELDAS DE CARBÓN ACTIVO

Una vez agotada la capacidad de adsorción del carbón activo granular se regenera fácilmente por oxidación de la materia orgánica y su posterior eliminación de la superficie del carbón en un horno. En este proceso se destruye parte del carbón, entre un 5 y un 10%, y es necesario reemplazarlo por carbón nuevo o virgen. Es conveniente aclarar que la capacidad de adsorción del carbón regenerado es ligeramente inferior a la del carbón virgen.

Para el vaciado de las celdas (12) de los filtros, que tienen un volumen unitario de carbón activo granular de 50,4 m³, se ha previsto un sistema de extracción por bomba sumergible con instalación transportable que lo envía a un silo de almacenamiento de 90 m³, desde el cual se carga en camión bañera para su regeneración. El silo dispone de una tubería de rebose y sistema de drenaje que permite recircular el agua transportada al tanque de homogeneización de la planta.

La bomba sumergible trabajará con un caudal nominal de 39,8 m³/h a una altura de 20,5 m y se trasladará a las celdas de filtración a través de los puentes grúa instalados en el edificio de filtros. La bomba transporta el carbón activo a través de una manguera y una tubería de acero inoxidable de DN 100 mm de instalación fija con el silo de almacenamiento.

El llenado de las celdas (12) de los filtros, se realiza a través de camión cisterna con equipo de bombeo y a través de la tubería de acero inoxidable de DN 100 mm de instalación fija y manguera.

AGUA DE LAVADO DE FILTROS

Durante el período de lavado de los filtros con dos celdas permanecen cerradas la compuerta de alimentación de 0,80x0,80 m y la válvula de mariposa de DN 500 mm de salida de agua filtrada, y permanecen abiertas la válvula de mariposa DN 500 mm del circuito de lavado de filtros y la válvula de compuerta mural de 0,65x0,65 m de descarga al canal de salida de agua de lavado que es una sección rectangular de 1,00x2,43 m y que se conecta con una línea de drenaje y vaciado formada por tubería de U-PVC DN 500 mm que vierte en el depósito de homogeneización de la planta.

VACIADO DE FILTROS

El vaciado de los filtros de carbón activo hasta la cota de solera a 677,21 m.s.n.m. se produce por gravedad a través de una tubería de acero inoxidable DN 150mm que conecta la línea de drenaje y vaciado formada por tubería de U-PVC DN 500 mm que vierte en el depósito de homogeneización de la planta.

6. ESTUDIOS Y CÁLCULOS

6.1 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

Para la redacción del presente proyecto se ha realizado un levantamiento taquimétrico a escala 1:500 de la zona de ampliación de la E.T.A.P. de Griñón, donde se implantará el bombeo intermedio, ozonización intermedia y filtros de carbón activo, así como de la zona dentro de las instalaciones actuales en la que se implantará la pre-ozonización.

En el desarrollo de los trabajos se ha utilizado el Sistema de Referencia Europeo (ETRS89). Para realizar el enlace al sistema de referencia ETRS89, se ha empleado la red activa del Instituto Geográfico Nacional (IGN), mediante observaciones GPS en tiempo real desde esta red. La altimetría se ha referido al nivel medio del mar en Alicante, enlazando con la Red de Nivelación de Alta Precisión (R.N.A.P) mediante la aplicación del modelo del geode EGM08-REDNAP.

De los trabajos topográficos efectuados se deduce que la cota altimétrica de la E.T.A.P. de Griñón está 1,00 m por encima de lo indicado en el Proyecto "As Built" de la estación de tratamiento de agua potable (E.T.A.P.) de Griñón (Diciembre 2007). Así, la cota de urbanización en el levantamiento taquimétrico está a 678,50 m.s.n.m., superior a la cota 677,50 m.s.n.m. indicada en el proyecto "As built". La relación de cotas altimétricas se establece a través de la siguiente relación:

COTA PROYECTO TRATAMIENTO DE AFINO= COTA PROYECTO "AS BUILT"+1,00 M

En el Anejo nº 2 se incluye los trabajos de cartografía y topografía realizados para la redacción del proyecto.

6.2 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

En el anejo nº 3 se incluye la campaña geológico-geotécnica así como el estudio geotécnico realizado para este proyecto por la empresa INTEINCO S.A.

El objetivo del estudio ha sido la caracterización geotécnica de los distintos suelos en el emplazamiento de los nuevos edificios de la línea de afino de la E.T.A.P. de Griñón, y donde se ha definido sus características resistentes y deformacionales.

La campaña geotécnica de campo incluye:

- Ejecución de ensayos de penetración dinámica (4).
- Ejecución de sondeos geotécnicos con recuperación continua de testigo (2) con 26,05 m de perforación.

El terreno está formado por las comúnmente denominadas "arenas de miga" de la Facies Madrid. A la vista de la investigación geotécnica realizada, el terreno de cálculo puede modelizarse con tres niveles de la siguiente forma:

NIVEL	PROF. (m)	GOLPEO N _{SPT}	COMPACIDAD
I	0,0 - 2,0	10	Floja
II	2,0 - 5,5	30	Media
III	> 5,5 m	Rechazo	Muy densa

En el estudio de estabilidad de taludes provisionales realizado para una excavación a cielo abierto de 6 m de altura conduce a un talud estable de ángulo $\beta=60^\circ$. Este ángulo equivale a un talud de pendiente intermedia entre 2 (H): 3 (V) y 1(H):2(V).

En el anejo se incluye el Informe Geotécnico de la E.T.A.P. de Griñón redactado por PROGEOTEC en el año 2001.

6.3 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

En el Anejo nº 4 se presentan tres alternativas de implantación de la línea de afino, soluciones A, B y C, que requieren la ampliación de la parcela de la actual así como dos alternativas para la retirada y sustitución de los depósitos de almacenamiento de reactivos en el edificio de reactivos.

La alternativa de línea de afino a desarrollar en el Proyecto se tiene que circunscribir a la parcela M-2 de unos 4000 m² indicada en las Normas Subsidiarias de Griñón para uso de infraestructuras.

Por otra parte, para la introducción de unos nuevos depósitos de almacenamiento en el edificio de reactivos se desarrollará la ejecución de una cubierta desmontable con huecos que posibiliten el manejo de los depósitos ya que la solución de ejecución de puertas laterales requiere el cambio de uso de terrenos en las Normas Subsidiarias municipales.

6.4 CÁLCULOS DE DIMENSIONAMIENTO

En el anejo nº 5 de cálculos de dimensionamiento se realizan los siguientes estudios:

- 1) Sistema de ozonización con la definición de los siguientes elementos
 - Dimensionamiento de cuatro cámaras de pre-ozonización por línea para un tiempo de retención mínimo de 4 minutos.
 - Dimensionamiento de cuatro cámaras de ozonización intermedia por línea para un tiempo de retención mínimo de 6 minutos.
 - Sistema de generación de ozono a partir de oxígeno líquido, para una dosificación máxima de 4 ppm para el caudal de diseño.
 - Almacenamiento de oxígeno líquido en depósito de acero junto al edificio de generación de ozono.
 - Sistema de aportación de ozono a cámaras mediante difusores porosos.
 - Sistema de stripping a salida de pre-ozonización para reducción de ozono.
- 2) Filtración de carbón activo con la definición de los siguientes elementos:
 - Dimensionamiento de seis filtros dobles para una velocidad de filtración de 12,5 m/h o 15,0 m/h con uno de ellos en proceso de lavado y tiempo de retención de 10 minutos.
 - Sistema de lavado de filtros mediante aire y agua.
 - Volumen depósito de agua de lavado.
- 3) Cálculos justificativos de las instalaciones de almacenamiento y dosificación de los reactivos instalados en el año 2007, fecha de la puesta en marcha de la E.T.A.P. de Griñón, que se van a renovar y de una oxidación avanzada a través de peróxido de hidrógeno que se añadirá en la cámara de salida de la ozonización intermedia.

6.5 CÁLCULOS HIDRÁULICOS

En el anejo nº 6 de cálculos hidráulicos se realizan los siguientes estudios:

1) Línea piezométrica de la línea de agua al introducir una pre-oxidación en inicio de planta a través de una pre-ozonización y una línea de afino que se compone de bombeo intermedio-ozonización intermedia y filtración de carbón activo, comprobando niveles de agua y velocidades de circulación.

El cálculo de la línea piezométrica ha dado lugar a la necesidad del recrecimiento de la coronación de los muros de la obra de entrada en 80 cm y la ejecución de un bombeo intermedio para el incluir en la línea de agua un tratamiento de afino.

2) Selección de los grupos motor-bomba en las estaciones de bombeo intermedio (en inicio de línea de afino), bombeo de lavado de filtros de arena y carbón activo, bombes de agua de servicios y dilución de reactivos, bombeo de refrigeración en circuito abierto de los generadores de ozono y bombeo de arrastre de carbón activo a silo de almacenamiento.

3) Selección de soplantes de aire para lavado en filtros de carbón activo.

4) Red de pluviales urbanización.

Durante la redacción del proyecto se ha realizado una prueba “in situ” de los grupos de bombeo de agua tratada para determinar las potencias absorbidas, y los puntos de caudal y altura de bombeo para tres escenarios de caudal de tratamiento y bombeo de las estaciones elevadoras de agua tratada.

Los grupos instalados actualmente para el bombeo a la Arteria Nueva Fundación Sur, pueden impulsar el caudal del escenario intermedio de tratamiento (666 l/s) incrementando el número de horas de bombeo de 11 horas/día que se tienen en la actualidad hasta 18,5 horas al día.

Para caudales demandados de 823,33 l/s, correspondiente al caudal de diseño de 1000 l/s de la E.T.A.P., es necesario sustituir los cuatro grupos actuales del bombeo a la Arteria Nueva Fundación Sur. En el anejo 6 se incluye un estudio de sustitución de los grupos de bombeo actuales por cinco grupos (4+1R), con variadores de frecuencia asociados y motor de 160 kW. Esta actuación no entra dentro del presente proyecto, si bien se ha dejado la instalación eléctrica preparada con disyuntores graduables entre 277 kW y 110 kW para que la instalación admita distintas alternativas.

En el presente proyecto se ha tenido en cuenta la potencia requerida por los futuros grupos de bombeo de agua tratada para determinar la potencia de los nuevos trafos de la E.T.A.P. La renovación de los grupos de bombeo a la Arteria Nueva Fundación Sur se acometerá en una fase posterior cuando se amplíen la capacidad de los generadores de ozono y el bombeo intermedio para la filtración de carbón activo hasta el caudal de diseño de la planta de 1,00 m³/s.

6.6 CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Los cálculos estructurales se recogen en el Anejo nº 7 a la memoria. La clase de exposición elegida corresponde, según el artº 8.2 de la EHE08, a la IV+Qb para las cimentaciones, muros y losa de cubierta debido al uso que tiene el edificio como estación de tratamiento de agua potable con la dosificación de oxidantes, y que por lo tanto implica el contacto del hormigón dispuesto en las caras interiores del edificio con aguas agresivas y por el contacto con sulfatos en la cara exterior. El

hormigón estructural tiene una resistencia característica mínima de 30 N/mm^2 (HA-30). La máxima relación agua/cemento es 0,60, el mínimo contenido de cemento es de 275 kg/m^3 y el recubrimiento mínimo es de 50 mm. Para la comprobación del estado de fisuración el valor máximo de fisura es de 0,1 mm.

Los edificios y distintos elementos estructurales que se han dimensionado son:

1. Arqueta de reunión y medida de caudal
2. Pre-ozonización
3. Ozonización intermedia y bombeo intermedio
4. Edificio de almacenamiento y dosificación de peróxido de hidrógeno
5. Filtración de carbón activo
6. Edificio de generación de ozono
7. Conexión línea de afino
8. Almacenamiento de oxígeno
9. Edificio de reactivos

Además se ha hecho una comprobación estructural de los desplazamientos que se han producido en el edificio de bombeo de la E.T.A.P. de Griñón.

Los materiales empleados en la construcción son:

- Hormigón en masa HL-150/B/20, en capas de nivelación y limpieza de 10 cm de espesor.
- Hormigón en masa HM-20, en rellenos interiores de formas, formación de bancadas y protección de tuberías.
- Hormigón para armar HA-30, en cimentaciones, soleras, alzados, losas, vigas y pilares.
- Acero B-500 S para armaduras.
- Acero S 275JR para elementos estructurales.

Los edificios del bombeo intermedio y filtración de carbón activo granular disponen de capacidad portante suficiente para la futura instalación de paneles solares en sus cubiertas. La cubierta tiene un forjado con placa alveolar de canto 25+5 cm, cuya carga muerta de cálculo ha sido de $7,3 \text{ kN/m}^2$ (Peso forjado cubierta, $4,76 \text{ kN/m}^2$, 10 cm de hormigón, $2,50 \text{ kN/m}^2$, para prever el peso de los paneles solares y su sistema de anclaje y soporte). Estas cubiertas sobre el sistema de impermeabilización de la placa alveolar, disponen de una capa de grava de 6 cm de espesor lo que da lugar a una carga muerta de $1,00 \text{ kN/m}^2$.

6.7 CÁLCULOS MECÁNICOS

En el Anejo nº 8 se adjunta el cálculo mecánico de tuberías de acero al carbono de DN 1000 mm, DN 1200 mm y DN 1500 mm de la línea de agua que se instalan en zanja o aérea entre apoyos.

6.8 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

En el Anejo nº 9 de cálculos eléctricos se realizan los siguientes cálculos:

- 1) Cálculos Centro de Transformación 1600 KVA.
- 2) Cálculos Eléctricos de Baja Tensión.
- 3) Cálculos Luminotécnicos.
- 4) Cálculos justificativos instalación de pararrayos.

6.9 CÁLCULOS DE CLIMATIZACIÓN, REFRIGERACIÓN Y P.C.I.

En el Anejo nº 10 de cálculos de climatización, refrigeración y protección contra incendios se realizan los siguientes cálculos:

1. Instalación de Refrigeración de depósitos de hipoclorito
2. Instalaciones de Climatización y Ventilación
 - 2.1. Instalación de climatización y/o ventilación de los nuevos edificios:
 - Edificio de generación de ozono
 - Edificio de filtración de carbón activo
 - Edificio de bombeo intermedio
 - 2.2. Actuaciones de mejora en los edificios existentes:
 - Sistema de climatización para sala CCM1 existente (en edificio de cuartos eléctricos)
 - Sistema de climatización para sala CCM2 existente (en edificio de fangos)
 - Revisión de sistemas de ventilación en los edificios de filtros, deshidratación y reactivos para reducir su nivel de emisiones sonoras.
 - Instalación de extractor en galería de purga de fangos.
3. Instalación de Protección Contra Incendios

Los edificios objeto de actuación son los siguientes:

1. Edificio de Pre Ozonización
2. Edificio de Generación de Ozono
3. Bombeo intermedio + CCM
4. Post Ozonización
5. Filtración de carbón activo

6.10 SUPERVISIÓN Y CONTROL

En el Anejo nº 11: Telemando, Telecontrol y Automatismos se definen las señales digitales y analógicas de los nuevos equipos instalados, para lo que se han seguido los siguientes criterios, además de los indicados en el Pliego de Especificaciones Técnicas y los esquemas tipo:

- Motores con un solo sentido de giro

Dos entradas digitales para confirmación de marcha y aviso de desactivación del relé de vigilancia activa (disparo de protecciones).

Si el motor, además del mando manual local, admite otra modalidad de funcionamiento, una entrada digital para indicación de activación de la misma.

Una salida digital para orden de marcha.

Tantas entradas digitales como sondas de protección incorpore el equipo.

- Motores con doble sentido de giro para válvulas o compuertas

Dos entradas digitales para indicación de abierta o cerrada.

Dos entradas digitales para confirmación de abriendo o cerrando.

Una entrada digital para aviso de desactivación del relé de vigilancia activa (disparo de protecciones).

Si el motor, además del mando manual local, admite otra modalidad de funcionamiento, una entrada digital para indicación de activación de la misma.

Dos salidas digitales para órdenes de abrir y cerrar.

Tantas entradas digitales como sondas de protección incorpore el equipo.

- Motores regulados por variadores de frecuencia

Dos entradas digitales para confirmación de marcha y aviso de desactivación del relé de vigilancia activa (disparo de protecciones).

Si el motor, además del mando manual local, admite otra modalidad de funcionamiento, una entrada digital para indicación de activación de la misma.

Una salida digital para orden de marcha.

Tantas entradas digitales como sondas de protección incorpore el equipo.

Una salida analógica para orden desde el variador de frecuencia.

- Electroválvulas

Una salida digital para orden de activación.

Una entrada digital para indicación de estado.

- Instrumentación

Una entrada digital para indicación de estado.

Una entrada analógica para recepción del valor medido.

- Equipos compactos con cuadro propio

Tantas entradas digitales como procedan en cada caso; pero, como mínimo, una para confirmación de funcionamiento, más una de aviso de anomalía.

6.11 SEGURIDAD Y SALUD

En el Anejo nº 12 de la presente memoria se incluye el Estudio de seguridad y salud realizado, con un presupuesto de ejecución material de 201.785,53 € (doscientos un mil setecientos ochenta y cinco euros con cincuenta y tres céntimos).

6.12 ESTUDIO DE INTERFERENCIAS

En el Anejo nº 13 se detallan Las afecciones más significativas dentro del proyecto como son las actuaciones de mejora en los edificios existentes, los cruces con conducciones subterráneas de la línea de agua, línea de fangos, líneas auxiliares y red de pluviales, lecho anódico del pozo nº 6 y canaleta de servicios entre el edificio del CCM-1 y el edificio de reactivos.

6.13 TRAMITACIONES

En el Anejo Nº 14: Tramitaciones, se adjuntan y se relacionan las tramitaciones realizadas o que se tienen que realizar durante la etapa de Construcción relativas a las obras y actuaciones definidas en el Proyecto Constructivo de las obras de tratamiento de afino y mejoras de la E.T.A.P. de Griñón.

Las Consejerías y Direcciones Generales de la Comunidad de Madrid a las que se demanda tramitación y aprobación del Proyecto Constructivo son las siguientes:

- 1) Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio.
 - 1.1. Dirección General de Evaluación Ambiental.
 - 1.2. Dirección General de Urbanismo y Estrategia Territorial.
- 2) Vicepresidencia, Consejería de Cultura y Deporte y Portavocía del Gobierno.
 - 2.1. Dirección General de Patrimonio Histórico.

6.14 RESTAURACIÓN AMBIENTAL, PAISAJÍSTICA Y RUIDOS

Entre las medidas de protección y corrección ambiental de las obras, definidas en el Anejo nº 15, están las siguientes:

- **Protección acústica** para lo que se han previsto la instalación de sistema de ventilación más silenciosos en los edificios de nueva construcción y la disposición de elementos de atenuación sonora en los ventiladores murales más cercanos a viviendas.

Por otro lado, se ha proyectado una pantalla acústica en el tramo de cerramiento que no tiene seto vegetal, para contribuir a disminuir los niveles de inmisión en la zona de viviendas de la calle Olivar del Patrón/Avenida de Navalcarnero. Este tramo del cerramiento coincide con el edificio del grupo electrógeno, transformación, C.G.B.T. Y CCM1.

- **Jalonamiento y protección de la obra**

Conjuntamente con las operaciones de replanteo de las obras se delimitará físicamente la zona de ocupación de la obra (donde se incluirán acopios de materiales, campamento de obra y movimiento

de maquinaria) mediante cinta de señalización, al objeto de que no sea invadido ningún espacio ajeno a la propia obra.

- **Restauración e integración ambiental**

Tal como se indicaba en el Documento Ambiental del proyecto y en la Resolución de la Dirección General de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid de 23 de mayo de 2014, se llevará a cabo una restauración ambiental de la zona de obra, consistente en las siguientes actuaciones:

- Restitución geomorfológica y edáfica de las zonas de obra.
- Integración paisajística de la obra:
 - 1) Descompactación del terreno mediante laboreos, arados, escarificados etc.
 - 2) Se aprovechará la tierra vegetal de la nueva zona de ocupación, mediante su retirada, acopio, mantenimiento y finalmente su aporte y extendido. El extendido de la tierra vegetal puede completarse con un abonado, si la pérdida de nutrientes así lo aconseja.
 - 3) Plantación de arbolado y arbustos en perímetro y en zonas ajardinadas. Plantación de seto perimetral en la zona de nueva ocupación, como continuación del actualmente existente.
- Remodelación y ampliación de la red de riego.

- **Vigilancia ambiental**

Para la vigilancia ambiental se contará con un técnico especialista en disciplinas medioambientales que será responsable de la realización del seguimiento continuo de las obras.

- **Vigilancia arqueológica**

Se desarrollará una vigilancia arqueológica de la obra que consistirá en el control arqueológico de los movimientos de tierra.

En el anejo se incluye un estudio de ruidos por situarse la instalación en zona urbana.

6.15 AUTORIZACIONES ADMINISTRATIVAS

En el Anejo nº 16: Autorizaciones Administrativas, se adjuntan los siguientes certificados:

- Declaración de obra completa
- Viabilidad geométrica
- Ordenación urbanística
- Certificado inclusión prescripciones Ambientales

6.16 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

En el Anejo nº 17: Justificación de precios, se justifica el importe de los precios unitarios que se han utilizado para valorar económicamente las obras del presente proyecto.

La elaboración de los precios unitarios de cada unidad se realiza teniendo en consideración los rendimientos y precios elementales de la mano de obra, materiales y maquinaria que interviene en

la ejecución de las mismas y costes indirectos. Adicionalmente, se incluye un 6 % de costes indirectos.

En este proyecto, para la justificación de ciertas unidades de obra se han formado unos precios auxiliares.

6.17 PLAN DE OBRA

El Anejo nº 18 incluye el resumen de las unidades de obra a ejecutar y el plan de obra previsto, del que se deduce un plazo total de ejecución de veinticuatro (24) meses.

Durante el periodo de 24 meses de ejecución de las obras, se prescinde de la producción de la planta durante un período de seis (6) meses desde Noviembre hasta Abril, donde los consumos satisfechos desde la ETAP de Griñón son menores. La parada de la planta se suple con la alimentación del depósito de agua tratada de la ETAP de Griñón a través del funcionamiento reversible la conducción ϕ 800 mm Nueva Fundación Sur, que sirve para el llenado del depósito de agua tratada de 21.000 m³.

Para la utilización del agua procedente de la conducción ϕ 800 mm Nueva Fundación Sur se dispondrá de una instalación de dosificación de hipoclorito y de amonio para realizar su recloraminación en el edificio de bombeo.

6.18 GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

El Anejo nº 19: Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición se realiza en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Asimismo, según lo establecido por este Real Decreto, la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid se regula conforme a la Orden 2726/2009, de 16 de julio, de la Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid, por lo que se ha tenido en consideración la citada normativa para su desarrollo.

El objetivo de las mencionadas disposiciones es conseguir un desarrollo más sostenible de la actividad constructiva estableciendo unos requisitos mínimos de producción y gestión, fomentando, por este orden: la prevención, reutilización, reciclado y valorización frente al depósito en vertedero.

Algunas de las ventajas asociadas al desarrollo de estrategias de prevención de residuos de la construcción son:

- Minimización de la cantidad de residuos que deben gestionarse en destino (planta de transferencia, planta de valorización y depósito controlado).
- Ahorro de materiales de la construcción de origen natural.
- Menor número de desplazamientos para el transporte de estos residuos desde la obra hasta la instalación de gestión y, por lo tanto, menor contaminación atmosférica y acústica en el medio.
- Mayor control sobre determinados residuos tóxicos o peligrosos, como el amianto, que implican riesgos para el medio ambiente y la salud de las personas.

El Estudio de Gestión de Residuos realizado en este proyecto tiene como finalidad recoger las directrices de gestión de residuos de construcción y demolición que posteriormente se concretarán en obra mediante el Plan de Gestión de residuos elaborado por el contratista.

Los residuos generados en las obras de construcción o demolición que estén regulados por legislación específica sobre residuos han sido considerados en el estudio en aquellos aspectos no contemplados en aquella legislación siempre y cuando se encuentren mezclados con residuos de construcción y demolición.

Atendiendo a lo estipulado en el artículo 4.1.a) del Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, el presente Estudio se compone de los siguientes apartados:

- Medidas de minimización y prevención de residuos.
- Estimación de la cantidad de los residuos de construcción y demolición generados en la obra.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Medidas para la separación de los residuos en obra.
- Operaciones de gestión de residuos.
- Pliego de prescripciones técnicas.
- Documentación gráfica de las instalaciones para la gestión de los residuos.
- Presupuesto.

6.19 REPORTAJE FOTOGRÁFICO

En el anejo nº 20: Reportaje Fotográfico se realiza un análisis de la situación actual de las instalaciones existentes para ejecutar las obras definidas en el presente proyecto.

Para ello se ha girado varias visitas a las instalaciones afectadas por el proyecto, en compañía de técnicos de Canal de Isabel II S.A., con el fin de observar de primera mano las características de la E.T.A.P. y hacer un trabajo de campo con toma de fotografías y datos, así como estudiar las interferencias con las obras diseñadas.

6.20 DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR POR EL CONTRATISTA

El Anejo nº 21: Documentación a entregar por el contratista define la documentación que obligatoriamente deberá entregar el Contratista de la obra a Canal de Isabel II antes de la finalización del contrato.

6.21 RELACIONES DEL CONTRATISTA CON LA DIRECCIÓN DE OBRA

En el Anejo nº 22 se incluye un protocolo de relaciones del adjudicatario con la administración, que tiene por objeto definir la representación del contratista y del Canal de Isabel II, así como fijar las normas de envío y aprobación de planos y documentación entre ambos.

6.22 CONTROL DE CALIDAD

En el Anejo nº 23: Control de calidad, se establece que Canal de Isabel II o en su caso la Dirección de la Obra tendrá en todo momento información detallada del Aprovisionamiento, fabricación y montaje de los equipos técnicos de la instalación a fin de que directamente o a través de una "Autorizada de Inspección" pueda controlar, seguir y aprobar en su caso que todo el Control de calidad se cumple según las exigencias preestablecidas.

Para el aprovisionamiento de carbón activo en grano de los filtros de la línea de afino se incluye una especificación sobre planta piloto, donde sobre seis columnas de carbón activo se toma muestra del efluente del filtro. Las muestras se toman en frascos de vidrio PYREX de 50 ml, son refrigeradas a 4ºC y enviadas al laboratorio convenientemente etiquetadas.

6.23 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

El Anejo nº 24: Medidas de Prevención y Seguridad tiene por objeto garantizar que las instalaciones de Canal de Isabel II objeto del proyecto cumplan con todos los requisitos de seguridad y salud establecidos en la normativa vigente y de aplicación interna en materia de prevención de riesgos laborales y de seguridad industrial.

En el Anejo se establece las pautas generales de identificación de los principales riesgos que pueden darse en las diversas instalaciones de Canal de Isabel II, así como las medidas de prevención y seguridad frente a los mismos.

6.24 SEÑALIZACIÓN CORPORATIVA

En el presente Anejo nº 25 se incluye la señalética a disponer en instalaciones proyectadas por Canal de Isabel II a fecha de redacción de proyecto. En fase de construcción será de aplicación la señalización corporativa vigente en el momento de ejecución de las obras, en el caso de que esta cambie.

Este anejo recoge las normas básicas de configuración gráfica y cromática de los elementos de identidad visual de Canal de Isabel II. Se consideran elementos base de identidad el símbolo, el logotipo, la marca, los colores y la tipografía.

7. CONSIDERACIONES ADMINISTRATIVAS

A continuación se definen los requisitos básicos para la licitación de este proyecto.

7.1 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

De acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas y el Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto; por el que se modifican determinados preceptos del RGLCAP, considerando el carácter de las actuaciones proyectadas, predominantemente obras hidráulicas, y en particular de una estación de tratamiento de agua, se propone que el contratista adjudicatario de las obras ostente la clasificación en los siguientes grupos y subgrupos:

GRUPO	SUBGRUPO
E HIDRÁULICAS	1 ABASTECIMIENTOS Y SANEAMIENTOS
K ESPECIALES	8 ESTACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS

No obstante, será el futuro Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares de la Licitación el que establezca definitivamente la Clasificación necesaria.

7.2 REVISIÓN DE PRECIOS

De conformidad con lo previsto en la Ley 2/2015, de 30 de marzo, de desindexación de la economía española y el Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas, al ser la obra con una duración igual o inferior a 24 meses, no será de aplicación la revisión de precios.

7.3 PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA

La duración prevista para la ejecución de las obras es de veinticuatro (24) meses a partir de la fecha del Acta de Comprobación de Replanteo. El plan de obra se incluye en el Anejo nº 18.

El plazo de garantía será de doce (12) meses y empezará a contar a partir de la fecha de la recepción de las obras. Durante este tiempo será por cuenta del contratista la conservación de las obras e instalaciones y cuantas reparaciones se motiven y ordenen por defectos de ejecución de las mismas.

8. PRESUPUESTO

La Base de Precios empleada para la redacción del Presente Proyecto es el Cuadro de Precios de Canal de Isabel II. Revisión 4 (Diciembre 2016), actualizando los precios de mano de obra según convenio de la Construcción de Madrid de 2018.

De acuerdo con las mediciones realizadas en el documento nº 4 de este proyecto, y por aplicación del cuadro de precios nº 1, se ha obtenido el presupuesto que se detalla a continuación.

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
1	ARQUETA DE REUNIÓN Y MEDIDA DE CAUDAL.....	105.924,95
2	PRE-OZONIZACIÓN.....	469.348,36
3	BOMBEO INTERMEDIO, POST-OZONIZACIÓN Y OXIDACIÓN AVANZADA.....	1.063.793,58
4	FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO.....	2.611.997,22
5	EDIFICIO DE GENERACIÓN DE OZONO.....	747.152,79
6	CONEXIÓN LÍNEA DE AFINO.....	250.478,40
7	ALMACENAMIENTO DE OXÍGENO.....	5.502,61
8	ACTUACIONES DE MEJORA.....	2.134.341,79
9	CONDUCCIONES.....	508.486,00
10	URBANIZACIÓN.....	241.326,61
11	SERVICIOS AFECTADOS Y REPOSICIONES.....	67.635,27
12	ELECTRICIDAD.....	1.711.537,01
13	INSTALACIÓN DE CONTROL.....	310.116,37
14	LEGALIZACIONES Y ACTUACIONES IMPREVISTAS.....	403.100,00
15	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	225.343,45
16	SEGURIDAD Y SALUD.....	201.785,53
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	11.057.869,94

*Asciende el presente presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de:
ONCE MILLONES CINCUENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS CON
NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (11.057.869,94 €)*

Añadiendo al Presupuesto de ejecución material el 6% de beneficio industrial y el 13% de gastos generales se obtiene el presupuesto base de licitación sin IVA para la obra que es el que se indica a continuación:

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
1	ARQUETA DE REUNIÓN Y MEDIDA DE CAUDAL	105.924,95
2	PRE-OZONIZACIÓN	469.348,36
3	BOMBEO INTERMEDIO, POST-OZONIZACIÓN Y OXIDACIÓN AVANZADA.....	1.063.793,58
4	FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO	2.611.997,22
5	EDIFICIO DE GENERACIÓN DE OZONO	747.152,79
6	CONEXIÓN LÍNEA DE AFINO	250.478,40
7	ALMACENAMIENTO DE OXÍGENO	5.502,61
8	ACTUACIONES DE MEJORA.....	2.134.341,79
9	CONDUCCIONES.....	508.486,00
10	URBANIZACIÓN	241.326,61
11	SERVICIOS AFECTADOS Y REPOSICIONES	67.635,27
12	ELECTRICIDAD	1.711.537,01
13	INSTALACIÓN DE CONTROL.....	310.116,37
14	LEGALIZACIONES Y ACTUACIONES IMPREVISTAS.....	403.100,00
15	GESTIÓN DE RESIDUOS	225.343,45
16	SEGURIDAD Y SALUD	201.785,53
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	11.057.869,94
	13,00% Gastos generales	1.437.523,09
	6,00% Beneficio industrial.....	663.472,20
	TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	13.158.865,23

Asciende el presente presupuesto base de licitación sin IVA a la expresada cantidad de:
TRECE MILLONES CIENTO CINCUENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS (13.158.865,23 €)

9. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJOS

- Anejo nº 1. Características principales del proyecto
- Anejo nº 2. Cartografía y topografía
- Anejo nº 3. Estudio geológico-geotécnico
- Anejo nº 4. Estudio de alternativas
- Anejo nº 5. Cálculos de dimensionamiento
- Anejo nº 6. Cálculos hidráulicos
- Anejo nº 7. Cálculos estructurales
- Anejo nº 8. Cálculos mecánicos
- Anejo nº 9. Cálculos eléctricos
- Anejo nº 10. Cálculos de climatización, refrigeración y protección contra incendios
- Anejo nº 11. Telemando, telecontrol y automatismos
- Anejo nº 12. Estudio de Seguridad y Salud
- Anejo nº 13. Estudio de interferencias con instalaciones existentes
- Anejo nº 14. Tramitaciones
- Anejo nº 15. Restauración ambiental, paisajística y ruidos
- Anejo nº 16. Autorizaciones administrativas
- Anejo nº 17. Justificación de precios
- Anejo nº 18. Plan de obra
- Anejo nº 19. Gestión de residuos de construcción y demolición
- Anejo nº 20. Reportaje fotográfico
- Anejo nº 21. Documentación a entregar por el contratista
- Anejo nº 22. Relación del Contratista con la Dirección de obra
- Anejo nº 23. Control de calidad de las obras
- Anejo nº 24. Medidas de prevención y seguridad
- Anejo nº 25. Señalización corporativa

DOCUMENTO Nº2. PLANOS

- Planos generales
- Diagramas de flujo
- Obra civil formas
- Obra civil armaduras
- Equipos mecánicos
- Diagramas eléctricos
- Equipos eléctricos
- Instalaciones de climatización y refrigeración
- Instalaciones contra incendios
- Actuaciones de mejora

DOCUMENTO Nº3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

- Pliego de prescripciones técnicas generales
- Pliego de prescripciones técnicas particulares

DOCUMENTO Nº4. PRESUPUESTO

- Mediciones auxiliares
- Mediciones
- Cuadro de precios nº 1
- Cuadro de precios nº 2
- Presupuestos Parciales
- Resumen de Presupuesto
- Presupuesto de Ejecución material
- Presupuesto Base de Licitación

10. CONCLUSIÓN

El contenido del presente Proyecto cumple los requisitos exigidos en el artículo 107 de la Ley de Contratos del Sector Público 30/2007 de 30 de octubre.

Igualmente, se hace constar que el presente Proyecto se refiere a una obra completa en el sentido establecido en los Artículos 125 y 127.2 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, es decir, susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente, sin perjuicio de las ampliaciones de que posteriormente pueda ser objeto, dado que comprende todos y cada uno de los elementos precisos para su puesta en servicio una vez concluido el plazo de ejecución.

En Madrid, Marzo de 2019

Ingeniera Autor del Proyecto



Fdo.: D^a. Milagros Higuera Toledano

Directora del Proyecto



Fdo.: D^a. Rebeca Barriuso Lara

Vº Bº

Jefa del Área de Proyectos de Abastecimiento



Fdo.: D^a Miriam Fernández Lara

ANEJO Nº 01.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO

ÍNDICE

1. TÍTULO Y SITUACIÓN DE LAS OBRAS	5
2. OBJETO DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN	6
3. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS	8
3.1 Características Generales	8
3.2 Características Técnicas	9
3.2.1 <i>Pre-ozonización (Pre-oxidación)</i>	9
3.2.1.1 Estructura	9
3.2.1.2 Infraestructura hidráulica	9
3.2.2 <i>Bombeo intermedio</i>	10
3.2.2.1 Estructura	10
3.2.2.2 Infraestructura hidráulica	10
3.2.3 <i>Post-ozonización</i>	11
3.2.3.1 Estructura	11
3.2.3.2 Infraestructura hidráulica	11
3.2.4 <i>Oxidación avanzada</i>	11
3.2.4.1 Estructura	12
3.2.4.2 Infraestructura hidráulica	12
3.2.5 <i>Filtración de carbón activo granular</i>	12
3.2.5.1 Estructura	12
3.2.5.2 Infraestructura hidráulica	13
3.2.6 <i>Edificio de generación de ozono</i>	13
3.2.6.1 Estructura	13
3.2.6.2 Infraestructura hidráulica	14
4. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	14
5. PLAZO DE EJECUCIÓN	15
6. PRESUPUESTOS	16
6.1 Presupuesto de ejecución material	16
6.2 Presupuesto base de licitación sin IVA	17

ANEXOS

ANEXO 1. PLANO DE SITUACIÓN

ANEXO 2. PLANTA GENERAL

ANEXO 3. RESUMEN DE LAS UNIDADES PRINCIPALES DE OBRA

1. TÍTULO Y SITUACIÓN DE LAS OBRAS

El presente proyecto se denomina: “Proyecto constructivo de las obras de tratamiento de afino y mejoras de la E.T.A.P. de Griñón” y las obras se sitúan en el municipio de Griñón, a unos 27 km de Madrid, en la zona suroccidental de la Comunidad de Madrid, en la comarca natural denominada La Sagra.



La parcela donde se ubica la E.T.A.P. de Griñón es una planta prácticamente rectangular, de 215 m por 102 m y una superficie de aproximada de 21.927 m². El acceso a la planta se realiza por la calle Olivar del Patrón de Griñón. Al núcleo urbano de Griñón se accede a través de la red viaria M-405 (Griñón-Fuenlabrada), M-417 (Griñón-Casarrubuelos), M-419, M- 407, M-410 y M-404 (Chinchón-Navalcarnero), que lo enlaza con la A-42 (autovía de Madrid-Toledo), N-V (autovía de Extremadura) y N-IV (autovía de Andalucía). También se puede acceder por la AP- 41, Madrid-Toledo, de peaje.

2. OBJETO DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN

En la planta de Griñón se han detectado algunos episodios de geosmina en el agua bruta y se ha observado que la E.T.A.P. de Majadahonda, que cuenta con filtros de carbón activo y recibe agua de los pozos de Guadarrama y del bombeo de Picadas al igual que la E.T.A.P. de Griñón, ha sido capaz de sacar un agua tratada con calidad, sabor y olor aceptables, mientras que la E.T.A.P. de Griñón tuvo que parar, por no alcanzar los mismos niveles.

La mejora de las instalaciones en la E.T.A.P. de Griñón, mediante la construcción de un tratamiento de afino permitirá incrementar la garantía de suministro y calidad del agua. El Nuevo tratamiento de afino incluye una pre-oxidación con ozono previa a la cámara de mezcla del tratamiento físico-químico, así como una post-oxidación con ozono, una oxidación avanzada con peróxido de hidrógeno y filtración con carbón activo después de la actual filtración por arena, y previo a la obra de salida actual.

La Línea de agua de la planta incluirá las siguientes modificaciones:

- Adaptación de la obra de llegada y conducciones a las condiciones hidráulicas de inserción de la pre-ozonización.
- Cámaras de pre-ozonización.
- Generación de ozono a partir de oxígeno líquido.
- Derivación del canal de salida de agua filtrada actual a tratamiento de afino.
- Bombeo intermedio a cámaras de post-ozonización.
- Cámaras de post-ozonización con posibilidad de dosificación de peróxido de hidrógeno.
- Filtración mediante lecho de carbón activo abierto.
- Retorno a la salida actual.

El objeto del presente proyecto es la definición de detalle, de las obras e instalaciones necesarias para el tratamiento de afino y mejoras de la E.T.A.P. de Griñón, así como la renovación y adaptación de las instalaciones eléctricas y elementos de instrumentación y control.

El tratamiento de afino consistirá en una pre-ozonización en el inicio de planta previa a la cámara de mezcla y la inclusión tras la filtración de arena de una post-ozonización con posibilidad de una oxidación avanzada a través de una dosificación de peróxido de hidrógeno y una filtración de carbón activo. La planta no tiene margen piezométrico para intercalar el nuevo proceso, por lo que habrá que disponer un bombeo intermedio tras la filtración de arena.

El tratamiento de afino compuesto por una pre-ozonización, post-ozonización, oxidación avanzada con dosificación de peróxido de hidrógeno y filtración de carbón activo se dimensionará para el caudal nominal de la planta de 1 m³/s.

Además del tratamiento de afino en la planta se ejecutarán una serie de mejoras que se concretan en las siguientes actuaciones:

1. Depósito de recuperación de aguas de lavado. Instalación de un sistema de limpieza del depósito de aguas de lavado mediante bombas eyectoras.
2. Edificio de válvulas y bombeo.
 - 2.1. Sustitución de los grupos de presión actuales para agua de servicios y dilución de reactivos.

- 2.2. Sustitución de caudalímetro electromagnético de entrada a depósito.
- 2.3. Instalación de una nueva válvula de aislamiento (DN 300 mm) en tubería de vaciado del depósito regulador.
3. Edificio de filtros de arena.
- 3.1. Instalación de calderín para el sistema de compresión de aire en sala de filtros de arena.
- 3.2. Instalación de compuertas para sectorización y vaciado en canal de reparto de agua de filtros de arena.
4. Edificio de reactivos.
- 4.1. Ejecución de una nueva cubierta, que permita la extracción de los depósitos de almacenamiento de reactivos.
- 4.2. Renovación de depósitos de almacenamiento existentes, en el hipoclorito se aumentará los depósitos desde 20 m³ hasta 30 m³ y se incluirá un sistema de refrigeración para mantener el reactivo a 15 °C.
- 4.3. Sustitución de equipos de dosificación y motobombas de carga y trasvase de reactivos.
5. Tratamiento físico-químico.
- 5.1. Arquetas de vaciado en cámaras de floculación.
- 5.2. Sustitución de los decantadores lamelares tubulares de PVC, por lamelas de acero inoxidable en una línea de decantación y de polipropileno en la segunda línea de decantación, ambas con sistema de limpieza automático.
- 5.3. Pasarelas centrales en decantadores lamelares.
- 5.4. Instalación de ataguía de acero inoxidable en obra de entrada a decantación para independizar la alimentación a las dos líneas de decantación.
- 5.5. Alimentación desde cámaras de floculación a decantadores a través de 12 orificios circulares ϕ 700 mm.
6. Microfloculación.
- 6.1. Pasarela de mantenimiento canal de salida microfloculación.
- 6.2. Sustitución de compuerta de entrada.
7. Edificio de control.
- 7.1. Remodelación de los vestuarios masculino, femenino, aseo de visitas, aseo de discapacitados y botiquín en la planta baja. Los aseos de visitas y discapacitados se unifican y en el espacio destinado
-

al botiquín se segrega un espacio para taquillas, lavadora y secadora.

7.2. Instalación de un cubeto de PRFV de 1 m³ para recogida de residuos de laboratorio, instalado en una arqueta en el vial de acceso al taller y almacén de la E.T.A.P.

8. Climatización.

8.1. Instalación de sistema de climatización para sala CCM1 y CCM2.

8.2. Sustitución de extractores en los edificios de filtros, deshidratación y reactivos.

8.3. Instalación de extractor en galería de purga de fangos.

8.4. Instalación de enfriadoras para sistema de refrigeración depósitos de hipoclorito.

9. Control SCADA. Integración en Scada de control de la E.T.A.P. de la instalación de dosificación de carbón activo en polvo junto con los nuevos equipos.

10. Accesibilidad y urbanización.

10.1. Ampliación de puerta de entrada E.T.A.P.

10.2. Instalación de accesos a cubiertas de edificios y elementos de protección colectiva para su mantenimiento.

10.3. Ampliación del aparcamiento.

10.4. Pantallas anti-ruido en el vallado cercano calle Olivar del Patrón.

10.5. Eliminación de las bandejas de cables eléctricos instaladas en la galería de servicio y construcción de un banco de tubos para uso exclusivo de canalizaciones eléctricas.

10.6. Prolongación muro de hormigón de cerramiento E.T.A.P., para permitir acceso de vehículos a fachada oeste del edificio eléctrico-CCM1.

10.7. Centro de seccionamiento independiente para suministro de energía eléctrica en calle Olivar del Patrón.

3. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS

3.1 Características Generales

Título: Proyecto constructivo de las obras de tratamiento de afino y mejoras de la E.T.A.P. de Griñón

Término municipal: Griñón

Obras principales:

- 1) Pre-ozonización (Pre-oxidación).

- 2) Línea de afino: Bombeo intermedio/ post-ozonización/ Oxidación avanzada con peróxido de hidrógeno/ Filtración de carbón activo.
- 3) Almacenamiento de oxígeno y generación de ozono
- 4) Sustitución lamas en decantador por lamelas de acero inoxidable y polipropileno.

3.2 Características Técnicas

3.2.1 Pre-ozonización (Pre-oxidación)

Dimensiones:

Planta: 15,50x7,60 m

Altura: 7,30/6,28 m

Altura de agua: 6,00 m

Resguardo entre lámina de agua y losa superior: 0,70 m

3.2.1.1 Estructura

Muro perimetral de hormigón armado de 0,40 m de espesor

Cimentación mediante losa de hormigón de armado de 0,50 m de espesor

Muro central de hormigón armado de 0,40 m de espesor

Muros interiores en laberinto de hormigón armado de 0,30 m de espesor

Cubierta de losa de hormigón de 0,25 m de espesor

Acabado de cubierta en hormigón fratasado

3.2.1.2 Infraestructura hidráulica

Difusores cerámicos para distribución de ozono: 40

Difusores cerámicos para inyección de aire: 28

Toma muestras: 2

Elementos de protección y maniobra:

6 compuertas murales de 1,00x1,00 m

1 compuerta mural de 1,50x1,50 m

1 compuerta mural de 1,20x1,20 m

2 destructores de ozono termo-catalíticos

2 válvulas de sub/sobrepresión DN 100

Medidores de caudal ultrasónicos sobre tubería DN 1000: 2

3.2.2 *Bombeo intermedio*

Dimensiones:

Planta: 22,75x10,60 m

Altura: 17,30 m

Altura de agua: 3,70 m

Resguardo entre lámina de agua y losa superior: 4,80 m

3.2.2.1 *Estructura*

Muro perimetral de hormigón armado de 0,55 m y 0,45 m de espesor

Cimentación mediante losa de hormigón de armado de 0,65 m de espesor

Muro deflector de hormigón armado de 0,30 m de espesor

Losa de CCM de hormigón de 0,40 m de espesor

Forjado cubierta de placas alveolares pretensadas 20+5 cm y 5,75 m de luz

Vigas de 1,00 m de canto y 9,80 m de luz

Pilas de hormigón armado de 0,40x0,40 m de sección, longitud variable entre 5,05 m y 5,70 m y apoyadas en muros perimetrales.

Impermeabilización mediante lámina de betún elastomérico con armadura de poliéster

Acabado de cubierta con capa de grava de 6 cm de espesor

Acabado exterior con fábrica de bloques de 0,40x0,20x0,30 m, cámara de aislamiento de poliestireno expandido y tabique rasillón.

3.2.2.2 *Infraestructura hidráulica*

Grupos de bombeo grandes: 3 bombas sumergibles de flujo axial de 37 kW, $Q_{\text{bombeo}}=1200 \text{ m}^3/\text{h}$ a una altura de 6,00 m.c.a.

Grupos de bombeo pequeños: 2 bombas sumergibles de instalación fija con pedestal de 14 kW, $Q_{\text{bombeo}}=450 \text{ m}^3/\text{h}$ a una altura de 6,50 m.c.a.

Bomba de achique: 1 bomba sumergible de 1,3 kW, $Q_{\text{bombeo}}=36 \text{ m}^3/\text{h}$ a una altura de 6,00 m.c.a.

Elementos de protección y maniobra:

1 compuerta mural de 1,20x1,20m

1 puente grúa monorraíl de 1600 kg y 9,50 m de luz.

3.2.3 Post-ozonización

Dimensiones:

Planta: 17,60x11,12 m

Altura: 7,75 m

Altura de agua: 6,00 m

Resguardo entre lámina de agua y losa superior: 0,97 m

3.2.3.1 Estructura

Muro perimetral de hormigón armado de 0,45 m y 0,40 m de espesor

Cimentación mediante losa de hormigón de armado de 0,60 m de espesor

Muro central de hormigón armado de 0,40 m de espesor

Muros interiores en laberinto de hormigón armado de 0,30 m de espesor

Cubierta de losa de hormigón de 0,25 m de espesor

Acabado de cubierta en hormigón fratasado

3.2.3.2 Infraestructura hidráulica

Difusores cerámicos para distribución de ozono: 20

Toma muestras: 2

Elementos de protección y maniobra:

4 compuertas murales de 1,00x1,00 m

2 compuertas murales de 1,20x1,20 m

2 destructores de ozono termo-catalíticos

2 válvulas de sub/sobrepresión DN 100

Bomba de achique: 1 bomba sumergible de 1,3 kW, $Q_{\text{bombeo}}=36 \text{ m}^3/\text{h}$ a una altura de 6,00 m.c.a.

3.2.4 Oxidación avanzada

Dimensiones:

Planta: 7,10x4,50 m

Altura: 5,45 m

3.2.4.1 Estructura

Cimentación mediante losa de hormigón de armado de 0,40 m de espesor.

Cubierta de losa de hormigón armado de 0,30 m de espesor y vigas colgadas de 0,70 m de canto.

Pilares de hormigón armado de 0,30x0,30 m de sección y longitud 3,90 m.

Impermeabilización mediante lámina de betún elastomérico con armadura de poliéster.

Acabado de cubierta con capa de grava de 8 cm de espesor.

Acabado exterior con fábrica de bloques de 0,40x0,20x0,30 m, cámara de aislamiento de poliestireno expandido y tabique rasillón.

3.2.4.2 Infraestructura hidráulica

Depósito de Polietileno de alta densidad de 5 m³.

Bombas dosificadoras (1+1R) de 24 W.

Bomba de llenado y trasvase de 2,2 kW.

3.2.5 Filtración de carbón activo granular

Dimensiones:

Planta: 32,47x27,30 m

Altura: 11,09 m/ 12,49 m

Altura de agua en canales de alimentación: 1,37 m

Altura de agua en canal de salida: 1,68 m

Altura de agua sobre lecho carbón activo: 1,20 m

3.2.5.1 Estructura

Muro perimetral de hormigón armado de 0,40 m de espesor

Cimentación mediante losa de hormigón de armado de 0,50 m de espesor

Losa entrada edificio de filtración de hormigón armado de 0,40 m de espesor

Forjado cubierta de placas alveolares pretensadas 20+5 cm y 7,20 m de luz.

Vigas de 0,75 m de canto y 7,20 m de luz

Pilas de hormigón armado de 0,40x0,40 m de sección, longitud variable entre 7,45 m/ 4,30 m /3,35 m y apoyadas en muros perimetrales y losa entrada edificio

Impermeabilización mediante lámina de betún elastomérico con armadura de poliéster

Acabado de cubierta con capa de grava de 6 cm de espesor

Acabado exterior con fábrica de bloques de 0,40x0,20x0,30 m, cámara de aislamiento de poliestireno expandido y tabique rasillón.

3.2.5.2 Infraestructura hidráulica

Grupo motor soplante de émbolos rotativos para lavado por aire filtros de carbón activo con motor de 55 kW.

Bomba sumergible con agitador para extracción de carbón activo con motor de 15 kW.

Silo de almacenamiento de 90 m³ para carbón activo.

Elementos de protección y maniobra:

6 compuertas murales de 0,80x0,80 m en alimentación a filtros.

6 compuertas murales de 0,65x0,65 m en conexión con canal de salida de agua de lavado.

12 válvulas de mariposa DN 500 mm de accionamiento eléctrico.

6 válvulas de mariposa DN 200 mm de accionamiento eléctrico.

1 puente grúa monorraíl de 1600 kg y 6,50 m de luz.

2 puentes grúa monorraíl de 1600 kg y 8,85 m de luz.

3.2.6 Edificio de generación de ozono

Dimensiones:

Planta: 17,85x9,07 m

Altura: 5,85 m

3.2.6.1 Estructura

Cimentación mediante losa de hormigón de armado de 0,40 m de espesor

Cubierta de losa de hormigón armado de 0,30 m de espesor y vigas colgadas de 0,80 m de canto.

Pilares de hormigón armado de 0,35x0,35 m de sección y longitud 3,70 m.

Impermeabilización mediante lámina de betún elastomérico con armadura de poliéster

Acabado de cubierta con capa de grava de 6 cm de espesor

Acabado exterior con fábrica de bloques de 0,40x0,20x0,30 m, cámara de aislamiento de

poliestireno expandido y tabique rasillón.

3.2.6.2 Infraestructura hidráulica

Dos grupos generadores de ozono con motor de 69 kW.

Dos Compresores rotativos de paletas para aireación pre-ozonización con motor de 5,5 kW.

4. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

La clasificación del Contratista se realiza según los artículos 25 al 54 inclusive del Reglamento General de Contratación del Estado (R.D. 1098/2001 de 12 de octubre).

De acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas y el Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto; por el que se modifican determinados preceptos del RGLCAP, considerando el carácter de las actuaciones proyectadas, en una Estación de Tratamiento de aguas, y en particular de ejecución de una línea de afino en la línea de agua y mejoras en la funcionalidad de las instalaciones existentes, se propone que el contratista adjudicatario de las obras ostente la clasificación en los siguientes grupos y subgrupos:

Teniendo en cuenta el presupuesto total de este proyecto y la naturaleza de las obras incluidas en este proyecto, la clasificación exigible al contratista se recoge a continuación:

GRUPO	SUBGRUPO	CATEGORIA
K- Especiales	8 – Estaciones de tratamiento de aguas	f

5. PLAZO DE EJECUCIÓN

Se ha previsto un plazo de veinticuatro (24) meses para la completa ejecución de las obras.

La ejecución de la obra se realiza durante un período de 24 meses y se prescinde de la producción de la planta durante un período de seis (6) meses desde Noviembre hasta Abril, donde los consumos satisfechos desde la E.T.A.P. de Griñón son menores. Durante la parada programada de seis meses se ejecutarán actuaciones de mejoras y acondicionamientos en las instalaciones actuales para incorporar la línea de afino.

La parada de la planta se suple con la alimentación del depósito de agua tratada de la E.T.A.P. de Griñón a través del funcionamiento reversible de la conducción ϕ 800 mm Nueva Fundación Sur, que sirve para el llenado del depósito de agua tratada de 21.000 m³ y posterior distribución a red de distribución de Griñón y depósito 5900 m³.

La potencia eléctrica demandada por la E.T.A.P. de Griñón durante la parada de la planta asciende a 150 kW y se podrá conseguir a través de una doble alternativa:

- 1) Acometida en baja tensión para alimentación provisional de obra desde centro de transformación de Compañía.
- 2) Grupo generador Trifásico insonorizado de 200 kVA.

6. PRESUPUESTOS

6.1 Presupuesto de ejecución material

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
1	ARQUETA DE REUNIÓN Y MEDIDA DE CAUDAL.....	105.924,95
2	PRE-OZONIZACIÓN	469.348,36
3	BOMBEO INTERMEDIO, POST-OZONIZACIÓN Y OXIDACIÓN AVANZADA	1.063.793,58
4	FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO.....	2.611.997,22
5	EDIFICIO DE GENERACIÓN DE OZONO	747.152,79
6	CONEXIÓN LÍNEA DE AFINO.....	250.478,40
7	ALMACENAMIENTO DE OXÍGENO.....	5.502,61
8	ACTUACIONES DE MEJORA.....	2.134.341,79
9	CONDUCCIONES	508.486,00
10	URBANIZACIÓN	241.326,61
11	SERVICIOS AFECTADOS Y REPOSICIONES	67.635,27
12	ELECTRICIDAD	1.711.537,01
13	INSTALACIÓN DE CONTROL	310.116,37
14	LEGALIZACIONES Y ACTUACIONES IMPREVISTAS	403.100,00
15	GESTIÓN DE RESIDUOS	225.343,45
16	SEGURIDAD Y SALUD	201.785,53
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		11.057.869,94

*Asciende el presente presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de:
ONCE MILLONES CINCUENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS CON
NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (11.057.869,94 €)*

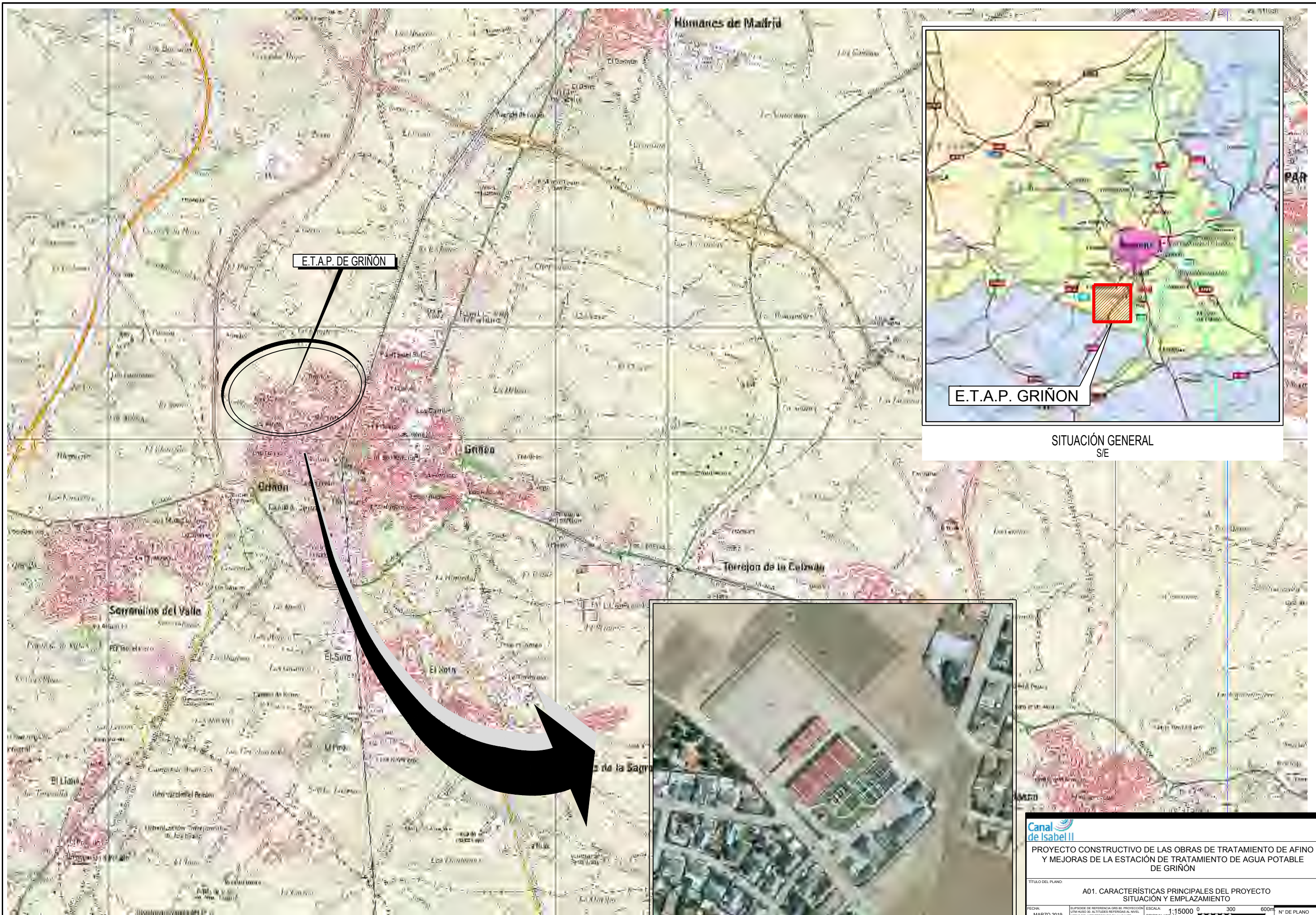
6.2 Presupuesto base de licitación sin IVA

Añadiendo al Presupuesto de ejecución material el 6% de beneficio industrial y el 13% de gastos generales se obtiene el presupuesto base de licitación sin IVA para la obra que es el que se indica a continuación:

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
1	ARQUETA DE REUNIÓN Y MEDIDA DE CAUDAL	105.924,95
2	PRE-OZONIZACIÓN	469.348,36
3	BOMBEO INTERMEDIO, POST-OZONIZACIÓN Y OXIDACIÓN AVANZADA.....	1.063.793,58
4	FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO	2.611.997,22
5	EDIFICIO DE GENERACIÓN DE OZONO	747.152,79
6	CONEXIÓN LÍNEA DE AFINO	250.478,40
7	ALMACENAMIENTO DE OXÍGENO	5.502,61
8	ACTUACIONES DE MEJORA.....	2.134.341,79
9	CONDUCCIONES	508.486,00
10	URBANIZACIÓN	241.326,61
11	SERVICIOS AFECTADOS Y REPOSICIONES	67.635,27
12	ELECTRICIDAD	1.711.537,01
13	INSTALACIÓN DE CONTROL.....	310.116,37
14	LEGALIZACIONES Y ACTUACIONES IMPREVISTAS.....	403.100,00
15	GESTIÓN DE RESIDUOS	225.343,45
16	SEGURIDAD Y SALUD	201.785,53
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	11.057.869,94
	13,00% Gastos generales	1.437.523,09
	6,00% Beneficio industrial.....	663.472,20
	TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	13.158.865,23


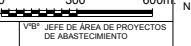

Asciende el presente presupuesto base de licitación sin IVA a la expresada cantidad de:
TRECE MILLONES CIENTO CINCUENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS (13.158.865,23 €)

ANEXO 1. PLANO DE SITUACIÓN



SITUACIÓN GENERAL SE



			
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRÍÑON			
TÍTULO DEL PLANO: A01. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO SITUACIÓN Y EMPLEAZAMIENTO			
FECHA: MARZO 2019	ESCALA: 1:15000		Nº DE PLANO: A01-1
ASISTENCIA TÉCNICA: 	AUTOR DEL PROYECTO: MIGROS HIGUERA TOLEDANO	DIRECTOR DEL PROYECTO: REBECA BARRUSO LARA	VIZO JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO: MIRIAM FERNÁNDEZ LARA
HOJA 1 DE 1			

ANEXO 2. PLANTA GENERAL

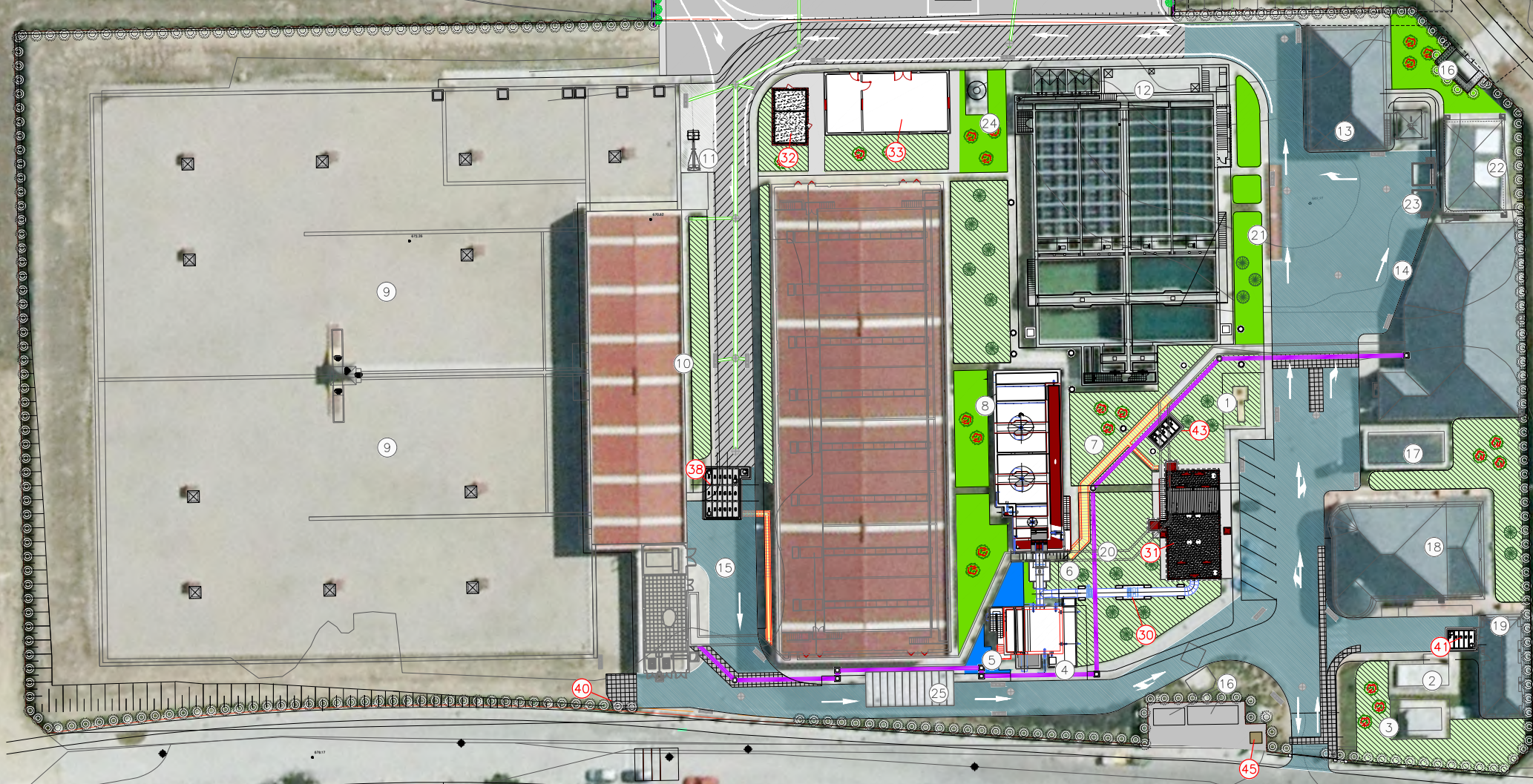
IDENTIFICADOR	OBRA EXISTENTE	ACTUACIÓN
5	ARQUETA DE REUNIÓN	* RECRECIDO MUROS Y ELEVACIÓN UMBRAL ALVIADERO DE SEGURIDAD
7	CÁMARA DE MEZCLA Y FLOCULACIÓN	* INSTALACIÓN COMPUERTA MURAL ENTRADA A PROCESO * PASARELA DE MANTENIMIENTO CANAL DE SALIDA MICROFLOCULACIÓN
8	FILTRACIÓN	* INSTALACIÓN CALDERIB DE 300 I EN SISTEMA NEUMÁTICO VALVULERÍA * INSTALACIÓN DE COMPUERTAS PARA SECTORIZACIÓN Y VACIADO CANAL DE REPARTO
10	EDIFICIO DE VÁLVULAS Y BOMBEO	* SUSTITUCIÓN GRUPOS DE PRESIÓN PARA AGUA DE SERVICIOS Y DILUCIÓN CON SISTEMA DE REGULACIÓN CON VARIADORES DE FRECUENCIA * SECCIONAMIENTO GENERAL DESAGÜE DEPÓSITO * SUSTITUCIÓN GRUPOS DE BOMBEO PARA EL LAVADO DE MANERA ALTERNATIVA DE FILTROS DE ARENA Y CARBÓN ACTIVO DE NUEVA INSTALACIÓN
11	DEPÓSITO DE RECUPERACIÓN DE AGUA DE LAVADO	* SUSTITUCIÓN DE AGITADORES INSTALADOS EN COMPARTIMENTO SUPERIOR POR BOMBAS SUMERGIBLES CON CONDUCTO DE AIREACIÓN Y EYECTOR
12	DECANTADOR LAMELAR	* SUSTITUCIÓN DE SISTEMA DE LAMELAS TUBULARES DE PVC EN DOS TANQUES DE 18.00x6.00 m POR LAMELAS FORMADA POR PLACAS INCLINADAS A 55° DE ACERO INOXIDABLE. * SUSTITUCIÓN DE SISTEMA DE LAMELAS TUBULARES DE POLIPROPILENO EN DOS TANQUES DE 18.00x6.00 m POR LAMELAS FORMADA POR PLACAS INCLINADAS A 60° DE POLIPROPILENO. * INSTALACIÓN DE PASARELAS DE MANTENIMIENTO ENTRE CÁMARAS DE DECANTACIÓN * VENTILACIÓN GALERÍA DE PURGA DE FANGOS * INSTALACIÓN DE ATAGUIA PARA INDEPENDIZAR LÍNEAS DE DECANTACIÓN
14	EDIFICIO DE REACTIVOS	* DEMOLICIÓN DE CUBIERTA Y CONSTRUCCIÓN DE CUBIERTA PLANA CON HUECOS PARCTICABLES PARA EXTRACCIÓN DE DEPÓSITOS DE REACTIVOS *SUSTITUCIÓN GRUPOS DE DOSIFICACIÓN Y TRASIEGO DE REACTIVOS *SUSTITUCIÓN DEPÓSITOS Y REFRIGERACIÓN DE LOS DEPÓSITOS DE HIPOCLORITO SÓDICO
18	EDIFICIO DE CONTROL	* REMODELACIÓN DE ESPACIOS INTERIORES
20	CANALETA TUBERÍAS REACTIVOS	* REPOSICIÓN DE TRAMO AFECTADO POR PRE-OZONIZACIÓN
21	CÁMARAS DE MEZCLA, FLOCULACIÓN Y DECANTACIÓN LAMELAR	* ARQUETAS DE VACIADO EN CÁMARAS DE FLOCULACIÓN

Notas:

1: En los siguientes planos se definen las demoliciones y remodelaciones de los elementos existentes:

- PG.08 URBANIZACIÓN
- OCF-LA 01 ARQUETA DE REUNIÓN Y MEDIDA DE CAUDAL
- AM-LA 01 DEPÓSITO DE RECUPERACIÓN DE AGUA DE LAVADO
- AM-LA 02 EDIFICIO DE VÁLVULAS Y BOMBEO
- AM-LA 03 FILTRACIÓN DE ARENA
- AM-LA 04 EDIFICIO DE REACTIVOS
- AM-LA 05 DECANTACIÓN LAMELAR
- AM-LA 06 MICROFLOCULACIÓN
- AM-LA 07 EDIFICIO DE CONTROL

2. La puerta de acceso de vehículos se incrementará desde 4.5 m hasta 6.0 m.



LEYENDA	
CANALETA DE SERVICIOS	
	REPOSICIÓN DE CANALETA
LÍNEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	
	LÍNEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN (6 TUBOS PVC DN 160)
RED DE PLUVIALES	
	REPOSICIÓN RED DE PLUVIALES
	POZO DE REGISTRO
	IMBORNAL
PAVIMENTOS	
	NUEVO PAVIMENTO HORMIGÓN (m²)
	DEMOLICIÓN Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO MEZCLA BITUMINOSA (m²)
	DEMOLICIÓN Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO DE HORMIGÓN (m²)

- 1.- POZO 4 (EXISTENTE)
- 2.- POZO 4 bis (EXISTENTE)
- 3.- CUADROS ELÉCTRICOS POZO 4 bis
- 4.- VÁLVULA CORTE ARTERIA GUADARRAMA
- 5.- ARQUETA DE REUNIÓN
- 6.- MEDIDA DE CAUDAL
- 7.- CÁMARAS DE MEZCLA Y FLOCULACIÓN
- 8.- FILTRACIÓN
- 9.- DEPÓSITO REGULADOR
- 10.- EDIFICIO DE VÁLVULAS Y BOMBEO
- 11.- DEPÓSITO DE RECUPERACIÓN DE AGUA DE LAVADO
- 12.- DECANTADOR LAMELAR
- 13.- EDIFICIO DE FANGOS

- 14.- EDIFICIO DE REACTIVOS
- 15.- EDIFICIO DE CUADROS ELÉCTRICOS, C.C.M, GRUPO ELECTRÓGENO Y TRANSFORMACIÓN
- 16.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN, SECCIONAMIENTO Y MEDIDA IBERDROLA (COMPLEMENTARIO)
- 17.- EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN (EXISTENTE)
- 18.- EDIFICIO DE CONTROL
- 19.- EDIFICIO DE TALLER Y ALMACEN
- 20.- CANALETA TUBERÍAS REACTIVOS
- 21.- CÁMARAS DE MEZCLA, FLOCULACIÓN Y DECANTACIÓN LAMELAR (COMPLEMENTARIO)
- 22.- EDIFICIO DE DOSIFICACIÓN DE OXIDANTES
- 23.- ZONA DE CARGA DE REACTIVOS
- 24.- SILO DE ALMACENAMIENTO CARBÓN ACTIVO EN POLVO
- 25.- OBRA DE ENTRADA ARTERIA GUADARRAMA

- 30.- MEDIDA DE CAUDAL ENTRADA A PREOZONIZACIÓN
- 31.- PRE-OZONIZACIÓN
- 32.- ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE OXÍGENO
- 33.- EDIFICIO DE GENERACIÓN DE OZONO
- 34.- BOMBEO INTERMEDIO
- 35.- POST-OZONIZACIÓN
- 36.- FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO
- 37.- SILO DE ALMACENAMIENTO DE CARBÓN ACTIVO GRANULAR (90m³)
- 38.- CONEXIÓN CON FILTROS
- 39.- EDIFICIO DE OXIDACIÓN AVANZADA
- 40.- PROLONGACIÓN MURO DE CERRAMIENTO
- 41.- CUBETO RESIDUOS DE LABORATORIO
- 42.- PLAZAS DE GARAJE (7 + 1 PLAZA PARA DISCAPACITADOS)

- 43.- MEDIDA DE CAUDAL ENTRADA A DECANTACIÓN
- 44.- MEDIDA DE CAUDAL ENTRADA A BOMBEO INTERMEDIO
- 45.- NUEVO CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Canal de Isabel II

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN

TÍTULO DEL PLANO: A01. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO PLANTA GENERAL E.T.A.P AMPLIADA

FECHA: MARZO 2019
 ELIPSOIDE DE REFERENCIA GRS 80 PROYECCIÓN: UTM PARALELO DE ALTIUDAD REFERENCIAL AL NIVEL MEDIO DEL MEDITERRANEO EN ALICANTE
 ASISTENCIA TÉCNICA: AUTOR DEL PROYECTO: DIRECTOR DEL PROYECTO: Jefe de Área de Proyectos de Abastecimiento

ESCALA: 1:400
 ORIGINAL LINEA 1

Nº DE PLANO: A01-2

HOJA 1 DE 1

Milagros Higuera Toledano
 Rebeca Barruso Lara
 Miriam Fernández Lara

ANEXO 3. RESUMEN DE LAS UNIDADES PRINCIPALES DE OBRA

Partidas Ordenadas por Importe

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
U08070532N	604,80	m3	Carbón activo granular, incluso suministro, instalación y pruebas.	1.466,23	886.775,90	8,019	8,019
U15170020N	6,00	ud	Suministro e instalación de lamela plana con canal de recogida en acero inoxidable AISI304 con un área proyectada de 352 m2, incluido transporte, estructura de soportación, montaje y pruebas según pliego de prescripciones técnicas particulares.	85.675,00	514.050,00	4,649	12,668
U07030050	298.980,78	kg	Suministro y colocación de acero para armaduras en barras corrugadas B 500 S, incluso cortado, doblado y recortes, según peso teórico.	1,04	310.940,01	2,812	15,480
U15060105N	1,00	ud	Partida alzada a justificar para actuaciones imprevistas indispensables, según pliego de prescripciones técnicas particulares.	300.000,00	300.000,00	2,713	18,193
U10030019N	2.912,00	m	Cable de cobre aislado en polietileno reticulado tipo RV-K 0,6/1 KV de 1x240 mm2. Instalado bajo tubo o conductos. Según E.T.- 3001.	101,07	294.315,84	2,662	20,855
U15080010N	2,00	ud	Suministro de generador de ozono con una producción de 7002 g/hora (O3) 10% en peso a 20 ° C, incluida unidad de suministro de potencia, convertidor de media frecuencia, transformador de alto voltaje a 5,5 kV, instrumentación automática , CCM y sistema de control automático, con THDi<5%, según Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.	144.888,19	289.776,38	2,621	23,475

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
U15170022N	2,00	ud	Suministro e instalación de 142,27 m3 de lamela de polipropileno a 60° con tres canales de recogida en acero inoxidable AISI316 con un área proyectada de 1564,97 m2, sistema de limpieza de canales lamelares mediante inyección del propio efluente.	133.345,35	266.690,70	2,412	25,887
U02112050	26.073,28	kg	Elaboración y suministro de acero inoxidable con doble cordón de soldadura interior y exterior ejecutados mediante el procedimiento de arco sumergido de calidad AISI-316, conforme a norma UNE-EN 1088 y/o según normativa vigente, para calderería, pasamuros, tuberías, piezas especiales, etc, incluso p.p. de despuntes, soldaduras, preparación, montaje y pruebas.	10,19	265.686,72	2,403	28,290
U01427554N	1,00	ud	Alquiler grupo electrógeno de 200 KVA de mantenimiento de corriente en la instalación en el momento cero de planta, 6 meses completos (24 h).	244.437,86	244.437,86	2,211	30,500
U07018542	1.667,31	m3	Suministro y puesta en obra de hormigón para armar HA-30/B/20/IV+Qa o HA-30/B/20/IV+Qb, elaborado en central y vertido desde camión en elementos verticales de estructura (muros, pilares, etc.), incluso compactación, vibrado, curado y acabado. Según EHE vigente.	138,49	230.905,07	2,088	32,588
U07018242	1.595,50	m3	Suministro y puesta en obra de hormigón para armar HA-30/B/20/IV+Qa o	134,65	214.833,67	1,943	34,531

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
			HA-30/B/20/IV+Qb, elaborado en central y vertido desde camión en elementos horizontales de estructura (cimentaciones, soleras, vigas, etc.), incluso compactación, vibrado, curado y acabado. Según EHE vigente.				
U15120010N	288,00	m2	Bloques porosos de Polietileno de alta densidad rematados superiormente por capa porosa de plástico sinterizada, incluso suministro, montaje y pruebas.	650,60	187.372,80	1,694	36,226
U06010260N	994,00	m	Micropilote fabricado "in situ" de diámetro exterior de 300 mm, armado con tubo de acero de 127,00 mm de diámetro interior, de 9,00 mm de espesor, incluso parte proporcional de transporte de equipo mecánico, trabajos auxiliares. Totalmente terminado.	156,03	155.093,82	1,403	37,628
U07020081N	4.309,76	m2	Encofrado plano para elementos verticales de estructura (muros, etc.) con paneles metálicos, con calidad de acabado cara vista, para trabajos a partir de 5 m de altura, incluso molduras y berenjenos, velas, puntales, cimbras y andamiaje, desencofrado y limpieza.	34,40	148.255,88	1,341	38,969
U10086110N	1,00	ud	Suministro y colocación de cuadro de control de motores del proceso de post-ozonización, bombeo intermedio y filtros C activo, según E.T. - 3311. Ejecución mediante cubículos extraíbles, formado por un armario de estructura metálica, juego de barras principal estañadas, y	144.942,27	144.942,27	1,311	40,280

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
			<p>unidades funcionales completas que se describen seguidamente. Índice de protección 54, índice de forma 3B, Ral 1028 y puertas de aparamenta plenas. Acceso a las conexiones Frontal, paso de cables de potencia en llegadas es inferior, en salidas es inferior. Totalmente montado, instalado y funcionando. Con las siguientes características:</p> <p>Interruptor de cabecera 630 A Circuito de potencia</p> <ul style="list-style-type: none"> · Tensión asignada de empleo: 400 V · Frecuencia nominal : 50 Hz · Corriente de cortocircuito (kA eff. 1s) : 36 kA · Régimen de neutro : TT · Sección de neutro : IGUAL <p>FASE</p> <p>Circuito de control</p> <ul style="list-style-type: none"> · Tensión de control: 230 V ca- Interna · Tensión de señalización: 24 V ca - Interna <p>Características de la envolvente</p> <p>Características según norma IEC 439-1-2</p> <ul style="list-style-type: none"> · Índice de protección : 54 · Índice de forma: 3B · Pintura : Ral 1028 · Puertas de aparamenta Plenas <p>Conexión de cables</p> <ul style="list-style-type: none"> · Acceso a las conexiones : Frontal · Paso de cables de potencia en llegadas: INFERIOR · Paso de cables de potencia en salidas : INFERIOR <p>Juego de barras</p> <ul style="list-style-type: none"> · Calibre del juego de barras principal (A) : 1720 A - · Revestimiento : Estañada <p>Incluso enclavamientos y motorizaciones según planos.</p>				
U07020080	4.884,64	m2	Encofrado plano para	28,05	137.014,18	1,239	41,519

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
			elementos verticales de estructura (muros, etc.) con paneles metálicos, con calidad de acabado cara vista, para trabajos a partir de 3 m de altura y hasta 5 m de altura, incluso molduras y berenjenos, velas, puntales, cimbras y andamiaje, desencofrado y limpieza.				
U08010110	400,79	m	Barandilla de acero inoxidable AISI 304 de 1.000 mm de altura, compuesta por balaustres de pletina 40x10, fijados mediante placa de 150x80 con dos anclajes tipo M10, y distanciados entre sí 1.500 mm, con pasamanos de tubo de diámetro 50x1,5, dos barras intermedias pasantes de tubo de diámetro 28x1,5 y rodapié de pletina de 200x5. Totalmente colocada.	337,67	135.334,76	1,224	42,743
U12000040	8.595,57	m3	Carga, transporte y descarga a vertedero, fuera de la obra, a distancias mayores de 30 km y por cualquier medio, de los productos resultantes de excavaciones o demoliciones, medido sobre perfil sin incluir canon de vertedero.	15,08	129.621,20	1,172	43,915
U02071210	282,57	m	Suministro e instalación de tubería de acero de calidad mínima L275, conforme a norma UNE-EN 10224 y/o según normativa vigente, helicosoldada, de diámetro nominal DN 1.219 mm y espesor mínimo de 10,0 mm, con revestimiento interior de 400 micras de pintura epoxi, apta para el contacto con agua para consumo humano y exterior de 3 mm de polietileno extruido en caliente ó 1.000 micras de	421,76	119.176,72	1,078	44,993

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
			poliuretano, previa preparación de ambas superficies a grado SA 2 1/2, incluso p.p. de unión soldada, con manga termorretráctil de protección exterior, pintado interior de las mismas, medios auxiliares y pruebas necesarias para su correcto funcionamiento.				
U10086112N	1,00	ud	Suministro y colocación de cuadro para ampliación del CCM LÍNEA DE AGUA, según E.T. - 3311. Incluso la sustitución de tres de los cuatro disyuntores de los grupos motobombas de arteria fundación sur, por otros regulables en el rango de 110 a 277 kW, para que la instalación admita distintas alternativas . Ejecución mediante cubículos extraíbles, formado por un armario de estructura metálica, juego de barras principal estañadas, y unidades funcionales completas que se describen seguidamente. Índice de protección 54, índice de forma 3B, Ral 1028 y puertas de aparamenta plenas. Acceso a las conexiones Frontal, paso de cables de potencia en llegadas es inferior, en salidas es inferior. Incluso desconexión y retirada de dispositivos y aparamenta que es sustuida en cuadro actual.Totalmente montado, instalado y funcionando. Con las siguientes características: Interruptor de cabecera 630 A Circuito de potencia · Tensión asignada de empleo: 400 V · Frecuencia nominal : 50 Hz · Corriente de cortocircuito (kA eff. 1s) : 36 kA	116.719,21	116.719,21	1,056	46,048

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
			<ul style="list-style-type: none"> · Régimen de neutro : TT · Sección de neutro : IGUAL FASE Circuito de control <ul style="list-style-type: none"> · Tensión de control: 230 V ca- Interna <ul style="list-style-type: none"> · Tensión de señalización: 24 V ca - Interna Características de la envolvente Características según norma IEC 439-1-2 <ul style="list-style-type: none"> · Índice de protección : 54 · Índice de forma: 3B · Pintura : Ral 1028 · Puertas de aparamenta Plenas Conexión de cables <ul style="list-style-type: none"> · Acceso a las conexiones : Frontal <ul style="list-style-type: none"> · Paso de cables de potencia en llegadas: INFERIOR · Paso de cables de potencia en salidas : INFERIOR Juego de barras <ul style="list-style-type: none"> · Calibre del juego de barras principal (A) : 1720 A - · Revestimiento : Estañada Incluso enclavamientos y motorizaciones según planos.				
U15080110N	1,00	ud	Montaje eléctrico y mecánico de sistema de ozonización en E.T.A.P. de Griñón.	114.335,00	114.335,00	1,034	47,082
U03205140	3,00	ud	Válvula de mariposa, DN 1.200 mm, PN 10, serie 14 conforme a norma UNE-EN 558 y/o según normativa vigente, excéntrica, con unión mediante bridas, revestimiento de epoxi o vitrocerámico y reductor y actuador motorizado según Especificación Técnica Vigente de Canal de Isabel II de elementos de Maniobra y Control, Válvulas de Mariposa, incluso juntas elastoméricas	35.456,50	106.369,50	0,962	48,044

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
			de estanquidad, tornillería de acero inoxidable, instalación y pruebas necesarias para su correcto funcionamiento.				
U15210135N	1,00	ud	<p>Realización de de instalación de cableado y canalizaciones de los elementos que forman el sistema de gestión bajo tubo plástico flexible libre de halógenos o bandeja con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entradas y Salidas Analógicas mediante cable de libre de halógenos con conductores de cobre flexible con pantalla general de 3x1mm² de sección. - Entradas y Salidas Digitales mediante cable de libre de halógenos con conductores de cobre flexible de 2x1mm² de sección. - Bus LON en manguera 2x1,5 mm² trenzado y apantallado de enlace PLC's. Cableado de conexión de módulos de señales con equipos a controlar formado por conductor de 2x0.8x1mm² de sección trenzado y apantallado libre de halógenos.totalmente instalado y acabado. - Montaje de cuadro de Control de 300X300X210 mm. Para ubicar PLC tipo 2. IP65, apertura de puerta 180 ° (DIN 18361), conforme a la norma UNE EN 60439, para alojar los controladores y módulos de expansión reflejados en el esquema de principio de la instalación. Incluye transformador 220/24 VAC con magnetotérmico de protección y diferencial, toma de corriente con magnetotérmico y diferencial y cableados a bornas de 	102.244,28	102.244,28	0,925	48,969

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
			<p>todas las señales, incluyendo relés de maniobra a 24 VAC, con todos los accesorios necesarios. Correctamente instalado y funcionando.</p> <p>- Montaje de cuadro de Control de 600X600X210 mm. Para ubicar PLC tipo 1. IP65, apertura de puerta 180 ° (DIN 18361), conforme a la norma UNE EN 60439, para alojar los controladores y módulos de expansión reflejados en el esquema de principio de la instalación. Incluye transformador 220/24 VAC con magnetotérmico de protección y diferencial, toma de corriente con magnetotérmico y diferencial y cableados a bornas de todas las señales, incluyendo relés de maniobra a 24 VAC, con todos los accesorios necesarios. Correctamente instalado y funcionando</p> <p>Montaje de los controladores en sus armarios o cuadros de control, compuestos por armario metálico IP66, transformador 220/24 VAC, fuente de alimentación 24VAC, magnetotermicos de protección , bornas fusible de proteccion, base de enchufe y relés de maniobra a 24 VAC, cables numerados a bornas, señales, canaletas, carril y accesorios de montaje, totalmente montado, probado e instalado.</p>				
U07020250	4.014,34	m3	Cimbrado en elementos estructurales, incluso montaje y desmontaje.	25,23	101.281,80	0,916	49,885
U03025080	13,00	ud	Válvula de mariposa, DN 500 mm, PN 10, serie 14 conforme a norma UNE-EN 558 y/o según normativa vigente,	7.564,77	98.342,01	0,889	50,774

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
			céntrica o excéntrica, con unión mediante bridas, revestimiento de epoxi o vitrocerámico y reductor y actuador motorizado según Especificación Técnica Vigente de Canal de Isabel II de elementos de Maniobra y Control, Válvulas de Mariposa, incluso juntas elastoméricas de estanquidad, tornillería de acero inoxidable, instalación y pruebas necesarias para su correcto funcionamiento.				
U02112020	30.724,50	kg	Elaboración y suministro de acero al carbono de calidad S-275 JR para calderería, pasamuros, tuberías, piezas especiales, etc, con revestimiento según proyecto, incluso p.p. de despuntes, soldaduras, preparación, montaje y pruebas.	3,05	93.709,73	0,847	51,621
U08020301N	1.848,73	m2	Fábrica bloques hueco de hormigón gris para revestir 40x20x30 cm., armado, recibida con mortero M-250 de cemento BL 22,5 incluso rejuntado, limpieza de paños y piezas especiales, según normativa vigente.	48,29	89.275,03	0,807	52,429
U15080120N	1,00	ud	Ingeniería de detalle, supervisión de la instalación, puesta en marcha, formación personal de planta, licencia Scada y comunicación.	87.250,00	87.250,00	0,789	53,218
U15090006N	12,00	ud	Suministro e instalación de compuerta mural manual para hueco de 700 x 700 mm, carga de agua 1.80 m, altura de suelo 3.00 m, con estanquidad a cuatro lados unidireccional favorable y accionamiento motorizado,	6.911,61	82.939,32	0,750	53,968

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
			construida en acero inoxidable AISI 316 L, incluso deslizaderas de polietileno, junta de EDPM y marco, según Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.				
U03073010	2,00	ud	Suministro, instalación y puesta en servicio de caudalímetro electromagnético, sobre tubería DN 1.200 mm, con sección parcialmente llena y principio de medida nivel continuo capacitivo, con electrónica separada del tubo de medida, incluso carrete PN 6 atm, grado de protección IP68, alimentación eléctrica a 24 Vcc, precisión mejor del 1 %, con recubrimiento interno del tubo de medida y certificado de calibración del equipo de laboratorio acreditado, según ficha técnica, electrónica, instalación eléctrica, montaje, totalmente instalado, probado y puesto en servicio.	40.484,35	80.968,70	0,732	54,700
U08020060	1.148,68	m2	Forjado de placa alveolada prefabricada de hormigón, canto 25 cm, en piezas de 120 cm. de ancho, con capa de compresión de 5 cm. de hormigón HA-35/P/20/I, incluso parte proporcional de encofrado, desencofrado, vertido, vibrado, curado y armadura de reparto de 15x30x6 con ayuda de grúa telescópica para montaje, terminado según normativa vigente.	65,93	75.732,14	0,685	55,385
U15110011N	2,00	ud	Depósito de polietileno de alta densidad de 30000 litros de capacidad, de tipo	37.702,29	75.404,58	0,682	56,067

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
			<p>cilíndrico vertical de 2,90 m de diámetro, cerrado por la parte superior con fondo koppler y fondo inferior plano, tubuladuras s/din 2501 PN-10 boca de hombre DN-500 PN-2.5, venteo DN-80 PN-10, carga DN-80 PN-10, nivel de contacto DN-50 PN-10, Rebose DN-100 PN-10, Nivel visual DN -125 PN-10, Aspiración DN 50 PN-10 y vaciado DN-50 PN-10, aislamiento térmico del cilindro mediante armaflex de 40 mm de espesor y de fondo superior mediante espuma de poliurteano de 50 mm y serpentín para refrigeración, incluso suministro, montaje y pruebas.</p>				
U15070110N	4,00	ud	<p>Armario para dosificación de reactivos e instalación de 3 bombas dosificadoras, con amortiguador de pulsaciones en aspiración e impulsión, válvula de contrapresión, válvula de seguridad, bomba de vacío manual, y armario en PPH con dos manómetros, caja de conexiones para tres bombas y válvulas de drenaje/limpieza de los tubos.</p>	18.769,69	75.078,76	0,679	56,746
U10030021N	728,00	m	<p>Cable de cobre aislado en polietileno reticulado tipo RV-K 0,6/1 KV de 1x120 mm2. Instalado bajo tubo o conductos. Según E.T.- 3001.</p>	101,07	73.578,96	0,665	57,411
U12000350	8.595,57	m3	<p>Pago de canon por descarga a vertedero, de los productos resultantes de excavaciones o demoliciones, medido sobre perfil.</p>	8,49	72.976,39	0,660	58,071

Partidas Ordenadas por Importe

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
U15210115N	135,00	ud	Suministro e instalación de módulo de ampliación de señales digitales, con capacidad para 12 señales, ED (Entradas Digitales). - Conexión para Panel-Bus. Direccionable mediante rueda hexadecimal. - Incluye bloque de terminales. Totalmente instalado, probado y funcionando.	538,17	72.652,95	0,657	58,728
U01027460N	10,00	ud	Bomba dosificadora compacta autocebante de membrana y de desplazamiento positivo con funcionamiento de velocidad variable y electrónica de control inteligente, para un rango de caudal entre 150 ml/h y 120 l/hora y presión máxima de trabajo de 7 bar, motor de 62 W/240 V con interfaz de comunicación para redes profibus, cables de control y señal incluso suministro, montaje y pruebas.	7.237,31	72.373,10	0,654	59,383
U15140010N	1,00	ud	Silo de 90 m3 para almacenamiento de carbón activo en acero al carbono calidad S235JR, con válvula tajadera para descarga con actuador eléctrico DN 300, estructura metálica para sportación del silo, escalera de gato para acceso al techo, tubería de llenado DN 150, tubería de rebose DN 250, tubería de drenaje DN 200 y plataforma de mantenimiento con ruedas para acceso a tajadera de descarga y válvulas de drenaje, incluso suministro, montaje y pruebas.	71.019,33	71.019,33	0,642	60,025
U15060110N	1,00	ud	Partida alzada para redacción de documento As-Built	70.000,00	70.000,00	0,633	60,658

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
U15110010N	4,00	ud	Depósito de polietileno de alta densidad de 30000 litros de capacidad, de tipo cilíndrico vertical de 2,95 m de diámetro, cerrado por la parte superior con fondo koppler y fondo inferior plano, tubuladuras s/din 2501 PN-10 boca de hombre DN-500 PN-2.5, venteo DN-80 PN-10, carga DN-80 PN-10, nivel de contacto DN-50 PN-10, Rebose DN-100 PN-10, Nivel visual DN -125 PN-10, Aspiración DN 50 PN-10 y vaciado DN-50 PN-10, incluso suministro, montaje y pruebas.	16.887,20	67.548,80	0,611	61,269
U08030020	3.866,44	m2	Enfoscado maestreado en paramentos verticales con mortero M-350 de cemento CEM-I/32,5, incluso pañeado, acabado fratasado y medios auxiliares para su aplicación según normativa vigente.	17,08	66.038,85	0,597	61,866
U10020292N	1,00	ud	Suministro e instalación de dispositivos de protección y maniobra de nueva instalación correspondiente a la ampliación del proceso según el plano, de acuerdo a ET 3224. Incluso interruptores de entrada motorizados, protecciones de salida a los nuevos CCMs, circuito a alimentación auxiliar, analizador de red, condensador de corrección de f.d.p del transformador, protección contra sobretensiones y cerraduras de enclavamiento de disyuntores de entrada de trafos con el de Grupo Electrónico. Totalmente instalado y funcionando.	63.886,30	63.886,30	0,578	62,444

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
U15080060N	1,00	ud	Suministro de sistema de distribución de oxígeno y ozono de sistema de ozonización E.T.A.P. de Griñón, formado por reguladora de presión de oxígeno , dos juegos de instrumentación de gas automática PRE, dos juegos de instrumentación de gas automática POST, cuatro juegos de instrumentación de gas manual para cámara de contacto PRE, cuatro juegos de instrumentación de gas manual para cámara de contacto POST según Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.	62.160,18	62.160,18	0,562	63,006
U09034020	531,84	m3	Pavimento de losas de hormigón en masa tipo HM-40 (fct,k = 40 kp/cm2), con cemento CEMI 32,5, tamaño máximo del árido 40 mm y adición de superplastificante, ejecutado a mano con encofrados fijos, incluso p.p. de encofrado, vibrado, acabado con textura superficial ranurada mediante cepillado o arrastre de arpillera y pulverización de producto filmógeno de curado sobre su superficie terminada, incluso juntas. Totalmente terminado.	116,19	61.794,49	0,559	63,565
U08030270	1.555,39	m2	Pavimento para uso industrial incluyendo: limpieza, fresado o chorreado superficial del pavimento base, impregnación, sellado y recubrimiento, con aplicación de resinas sintéticas mezcladas con arena de cuarzo, materiales, mano de obra, elementos y medios auxiliares necesarios, totalmente acabado.	39,60	61.593,25	0,557	64,122

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
U10086113N	1,00	ud	<p>Suministro y colocación de cuadro para ampliación del CCM Línea de Fangos, según E.T. - 3311. Ejecución mediante cubículos extraíbles, formado por un armario de estructura metálica, juego de barras principal estañadas, y unidades funcionales completas que se describen seguidamente. Índice de protección 54, índice de forma 3B, Ral 1028 y puertas de apartamenta plenas. Acceso a las conexiones Frontal, paso de cables de potencia en llegadas es inferior, en salidas es inferior. Incluso desconexión y retirada de dispositivos y apartamenta que es sustuida en cuadro actual.Totalmente montado, instalado y funcionando. Con las siguientes características:</p> <p>Interruptor de cabecera 63 A Circuito de potencia</p> <ul style="list-style-type: none"> · Tensión asignada de empleo: 400 V · Frecuencia nominal : 50 Hz · Corriente de cortocircuito (kA eff. 1s) : 36 kA · Régimen de neutro : TT · Sección de neutro : IGUAL <p>FASE</p> <p>Circuito de control</p> <ul style="list-style-type: none"> · Tensión de control: 230 V ca- Interna · Tensión de señalización: 24 V ca - Interna <p>Características de la envolvente</p> <p>Características según norma IEC 439-1-2</p> <ul style="list-style-type: none"> · Índice de protección : 54 · Índice de forma: 3B · Pintura : Ral 1028 · Puertas de apartamenta Plenas <p>Conexión de cables</p>	61.288,63	61.288,63	0,554	64,676

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
			<ul style="list-style-type: none"> · Acceso a las conexiones : Frontal · Paso de cables de potencia en llegadas: INFERIOR · Paso de cables de potencia en salidas : INFERIOR Juego de barras · Calibre del juego de barras principal (A) : 337 A - · Revestimiento : Estañada Incluso enclavamientos y motorizaciones según planos. 				
U15110020N	4,00	ud	<p>Depósito de polietileno de alta densidad de 25000 litros de capacidad, de tipo cilíndrico vertical de 2,95 m de diámetro, cerrado por la parte superior con fondo koppler y fondo inferior plano, tubuladuras s/din 2501 PN-10 boca de hombre DN-500 PN-2.5, venteo DN-80 PN-10, carga DN-80 PN-10, nivel de contacto DN-50 PN-10, Rebose DN-100 PN-10, Nivel visual DN -125 PN-10, Aspiración DN 50 PN-10 y vaciado DN-50 PN-10, incluso suministro, montaje y pruebas.</p>	15.029,91	60.119,64	0,544	65,220
U10020151N	2,00	ud	<p>Transformador trifásico de potencia de 1600 KVA, según ET. 3211, conforme a norma UNE 21.428 - 2011 y/o según normativa vigente, para servicio interior, refrigeración natural en baño de ester vegetal, cuba con aletas llenado integral, doble tensión primaria 15.000/20.000 +/- 2,5%, +/- 5% y +/- 7,5% + 10% V, tensión secundaria 420/240 V en vacío, con termómetro de esfera con 2 contactos y aguja de máxima. Neutro accesible en el secundario</p>	29.261,44	58.522,88	0,529	65,749

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
U15090020N	6,00	ud	Suministro e instalación de compuerta mural motorizada para hueco de 1000 x 1000 mm, carga de agua 5.16 m, altura de suelo 5.78 m, con estanquidad unidireccional a cuatro lados favorable y accionamiento motorizado, construida en acero inoxidable AISI 316 L, incluso deslizaderas de polietileno, junta de EDPM y marco, según Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.	9.517,99	57.107,94	0,516	66,265
U01027200N	3,00	ud	Grupo motorbomba sumergible de flujo mixto con instalación fija entubada, para un caudal de 1200 m ³ /h (333.3 l/s) a 6 m, con motor eléctrico de accionamiento de 37 kW a 979 r.p.m., incluso suministro, montaje y pruebas.	18.811,93	56.435,79	0,510	66,776
U01021040	5.157,29	m ³	Excavación a cielo abierto, por medios mecánicos, en terreno duro (suelo con golpeo en el ensayo SPT superior a 50 golpes / 30 cm), medido sobre perfil.	10,87	56.059,76	0,507	67,283
U01027240N	3,00	ud	Grupo motorbomba centrífugo de eje horizontal de carcasa espiral, para un caudal de 1200 m ³ /h (333.3 l/s) a 20.25 m.c.a., con motor eléctrico de accionamiento de 75 kW a 1493 r.p.m., incluso suministro, montaje y pruebas.	18.082,82	54.248,46	0,491	67,773
U10030351N	477,00	m	Cable de cobre aislado en polietileno reticulado tipo RV 0,6/1 KV de 3,5x70 mm ² , instalado bajo tubo o conductos. Según E.T.- 3001.	112,28	53.557,56	0,484	68,258

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
U15080090N	1,00	ud	Suministro de dos unidades de circuito cerrado de refrigeración en sala de generación de ozono.	51.980,36	51.980,36	0,470	68,728
U02090191N	382,75	m	Suministro e instalación de tubería de PVC, diámetro exterior DN 90mm, presión nominal PN 16, colocada superficialmente.	132,61	50.756,48	0,459	69,187
U01022030	4.006,11	m3	Excavación en zanja, por medios mecánicos, en terreno de transición entre medio y duro (suelo con golpeo en el ensayo SPT entre 30 y 50 golpes / 30 cm), medido sobre perfil.	12,51	50.116,45	0,453	69,640
U10086111N	1,00	ud	Suministro y colocación de cuadro de control de motores del proceso de post-ozonización, bombeo intermedio y filtros C activo, según E.T. - 3311. Ejecución mediante cubículos extraíbles, formado por un armario de estructura metálica, juego de barras principal estañadas, y unidades funcionales completas que se describen seguidamente. Índice de protección 54, índice de forma 3B, Ral 1028 y puertas de aparamenta plenas. Acceso a las conexiones Frontal, paso de cables de potencia en llegadas es inferior, en salidas es inferior. Totalmente montado, instalado y funcionando. Con las siguientes características: Interruptor de cabecera 630 A Circuito de potencia · Tensión asignada de empleo: 400 V · Frecuencia nominal : 50 Hz · Corriente de cortocircuito (kA eff. 1s) : 36 kA	49.342,99	49.342,99	0,446	70,086

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
			<ul style="list-style-type: none"> · Régimen de neutro : TT · Sección de neutro : IGUAL FASE Circuito de control <ul style="list-style-type: none"> · Tensión de control: 230 V ca- Interna · Tensión de señalización: 24 V ca - Interna Características de la envolvente Características según norma IEC 439-1-2 <ul style="list-style-type: none"> · Índice de protección : 54 · Índice de forma: 3B · Pintura : Ral 1028 · Puertas de aparamenta Plenas Conexión de cables <ul style="list-style-type: none"> · Acceso a las conexiones : Frontal · Paso de cables de potencia en llegadas: INFERIOR · Paso de cables de potencia en salidas : INFERIOR Juego de barras <ul style="list-style-type: none"> · Calibre del juego de barras principal (A) : 1720 A - · Revestimiento : Estañada Incluso enclavamientos y motorizaciones según planos.				
U08010010	20.166,24	kg	Acero laminado S-275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; incluso p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según normativa vigente.	2,28	45.979,02	0,416	70,502
U15070011N	4,00	ud	Armario para dosificación de reactivos e instalación de 2 bombas dosificadoras, con amortiguador de pulsaciones en aspiración, válvula de contrapresión, válvula de seguridad, bomba de vacío manual, y armario en PPH con	11.430,25	45.721,00	0,413	70,915

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
			un manómetro, caja de conexiones para dos bombas y válvulas de drenaje/limpieza de los tubos.				
U15150020N	2,00	ud	Suministro e instalación de puente grúa monocarril con una capacidad de elevación y traslación de 1,6 toneladas en pórtico de 8850 mm, con un desplazamiento longitudinal de 32,45 m, altura de elevación máxima de 7,70 m alimentación a corriente mediante línea deslizante de seguridad encapsulada según pliego de prescripciones técnicas particulares.	22.584,42	45.168,84	0,408	71,324
U15070111N	3,00	ud	Armario para dosificación de reactivos e instalación de 2 bombas dosificadoras, con amortiguador de pulsaciones en aspiración e impulsión, válvula de contrapresión, válvula de seguridad, bomba de vacío manual, y armario en PPH con un manómetro, caja de conexiones para dos bombas y válvulas de drenaje/limpieza de los tubos.	14.080,93	42.242,79	0,382	71,706
U15080040N	2,00	ud	Suministro de destructor de ozono termocatalítico para un volumen máximo de gas de 73 Nm ³ /h incluso desnebulizador de acero inoxidable AISI 316 Ti.	20.898,64	41.797,28	0,378	72,084
U15090080N	6,00	ud	Suministro e instalación de compuerta mural motorizada para hueco de 800 x 550 mm, carga de agua 0.80 m, altura de suelo 0.90 m, con estanquidad a cuatro lados unidireccional favorable y accionamiento motorizado, construida en acero	6.850,60	41.103,60	0,372	72,456

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
			inoxidable AISI 316 L, incluso deslizaderas de polietileno, junta de EDPM y marco, según Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.				
U08010120N	117,95	m	Escalera metálica tipo barco, formada con tubos de 2" de diámetro, y distancia entre peldaños de 30 cm, incluso jaula de protección, chapas y tornillos de anclaje, de acero inoxidable AISI 316, totalmente colocada.	342,59	40.408,49	0,365	72,821
U15130010N	12,00	ud	Colector de distribución de aire de diámetro nominal 150 mm, longitud 3.50 m, con bajantes individuales a cada hilera de bloques porosos en SS304, soportación y conexión con colector principal, incluso suministro, montaje y pruebas.	3.329,73	39.956,76	0,361	73,182
U02160170N	6,00	ud	Carrete telescópico autoportante, PN 16 atm, DN 1.200 mm, formada por bridas de acero al carbono y virolas de acero inoxidable, con revestimiento interior y exterior de resina epoxi, color exterior y marcado según Normas de Canal de Isabel II, incluso colocación, juntas elastoméricas de estanquidad en EPDM, tornillería de acero inoxidable, medios auxiliares y pruebas necesarias para su correcto funcionamiento.	6.603,33	39.619,98	0,358	73,541
U01027466N	7,00	ud	Bomba dosificadora compacta autocebante de membrana y de desplazamiento positivo con funcionamiento de velocidad variable y electrónica de	5.614,70	39.302,90	0,355	73,896

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
			control inteligente, para un rango de caudal entre 75 ml/h y 60 l/hora y presión máxima de trabajo de 10 bar, motor de 62 W/240 V con interfaz de comunicación para redes profibus, cables de control y señal incluso suministro, montaje y pruebas.				
U10030130	1.696,00	m	Cable de cobre aislado en polietileno reticulado tipo RZ1-K 0,6/1 KV de 1x150 mm2. Instalado bajo tubo o conductos. Según E.T.- 3007.	23,07	39.126,72	0,354	74,250
U15090090N	6,00	ud	Suministro e instalación de compuerta mural motorizada para hueco de 650 x 650 mm, carga de agua 2.80 m, altura de suelo 2.90 m, con estanquidad a cuatro lados unidireccional favorable y accionamiento motorizado, construida en acero inoxidable AISI 316 L, incluso deslizaderas de polietileno, junta de EDPM y marco, según Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.	6.452,26	38.713,56	0,350	74,600
U10030015N	780,00	m	Cable de cobre aislado en polietileno reticulado tipo RV 0,6/1 KV de 5 x 16 mm2, instalado bajo tubo o conductos. Según E.T.- 3001.	49,13	38.321,40	0,347	74,947
U10020110N	3,00	ud	Celda de protección general con disyuntor de corte en SF6, para 24 KV y 400 Amp y 16 KA, mando manual, según ET. 3204, en módulo metálico de dimensiones aproximadas: 750 mm de ancho, 2.050 mm de alto y 900 mm de fondo, equipada con relé (electrónico temporizado) de protección de fase (50/51) y homopolar (50N/512N), contra sobrecargas, cortocircuito y defectos a tierra,	12.732,29	38.196,87	0,345	75,292

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
			mando eléctrico, con bobina de cierre y apertura. Incorporará transformadores de intensidad para las protecciones. Totalmente montada según memoria y planos.				
U15080082N	1,00	ud	Suministro de analizador de carbonoinorgánico total/carbono orgánico total, montaje en inmersión, cuerpo de plástico con autolimpieza mecánica. Rango 0-25 mg/l, con controlador universal de dos canales, 2 salidas 4-20 mA, 4 relés de alarma. Alimentación 100-240 Vca, cableado de hasta 15 m de conexión, totalmente instalado y probado.	38.062,06	38.062,06	0,344	75,636
U070101020	479,69	m3	Suministro y puesta en obra de hormigón de limpieza HL-150/B/12 o HL-150/B/20, elaborado en central y vertido desde camión o bomba, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, colocado a cualquier profundidad. Según EHE vigente.	77,58	37.214,27	0,337	75,973
U01027350N	2,00	ud	Grupo motorsoplante de émbolos rotativos, para un caudal de 1728 Nm3/h a 520 mbar de presión diferencial, con motor eléctrico de accionamiento de 55 kW a 1500 r.p.m., cabina de insonorización, ventilación forzada, manómetro y detector de colmatación, incluso suministro, montaje y pruebas.	17.785,04	35.570,08	0,322	76,294
U01010380N	307,71	m2	Retirada de forjado existente incluyendo corte de capa de capa de compresión, medios	112,74	34.691,23	0,314	76,608

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
			de izado y carga manual sobre camión o contenedor.				
U15170025N	2,00	ud	Robot de cleanbot de limpieza de lamelas de acero inoxidable.	16.449,27	32.898,54	0,298	76,906
U15100012N	1,00	ud	Suministro e instalación de ataguía para hueco de 1200x5100 mm, con accionamiento con viga pescante semiautomática, con estanquidad a tres lados bidireccional, construida con ocho módulos de 1200x600 y un módulo de 1200x300 mm en acero inoxidable AISI 316 L, incluso deslizaderas de polietileno, junta de EDPM y marco, según Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.	32.586,15	32.586,15	0,295	77,200
U11087084N	3,00	ud	Suministro e instalación de variadores de frecuencia, en bombas, según ET 3422, trifásicos, 75 kW. Elementos de conmutacion Transistores IGBT. Frecuencia de modulación 8-16 KHz. Totalmente instalado y funcionando.	10.744,93	32.234,79	0,292	77,492
U10100470N	114,55	m	Corte de muro de hormigón armado con útiles diamantados.	278,54	31.905,36	0,289	77,780
U15090060N	4,00	ud	Suministro e instalación de compuerta mural motorizada para hueco de 1000 x 1000 mm, carga de agua 6.08 m, altura de suelo 7.05 m, con estanquidad a cuatro lados unidireccional favorable y accionamiento motorizado, construida en acero inoxidable AISI 316 L, incluso	7.940,45	31.761,80	0,287	78,068

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
			deslizaderas de polietileno, junta de EDPM y marco, según Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.				
U05080120	71,40	m2	Cobija para tapado de cámaras, hasta una carga de rotura de 25 t/m, i/ángulo de bastidor, perfiles metálicos en U, armaduras, hormigón HA-25, anclaje de elevación y perfiles pintados con pintura azul Canal de Isabel II, totalmente terminada y colocada en obra. La superficie mínima será de 2 m2.	425,55	30.383,42	0,275	78,342
U07020010	1.116,50	m2	Encofrado plano con madera en cimentaciones, soleras, pozos y arquetas, colocado a cualquier profundidad, incluso desencofrado y limpieza.	25,43	28.392,70	0,257	78,599
U11033040	116,02	m2	Caseta modulada ensamblable para comedor, vestuario y aseos en obras de duración entre 18 y 24 meses formada por estructura de perfiles laminados en frío, cerramientos y cubierta de panel sandwich en chapa prelacada por ambas caras, aislamiento con espuma de poliuretano, carpintería de aluminio anodizado con vidriería, rejas de protección y suelo con soporte de perfilera, tablero fenólico y pavimento comprendiendo distribución interior, instalaciones y aparatos sanitarios, incluso preparación del terreno, cimentación, soportes de hormigón HA-25 armado con acero B 500 S, placas de asiento, conexión	241,80	28.053,88	0,254	78,853

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
			de instalaciones, transportes, colocación y desmontaje según la normativa vigente, valorada en función del número óptimo de utilizaciones.				
U01027220N	4,00	ud	Grupo motorbomba centrífugo multicelular de eje vertical, con diseño de cuerpo segmentado, aspiración radial e impulsores radiales fundidos, para un caudal de 20 m ³ /h (5.56 l/s) a 70 m.c.a., con motor eléctrico de accionamiento de 7.5 kW a 1477 r.p.m., incluso suministro, montaje y pruebas.	6.784,04	27.136,16	0,245	79,098
U02160120	16,00	ud	Carrete telescópico autoportante, PN 16 atm, DN 500 mm, formada por bridas de acero al carbono y virolas de acero inoxidable, con revestimiento interior y exterior de resina epoxi, color exterior y marcado según Normas de Canal de Isabel II, incluso colocación, juntas elastoméricas de estanquidad en EPDM, tornillería de acero inoxidable, medios auxiliares y pruebas necesarias para su correcto funcionamiento.	1.634,57	26.153,12	0,237	79,335
U08030010	1.226,98	m ²	Enfoscado maestreado en paramentos horizontales con mortero M-350 de cemento CEM-I/32,5, incluso pañeado, acabado fratasado y medios auxiliares para su aplicación.	21,09	25.876,94	0,234	79,569
U11035070	1.584,00	h	Mano de obra empleada en limpieza y conservación de locales e instalaciones para el personal (Peón).	16,19	25.644,96	0,232	79,801

Código	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe	%	%ac.
U10020118N	2,00	ud	<p>Suministro e instalación de Celda de protección del transformador con interruptor automático de corte en SF6, para 24 KV y 400 Amp y 16 KA, mando motorizado, en módulo metálico, según ET. 3206, conteniendo además:</p> <ul style="list-style-type: none"> - seccionador de corte en SF6 - relé multifunción indirecto con protecciones 50/51, 50N/51N, 50G para el disparo por el relé homopolar del trafo, 67N, 27, 59, 81m, 81M, 81D y 64, que implementará además un vigilante tipo watchdog. - toroide homopolar - bobina vigilante de tensión de alimentación continua del mando de la celda - transformadores de intensidad - display multilínea y módulo de comunicaciones compatible con el sistema de control - Juego de 2 cerraduras para enclavamiento de disyuntores de acometida a CGD con celdas de protección de trafo y acceso a recinto de trafo. Incluso conexión de la celda con el relé toroidal del trafo que protege. <p>Totalmente montada según memoria y planos.</p>	12.732,29	25.464,58	0,230	80,031
U08020250	1.646,70	m2	<p>Tabique de ladrillo cerámico hueco sencillo, tomado con mortero M-250 de cemento CEM-I/32,5 y arena, para revestir, según normativa vigente.</p>	15,36	25.293,24	0,229	80,260
U11035060	792,00	h	<p>Brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protecciones (Oficial 2ª y Peón).</p>	31,66	25.074,72	0,227	80,486
U08020660N	263,71	m2	<p>Cubierta autoportante sándwich, formada por dos chapas curvadas de acero S250GD ondulado, perfil interior de 0,6 mm y 7 kg/m2,</p>	93,82	24.741,08	0,224	80,710

ANEJO Nº 02.- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. DIFERENCIA DE COTA ALTIMÉTRICA	6

APÉNDICE 1. MEMORIA TÉCNICA TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

1. INTRODUCCIÓN

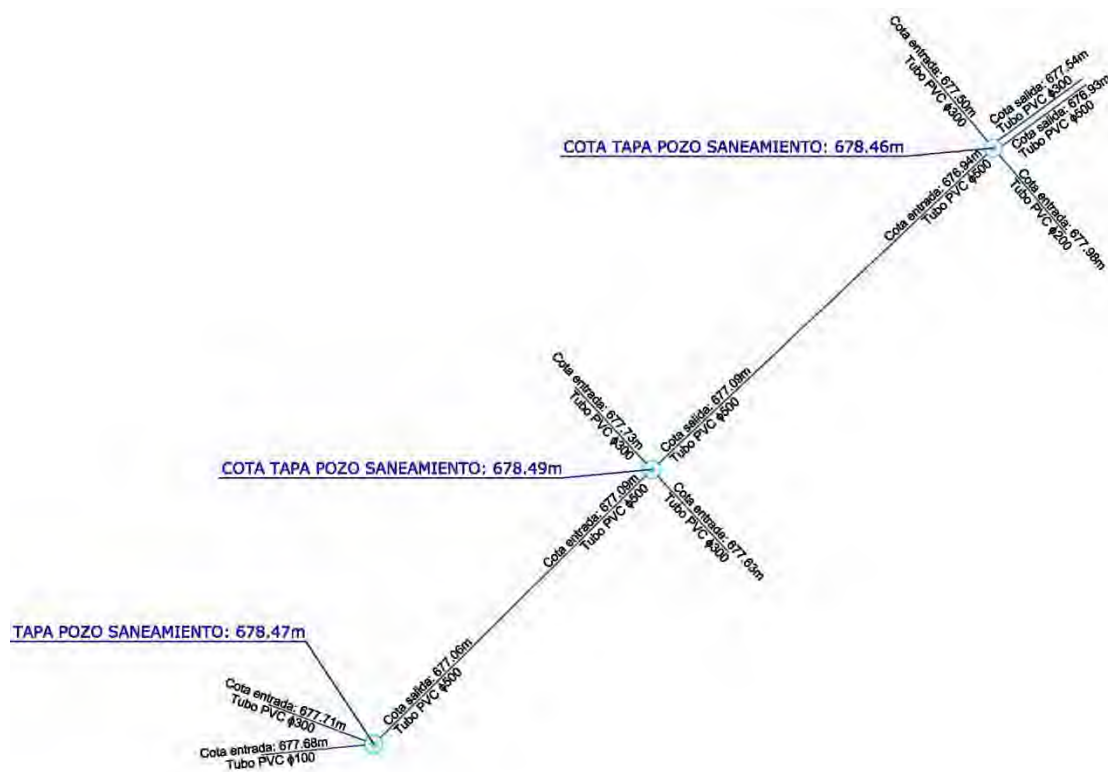
La topografía empleada en este “Proyecto Constructivo de las obras de tratamiento de afino y mejoras de la E.T.A.P. de Griñón”, procede de un levantamiento taquimétrico de la zona exterior e interior de la E.T.A.P., realizado para la redacción del Proyecto por Norte Topografía S.L. y facilitado por Canal de Isabel II.

En el apéndice nº 1, se incluye el levantamiento topográfico con planimetría a escala 1:500 y altimetría con equidistancia de 0,25 m. El sistema de coordenadas de los trabajos se ha realizado en la Proyección UTM ETRS89 y se ha utilizado 1 base de replanteo denominada BR-1001.

BASE	X	Y	Z
BR-1001	426703,666	4452445,822	681,219

2. DIFERENCIA DE COTA ALTIMÉTRICA

El **Levantamiento taquimétrico** realizado en la E.T.A.P. de Griñón para la redacción del presente proyecto, a escala 1:500, equidistancia de 0,50 m y sistema de referencia ETRS-89 ha puesto de manifiesto que existe una diferencia de cotas altimétricas con el Proyecto “As built” de la obra de la estación de agua potable (E.T.A.P.) de Griñón con fecha de Noviembre de 2007.



En la figura anterior, las tapas se corresponden con los pozos de registro de la red de pluviales situada entre los edificios de filtración y bombeo, y que en levantamiento topográfico se han determinado la cota de urbanización y cota de rasante-diámetro de tubería en el pozo de registro. Según el proyecto As Built, la cota de urbanización de la planta de tratamiento se sitúa a 677,50 m, lo que supone unas diferencias altimétricas variables entre 0,96 m y 0,99 m con el levantamiento taquimétrico efectuado para el proyecto. Por otra parte, las tapas de los pozos de registro suelen asentar con el paso de cargas pesadas por lo que se adopta una diferencia altimétrica de 1,00 m entre ambas topografías.

Las cotas de los distintos elementos del sistema de tratamiento de agua de Griñón se modifican sobre las cotas definidas en el Proyecto As Built de la siguiente forma:

$$\text{Cota altimétrica} = \text{Cota altimétrica Proyecto "As Built"} + 1,00 \text{ m}$$

APÉNDICE 1. MEMORIA TÉCNICA TRABAJOS TOPOGRÁFICOS



**PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE
TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE
TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN**

T.M. DE GRIÑÓN

MEMORIA TÉCNICA DE LOS TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

NOVIEMBRE 2016



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. SISTEMA DE REFERENCIA.....	3
3. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS	3
4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	4
APÉNDICE 1. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. GRÁFICO DE SITUACIÓN.	5
APÉNDICE 2. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. LISTADO DE COORDENADAS.	7
APÉNDICE 3. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. RESEÑAS.	9
APÉNDICE 4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. LISTADO DE COORDENADAS.	11
APÉNDICE 5. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. PLANOS	19



1. INTRODUCCIÓN

La presente memoria describe la metodología empleada en la realización de los trabajos de levantamiento topográfico para el *Proyecto de ampliación de la ETAP de Griñón (T.M. Griñón)*.

Los trabajos han consistido en el levantamiento topográfico de detalle de la zona de afección del proyecto y zona donde se ubicará la nueva instalación de Pretratamiento, También se han obtenido coordenadas XYZ y caracterizado (profundidad y sección de tubos) tres pozos de saneamiento, y obtenido cotas de distintos elementos.

El trabajo se ha desarrollado de acuerdo a las siguientes fases:

- Enlace al Sistema de Referencia.
- Implantación de Bases de Replanteo
- Levantamiento Topográfico.

2. SISTEMA DE REFERENCIA

En el desarrollo de los trabajos se ha utilizado el Sistema de Referencia Europeo (ETRS89), actualmente el único oficial en España, constituido por:

- Elipsoide GRS80:
- Longitud del Semieje mayor del elipsoide (a) = 6.378.137 metros
Coeficiente de aplanamiento (α) = 1:298,257223563
- Orígenes de coordenadas geodésicas:
Latitudes, referidas al Ecuador, positivas al Norte del mismo.
Longitudes referidas al Meridiano de Greenwich, consideradas positivas al Este y negativas al Oeste de dicho Meridiano.

Para realizar el enlace al sistema de referencia ETRS89, se ha empleado la red activa del Instituto Geográfico Nacional (IGN), mediante observaciones GPS en tiempo real desde esta red.

La altimetría se ha referido al nivel medio del mar en Alicante, enlazando con la Red de Nivelación de Alta Precisión (R.N.A.P) mediante la aplicación del modelo del geoide EGM08-REDNAP.

3. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS

Se han materializado a lo largo de la zona de trabajo una base de replanteo, a partir de la cual se han realizado los trabajos.

Para su enlace al sistema de referencia, se ha procedido a su observación con GPS en tiempo real desde la red activa del Instituto Geográfico Nacional (IGN), mediante observaciones GPS en tiempo real desde esta red, quedando materializada en el terreno mediante una marca de pintura.



La observación de la base, mediante técnicas GNSS, se ha realizado con equipos TRIMBLE, compuestos por receptores de doble frecuencia que trabajan con observables de código P y unidades de control portátil.

El método de observación utilizado ha sido el de tiempo real a partir de la red activa del Instituto Geográfico Nacional.

Sobre el terreno se ha creado un fichero de datos para cada base de replanteo observada, con su numeración definitiva, introduciendo los datos propios del punto.

Para la obtención de cotas ortométricas se ha empleado la rejilla del IGN en formato NTV2, con el modelo del geode EGM08-REDNAP de reciente publicación.

Se adjuntan los siguientes datos:

- Gráfico de situación de la Red de Bases Topográficas (Apéndice 1).
- Listado de coordenadas de la Red de Bases Topográficas (Apéndice 2).
- Reseñas de la Red de Bases Topográficas (Apéndice 3).

4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

A partir de la base de replanteo implantada, por el método de radiación mediante GPS en tiempo real, se ha procedido a la observación de los puntos para la realización del levantamiento topográfico de la zona de afección del proyecto.

El proceso de datos para el cálculo de las coordenadas de los puntos observados mediante GPS se obtienen directamente de la descarga de los datos de la controladora del equipo.

Una vez obtenidas las coordenadas X, Y, Z de la nube de puntos se han transportado a un fichero DXF, para su posterior edición con AutoCAD.

El listado de coordenadas del levantamiento se detalla en el "Apéndice 4" y los planos en el "Apéndice 5".

Sobre el terreno se ha procedido a la localización, obtención de coordenadas XYZ y caracterización (profundidad y sección de tubos) de pozos de saneamiento que afectan a la zona de trabajo.

La información gráfica se incluye en los planos (Apéndice 5).



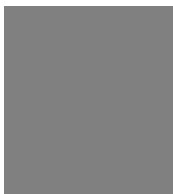
David Cañada Bermejo

Ingeniero Técnico en Topografía



APÉNDICE 1. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. GRÁFICO DE SITUACIÓN.





APÉNDICE 2. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. LISTADO DE COORDENADAS.



BASE	Latitud	Longitud	h Elip.	X	Y	Z Ort.
1001	40° 13' 09.22650" N	3° 51' 41.15457" W	732.469	426703.666	4452445.822	681.219



APÉNDICE 3. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. RESEÑAS.



BR-1001

X:	426703.666
Y:	4452445.822
Z:	681.219

SITUACIÓN: Sobre plataforma de hormigón junto al decantador lamelar.

SEÑAL: Marca de pintura.

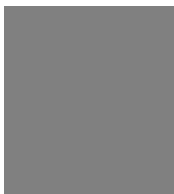
OBSERVACIONES: Sistema de coordenadas UTM-ETRS89.

CROQUIS

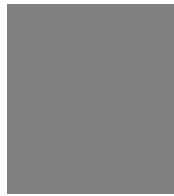


FOTOGRAFÍA





APÉNDICE 4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. LISTADO DE COORDENADAS.



Num	X	Y	Z
1	426628.273	4452406.302	681.281
2	426629.330	4452409.495	682.111
3	426630.392	4452408.483	682.090
4	426631.191	4452464.190	678.486
5	426631.665	4452397.299	678.527
6	426631.728	4452400.513	680.267
7	426632.425	4452398.500	678.666
8	426632.569	4452398.495	678.672
9	426632.714	4452410.463	681.217
10	426632.726	4452398.544	678.616
11	426633.110	4452410.264	682.096
12	426633.709	4452397.377	678.680
13	426636.551	4452393.656	678.545
14	426637.246	4452398.657	678.671
15	426637.345	4452394.885	678.692
16	426637.849	4452405.494	678.547
17	426637.944	4452405.548	678.531
18	426638.717	4452404.728	678.578
19	426638.795	4452406.359	678.530
20	426638.854	4452404.397	678.570
21	426639.370	4452394.186	678.675
22	426639.517	4452405.511	678.589
23	426641.147	4452407.815	678.609
24	426641.823	4452398.018	678.745
25	426642.078	4452401.190	678.654
26	426642.261	4452391.414	678.525
27	426642.746	4452392.809	678.688
28	426643.722	4452409.886	678.688
29	426643.895	4452410.014	678.698
30	426644.363	4452404.139	678.704
31	426644.669	4452410.724	678.690
32	426644.870	4452410.837	678.695
33	426645.063	4452399.206	678.694
34	426645.523	4452410.106	678.689
35	426645.653	4452410.028	678.649
36	426646.429	4452478.522	678.461

Num	X	Y	Z
37	426646.781	4452405.992	678.671
38	426647.215	4452390.290	678.525
39	426647.244	4452392.036	678.713
40	426647.377	4452395.324	678.746
41	426647.614	4452391.702	678.707
42	426648.461	4452401.982	678.733
43	426648.831	4452408.835	678.671
44	426648.977	4452403.553	678.681
45	426649.076	4452403.759	678.692
46	426649.536	4452404.839	678.689
47	426649.668	4452405.006	678.682
48	426649.698	4452405.054	678.602
49	426650.589	4452400.224	678.677
50	426651.093	4452416.617	678.689
51	426651.606	4452413.339	678.728
52	426651.852	4452409.725	678.710
53	426651.969	4452415.972	678.693
54	426651.991	4452416.126	678.716
55	426652.037	4452417.543	678.726
56	426652.167	4452417.578	678.668
57	426652.325	4452394.885	678.711
58	426652.397	4452400.111	678.688
59	426653.793	4452393.538	678.673
60	426653.849	4452403.385	678.656
61	426653.868	4452389.559	678.693
62	426654.061	4452390.484	678.659
63	426654.557	4452388.661	678.570
64	426654.725	4452390.130	678.700
65	426654.939	4452412.282	678.694
66	426655.184	4452390.434	678.715
67	426655.192	4452408.427	678.720
68	426655.268	4452390.132	678.695
69	426655.285	4452398.615	678.767
70	426655.480	4452412.091	678.692
71	426655.517	4452412.187	678.712
72	426655.571	4452388.621	678.563



Num	X	Y	Z
73	426655.746	4452391.232	678.684
74	426655.864	4452396.716	678.757
75	426656.075	4452397.818	678.755
76	426656.136	4452421.309	678.700
77	426656.243	4452388.852	678.538
78	426656.301	4452412.815	678.715
79	426656.352	4452412.840	678.668
80	426656.369	4452413.317	678.731
81	426656.396	4452404.998	678.641
82	426656.415	4452404.908	678.699
83	426656.435	4452389.180	678.557
84	426656.446	4452404.680	678.692
85	426656.684	4452421.709	678.693
86	426656.725	4452417.535	678.761
87	426656.790	4452508.211	678.781
88	426656.883	4452398.597	678.730
89	426656.923	4452403.640	678.704
90	426656.952	4452400.796	678.662
91	426656.974	4452403.407	678.694
92	426659.272	4452398.390	678.740
93	426659.346	4452414.233	678.773
94	426659.391	4452407.862	678.702
95	426659.483	4452505.350	678.730
96	426659.590	4452394.244	678.663
97	426659.831	4452411.748	678.748
98	426660.102	4452417.157	678.788
99	426660.120	4452408.548	678.706
100	426660.125	4452408.625	678.651
101	426660.253	4452408.380	678.688
102	426660.371	4452406.544	678.667
103	426660.433	4452406.718	678.707
104	426660.565	4452393.188	678.555
105	426660.662	4452395.532	678.680
106	426660.969	4452407.576	678.701
107	426661.166	4452407.405	678.705
108	426661.211	4452407.424	678.694
109	426662.474	4452411.126	678.717
110	426662.597	4452509.789	678.712

Num	X	Y	Z
111	426662.842	4452510.328	678.851
112	426663.007	4452403.864	678.687
113	426663.283	4452509.681	679.157
114	426663.403	4452508.491	678.790
115	426663.598	4452407.945	678.741
116	426663.754	4452404.499	678.693
117	426663.855	4452510.978	678.607
118	426664.191	4452404.734	678.718
119	426664.328	4452509.433	679.176
120	426664.420	4452412.768	678.667
121	426664.498	4452511.934	678.375
122	426664.657	4452412.905	678.716
123	426664.782	4452412.742	678.716
124	426664.858	4452508.466	678.763
125	426665.115	4452510.983	678.601
126	426665.356	4452510.012	678.736
127	426665.540	4452411.957	678.718
128	426665.589	4452509.418	678.663
129	426665.671	4452411.802	678.701
130	426665.778	4452400.486	678.645
131	426665.943	4452437.833	681.608
132	426666.048	4452400.467	678.645
133	426666.575	4452398.928	678.523
134	426666.746	4452404.492	678.682
135	426666.770	4452401.153	678.662
136	426666.782	4452437.893	676.852
137	426666.794	4452401.350	678.648
138	426667.560	4452497.700	678.716
139	426668.350	4452440.185	681.609
140	426668.393	4452408.783	678.720
141	426668.828	4452511.767	678.556
142	426669.816	4452509.381	678.801
143	426670.748	4452425.574	681.590
144	426670.803	4452503.852	678.676
145	426671.378	4452442.721	681.860
146	426671.805	4452443.064	681.860
147	426671.810	4452403.706	678.489
148	426671.958	4452519.359	678.520



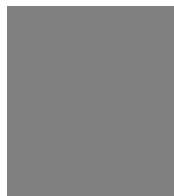
Num	X	Y	Z
149	426672.181	4452404.364	678.531
150	426672.192	4452406.415	678.658
151	426672.652	4452444.260	681.214
152	426673.732	4452485.203	678.513
153	426674.038	4452512.435	678.418
154	426675.300	4452441.721	681.852
155	426675.431	4452490.139	678.670
156	426675.896	4452509.398	678.908
157	426677.339	4452498.034	678.604
158	426679.095	4452512.581	678.539
159	426679.712	4452437.204	681.859
160	426680.485	4452527.334	678.398
161	426680.605	4452433.974	681.852
162	426681.350	4452434.787	681.469
163	426681.715	4452436.620	680.168
164	426681.727	4452436.587	680.669
165	426681.811	4452436.678	680.562
166	426682.729	4452504.958	678.517
167	426682.819	4452483.030	678.602
168	426683.066	4452509.301	678.534
169	426683.323	4452493.927	678.545
170	426683.935	4452455.145	681.213
171	426684.009	4452419.369	681.592
172	426684.119	4452419.910	676.816
173	426684.293	4452432.457	681.859
174	426684.300	4452519.218	678.401
175	426685.882	4452458.891	679.130
176	426686.289	4452459.243	681.203
177	426687.600	4452478.146	678.575
178	426687.614	4452440.782	681.464
179	426687.705	4452514.676	678.372
180	426687.716	4452457.112	679.153
181	426687.724	4452457.108	681.166
182	426688.054	4452457.415	681.197
183	426688.078	4452534.595	678.385
184	426688.123	4452457.464	681.185
185	426688.673	4452427.875	681.861
186	426688.701	4452501.185	678.527

Num	X	Y	Z
187	426689.852	4452424.272	681.859
188	426690.556	4452454.196	681.178
189	426690.561	4452454.199	679.154
190	426690.578	4452425.726	681.207
191	426690.779	4452467.193	678.516
192	426690.925	4452454.598	681.229
193	426691.113	4452487.234	678.592
194	426691.193	4452524.703	678.655
195	426692.508	4452506.903	678.351
196	426692.867	4452482.758	678.626
197	426693.071	4452519.157	678.283
198	426693.893	4452504.822	678.161
199	426694.222	4452448.670	680.675
200	426694.236	4452448.723	680.160
201	426694.330	4452448.760	680.570
202	426694.823	4452470.667	678.633
203	426694.900	4452449.506	679.140
204	426695.125	4452448.070	681.472
205	426695.307	4452449.858	681.190
206	426696.923	4452494.133	678.402
207	426697.379	4452543.397	678.289
208	426697.719	4452524.074	678.168
209	426698.472	4452515.466	678.154
210	426698.516	4452533.119	678.448
211	426698.992	4452489.703	678.543
212	426700.523	4452476.245	678.675
213	426701.979	4452501.855	678.417
214	426702.094	4452529.004	678.209
215	426702.428	4452462.890	678.623
216	426703.476	4452494.956	678.628
217	426703.666	4452445.822	681.219
218	426704.000	4452523.060	678.133
219	426704.194	4452438.856	681.213
220	426705.108	4452541.727	678.398
221	426705.357	4452535.679	678.508
222	426705.732	4452539.359	678.587
223	426705.758	4452537.301	678.568
224	426706.113	4452551.798	678.233



Num	X	Y	Z
225	426706.418	4452484.812	678.586
226	426706.698	4452535.562	678.134
227	426706.934	4452467.285	678.611
228	426706.984	4452509.115	678.355
229	426707.029	4452538.087	678.156
230	426707.064	4452540.832	678.639
231	426707.144	4452534.222	678.285
232	426707.181	4452537.168	678.112
233	426708.321	4452540.413	678.117
234	426708.358	4452539.467	678.135
235	426708.620	4452542.089	678.588
236	426708.927	4452541.072	678.189
237	426709.520	4452554.949	678.338
238	426709.657	4452501.459	678.510
239	426710.170	4452531.091	678.051
240	426710.223	4452540.462	678.144
241	426710.609	4452454.371	678.775
242	426711.087	4452540.727	678.168
243	426711.264	4452541.472	678.448
244	426711.549	4452547.104	678.410
245	426712.024	4452492.672	678.604
246	426712.349	4452540.725	678.331
247	426712.682	4452475.515	678.571
248	426712.722	4452539.246	678.227
249	426712.882	4452516.908	678.211
250	426713.369	4452494.779	678.467
251	426714.702	4452551.155	678.482
252	426715.932	4452462.231	678.677
253	426717.041	4452509.504	678.619
254	426717.277	4452447.606	678.600
255	426717.283	4452542.994	678.198
256	426717.540	4452523.905	678.101
257	426718.408	4452483.847	678.667
258	426719.430	4452503.182	678.650
259	426720.760	4452453.651	678.574
260	426721.127	4452471.112	678.678
261	426721.337	4452443.415	678.633
262	426722.163	4452515.485	678.430

Num	X	Y	Z
263	426723.459	4452531.661	678.263
264	426723.985	4452492.554	678.577
265	426724.283	4452525.720	678.184
266	426724.405	4452544.209	678.523
267	426725.060	4452461.551	678.667
268	426725.519	4452478.461	678.702
269	426725.587	4452511.570	678.583
270	426726.539	4452528.546	678.327
271	426727.566	4452468.900	678.836
272	426727.689	4452467.591	678.844
273	426727.826	4452469.560	678.848
274	426727.871	4452447.914	678.749
275	426727.876	4452398.419	678.905
276	426728.220	4452525.860	678.158
277	426728.250	4452466.911	678.862
278	426728.493	4452469.822	678.805
279	426728.597	4452468.592	679.341
280	426728.727	4452467.632	679.281
281	426729.057	4452466.728	678.904
282	426729.250	4452523.886	678.300
283	426729.488	4452469.832	678.784
284	426729.501	4452467.024	678.924
285	426729.734	4452468.784	678.867
286	426729.813	4452501.370	678.558
287	426729.855	4452434.682	678.744
288	426730.163	4452413.446	678.675
289	426730.831	4452419.025	678.659
290	426730.922	4452487.784	678.671
291	426731.120	4452532.928	678.562
292	426731.274	4452520.007	678.438
293	426731.307	4452413.051	678.802
294	426731.525	4452441.493	678.661
295	426731.762	4452419.138	678.724
296	426731.970	4452473.778	678.751
297	426732.869	4452395.586	678.914
298	426733.007	4452451.945	678.830
299	426733.505	4452404.149	679.012
300	426734.347	4452412.615	678.807



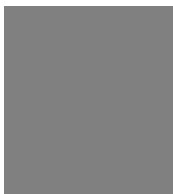
Num	X	Y	Z
301	426734.510	4452413.605	678.862
302	426734.765	4452398.696	679.009
303	426734.861	4452419.012	678.807
304	426734.908	4452418.129	678.848
305	426735.046	4452460.764	678.874
306	426735.289	4452412.633	678.779
307	426735.367	4452424.090	678.804
308	426735.368	4452413.438	678.787
309	426735.515	4452428.750	678.732
310	426735.823	4452419.033	678.783
311	426735.841	4452418.601	678.786
312	426736.230	4452496.471	678.659
313	426736.432	4452482.555	678.723
314	426736.505	4452511.298	678.542
315	426737.254	4452468.919	678.768
316	426737.388	4452406.260	678.923
317	426737.441	4452438.353	678.903
318	426737.625	4452413.622	678.687
319	426737.673	4452412.517	678.745
320	426738.361	4452422.101	678.873
321	426738.408	4452520.716	678.587
322	426738.522	4452476.844	678.793
323	426738.524	4452428.811	678.975
324	426738.962	4452418.148	678.670
325	426739.141	4452447.796	678.974
326	426739.212	4452395.107	678.954
327	426739.769	4452412.933	678.682
328	426739.816	4452401.021	678.855
329	426740.496	4452411.160	678.825
330	426740.583	4452480.056	679.006
331	426740.817	4452457.113	679.003
332	426740.841	4452394.873	678.345
333	426740.932	4452403.011	678.647
334	426740.991	4452490.876	678.727
335	426741.077	4452423.856	678.974
336	426741.092	4452416.053	678.633
337	426741.108	4452401.820	678.488
338	426741.340	4452408.434	678.584

Num	X	Y	Z
339	426741.363	4452434.422	679.122
340	426741.455	4452405.408	678.655
341	426741.464	4452394.929	678.377
342	426741.494	4452413.115	678.518
343	426741.516	4452505.875	678.553
344	426741.660	4452401.919	678.492
345	426741.684	4452415.021	678.624
346	426741.695	4452421.660	678.614
347	426741.827	4452408.312	678.621
348	426741.940	4452402.961	678.703
349	426741.976	4452417.917	678.546
350	426742.419	4452434.091	678.900
351	426742.422	4452401.712	678.833
352	426742.448	4452417.980	678.538
353	426742.629	4452466.412	678.873
354	426742.629	4452424.564	678.517
355	426742.813	4452394.937	678.960
356	426742.840	4452444.108	679.050
357	426742.917	4452411.092	678.945
358	426743.074	4452424.541	678.558
359	426743.640	4452417.592	679.006
360	426743.669	4452443.867	678.971
361	426743.832	4452420.719	679.025
362	426743.846	4452434.046	678.518
363	426744.206	4452424.420	678.942
364	426744.341	4452434.105	678.572
365	426744.364	4452453.064	679.049
366	426744.456	4452472.905	678.858
367	426745.053	4452509.469	678.682
368	426745.170	4452443.392	678.545
369	426745.190	4452434.263	678.788
370	426745.456	4452452.914	678.952
371	426745.667	4452443.368	678.575
372	426745.678	4452499.629	678.522
373	426746.149	4452462.478	678.892
374	426746.235	4452393.083	678.899
375	426746.569	4452452.891	678.590
376	426746.583	4452443.434	678.725

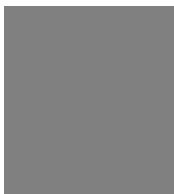


Num	X	Y	Z
377	426746.926	4452481.283	679.064
378	426747.168	4452452.760	678.613
379	426747.332	4452462.092	678.835
380	426747.549	4452402.374	678.856
381	426747.831	4452452.720	678.776
382	426748.095	4452462.262	678.618
383	426748.528	4452472.732	678.890
384	426748.585	4452462.187	678.654
385	426748.707	4452411.867	678.843
386	426749.177	4452422.086	678.997
387	426749.290	4452472.663	678.765
388	426749.539	4452491.664	678.632
389	426750.151	4452472.410	678.651
390	426750.211	4452500.806	678.588
391	426750.282	4452431.620	678.945
392	426750.577	4452472.016	678.667
393	426750.640	4452461.907	678.811
394	426750.735	4452482.051	678.862
395	426751.694	4452481.466	678.782
396	426751.906	4452442.354	678.806
397	426752.334	4452471.534	678.812
398	426752.379	4452486.832	678.795
399	426752.518	4452481.388	678.619
400	426753.044	4452481.347	678.627
401	426753.367	4452453.485	678.822
402	426753.429	4452391.583	678.868
403	426753.548	4452392.837	678.855
404	426753.554	4452484.738	678.626
405	426753.933	4452492.035	678.655
406	426753.954	4452396.218	679.010
407	426754.034	4452484.774	678.605
408	426754.357	4452401.334	678.889
409	426754.880	4452463.730	678.784
410	426754.922	4452495.645	678.683
411	426754.972	4452486.086	678.659
412	426755.265	4452406.359	678.885
413	426755.452	4452475.002	678.847
414	426756.182	4452413.410	678.976

Num	X	Y	Z
415	426756.773	4452479.613	678.781
416	426757.598	4452423.282	679.009
417	426758.353	4452393.890	679.054
418	426758.608	4452400.681	679.059
419	426758.775	4452412.361	679.051
420	426758.943	4452412.825	678.959
421	426759.104	4452413.371	678.987
422	426759.587	4452411.862	679.058
423	426759.771	4452412.636	678.882
424	426759.857	4452414.086	679.038
425	426759.915	4452413.313	678.886
426	426760.056	4452407.241	679.146
427	426760.070	4452431.897	678.850
428	426760.194	4452412.890	678.920
429	426760.373	4452439.649	678.928
430	426760.449	4452412.493	678.881
431	426760.592	4452413.170	678.871
432	426760.902	4452411.796	679.099
433	426760.948	4452413.882	678.975
434	426761.029	4452391.319	678.986
435	426761.216	4452448.637	678.921
436	426761.328	4452413.054	679.051
437	426762.178	4452459.194	678.919
438	426762.348	4452416.676	679.298
439	426763.622	4452468.790	678.797
440	426765.421	4452467.235	678.841
441	426765.772	4452434.070	679.291
442	426767.384	4452465.983	678.936
443	426767.450	4452441.950	679.169
444	426767.941	4452428.149	679.431
445	426768.764	4452439.842	679.292
446	426769.060	4452439.983	678.920
447	426769.095	4452441.071	679.298
448	426769.187	4452450.091	679.070
449	426769.254	4452435.532	679.354
450	426769.340	4452436.785	679.362
451	426769.347	4452431.688	679.362
452	426769.392	4452440.827	678.942



Num	X	Y	Z
453	426769.436	4452437.356	679.336
454	426769.481	4452439.857	678.949
455	426769.528	4452436.351	679.364
456	426769.533	4452439.634	679.318
457	426769.712	4452440.987	679.329
458	426769.843	4452440.601	678.949
459	426769.897	4452464.757	678.924
460	426770.030	4452436.677	679.407
461	426770.072	4452435.258	679.405
462	426770.098	4452437.290	679.395
463	426770.240	4452440.625	679.340
464	426770.345	4452436.076	679.398
465	426770.502	4452457.884	678.933
466	426772.780	4452462.703	679.153
467	426772.781	4452441.756	679.398
468	426775.676	4452461.903	679.158
469	426775.877	4452451.447	679.291
470	426778.465	4452460.421	679.239



APÉNDICE 5. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. PLANOS

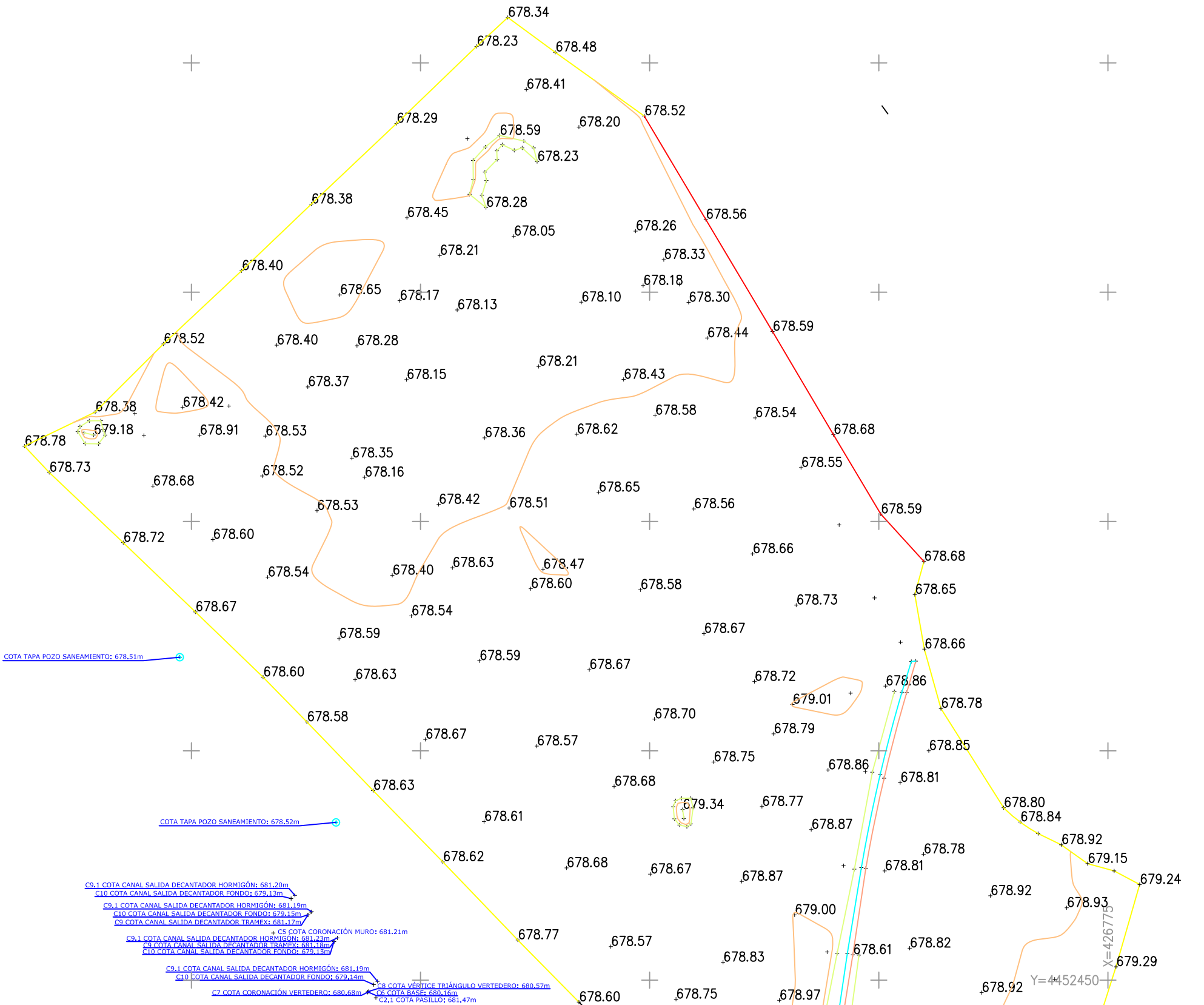
X=426600
Y=4452575

Y=4452575
X=426775



DISTRIBUCIÓN DE HOJAS:

1
2



X=426600
Y=4452450

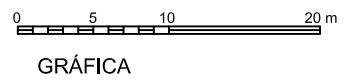
Y=4452450
X=426775

TÍTULO:
PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA ETAP DE GRIÑÓN PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN. T.M. DE GRIÑÓN.

AUTOR:



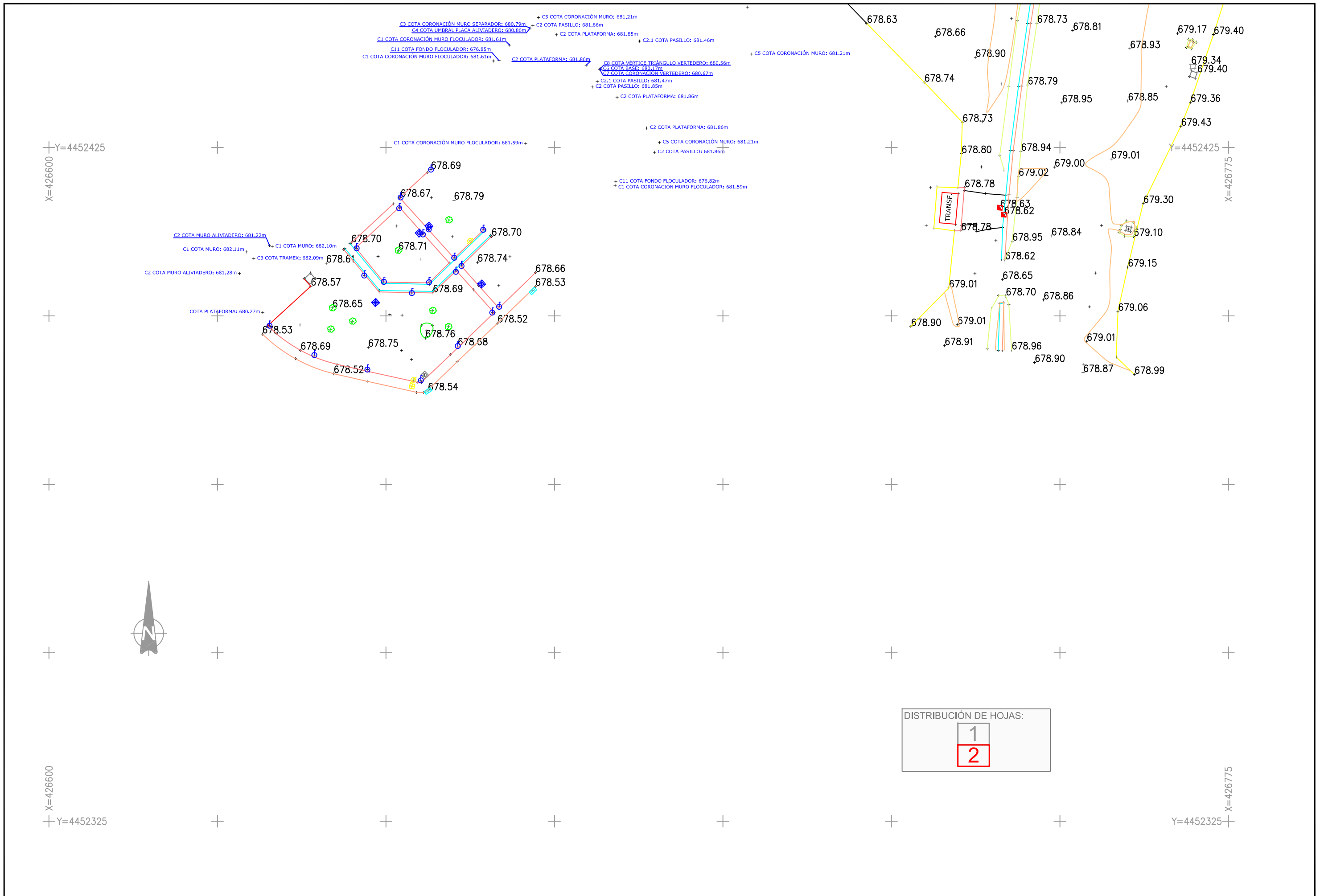
ESCALA:
1/500
NUMÉRICA




FECHA:
NOVIEMBRE 2016

TÍTULO DEL PLANO:
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

HOJA:
1 DE 2



TÍTULO: PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA ETAP DE GRIÑÓN PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN. T.M. DE GRIÑÓN.	AUTOR: 	ESCALA: 1/500 NUMÉRICA	FECHA: NOVIEMBRE 2016	TÍTULO DEL PLANO: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	HOJA: 2 DE 2
---	--	-------------------------------------	---------------------------------	---	------------------------

ANEJO Nº 03 - ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO	5
2. TERRENO DE CÁLCULO	6
3. GEOTECNIA DE CIMENTACIONES DE ESTRUCTURAS	7
3.1. PREOZONIZACIÓN	8
3.2. FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO	9
3.3. POST-OZONIZACIÓN Y BOMBEO INTERMEDIO	10
3.4. GENERACIÓN DE OZONO	11
3.5. SILO Y ALMACENAMIENTO DE OXÍGENO	11
4. CUADRO RESUMEN RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	12

APÉNDICES

APÉNDICE 1: INFORME SOBRE TRABAJOS GEOTÉCNICOS PARA EL PROYECTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA E.T.A.P. DE GRIÑÓN (Inteinco, 2017)

APÉNDICE 2: INFORME GEOTÉCNICO E.T.A.P. GRIÑÓN (PROGEOTEC, 2001)

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

Se presenta en este Anejo lo concerniente a las recomendaciones de cimentación de los diferentes elementos de la ampliación de la E.T.A.P de Griñón en Madrid.

Se trata de conclusiones complementarias que se deducen del documento de partida cuyo título es “Informe sobre trabajos geotécnicos para el proyecto de afino y mejoras de la E.T.A.P. de Griñón” (Inteinco, 2017). Dicho documento se presenta en el Apéndice.

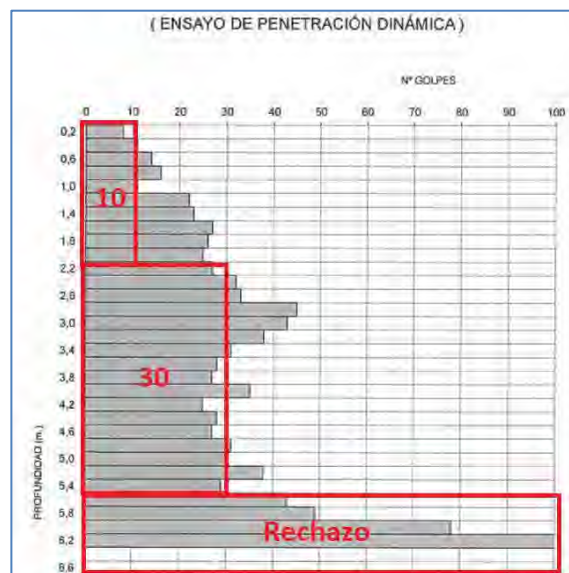
2. TERRENO DE CÁLCULO

El terreno está formado por las comúnmente denominadas “arenas de miga” de la Facies Madrid.

A la vista de la investigación geotécnica realizada, el terreno de cálculo puede modelizarse con tres niveles de la siguiente forma:

NIVEL	PROF. (m)	GOLPEO N _{SPT}	COMPACIDAD
I	0,0 - 2,0	10	Floja
II	2,0 - 5,5	30	Media
III	> 5,5 m	Rechazo	Muy densa

Puede comprobarse que este terreno de cálculo se adapta a la investigación geotécnica:



Se ha considerado que el golpeo obtenido en las penetraciones dinámicas tipo DPSH es aproximadamente equivalente al golpeo de los ensayos de penetración estándar SPT, es decir:

$$N_{DPSH} \approx N_{SPT}$$

El nivel freático se encuentra a una profundidad superior a los 10,0 m, por lo que no afecta a la cimentación de los diferentes elementos.

No hay presencia de sulfatos, por lo que no es necesaria la utilización de cemento sulforresistente.

3. GEOTECNIA DE CIMENTACIONES DE ESTRUCTURAS

El terreno presenta garantías suficientes para cimentar los diferentes elementos mediante cimentación superficial, tipo losa o zapata. Por motivos puramente estructurales se ha optado por la solución losa.

Un método muy popular para la modelización de la interacción suelo-estructura es el denominado método de Winkler¹ (1867), que es el que se ha utilizado.

Este método asume que el movimiento vertical s_v en un punto depende proporcionalmente de la presión vertical de contacto σ_v que actúa en ese punto. La constante de proporcionalidad k_v se llama coeficiente de balasto.

$$\sigma_v = k_v \cdot s_v$$

Para la estimar el coeficiente de balasto se ha seguido lo indicado en la Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera² (MFOM, 2004).

La GCOC no facilita directamente el coeficiente de balasto pero proporciona las fórmulas analíticas que permiten el cálculo del asiento vertical s_v de una cimentación rígida en un modelo elástico:

$$s_v = \frac{V \cdot (1 - \nu^2)}{1,25 \cdot E \cdot \sqrt{B \cdot L}} \quad \frac{L}{B} \leq 5$$

Y aplicando la definición de coeficiente de balasto se obtiene:

$$k_v = \frac{\sigma_v}{s_v} = \frac{V}{B \cdot L} \cdot \frac{1,25 \cdot E \cdot \sqrt{B \cdot L}}{V \cdot (1 - \nu^2)} = \frac{1,25}{(1 - \nu^2)} \cdot \frac{E}{\sqrt{B \cdot L}}$$

Puede observarse que al estar B (ancho de la losa) y L (largo de la losa) en el denominador, cuanto mayores son las dimensiones de la losa, más pequeño es el coeficiente de balasto vertical k_v .

Los módulos de deformación E del terreno que se han considerado son:

PROF. (m)	GOLPEO N_{SPT}	COMPACIDAD	E (kp/cm^2)
0,0 - 2,0	10	Floja	150
2,0 - 5,5	30	Media	325
> 5,5 m	Rechazo	Muy densa	1.000

¹ Winkler, E. "Die Lehre von der Elastizität und Festigkeit", H. Dominicus, Prague, 1867.

² Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera (MFOM, 2004). Pág. 114.

3.1. PREOZONIZACIÓN

Las dimensiones de la losa B x L y la profundidad de cimentación p_{cim} son:

- Ancho, B = 7,80 m
- Largo, L = 15,9 m
- Profundidad de cimentación, $p_{cim} = 3,0$ m

Se considera que el módulo de deformación de cálculo es la media ponderada de un espesor 2B, dos veces el ancho de la losa, es decir, el bulbo de tensiones.

$$- 2B \approx 16,0 \text{ m}$$

El módulo de deformación ponderado E_{med} es:

$$E_{med} = \frac{2,5 \cdot 325 + 13,5 \cdot 1.000}{16} = 894 \text{ kp/cm}^2 \approx 900 \text{ kp/cm}^2$$

Y el coeficiente de balasto vertical k_v es:

$$k_v = \frac{1,25}{(1 - v^2)} \cdot \frac{E}{\sqrt{B \cdot L}} = \frac{1,25}{(1 - 0,3^2)} \cdot \frac{9.000}{\sqrt{7,8 \cdot 15,9}} \approx 1.110 \text{ t/m}^3$$

Para la cimentación es necesario realizar una pantalla de micropilotes. Los terrenos de la Facies Madrid son conocidos y se han considerado los valores que los asesores geotécnicos facilitaron para los proyectos de la Ampliación del Metro de Madrid.

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS PARA LOS PROYECTOS DE LA AMPLIACIÓN DEL METRO DE MADRID (1999-2003)						
TIPO DE SUELO	PESO ESPECÍFICO APARENTE γ_s (t/m ³)	COHESIÓN c' (t/m ²)	ÁNGULO DE ROZAM. INTERNO ϕ' (°)	MÓDULO DE DEFORM. (Subsid.) E (t/m ²)	COEFIC. DE POISSON	COEFIC. DE BALASTO K (t/m ²)
Rellicencia compactada	1,80	0,00	28	800-1000	0,35	2000
Rellicencia compactada I	2,00	1	33	3500-4500	0,28	8000-10000
Rellicencia viable Bien compactada	2,10	2,0	34	20000	0,28	20000
Aluviales	2,00	0,00	32	1000-1500	0,32	5000
Arenas de río	2,00	0,5-1,0	35	5500-7500	0,30	15000-20000
Arenas limosas	2,05	1,0-1,5	33	8000-10000	0,30	18000-20000
Talud arenas	2,08	2,0-2,5	32,5	13000	0,30	25000-35000
Talud	2,10	3,0-4,0	30	13000-18000	0,30	30000-40000
Periuelas verdes y grises	2,00	5,0-6,0	28	20000	0,28	35000-50000
Periuelas verdes o grises con yesas	2,10	5,0-8,0	30	25000	0,27	40000-55000
Periuelas reblandecidas con yesas (redepositadas o rellenadas)	2,00	0-1	28	1000	0,35	5000
Sepiolitas	1,80	2	28	5000-10000	0,28	20000
Carbón p. med. y pesado	0,20	1,5	37	40000	0,25	80000-100000
Yetas	0,20	7,0-10,0	28	40000	0,26	80000

NOTA: Consideración de valores de ϕ' en los casos de profundidades (≥ 10 m) o más consolidadas o cementadas.

El valor señalado se ha adoptado a partir de 5,5 m de profundidad. Para ser consecuente con nuestro caso se han disminuido ligeramente para profundidades más superficiales para tener en cuenta el efecto de la disminución de la compacidad.

PROF. (m)	GOLPEO N_{SPT}	COMPACIDAD	E (kp/cm ²)	γ_{ap} (t/m ³)	c' (t/m ²)	ϕ' (°)	k_h (t/m ³)
0,0 - 2,0	10	Floja	150	2,0	0	33	8.000
2,0 - 5,5	30	Media	325	2,1	0,5	35	10.000
> 5,5 m	Rechazo	Muy densa	1.000	2,1	0,5	35	15.000

3.2. FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO

Las dimensiones de la losa B x L y la profundidad de cimentación p_{cim} son:

- Ancho, B = 27,3 m
- Largo, L = 32,5 m
- Profundidad de cimentación, p_{cim} = 2,6 m

Se considera que el módulo de deformación de cálculo es la media ponderada de un espesor 2B, dos veces el ancho de la losa, es decir, el bulbo de tensiones.

- 2B = 54,6 m

El módulo de deformación ponderado E_{med} es:

$$E_{med} = \frac{2,9 \cdot 325 + 51,7 \cdot 1.000}{54,6} = 964 \text{ kp/cm}^2$$

Y el coeficiente de balasto vertical k_v es:

$$k_v = \frac{1,25}{(1-v^2)} \cdot \frac{E}{\sqrt{B \cdot L}} = \frac{1,25}{(1-0,3^2)} \cdot \frac{9.640}{\sqrt{27,3 \cdot 32,5}} \approx 444,5 \text{ t/m}^3$$

3.3. POST-OZONIZACIÓN Y BOMBEO INTERMEDIO

La losa tiene un escalón pero a efectos prácticos se simplifica modelizándola como una losa horizontal cimentada a 4,65 m de profundidad.

Las dimensiones de la losa B x L y la profundidad de cimentación p_{cim} son:

- Ancho, B = 20,0 m
- Largo, L = 21,0 m
- Profundidad de cimentación, p_{cim} = 4,65 m

Se considera que el módulo de deformación de cálculo es la media ponderada de un espesor 2B, dos veces el ancho de la losa, es decir, el bulbo de tensiones.

- 2B = 40,0 m

El módulo de deformación ponderado E_{med} es:

$$E_{med} = \frac{0,15 \cdot 325 + 39,85 \cdot 1.000}{40} = 997,5 \text{ kp/cm}^2$$

Y el coeficiente de balasto vertical k_v es:

$$k_v = \frac{1,25}{(1-v^2)} \cdot \frac{E}{\sqrt{B \cdot L}} = \frac{1,25}{(1-0,3^2)} \cdot \frac{9.975}{\sqrt{20,0 \cdot 21,0}} \approx 668,5 \text{ t/m}^3$$

3.4. GENERACIÓN DE OZONO

Las dimensiones de la losa B x L son:

- Ancho, B = 8,86 m
- Largo, L = 17,71 m
- Profundidad de cimentación, p_{cim} = superficial (mínima por criterios constructivos)

Se considera que el módulo de deformación de cálculo es la media ponderada de un espesor 2B, dos veces el ancho de la losa, es decir, el bulbo de tensiones.

- $2B \approx 18$ m

El módulo de deformación ponderado E_{med} es:

$$E_{med} = \frac{2 \cdot 150 + 3,5 \cdot 325 + 12,5 \cdot 1.000}{18} = 712 \text{ kp/cm}^2$$

Y el coeficiente de balasto vertical k_v es:

$$k_v = \frac{1,25}{(1 - \nu^2)} \cdot \frac{E}{\sqrt{B \cdot L}} = \frac{1,25}{(1 - 0,3^2)} \cdot \frac{7.000}{\sqrt{8,86 \cdot 17,71}} \approx 767,6 \text{ t/m}^3$$

3.5. SILO Y ALMACENAMIENTO DE OXÍGENO

La losa de cimentación de ambos elementos tiene dimensiones muy similares. A efectos prácticos se considera que la losa es cuadrada. Las dimensiones B x L son:

- Ancho, B = 5,0 m
- Largo, L = 5,0 m
- Profundidad de cimentación, p_{cim} = 1,0 m

Se considera que el módulo de deformación de cálculo es la media ponderada de un espesor 2B, dos veces el ancho de la losa, es decir, el bulbo de tensiones.

- $2B = 10$ m

El módulo de deformación ponderado E_{med} es:

$$E_{med} = \frac{1 \cdot 150 + 3,5 \cdot 325 + 5,5 \cdot 1.000}{10} = 678,7 \text{ kp/cm}^2$$

Y el coeficiente de balasto vertical k_v es:

$$k_v = \frac{1,25}{(1 - \nu^2)} \cdot \frac{E}{\sqrt{B \cdot L}} = \frac{1,25}{(1 - 0,3^2)} \cdot \frac{6.787}{\sqrt{5,0 \cdot 5,0}} \approx 1.864 \text{ t/m}^3$$

4. CUADRO RESUMEN RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN

En el cuadro adjunto se resumen los coeficientes de balasto vertical adoptados para el cálculo de los diferentes elementos de la E.T.A.P.

ELEMENTO	COEF. BALASTO VERTICAL k_v (t/m ³)
Preozonización	1.110
Filtración carbón activo	444
Post-ozonización y bombeo intermedio	668
Generación de ozono	767
Silo y almacenamiento de oxígeno	1.864

APÉNDICES

APÉNDICE Nº 1

«INFORME SOBRE TRABAJOS GEOTÉCNICOS PARA EL PROYECTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA E.T.A.P. DE GRIÑÓN»

(Inteinco, 2017)

INFORME SOBRE TRABAJOS GEOTÉCNICOS PARA PROYECTO DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA E.T.A.P. DE GRIÑÓN.

Refª.: C-130014/80_M G-160068-M-IG/01 Enero 2017

PETICIONARIO: CANAL DE ISABEL II

**INFORME SOBRE LOS TRABAJOS GEOTÉCNICOS PARA
PROYECTO DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA E.T.A.P. DE GRIÑÓN**

ÍNDICE

	<u>Página</u>
1.- ANTECEDENTES	3
2.- OBJETO	3
3.- ALCANCE	4
4.- DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA	4
5.- TRABAJOS REALIZADOS	5
5.1.- Análisis del marco geológico-geotécnico	
5.2.- Sondeos y ensayos "in situ"	
5.3.- Ensayos de laboratorio	
6.- NATURALEZA Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL TERRENO	10
7.- NIVELES DE AGUA	12
8.- EXCAVACIONES	13
9.- CIMENTACIONES	15

ANEJOS :

ANEJO I: Mapa geológico general.

ANEJO II: Plano de situación de puntos de reconocimiento.
Documentación fotográfica.

ANEJO III: Registros de sondeos. Fotografías de las cajas de testigo.

ANEJO IV: Gráficos de ensayos de penetración dinámica DPSH.

ANEJO V: Resultados de ensayos de laboratorio.



DEPARTAMENTO: GEOTECNIA

INFORME N°: G-160068-M-IG/01

Proyecto: Tratamiento de Afino y Mejoras de la E.T.A.P. de Griñón.	
Peticionario: Canal de Isabel II Gestión S.A.	Pedido: Trabajos geotécnicos.
Contrato N° Ref°: C-130014/80_M	Trabajos: Campo, laboratorio y gabinete.
Realizado por: José Carlos de Castro	Fecha: Diciembre-Enero 2017

INFORME SOBRE TRABAJOS GEOTÉCNICOS

1.- ANTECEDENTES

A solicitud del Área de Proyectos de Abastecimiento de Canal de Isabel II, INTEINCO ha realizado los trabajos geotécnicos para el Proyecto de Tratamiento de Afino y Mejoras de la E.T.A.P. de Griñón.

Las actuaciones previstas en el proyecto son principalmente las siguientes:

- Nueva instalación de pre-ozonización. Esta instalación ocupa una superficie rectangular de unos 15x8 m² y está prevista su ubicación en la zona ajardinada frente al edificio de control. Se prevén excavaciones de 2-3 m bajo rasante.
- Nuevo edificio para generación de ozono. Se situará junto a la fachada lateral norte del edificio de filtración actual. Ocupará una superficie rectangular de unos 16x12 m² sin apenas excavaciones bajo rasante.
- Nuevo edificio para tratamientos de post-ozonización y filtración de carbón activo. Se trata de un gran edificio a construir en la parcela adyacente a la de la actual ETAP sobre una superficie rectangular de unos 55x28 m². Para este edificio se prevén excavaciones bajo rasante de hasta unos 6 m.

2.- OBJETO

El objeto de los trabajos realizados por INTEINCO ha sido obtener la información geológico-geotécnica necesaria para un adecuado desarrollo del proyecto y de la ejecución de las obras de las nuevas instalaciones, en lo relativo a su interacción con el terreno.



3.- ALCANCE

El presente informe describe los distintos trabajos de reconocimiento geológico-geotécnico realizados y recoge los resultados obtenidos, concluyendo con un análisis de los condicionantes geotécnicos para las obras previstas. En particular, el alcance del estudio corresponde al desarrollo de la siguiente metodología:

- Recopilación y análisis de la documentación geológico-geotécnica general disponible relacionada con los terrenos investigados.
- Inspección visual de los terrenos del entorno, para comprobación de los datos geológicos, con especial interés en la observación de afloramientos y de posibles desmontes o cortes del terreno.
- Reconocimiento de la naturaleza y el comportamiento geotécnico de los terrenos afectados mediante sondeos, con ejecución de ensayos SPT y toma de muestras en su interior.
- Determinación de posible nivel freático mediante la instalación de tubería piezométrica en los sondeos.
- Reconocimiento complementario a los sondeos mediante ensayos continuos de penetración dinámica DPSH.
- Identificación, clasificación y determinación de las características geotécnicas de los terrenos detectados, mediante ensayos de laboratorio sobre las muestras tomadas en los sondeos. Análisis de la agresividad del agua, en su caso.
- Análisis de los resultados obtenidos y estudio de las características y los condicionantes geológico-geotécnicos de los terrenos afectados por las obras previstas, con recomendaciones sobre los aspectos geotécnicos y de cimentación a considerar para el proyecto y ejecución de las mismas.

4.- DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

Para la realización del trabajo se han tenido en cuenta, básicamente los siguientes documentos:

- Datos y planos sobre el proyecto de las actuaciones previstas, facilitados por el Peticionario.
- Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. Hoja 581: Móstoles. I.T.G.E.



- V. Escario (1985). "Síntesis Geotécnica de los Suelos de Madrid y su Alfoz". Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones. Dirección General de Infraestructura del Transporte.
- Código Técnico de la Edificación CTE. SE: Cimientos.
- Normas UNE para realización de ensayos "in situ" y de laboratorio de suelos.
- Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.
- Instrucción de Hormigón Estructural, EHE-08. Ministerio de Fomento.

5.- TRABAJOS REALIZADOS

5.1.- Análisis del marco geológico-geotécnico

Desde el punto de vista geológico, el sustrato de la zona reconocida corresponde a materiales de la facies detrítica de la cuenca continental miocena de Madrid.

Se trata de una cuenca continental cerrada donde la sedimentación se produjo según un esquema típico en condiciones subdesérticas: sedimentos detríticos en el borde y evaporíticos en el interior, con una zona intermedia en la que se produce deposición mixta de materiales detríticos con interestratificados de minerales neoformados.

En términos generales los materiales detríticos son de carácter arcósico, de tamaño de grano variable, y corresponden a sedimentos detríticos inmaduros, originados por arroyadas de agua sin encauzar en una época caracterizada por climas de acusada aridez, con precipitaciones violentas aunque accidentales. Son suelos conocidos en el lenguaje geotécnico como "arenas de miga" y "tosco". En las "arenas de miga" predominan netamente los elementos gruesos (retenidos en el tamiz 0,080 UNE), mientras que en el "tosco" típico predominan los finos arcillolimosos, existiendo toda la gama de materiales intermedios que se denominan "arenas tosquizas" o "toscos arenosos".

Estos suelos presentan en general una estructura en lentejones según las diferentes proporciones de arenas, limos y arcillas, debida a la dinámica propia del medio de sedimentación en que se depositaron y que hace difícil la delimitación exacta y la correlación de las diferentes capas y niveles, siendo generalmente los contactos graduales.

En el Anejo I se reproduce parcialmente la hoja correspondiente del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, señalándose la zona afectada por el proyecto. De acuerdo con ello, los terrenos afectados corresponden más específicamente a arcosas gruesas, es decir, suelos tipo "arenas de miga".

Desde el punto de vista hidrogeológico, en todos estos terrenos aparecen a veces acuíferos más o menos significativos. Los niveles de agua se localizan preferentemente en capas arenosas situadas sobre capas arcillosas más impermeables, dando lugar a pequeñas bolsas o niveles de agua colgados.

Desde el punto de vista sísmico y según la normativa sismorresistente vigente (NCSE-02), Griñón se encuentra situado en una zona de mínimo riesgo, por lo que no serán necesarias comprobaciones en este sentido en el proyecto.

5.2.- Sondeos y ensayos "in situ"

Para el reconocimiento del terreno se han realizado 2 sondeos mecánicos y 4 ensayos continuos de penetración dinámica DPSH, cuya situación se refleja en el plano incluido en el Anejo II. El ensayo P-4 se comenzó tres veces en tres emplazamientos ligeramente diferentes, pero en todos los casos se obtuvo un rebote brusco. El entorno de la ETAP es prácticamente llano, por lo que a efectos del presente estudio puede considerarse que todos los puntos de reconocimiento tienen aproximadamente la misma cota.

Las profundidades alcanzadas en los distintos puntos de reconocimiento, fueron las siguientes:

<u>PUNTO DE RECONOCIMIENTO</u>	<u>PROFUNDIDAD (m)</u>
S-1	12,55
S-2	14,50
P-1	6,2
P-2	5,8
P-3	5,2
P-4	2,2 (rebote)
P-4 (2)	2,0 (rebote)
P-4 (3)	2,0 (rebote)

Los sondeos se han realizado a rotación sin aporte exterior de agua, con batería provista de corona de widia, recuperación continua de testigo y diámetros de perforación de



116-101 mm. Si las paredes del sondeo se mostraban inestables se procedía a la entubación del mismo antes de realizar las maniobras de avance.

Durante la perforación se realizaban ensayos normales de penetración (SPT), de acuerdo con la Norma UNE 103800, y tomas de muestras inalteradas, con tomamuestras de pared gruesa de 86 mm de diámetro, provisto de camisa interior de PVC, hincado por el mismo sistema que el del ensayo SPT. En total se han realizado en este reconocimiento 7 ensayos SPT y 6 tomas de muestras inalteradas, según se indica en el Cuadro 1.

CUADRO 1. MUESTRAS Y ENSAYOS EN SONDEOS

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	TIPO MUESTRA	GOLPEOS	N ₃₀	TERRENO
S-1	2,00-2,60	Inalterada	17-24-24-30	48	Arenas limoarcillosas
	4,10-4,70	SPT	11-20-31-40	51	Arenas limoarcillosas
	6,00-6,45	Inalterada	28-40-61	R	Arenas algo limosas
	8,10-8,55	SPT	20-35-61	96	Arenas algo limosas
	10,10-10,50	Inalterada	25-40-50 R	R	Arenas algo limosas
	12,10-12,55	SPT	23-37-52	89	Arenas limoarcillosas
S-2	1,50-2,10	Inalterada	25-38-43-74	81	Arenas algo limoarcillosas
	3,10-3,70	SPT	8-13-18-25	31	Arenas limoarcillosas
	4,50-5,10	Inalterada	22-34-41-59	75	Arenas algo limosas
	6,10-6,70	SPT	27-30-35-45	65	Arenas algo limosas
	8,00-8,30	Inalterada	37-56 R	R	Arenas algo limosas
	11,00-11,60	SPT	17-19-21-26	40	Arenas limoarcillosas
	14,10-14,50	SPT	12-34-78 R	R	Arenas limoarcillosas

El testigo recuperado en la perforación se disponía ordenadamente en cajas de plástico, anotando las distintas cotas de extracción y las tomas de las diferentes muestras, de manera que pudiera hacerse correctamente el levantamiento de la columna litológica del terreno. Las columnas litológicas de los sondeos y toda la información referente a los mismos se incluyen en los correspondientes registros del Anejo III, junto a las fotografías de las cajas de testigo.

Durante la perforación se prestaba especial atención a la posible presencia de agua en el terreno. Al terminar un sondeo se colocaba tubería piezométrica en su interior para



posteriores comprobaciones. Las observaciones en este sentido y los niveles detectados se comentan en el capítulo 7 de este informe.

Como complemento a los sondeos se han realizado además 4 ensayos continuos de penetración dinámica DPSH hasta rechazo. Este ensayo consiste en la hincas de una puntaza cónica de 50 mm de diámetro, soportada por un varillaje macizo de 32 mm de diámetro. El golpeo se produce con una maza de 63,5 kg, con altura de caída libre de 75 cm. Durante la hincas se anota el número de golpes para tramos de 20 cm de penetración, N_{20} . El ensayo se da por terminado cuando el número de golpes N_{20} es igual o mayor de 100 (rechazo). Los resultados se reflejan en un gráfico de golpes N_{20} en función de la profundidad. Los gráficos correspondientes a los ensayos realizados se incluyen en el Anejo IV.

5.3.- Ensayos de laboratorio

Sobre diversas muestras de los suelos extraídas en los sondeos, se han realizado los ensayos de laboratorio que se relacionan a continuación:

- 6 Uds. de análisis granulométrico por tamizado, s/UNE-103101.
- 6 Uds. de determinación de los límites de Atterberg, s/UNE-103103 y 103104.
- 6 Uds. de determinación de la humedad natural, s/UNE-103300.
- 6 Uds. de determinación de la densidad aparente y seca, s/UNE-103301.
- 4 Uds. de determinación cuantitativa de sulfatos solubles, s/UNE-103201.
- 2 Uds. de ensayo de corte directo sin consolidar y sin drenar, s/ UNE 103401.
- 1 Uds. de ensayo de corte directo con consolidación y drenaje, s/ UNE 103401.

En el Anejo V se incluyen los resultados de todos estos ensayos. En el Cuadro 2 adjunto se presenta un resumen de los mismos.

Para la ejecución de los ensayos descritos se ha contado con la colaboración del laboratorio de Eptisa en Madrid, inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos para el Control de la Calidad de la Edificación del Ministerio de Fomento.



CUADRO 2. RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE MUESTRA	GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD NATURAL (%)	DENSIDAD SECA (g/cm ³)	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	SULFATOS SOLUBLES (%)	CORTE DIRECTO c (kp/cm ²) y Ø (°)	CLASIFICACIÓN USCS
			<0,080mm (%)	<2mm (%)	L.L.	L.P.	I.P.						
S-1	2,00-2,60	INALT	31,0	96,4	29,2	16,3	12,9	9,2	1,97	2,15	0,000	c = 0,53 Ø = 45,2	SC
S-1	6,00-6,45	INALT	6,0	77,7	N.P.	N.P.	N.P.	5,4	1,75	1,85	0,000		SW-SM
S-1	10,10-10,50	INALT	4,2	83,0	N.P.	N.P.	N.P.	9,9	1,64	1,80			SP
S-2	1,50-2,10	INALT	16,6	83,9	26,3	18,1	8,2	7,4	1,81	1,94	0,000	c = 0,28 Ø = 47,7	SC
S-2	4,50-5,10	INALT	11,3	79,0	N.P.	N.P.	N.P.	9,4	1,88	2,06		c' = 0,01 Ø' = 43,7	SW-SM
S-2	8,00-8,30	INALT	4,1	83,4	N.P.	N.P.	N.P.	6,2	1,68	1,79	0,000		SW



6.- NATURALEZA Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL TERRENO

Los sondeos realizados confirman que, bajo una pequeña capa superficial alterada y con desarrollo de capa vegetal, el terreno de la zona está constituido por suelos predominantemente arenosos, en general **arenas con pocos finos ("arenas de miga") con intercalaciones de arenas limoarcillosas ("arenas tosquizas")**. En ambos sondeos las arenas limoarcillosas se generalizan a partir de unos 11 m de profundidad. Estos suelos presentan coloraciones marrones claras-beiges, algo más oscuras en las citadas intercalaciones. No es posible establecer una distribución clara ni una correlación de estas pequeñas intercalaciones entre sondeos, salvo la indicada presencia generalizada de arenas limoarcillosas a partir de unos 11 m de profundidad. Por ello, desde un punto de vista geotécnico, estos suelos se tratan como un conjunto único, de comportamiento geotécnico en general favorable.

Salvo la pequeña capa superficial algo alterada, son suelos de alta a muy alta compacidad, con valores de N_{30} en los ensayos SPT desde 31 hasta rechazo, pudiendo considerarse un valor medio conservador de N_{30} del orden de 40. En los ensayos de penetración DPSH, bajo una zona superior algo alterada (hasta 1-2 m de profundidad), presentan golpesos $N_{20} > 20$ hasta alcanzar el rechazo, que se produce en todos los ensayos (al margen del P-4) hacia los 6 m de profundidad desde su boca. Estos resultados son coherentes con los de los ensayos SPT.

En el citado ensayo P-4, realizado en la zona de ubicación de una nueva balsa de pre-ozonización, se obtuvieron resultados anómalos. En los tres intentos realizados en este ensayo en tres ubicaciones ligeramente diferentes separadas varios metros (ver fotografías), se obtuvo siempre un rechazo muy brusco (rebote) al alcanzar el entorno de los 2 m de profundidad, con golpesos flojos hasta dicha cota, que reflejan la presencia de rellenos. Aunque se puso especial interés en eludir posibles conducciones enterradas en la zona, estos resultados muestran que debió realizarse en ella algún tipo de actuación, que afectará a la ejecución de dicha balsa.

Las características geotécnicas de los suelos arenosos reconocidos se presentan resumidas en el Cuadro 3, en el que para mayor detalle se han diferenciado los resultados de una muestra representativa de los lentejones arenoarcillosos intercalados. Se indican los valores extremos para cada uno de los parámetros analizados y los valores medios (entre paréntesis).

Los análisis granulométricos de las muestras de arena de miga confirman que se trata de suelos con un claro predominio de arenas, con porcentajes de finos limoarcillosos ($< 0,080$ mm) variables y en general bastante bajos. Además estos finos resultan en la mayoría de los casos



no plásticos. Los lentejones arenoarcillosos presentan contenidos de finos significativos, que les dan un carácter relativamente cohesivo y una plasticidad baja.

Los resultados referentes a las humedades y densidades quedan en ambos casos dentro de los márgenes habituales en estos suelos, en general con mayores humedades y densidades al aumentar el contenido de finos. Se aprecia una mayor humedad en la muestra de arena tomada entre 10-11 m como consecuencia de la presencia de algo de agua en esa zona.

No se detectan en estos suelos contenidos de sulfatos solubles que puedan suponer problemas de agresividad a los hormigones.

CUADRO 3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS SUELOS

Parámetro	Arenas "arenas de miga"	Arenas arcillosas (intercalaciones)
Granulometría:		
Arcillas-limos (<0,080 mm)(%)	4,1-16,6 (8,4)	31,0
Arenas (0,080 a 2 mm) (%)	67,3-79,3 (73,0)	65,4
Gravas (> 2 mm) (%)	16,1-22,3 (18,6)	3,6
Plasticidad:		
Límite líquido	No plástico - 26,3	29,2
Límite plástico	No plástico - 18,1	16,3
Índice de plasticidad	No plástico - 8,2	12,9
Estado natural:		
Humedad natural (%)	5,4-9,9 (7,7)	9,2
Densidad seca (g/cm ³)	1,64-1,88 (1,75)	1,97
Densidad aparente (")	1,79-2,06 (1,89)	2,15
Sulfatos solubles(%SO ₄)	0,00	0,00
Resistencia al corte:	CD / UU	UU
Cohesión (kp/cm ²):	0,01 / 0,28	0,53
Ángulo roz. Inter. (°)	44° / 47°	45°
Ensayo SPT (N ₃₀)	65 a R	31 a R



En los ensayos de corte directo sin consolidación y rotura sin drenaje (ensayos UU), representativos del comportamiento a corto plazo, se han obtenido los valores indicados, que reflejan en todos los casos una resistencia al corte bastante elevada, acorde con los altos valores de N_{30} . Por otra parte, en un ensayo con consolidación y rotura con drenaje (con inundación de la muestra) sobre una muestra arenosa se han obtenido valores efectivos de $c' = 0,01 \text{ kp/cm}^2$ y $\phi' = 44^\circ$, siendo de esperar para los niveles más arenoarcillosos una cohesión efectiva mayor y un menor ángulo de rozamiento interno. Esto refleja la fuerte caída de la cohesión en caso de saturación de las arenas.

Dado el importante volumen de suelos a excavar y ante la posibilidad de su aprovechamiento para posteriores rellenos locales, podemos decir que con carácter general estos suelos se clasificarían como suelos "tolerables" de acuerdo al PG-3. En el caso de los niveles más arenosos, pueden llegar a resultar "adecuados", teniendo en cuenta que para ello se exige que el porcentaje de material que pasa por el tamiz 2 mm sea inferior al 80%.

7.- NIVELES DE AGUA

Durante la perforación de los sondeos, sin aporte exterior de agua, se prestó especial atención a la detección de posibles aguas freáticas.

Durante la perforación del sondeo S-1 se detectó agua hacia los 10,7 m de profundidad, en zona de contacto de arena de miga y arena tosquita. Al terminar el sondeo se dejó colocada tubería piezométrica para posteriores comprobaciones. El nivel de agua se estabilizó a 10,8 m de profundidad.

En el sondeo S-2 se detectó agua hacia los 11,6 m de profundidad, también en la citada zona de contacto, dejando colocada tubería piezométrica. El nivel de agua se estabilizó a 11,05 m de profundidad.

A la vista de estos resultados puede decirse que existe un pequeño nivel de agua colgado, de escasa entidad, en la zona de contacto arenas-arenas arcillosas. Es muy probable que este nivel tenga carácter estacional, en función de la pluviometría (en este caso los sondeos se realizaron en época de lluvias).

En estas circunstancias y teniendo en cuenta que, por su profundidad, estas agua no afectarán a las obras previstas, no se ha considerado de interés realizar análisis de las mismas.



8.- EXCAVACIONES

De acuerdo con la información facilitada, las principales excavaciones se realizarán en el edificio para instalaciones de post-ozonización y filtración de carbón activo, en la parcela de ampliación. Aquí se ha previsto una excavación de hasta unos 6 m bajo rasante.

En estas condiciones las excavaciones afectarán a los suelos arenosos con algunas intercalaciones arenoarcillosas, que podrán excavarse con medios mecánicos convencionales. Para las profundidades indicadas no habría problemas de agua en las excavaciones.

Considerando que no existen condicionantes de espacio, las excavaciones podrán ejecutarse ataluzadas, construyendo muros a dos caras con posterior relleno. Para el análisis de la estabilidad de los taludes de excavación hasta unos 6 m de altura, puede utilizarse el sencillo y conocido ábaco de Taylor (ver figura adjunta), a partir de los parámetros geotécnicos y de resistencia al corte (c y Φ) obtenidos en los ensayos de laboratorio y teniendo en cuenta también los resultados de los ensayos SPT. Tratándose de taludes de excavación provisionales, con escaso riesgo de inundación, los parámetros a considerar en el cálculo serían más próximos a los obtenidos en ensayos UU que en ensayos CD. Así de forma conservadora podríamos considerar los siguientes parámetros medios para la zona afectada por las excavaciones:

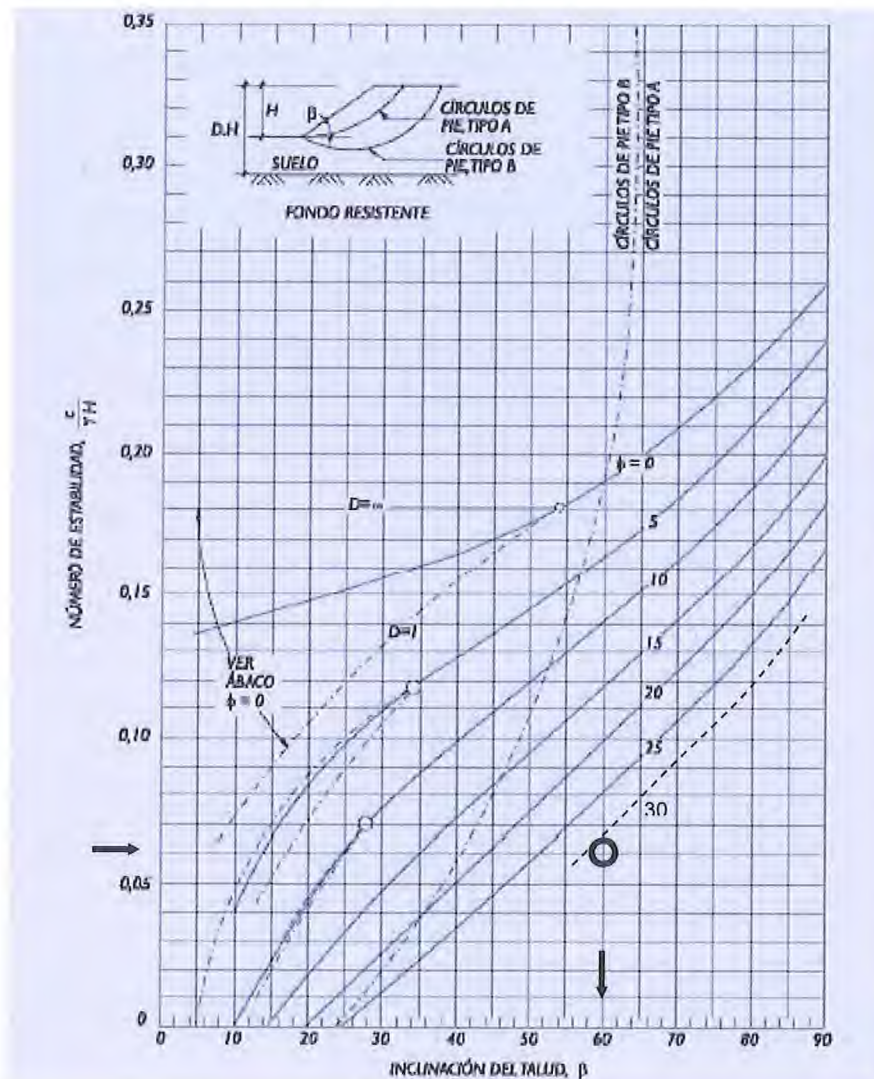
Cohesión (kp/cm^2)	0,1
Ángulo de roz. interno ($^\circ$)	40 $^\circ$
Peso específico aparente (t/m^3)	2,0

Para el estudio de la estabilidad de taludes provisionales consideramos coeficientes de seguridad de 1,4 para la cohesión y 1,3 (aplicado a $\text{tg } \Phi$) para el rozamiento, resultando $c_a = 0,72 \text{ t/m}^2$ y $\Phi_a = 33^\circ$. Para un talud de 6 m de altura se obtendría un número de estabilidad $N_e = c_a/\gamma H = 0,060$, que conduce a un talud estable de ángulo $\beta = 60^\circ$. Este ángulo equivale a un talud de pendiente intermedia entre 2:3 y 1:2 (H:V).

Para el diseño de los muros, para la evaluación de empujes del terreno, pueden considerarse los siguientes parámetros:

	<u>Rellenos compactados</u>	<u>Arenas y arenas-arcillas</u>
Cohesión efectiva (kp/cm^2)	0,0	0,01
Ángulo de roz. interno efectivo ($^\circ$)	32 $^\circ$	40 $^\circ$
Peso específico aparente (t/m^3)	1,9	2,0





Ábaco de Taylor

Los materiales excavados, clasificados según el PG-3 como "tolerables"- "adecuados", podrían utilizarse, en principio, para rellenos de trasdós de muros u otros.

Respecto al resto de las instalaciones en proyecto, el edificio para generación de ozono apenas lleva excavaciones bajo rasante, mientras que para las instalaciones de pre-ozonización están previstas excavaciones de 2-3 m. En este último caso, de acuerdo con el ensayo P-4, las excavaciones afectarían a rellenos e instalaciones enterradas y posiblemente también a suelos naturales arenosos. Para las instalaciones enterradas habrá que prever medios de demolición. Para las excavaciones se recomiendan taludes en torno a 1:1 para rellenos y 1:2 (H:V) en suelos naturales.



9.- CIMENTACIONES

A la vista de los resultados expuestos anteriormente, se analizan a continuación las condiciones de cimentación para las diversas instalaciones previstas, teniendo en cuenta en cada caso la ejecución de las excavaciones previstas.

En general los suelos arenosos de la zona, de elevada compacidad, permiten el diseño de cimentaciones directas mediante zapatas aisladas, zapatas corridas o losas.

Para el diseño de una cimentación directa por zapatas en suelos arenosos, la presión admisible para su diseño viene condicionada más que por la resistencia de las arenas por la necesaria limitación de asientos y puede obtenerse, de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación (DB SE-C, apartado 4.3.3), con las siguientes expresiones:

$$q_{adm} = 12 N_{SPT} \left(1 + \frac{D}{3B} \right) \left(\frac{S_T}{25} \right) \quad \text{para } B < 1,20 \text{ m}$$

$$q_{adm} = 8 N_{SPT} \left(1 + \frac{D}{3B} \right) \left(\frac{S_T}{25} \right) \left(\frac{B + 0,3}{B} \right)^2 \quad \text{para } B \geq 1,20 \text{ m}$$

siendo "q" la presión admisible en kN/m², "N_{SPT}" el valor medio del parámetro N₃₀ del ensayo SPT en la zona de afectación de la cimentación, "D" la profundidad de empotramiento de la cimentación en el terreno en metros, "S_T" el asiento total admisible en milímetros y "B" el ancho de la zapata en metros. El valor de D/3B no puede tomarse mayor de 0,3.

Para el nuevo edificio de post-ozonización y filtros de carbón activo, de grandes dimensiones y a construir en la parcela de ampliación, se prevén excavaciones de hasta unos 6 m bajo el terreno actual. Con ello la rasante de excavación quedaría sobre los suelos arenosos de gran compacidad, para los que podemos considerar un valor medio conservador de N_{SPT}=40. Despreciando el pequeño efecto del empotramiento de la zapata, con un asiento admisible habitual de 25 mm y suponiendo zapatas en torno a unos 2 m de lado, se obtendrían presiones en torno a q_{adm} = 423 kN/m² (4,2 kp/cm²). No obstante, de acuerdo con la experiencia en estos suelos, recomendamos no superar una presión admisible de 3,5 kp/cm² para zapatas aisladas y de 3,0 kp/cm² para zapatas corridas.

Para el diseño de posibles cimentaciones por losas, dadas las características de las obras, las presiones medias reales de trabajo serían pequeñas y perfectamente admisibles, pudiendo tomarse el valor anterior de 3,0 kp/cm² como admisible para las presiones máximas locales bajo la losa.



En los casos de cimentaciones continuas, la interacción terreno-estructura puede tenerse en cuenta a partir de parámetros como el coeficiente de balasto en placa de 30x30 cm, K_{30} . Este es un valor de referencia que, salvo que puedan hacerse ensayos de carga con placa, suele tomarse de tablas. Por otra parte hay que señalar que variaciones importantes en el valor de este parámetro introducen sólo pequeñas variaciones en el diseño final de las cimentaciones. En nuestro caso, a partir de las características de los suelos arenosos, se puede considerar un valor $K_{30} = 20 \text{ kp/cm}^3$ (200 MN/m^3).

Para el edificio de generación de ozono, sin apenas excavaciones bajo rasante, los resultados del ensayo P-3 confirman que los criterios anteriores serían válidos para cimentaciones apoyadas a partir de 1,6 m de profundidad. Para cimentaciones entre 0,6 y 1,6 m de profundidad y de acuerdo con dicho ensayo, los suelos afectados corresponden a una zona algo alterada, de arenas de compacidad media con $N_{20}=15-20$ (equivalente a $N_{SPT}=20-25$). Considerando $N_{SPT}=20$ y suponiendo zapatas en torno a unos 1,0/1,5 m de lado, se obtendrían presiones en torno a $q_{adm} = 240/230 \text{ kN/m}^2$ ($2,4-2,3 \text{ kp/cm}^2$), que se consideran también válidas para zapatas corridas y losas. En este caso se puede considerar $K_{30} = 9 \text{ kp/cm}^3$ (90 MN/m^3).

Para la instalación de pre-ozonización, con excavaciones hasta unos 2-3 m, habrá que sanear las instalaciones enterradas detectadas en los diversos emplazamientos del ensayo P-4. Se prevé que bajo ellas aparezcan los suelos naturales arenosos de alta compacidad, considerándose válidos los criterios indicados anteriormente para estos suelos.

Finalmente se recuerda que no se han detectado aguas freáticas que pueda afectar a las cimentaciones previstas y que los suelos no contienen elementos que supongan problemas de agresividad a los hormigones de cimentación, de acuerdo con los criterios de la EHE-08.

Este informe consta de dieciséis páginas numeradas y selladas y cinco anejos de 2, 5, 9, 7 y 22 páginas respectivamente.

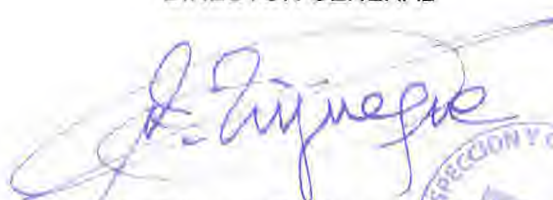
Madrid, enero de 2017

JEFE DEL DEPARTAMENTO
DE GEOTECNIA



José Carlos de Castro Gutiérrez
Ingeniero de Caminos, C. y P.

VºBº
DIRECTOR GENERAL



Valentín Trijueque Gutiérrez de los Santos
Ingeniero Civil



ANEJOS

ANEJO I

MAPA GEOLÓGICO GENERAL

MAPA GEOLÓGICO GENERAL

(Tomado de Mapa Geológico de España 1:50.000. Móstoles - 581)

LEYENDA

CUATERNARIO	HOLOCENO		20	21	22	23	24
	PLEISTOCENO	SUPERIOR	19	19	19	19	19
		MEDIO	17	17	17	17	15
		INFERIOR	16	16	16	16	14
TERCIARIO	NEÓGENO	MIOCENO	SUPERIOR	13	12	11	10
				9	8	7	6
	MIOCENO	MEDIO	ARAGONIENSE	5	5	5	5
				4	3	2	1

- 24 Bloques, cantos y arenas (Depósitos antrópicos)
- 23 Arenas con cantos y lutitas (Cono aluvial - 2ª generación)
- 22 Arenas y lutitas con cantos (Coluviones)
- 21 Arenas con cantos (Fondo de valle y cauces estivos)
- 20 Arenas y lutitas a veces con cantos (Llanura de inundación y/o primera terraza)
- 19 Arenas con cantos y lutitas (Cono aluvial - 1ª generación)
- 18 Arenas a veces con cantos, limos y gravas (Terraza baja)
- 17 Arenas a veces con cantos, limos y gravas (Terraza media)
- 16 Arenas a veces con cantos, limos y gravas (Terraza alta)
- 15 Gravas y/o arenas a veces con cantos (Glacia)
- 14 Arenas con cantos dispersos (Glacia antiguo)
- 13 Arcosas gruesas
- 12 Arcosas y lutitas ocreas
- 11 Arcosas blancas con cantos
- 10 Arcosas blancas y ocreas con cantos y bloques
- 9 Arcosas ocreas con bloques muy gruesos
- 8 Lutitas ocreas y amocase
- 7 Arcosas con cantos
- 6 Arcosas con cantos y bloques
- 5 Arcosas con cantos y bloques muy gruesos
- 4 Lutitas ocreas con algunas intercalaciones carbonatadas
- 3 Arcosas ocreas con cantos
- 2 Arcosas con cantos y bloques
- 1 Arcosas con cantos y bloques muy gruesos



CANAL DE ISABEL II
GESTIÓN S.A.

TRABAJOS GEOTÉCNICOS PARA PROYECTO DE TRATAMIENTO DE
AFINO Y MEJORAS EN LA E.T.A.P. DE GRIÑÓN

REF^a: C-130014/80_M G-160069-M-IG

ANEJO II

PLANO DE SITUACIÓN DE PUNTOS DE RECONOCIMIENTO.
DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA.

S: sondeo a rotación

P: ensayo de penetración DPSH









ANEJO III

REGISTROS DE SONDEOS.
FOTOGRAFÍAS DE LAS CAJAS DE TESTIGO.



SONDEO N°: S-1

Cota boca:

Fecha: 15-12-16

Trabajo: E.G. Ampliación y mejoras en E.T.A.P. de Griñón

Peticionario: CANAL ISABEL SEGUNDA GESTIÓN S.A. Ref.: C-130014/80_M

Profundidad	Litología	Descripción	Profundidad muro del nivel	Muestras y golpesos	Nivel de agua	LL	LP	% Finos	Humedad natural %	Densidad seca g/cm3	Comp. Simple Kp/cm2	Observaciones
		Suelo arenoso alterado	0.40									
1		Arenas algo limoarcillosas (arenas de miga)	1.80									
2		Arenas limoarcillosas (arenas tosquizas)	4.70	2,00-2,60 M.I. (17-24-24-30)		22,9	16,3	31,0	9,2	1,97		%SO4=0,00 c=0,5 kp/cm2 $\phi=45^\circ$
3												
4				4,10-4,70 SPT (11-20-31-40)								
5		Arenas algo limosas (arenas de miga)	7.00									
6				6,00-6,45 M.I. (28-40-61)		N.P.	N.P.	6,0	5,4	1,75		%SO4=0,00
7		Arenas limoarcillosas (arenas tosquizas)	7.70									
8		Arenas algo limosas (arenas de miga)	10.90	8,10-8,55 SPT (20-35-61)								
9												
10				10,10-10,50 M.I. (25-40-50 R)		N.P.	N.P.	4,2	9,9	1,64		Al perforar se detecta agua hacia los 10,7 m
11					10.80							
12		Arenas limoarcillosas (arenas tosquizas)	12.55	12,10-12,55 SPT (23-37-50)								
13												
14												

SPT Ensayo normal de penetración M.I. Muestra inalterada a percusión T.P. Testigo parafinado

Sistema de perforación: A rotación. Batería. Corona de widia.

Diámetro de perforación: 116-101 mm.

Revestimiento: No

Sondista: Macías

Máquina: Rolatec RL-48-L

EG001.RO



SONDEO N°: S-2

Cota boca:

Fecha: 15-12-16

Trabajo: E.G. Ampliación y mejoras en E.T.A.P. de Griñón

Peticionario: CANAL ISABEL SEGUNDA GESTIÓN S.A. Ref.: C-130014/80_M

Profundidad	Litología	Descripción	Profundidad muro del nivel	Muestras y golpesos	Nivel de agua	LL	LP	% Finos	Humedad natural %	Densidad seca g/cm3	Comp. Simple Kp/cm2	Observaciones
		Suelo arenoso alterado	0.40									
1		Arenas algo limoarcillosas (arenas de miga)	2.60	1,50-2,10 M.I. (25-38-43-74)		26,3	18,1	16,6	7,4	1,81		%SO4=0,00 c=0,28kp/cm2 $\phi=47^\circ$
2												
3		Arenas limoarcillosas (arenas tosquizas)	4.50	3,10-3,70 SPT (8-13-18-25)								
4												
5		Arenas algo limosas (arenas de miga)		4,50-5,10 M.I. (22-34-35-45)		N.P.	N.P.	19,4	9,4	1,88		c' =0,01kp/cm2 $\phi' =43^\circ$
6				6,10-6,70 SPT (27-30-35-43)								
7												
8			11.10	8,00-8,30 M.I. (37-56)		N.P.	N.P.	4,1	6,2	1,68		%SO4=0,00
9												
10												
11					11.05							Al perforar se detecta agua hacia los 11,6 m
12		Arenas limoarcillosas (arenas tosquizas)		11,00-11,60 SPT (17-19-21-26)								
13			14.50									
14				14,10-14,50 SPT (12-34-78 R)								

SPT Ensayo normal de penetración M.I. Muestra inalterada a percusión T.P. Testigo parafinado

Sistema de perforación: A rotación. Batería. Corona de widia.

Diámetro de perforación: 116-101 mm.

Revestimiento: No

Sondista: Macias

Máquina: Rolatec RL-48-L

EG001.RO













ANEJO IV

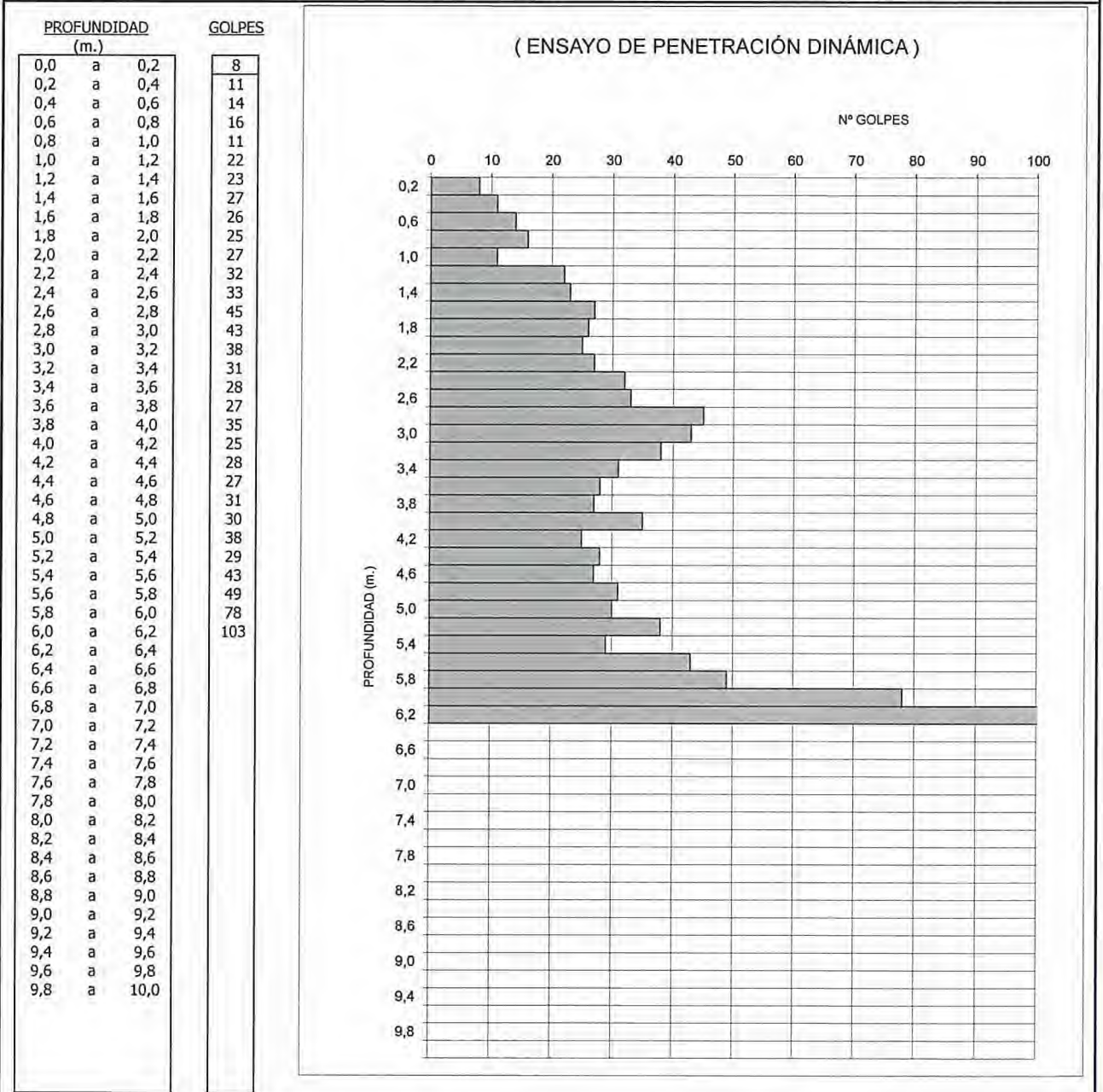
GRÁFICOS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DPSH.

	LABORATORIO EPTISA Tlf. 913 589 077 FAX 913 589 845 C/ María Tubau, 8 28050 . Madrid	Laboratorio habilitado por la Comunidad de Madrid e inscrito en el registro General del CTE como LECCE con N.º MAD-L-032 en las áreas de actuación: GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM.
---	---	--




TRABAJO : MP-2118-870 **PETICIÓN Nº:** DSI-99744 **CLAVE:** **HOJA 1 DE 1**

INFORME DE PENETRACIÓN DINÁMICA

PETICIONARIO: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL
PROYECTO / OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN
LOCALIZACIÓN: P-1
FECHA DE REALIZACIÓN: 16/012/2016 **FECHA DE REGISTRO** 16/12/2016 **PROFUNDIDAD ALCANZADA:** 6,20 m
TIPO: DPSH **PESO DE LA MAZA:** 63,5 Kg **ALTURA DE CAIDA:** 0,75 m.



OBSERVACIONES:

 Fdo. Elena López Urgoiti DIRECTOR DEL LABORATORIO		Madrid, 21 de Septiembre de 2016  Fdo. Jose Claudio Serrano Checa JEFE DE ÁREA
---	---	--

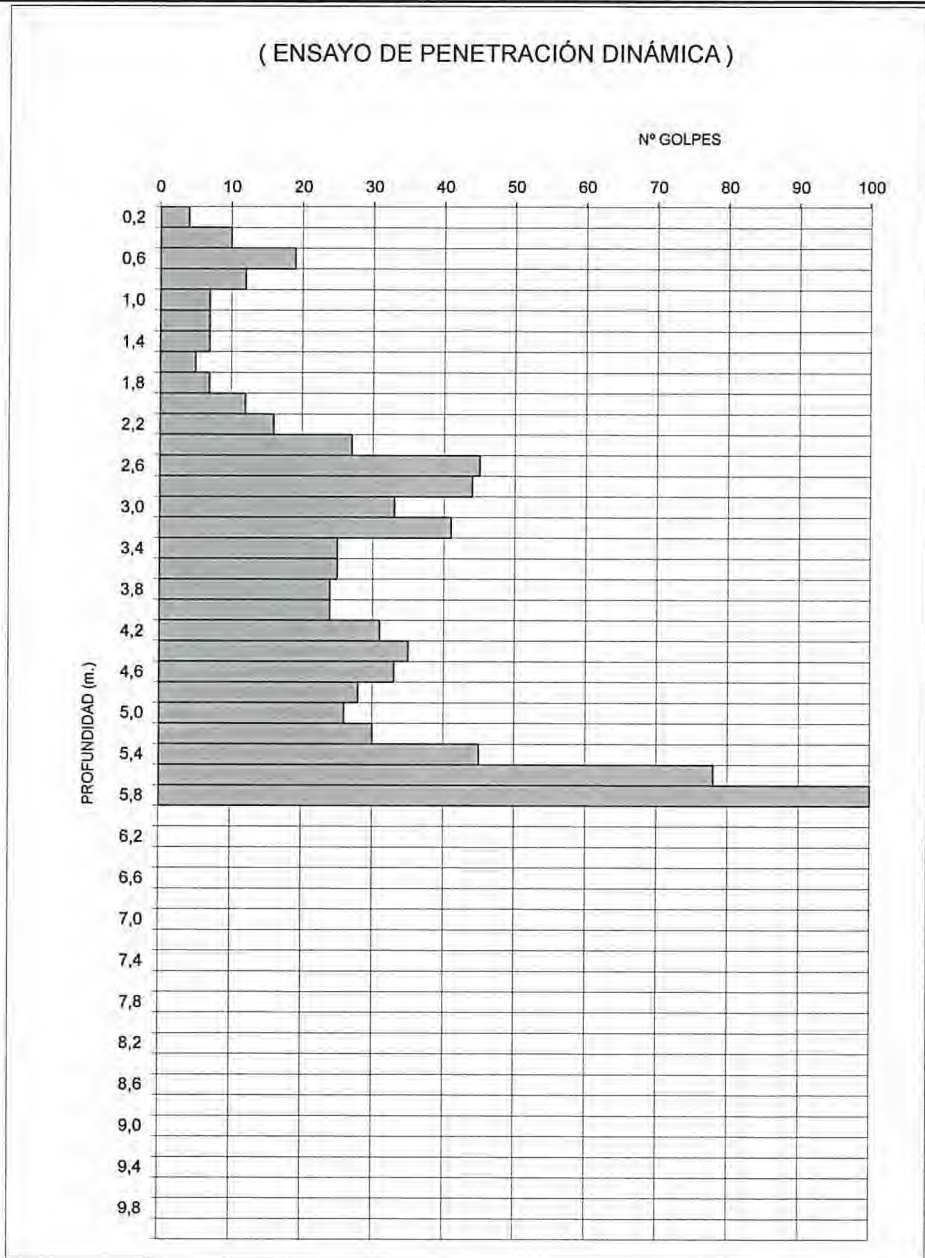
	LABORATORIO EPTISA Tlef. 913 589 077 FAX 913 589 845 C/ María Tubau, 8 28050 , Madrid	Laboratorio habilitado por la Comunidad de Madrid e inscrito en el registro General del CTE como LECCE con N.º MAD-L-032 en las áreas de actuación: GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM.
---	--	--

TRABAJO : MP-2118-870 **PETICIÓN Nº:** DSI-99745 **CLAVE:** **HOJA 1 DE 1**


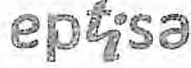

INFORME DE PENETRACIÓN DINÁMICA

PETICIONARIO: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL
PROYECTO / OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN
LOCALIZACIÓN: P-2
FECHA DE REALIZACIÓN: 16/012/2016 **FECHA DE REGISTRO** 16/12/2016 **PROFUNDIDAD ALCANZADA:** 5,80 m
TIPO: DPSH **PESO DE LA MAZA:** 63,5 Kg **ALTURA DE CAIDA:** 0,75 m.

PROFUNDIDAD (m.)	GOLPES
0,0 a 0,2	4
0,2 a 0,4	10
0,4 a 0,6	19
0,6 a 0,8	12
0,8 a 1,0	7
1,0 a 1,2	7
1,2 a 1,4	7
1,4 a 1,6	5
1,6 a 1,8	7
1,8 a 2,0	12
2,0 a 2,2	16
2,2 a 2,4	27
2,4 a 2,6	45
2,6 a 2,8	44
2,8 a 3,0	33
3,0 a 3,2	41
3,2 a 3,4	25
3,4 a 3,6	25
3,6 a 3,8	24
3,8 a 4,0	24
4,0 a 4,2	31
4,2 a 4,4	35
4,4 a 4,6	33
4,6 a 4,8	28
4,8 a 5,0	26
5,0 a 5,2	30
5,2 a 5,4	45
5,4 a 5,6	78
5,6 a 5,8	100
5,8 a 6,0	
6,0 a 6,2	
6,2 a 6,4	
6,4 a 6,6	
6,6 a 6,8	
6,8 a 7,0	
7,0 a 7,2	
7,2 a 7,4	
7,4 a 7,6	
7,6 a 7,8	
7,8 a 8,0	
8,0 a 8,2	
8,2 a 8,4	
8,4 a 8,6	
8,6 a 8,8	
8,8 a 9,0	
9,0 a 9,2	
9,2 a 9,4	
9,4 a 9,6	
9,6 a 9,8	
9,8 a 10,0	



OBSERVACIONES:

 Fdo. Elena López Urgoiti DIRECTOR DEL LABORATORIO		Madrid, 21 de Septiembre de 2016  Fdo. Jose Claudio Serrano Checa JEFE DE ÁREA
---	---	--

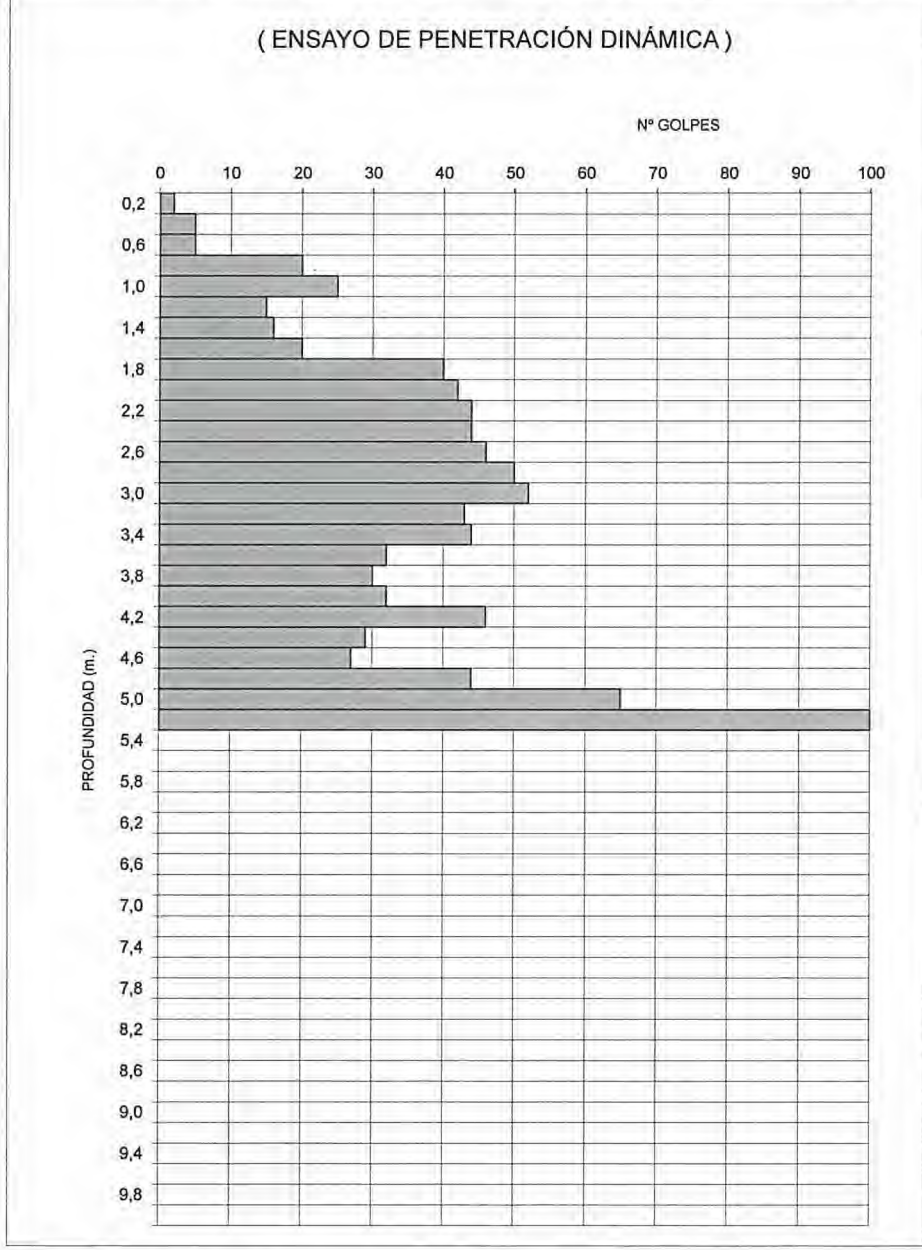
	LABORATORIO EPTISA Tlef. 913 589 077 FAX 913 589 845 C/ María Tubau, 8 28050 . Madrid	Laboratorio habilitado por la Comunidad de Madrid e inscrito en el registro General del CTE como LECCE con N.º MAD-L-032 en las áreas de actuación: GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM.
---	--	--

TRABAJO : MP-2118-870 **PETICIÓN N.º:** DSI-99746 **CLAVE:** **HOJA 1 DE 1**

INFORME DE PENETRACIÓN DINÁMICA

PETICIONARIO: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL
PROYECTO / OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN
LOCALIZACIÓN: P-3
FECHA DE REALIZACIÓN: 16/012/2016 **FECHA DE REGISTRO:** 16/12/2016 **PROFUNDIDAD ALCANZADA:** 5,20 m
TIPO: DPSH **PESO DE LA MAZA:** 63,5 Kg **ALTURA DE CAIDA:** 0,75 m.

PROFUNDIDAD (m.)	GOLPES
0,0 a 0,2	2
0,2 a 0,4	5
0,4 a 0,6	5
0,6 a 0,8	20
0,8 a 1,0	25
1,0 a 1,2	15
1,2 a 1,4	16
1,4 a 1,6	20
1,6 a 1,8	40
1,8 a 2,0	42
2,0 a 2,2	44
2,2 a 2,4	44
2,4 a 2,6	46
2,6 a 2,8	50
2,8 a 3,0	52
3,0 a 3,2	43
3,2 a 3,4	44
3,4 a 3,6	32
3,6 a 3,8	30
3,8 a 4,0	32
4,0 a 4,2	46
4,2 a 4,4	29
4,4 a 4,6	27
4,6 a 4,8	44
4,8 a 5,0	65
5,0 a 5,2	100
5,2 a 5,4	
5,4 a 5,6	
5,6 a 5,8	
5,8 a 6,0	
6,0 a 6,2	
6,2 a 6,4	
6,4 a 6,6	
6,6 a 6,8	
6,8 a 7,0	
7,0 a 7,2	
7,2 a 7,4	
7,4 a 7,6	
7,6 a 7,8	
7,8 a 8,0	
8,0 a 8,2	
8,2 a 8,4	
8,4 a 8,6	
8,6 a 8,8	
8,8 a 9,0	
9,0 a 9,2	
9,2 a 9,4	
9,4 a 9,6	
9,6 a 9,8	
9,8 a 10,0	



OBSERVACIONES:

 Fdo. Elena López Urgoiti DIRECTOR DEL LABORATORIO		Madrid, 21 de Septiembre de 2016  Fdo. Jose Claudio Serrano Checa JEFE DE ÁREA
---	---	--

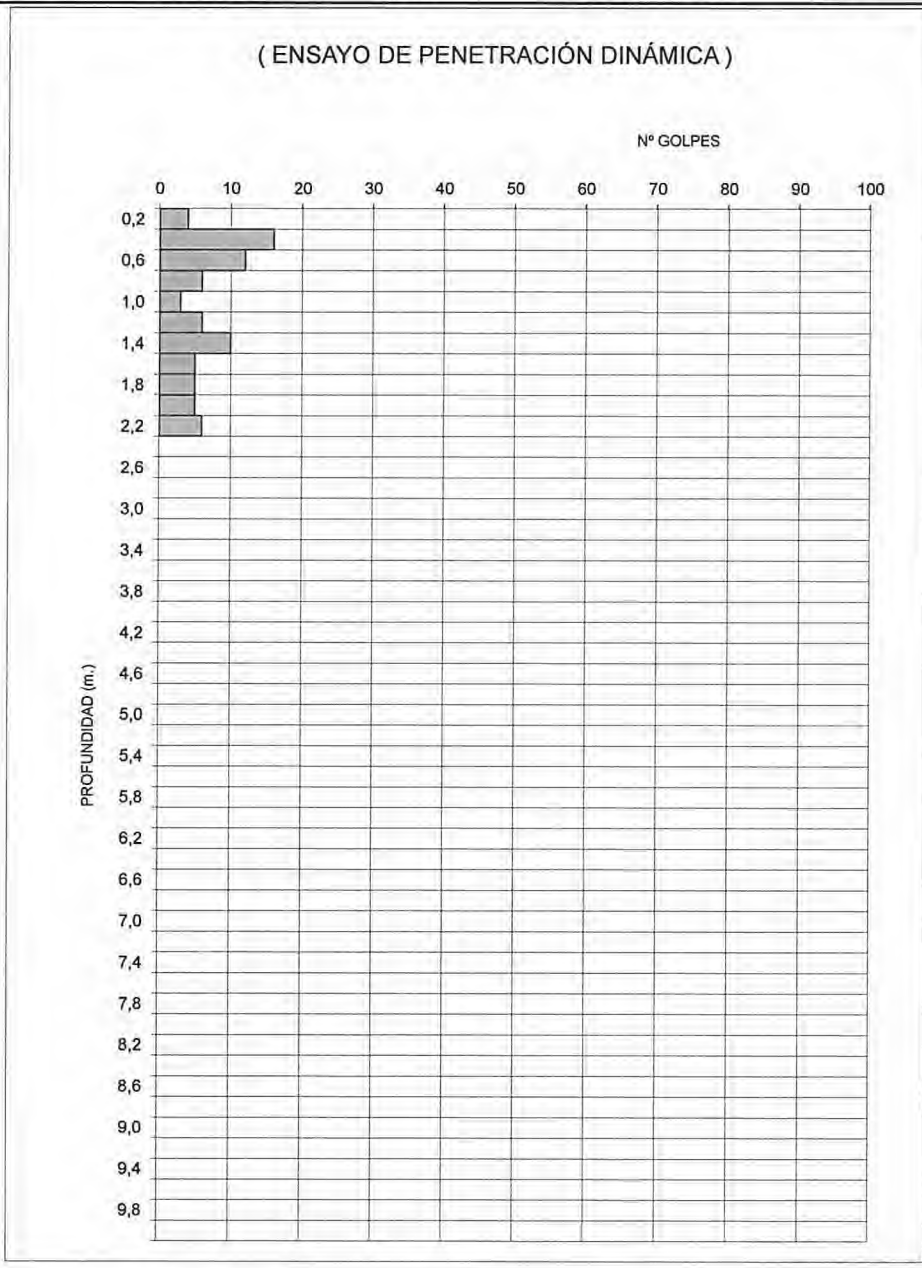
	LABORATORIO EPTISA Tlef. 913 589 077 FAX 913 589 845 C/ María Tubau, 8 28050 - Madrid	Laboratorio habilitado por la Comunidad de Madrid e inscrito en el registro General del CTE como LECCE con N.º MAD-L-032 en las áreas de actuación: GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM.
---	--	--

TRABAJO: MP-2118-870 **PETICIÓN Nº:** DSI-99747 **CLAVE:** **HOJA 1 DE 1**

INFORME DE PENETRACIÓN DINÁMICA

PETICIONARIO: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL
PROYECTO / OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN
LOCALIZACIÓN: P-4
FECHA DE REALIZACIÓN: 16/012/2016 **FECHA DE REGISTRO:** 16/12/2016 **PROFUNDIDAD ALCANZADA:** 2,20 m
TIPO: DPSH **PESO DE LA MAZA:** 63,5 Kg **ALTURA DE CAIDA:** 0,75 m.

PROFUNDIDAD (m.)	GOLPES
0,0 a 0,2	4
0,2 a 0,4	16
0,4 a 0,6	12
0,6 a 0,8	6
0,8 a 1,0	3
1,0 a 1,2	6
1,2 a 1,4	10
1,4 a 1,6	5
1,6 a 1,8	5
1,8 a 2,0	5
2,0 a 2,2	6
2,2 a 2,4	
2,4 a 2,6	REBOTA
2,6 a 2,8	
2,8 a 3,0	
3,0 a 3,2	
3,2 a 3,4	
3,4 a 3,6	
3,6 a 3,8	
3,8 a 4,0	
4,0 a 4,2	
4,2 a 4,4	
4,4 a 4,6	
4,6 a 4,8	
4,8 a 5,0	
5,0 a 5,2	
5,2 a 5,4	
5,4 a 5,6	
5,6 a 5,8	
5,8 a 6,0	
6,0 a 6,2	
6,2 a 6,4	
6,4 a 6,6	
6,6 a 6,8	
6,8 a 7,0	
7,0 a 7,2	
7,2 a 7,4	
7,4 a 7,6	
7,6 a 7,8	
7,8 a 8,0	
8,0 a 8,2	
8,2 a 8,4	
8,4 a 8,6	
8,6 a 8,8	
8,8 a 9,0	
9,0 a 9,2	
9,2 a 9,4	
9,4 a 9,6	
9,6 a 9,8	
9,8 a 10,0	



OBSERVACIONES:

 Fdo. Elena López Urgoiti DIRECTOR DEL LABORATORIO		Madrid, 21 de Septiembre de 2016  Fdo. Jose Claudio Serrano Checa JEFE DE ÁREA
---	---	--

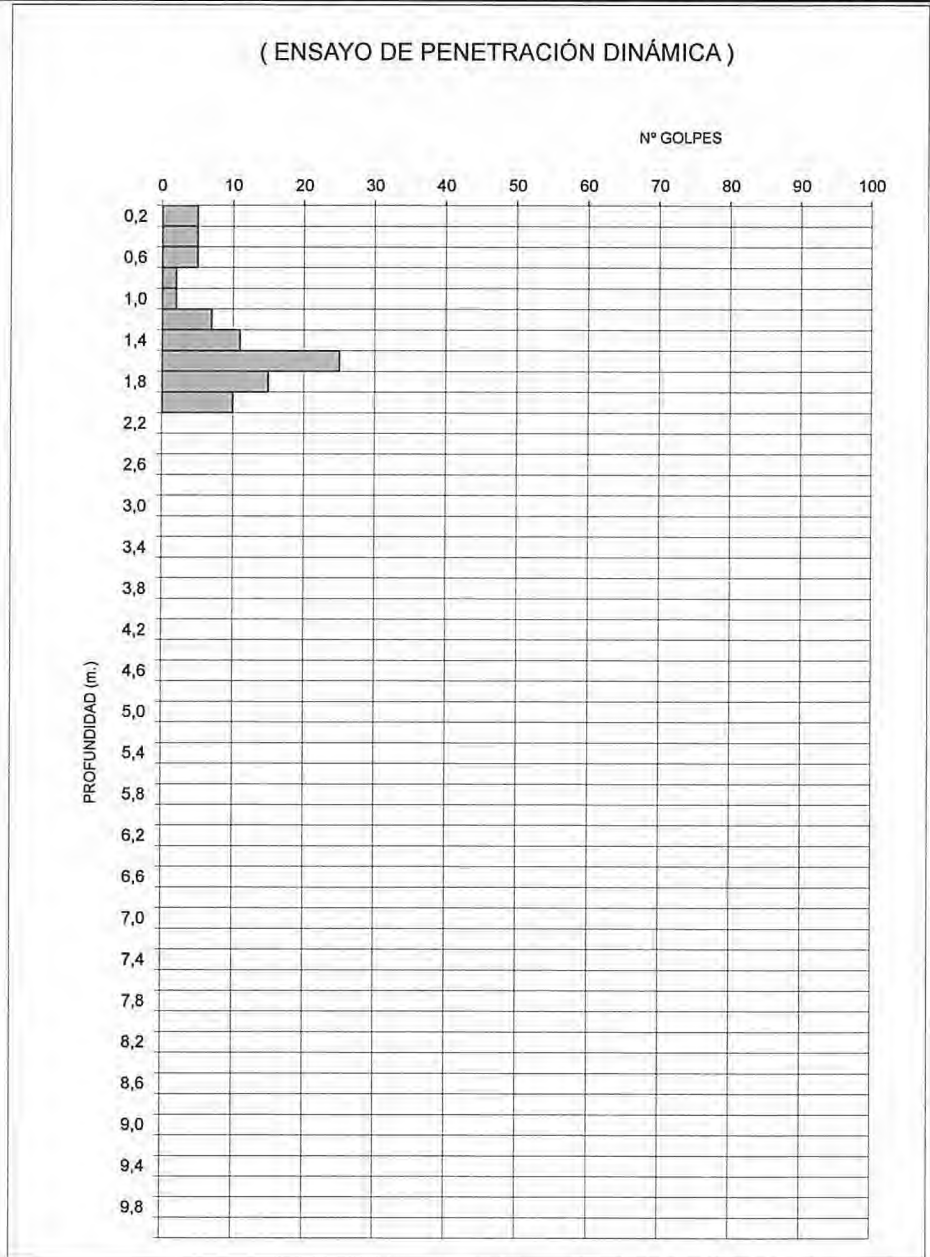
	LABORATORIO EPTISA Tlef. 913 589 077 FAX 913 589 845 C/ María Tubau, 8 28050 . Madrid	Laboratorio habilitado por la Comunidad de Madrid e inscrito en el registro General del CTE como LECCE con N.º MAD-L-032 en las áreas de actuación: GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM.
--	---	--

TRABAJO : MP-2118-870 **PETICIÓN Nº**DSI-99747 (2) **CLAVE:** **HOJA 1 DE 1**

INFORME DE PENETRACIÓN DINÁMICA

PETICIONARIO: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL
PROYECTO / OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN
LOCALIZACIÓN: P-4 (2)
FECHA DE REALIZACIÓN: 16/12/2016 **FECHA DE REGISTRO** 16/12/2016 **PROFUNDIDAD ALCANZADA:** 2,00 m
TIPO: DPSH **PESO DE LA MAZA:** 63,5 Kg **ALTURA DE CAIDA:** 0,75 m.

PROFUNDIDAD (m.)	GOLPES
0,0 a 0,2	5
0,2 a 0,4	5
0,4 a 0,6	5
0,6 a 0,8	2
0,8 a 1,0	2
1,0 a 1,2	7
1,2 a 1,4	11
1,4 a 1,6	25
1,6 a 1,8	15
1,8 a 2,0	10
2,0 a 2,2	REBOTA
2,2 a 2,4	
2,4 a 2,6	
2,6 a 2,8	
2,8 a 3,0	
3,0 a 3,2	
3,2 a 3,4	
3,4 a 3,6	
3,6 a 3,8	
3,8 a 4,0	
4,0 a 4,2	
4,2 a 4,4	
4,4 a 4,6	
4,6 a 4,8	
4,8 a 5,0	
5,0 a 5,2	
5,2 a 5,4	
5,4 a 5,6	
5,6 a 5,8	
5,8 a 6,0	
6,0 a 6,2	
6,2 a 6,4	
6,4 a 6,6	
6,6 a 6,8	
6,8 a 7,0	
7,0 a 7,2	
7,2 a 7,4	
7,4 a 7,6	
7,6 a 7,8	
7,8 a 8,0	
8,0 a 8,2	
8,2 a 8,4	
8,4 a 8,6	
8,6 a 8,8	
8,8 a 9,0	
9,0 a 9,2	
9,2 a 9,4	
9,4 a 9,6	
9,6 a 9,8	
9,8 a 10,0	



OBSERVACIONES:

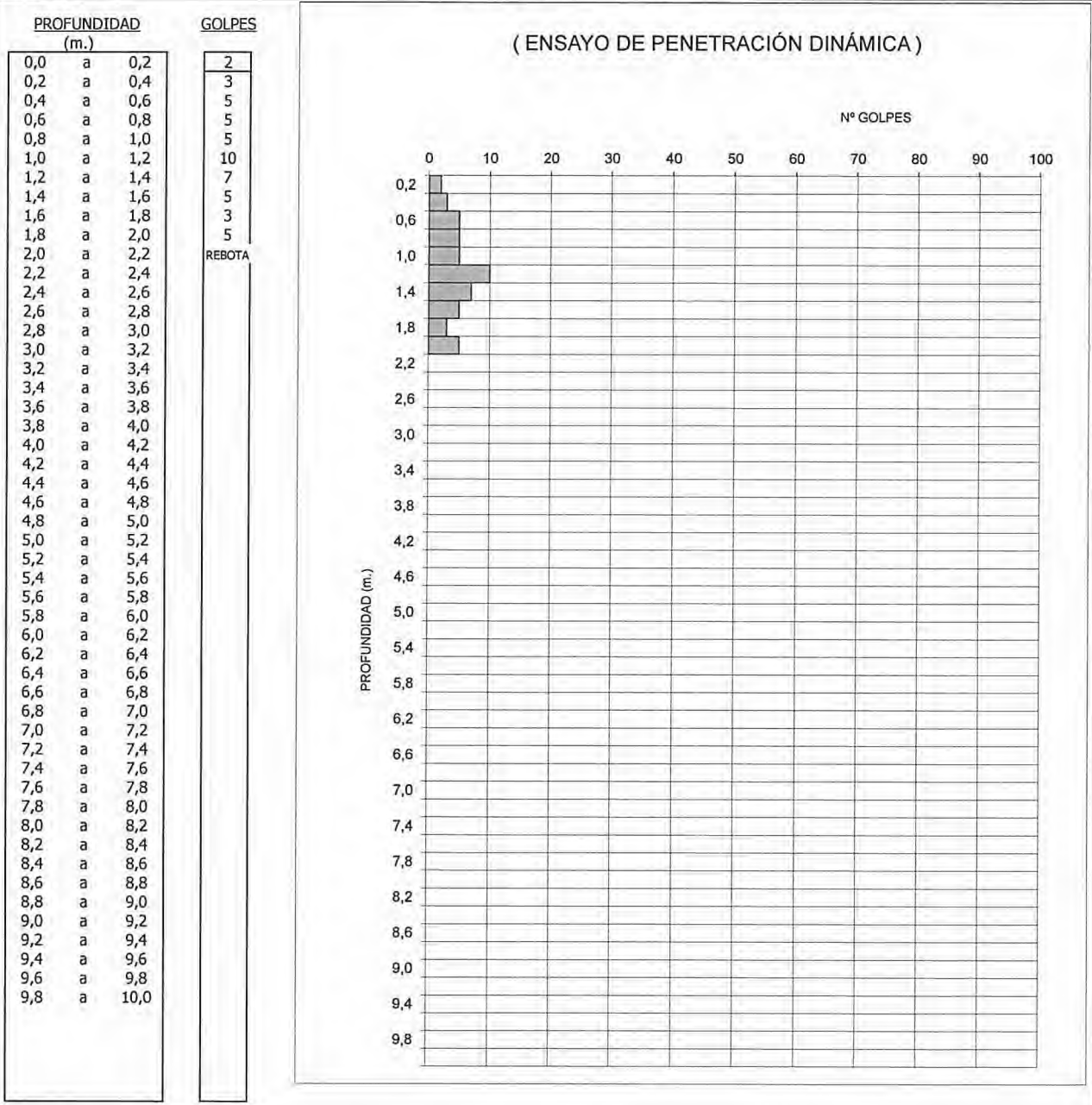
 Fdo. Elena López Urgoiti <small>DIRECTOR DEL LABORATORIO</small>		Madrid, 21 de Septiembre de 2016 Fdo. Jose Claudio Serrano Checa <small>JEFE DE ÁREA</small>
---	--	--

	LABORATORIO EPTISA Tlef. 913 589 077 FAX 913 589 845 C/ María Tubau, 8 28050 . Madrid	Laboratorio habilitado por la Comunidad de Madrid e inscrito en el registro General del CTE como LECCE con N.º MAD-L-032 en las áreas de actuación: GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM.
---	--	--




TRABAJO : MP-2118-870 **PETICIÓN Nº**DSI-99747 (3) **CLAVE:** **HOJA 1 DE 1**

INFORME DE PENETRACIÓN DINÁMICA

PETICIONARIO: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL
PROYECTO / OBRA: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN
LOCALIZACIÓN: P-4 (3)
FECHA DE REALIZACIÓN: 16/12/2016 **FECHA DE REGISTRO** 16/12/2016 **PROFUNDIDAD ALCANZADA:** 2,00 m
TIPO: DPSH **PESO DE LA MAZA:** 63,5 Kg **ALTURA DE CAIDA:** 0,75 m.



OBSERVACIONES:

 Fdo. Elena López Urgoiti DIRECTOR DEL LABORATORIO		Madrid, 21 de Septiembre de 2016  Fdo. Jose Claudio Serrano Checa JEFE DE ÁREA
---	---	--

ANEJO V

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.
c/ María Tubau, 8
28050-MADRID
fuencarral@eptisa.com
Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Laboratorio habilitado por la Comunidad
de Madrid e inscrito en el Registro
General del CTE como LECCE con N.º
MAD-L-032 en la áreas de actuación:
GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM

TRABAJO: **MP2118-870**

MUESTRA: **DS.32606**

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL, S.A.

Dirección: C/ Príncipe de Vergara, 55, bajo 28006 MADRID (MADRID)

Obra: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN

(Facilitada por el peticionario)

Material:

Muestra: Entregada por el solicitante

Fecha de recepción: 21-12-2016

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo 1. Muestra inalterada. Profundidad de 2,00 a 2,60 m.

ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico.
Humedad natural.
Densidades húmeda y seca.
Límites de Atterberg. Límite líquido.
Límites de Atterberg. Límite plástico.
Contenido en sulfatos.
Corte Directo UU.

Observaciones:



eptisa

V.º B.º: ELENA LÓPEZ URGOITI
Director de laboratorio



MAD, a 13/01/2017
Fdo: JOSE CLAUDIO SERRANO CHECA
Jefe de Área

Está prohibida la reproducción parcial de este informe sin el expreso consentimiento de EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.

Estos resultados hacen referencia únicamente a la muestra ensayada, de la cual EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L. se hace responsable tan solo en el caso de que haya sido tomada por sus técnicos. Las fechas de inicio y finalización, así como otros datos relativos a los ensayos incluidos en esta página se encuentran a disposición del cliente en el laboratorio

EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.
c/ María Tubau, 8
28050-MADRID
fuencarral@eptisa.com
Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Laboratorio habilitado por la Comunidad
de Madrid e inscrito en el Registro
General del CTE como LECCE con N.º
MAD-L-032 en la áreas de actuación:
GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM

TRABAJO: **MP2118-870**

MUESTRA: **DS.32606**

CLAVE:

Hoja 2 de 3

Peticionario: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL, S.A.

Dirección: C/ Príncipe de Vergara, 55, bajo 28006 MADRID (MADRID)

Obra: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN

(Facilitada por el peticionario)

Material:

Muestra: Entregada por el solicitante

Fecha de recepción: 21-12-2016

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo 1. Muestra inalterada. Profundidad de 2,00 a 2,60 m.

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	
Clasificación Casagrande		SC	
Clasificación AASHTO		A-2-6 (0)	
Límites de Atterberg			
Límite líquido	UNE 103103: 1994	29,2	
Límite plástico	UNE 103104: 1993	16,3	
Índice de plasticidad		12,9	
Humedad natural (%)	UNE 103300: 1993	9,2	
Densidad suelo		Húmeda (g/cm³) 2,15	Seca (g/cm³) 1,97
Sulfatos solubles (%) (Muestra total)	UNE 103 201:1996 Err:03	0,000	
Corte Directo UU	UNE- 103401:98		
Cohesion (kg/cm2)		0,53	
Angulo de rozamiento (ϕ°)		45,2	
Observaciones: Informe anexo de 1 página			
Análisis granulométrico ⁽¹⁾	UNE 103101: 1995	Ver los resultados de este ensayo en las siguientes páginas del informe.	

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe



EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.
 c/ María Tubau, 8
 28050-MADRID
 fuencarral@eptisa.com
 Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

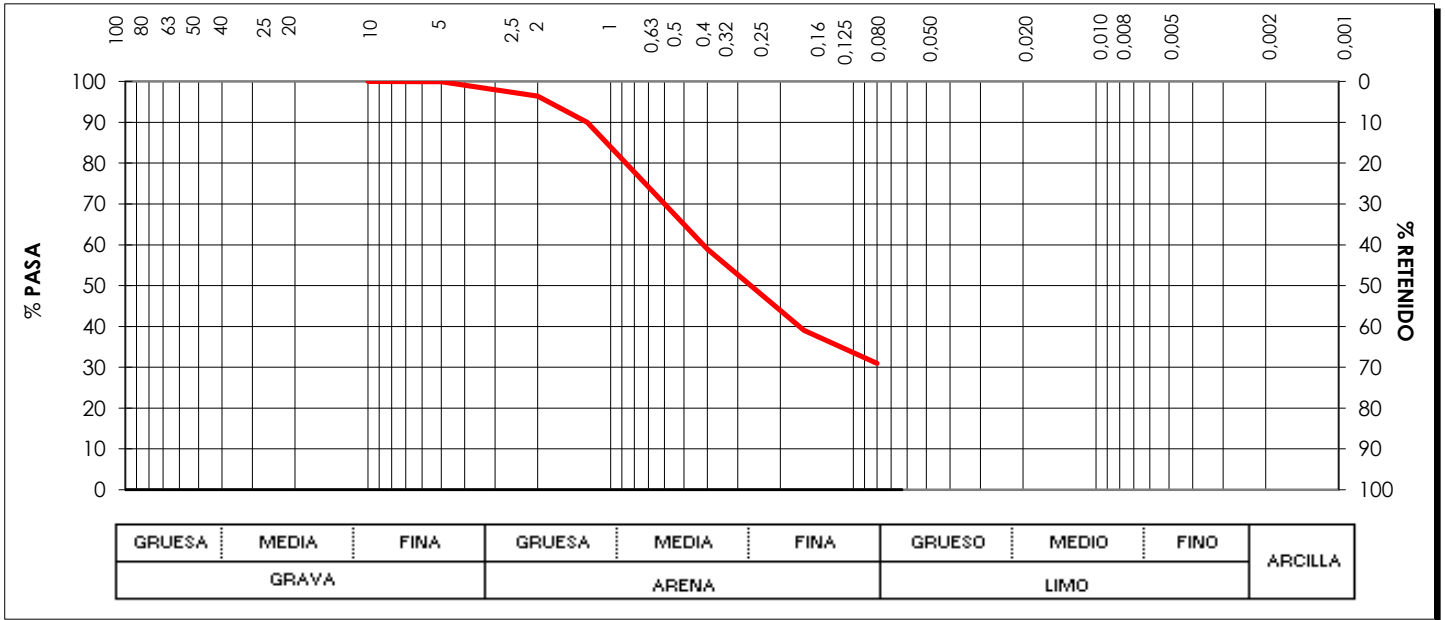
Laboratorio habilitado por la Comunidad de Madrid e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N.º MAD-L-032 en la áreas de actuación: GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM

TRABAJO: **MP2118-870** MUESTRA: **DS.32606** CLAVE: Hoja 3 de 3

Peticionario: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL, S.A.
Dirección: C/ Príncipe de Vergara, 55, bajo 28006 MADRID (MADRID)
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN
 (Facilitada por el peticionario)
Material:
Muestra: Entregada por el solicitante **Fecha de recepción:** 21-12-2016
Lugar de entrega
Procedencia: Sondeo 1. Muestra inalterada. Profundidad de 2,00 a 2,60 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 09-01-2017 **Fecha finalización ensayo:** 10-01-2017



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,080	0,063
% que pasa												100,0			99,9			96,4	89,9		59,0		39,0		31,0	

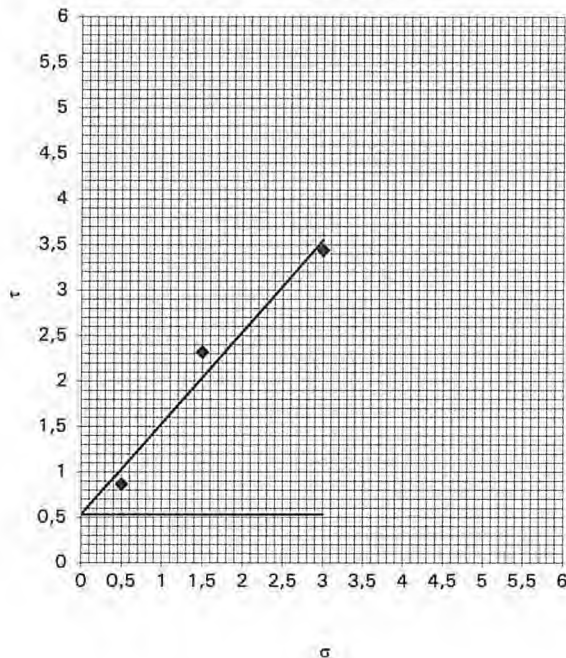
Observaciones:

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE-103401-98)

Tipo de Ensayo: Sin consolidar y sin drenaje (UU)

Velocidad del Ensayo 1,200 mm/min.

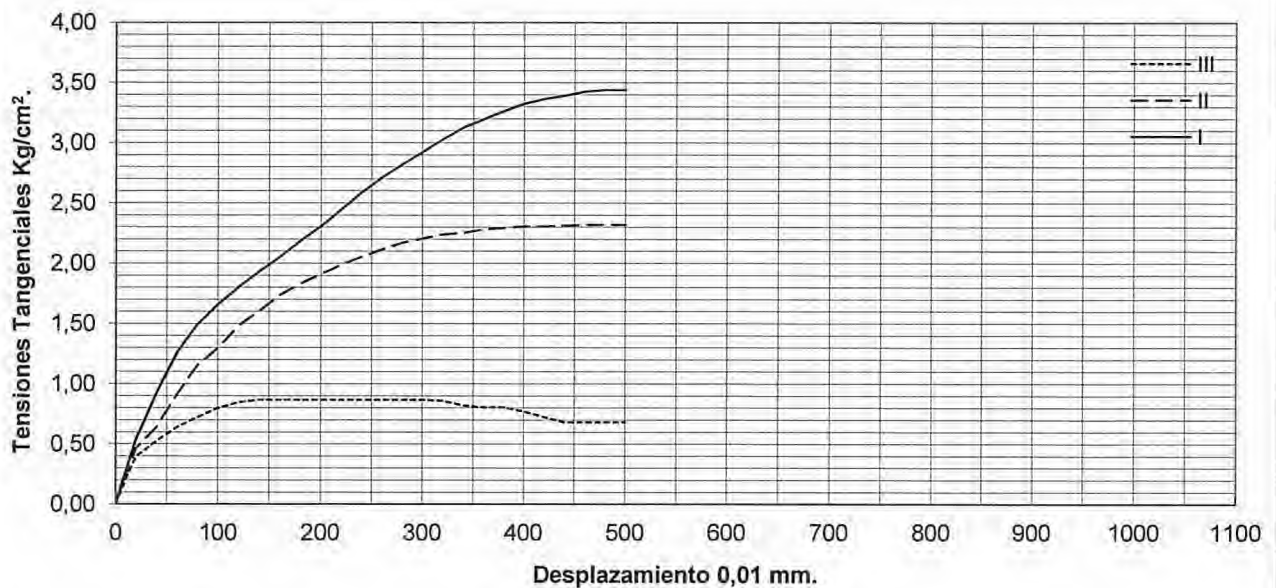
Tipo de Muestra: Inalterada



Prueba N°	s (Kg/cm ²)	t (Kg/cm ²)
1	0,50	0,87
2	1,50	2,32
3	3,00	3,44
Densidad	% Humedad Inicial	% Humedad Final
1,85	11,09	10,97
1,85	11,20	10,98
1,87	11,10	11,08

C (Kg/cm²)
0,53

ϕ °
45,2



Obsevaciones:

Madrid, 30-dic-16

Fdo. Eneko López Urigou
DIRECTOR DEL LABORATORIO

EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.
c/ María Tubau, 8
28050-MADRID
fuencarral@eptisa.com
Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Laboratorio habilitado por la Comunidad
de Madrid e inscrito en el Registro
General del CTE como LECCE con N.º
MAD-L-032 en la áreas de actuación:
GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM

TRABAJO: **MP2118-870**

MUESTRA: **DS.32607**

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL, S.A.

Dirección: C/ Príncipe de Vergara, 55, bajo 28006 MADRID (MADRID)

Obra: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN

(Facilitada por el peticionario)

Material:

Muestra: Entregada por el solicitante

Fecha de recepción: 21-12-2016

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo 1. Muestra inalterada. Profundidad de 6,00 a 6,45 m.

ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico.

Humedad natural.

Densidades húmeda y seca.

Límites de Atterberg. Límite líquido.

Límites de Atterberg. Límite plástico.

Contenido en sulfatos.

Observaciones:



eptisa

V.º B.º: ELENA LÓPEZ URGOITI

Director de laboratorio



MAD, a 12/01/2017
Fdo: JOSE CLAUDIO SERRANO CHECA

Jefe de Área

Está prohibida la reproducción parcial de este informe sin el expreso consentimiento de EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.

Estos resultados hacen referencia únicamente a la muestra ensayada, de la cual EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L. se hace responsable tan solo en el caso de que haya sido tomada por sus técnicos. Las fechas de inicio y finalización, así como otros datos relativos a los ensayos incluidos en esta página se encuentran a disposición del cliente en el laboratorio

EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.
c/ María Tubau, 8
28050-MADRID
fuencarral@eptisa.com
Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Laboratorio habilitado por la Comunidad de Madrid e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N.º MAD-L-032 en la áreas de actuación: GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM

TRABAJO: **MP2118-870**

MUESTRA: **DS.32607**

CLAVE:

Hoja 2 de 3

Peticionario: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL, S.A.

Dirección: C/ Príncipe de Vergara, 55, bajo 28006 MADRID (MADRID)

Obra: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN

(Facilitada por el peticionario)

Material:

Muestra: Entregada por el solicitante

Fecha de recepción: 21-12-2016

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo 1. Muestra inalterada. Profundidad de 6,00 a 6,45 m.

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO
Clasificación Casagrande		SW-SM
Clasificación AASHTO		A-1-b (0)
Límites de Atterberg		
Límite líquido	UNE 103103: 1994	No
Límite plástico	UNE 103104: 1993	No
Índice de plasticidad		No plástico
Humedad natural (%)	UNE 103300: 1993	5,4
Densidad suelo		Húmeda (g/cm³) 1,85
		Seca (g/cm³) 1,75
Sulfatos solubles (%) (Muestra total)	UNE 103 201:1996 Err:03	0,000
Análisis granulométrico ⁽¹⁾	UNE 103101: 1995	Ver los resultados de este ensayo en las siguientes páginas del informe.

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe



EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.
 c/ María Tubau, 8
 28050-MADRID
 fuencarral@eptisa.com
 Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

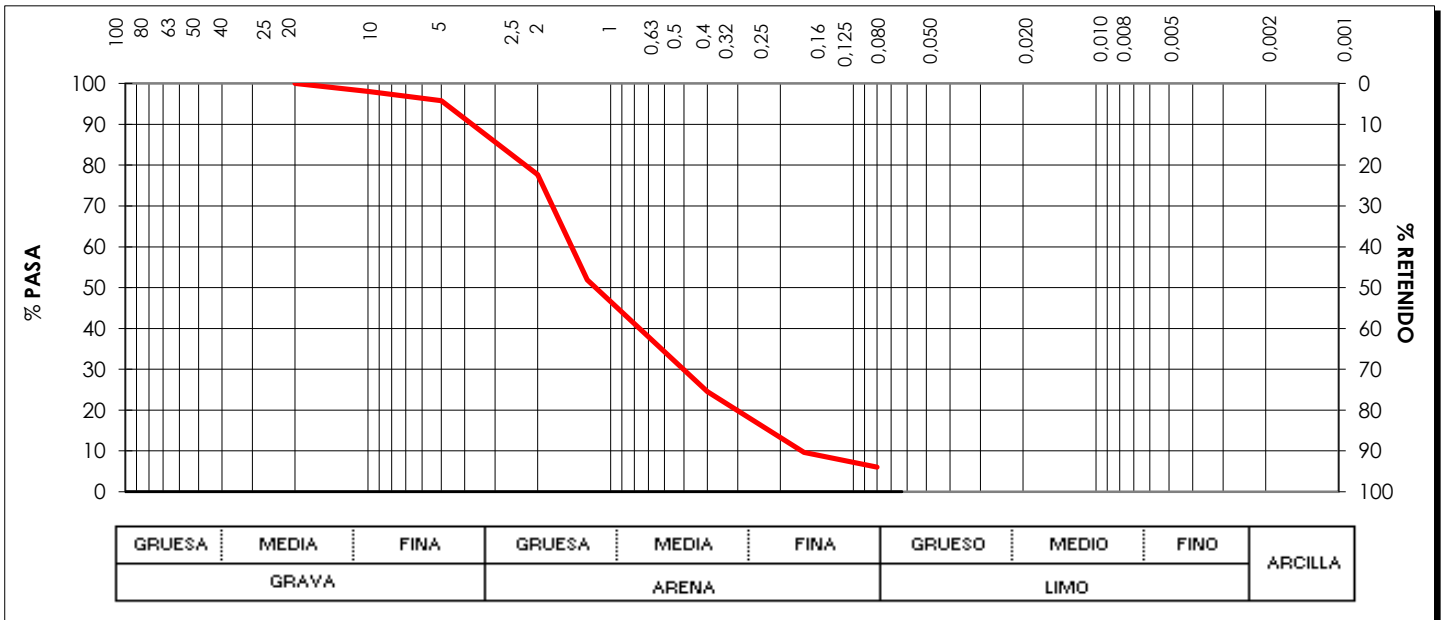
Laboratorio habilitado por la Comunidad de Madrid e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N.º MAD-L-032 en la áreas de actuación: GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM

TRABAJO: **MP2118-870** MUESTRA: **DS.32607** CLAVE: Hoja 3 de 3

Peticionario: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL, S.A.
Dirección: C/ Príncipe de Vergara, 55, bajo 28006 MADRID (MADRID)
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN
 (Facilitada por el peticionario)
Material:
Muestra: Entregada por el solicitante **Fecha de recepción:** 21-12-2016
Lugar de entrega
Procedencia: Sondeo 1. Muestra inalterada. Profundidad de 6,00 a 6,45 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 04-01-2017 **Fecha finalización ensayo:** 05-01-2017



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,080	0,063
% que pasa									100,0		98,1				95,8			77,7	51,9		24,5		9,7		6,0	

Observaciones:

EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.
c/ María Tubau, 8
28050-MADRID
fuencarral@eptisa.com
Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Laboratorio habilitado por la Comunidad
de Madrid e inscrito en el Registro
General del CTE como LECCE con N.º
MAD-L-032 en la áreas de actuación:
GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM

TRABAJO: **MP2118-870**

MUESTRA: **DS.32608**

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL, S.A.

Dirección: C/ Príncipe de Vergara, 55, bajo 28006 MADRID (MADRID)

Obra: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN

(Facilitada por el peticionario)

Material:

Muestra: Entregada por el solicitante

Fecha de recepción: 21-12-2016

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo 1. Muestra inalterada. Profundidad de 10,10 a 10,50 m.

ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico.

Humedad natural.

Densidades húmeda y seca.

Límites de Atterberg. Límite líquido.

Límites de Atterberg. Límite plástico.

Observaciones:



eptisa

V.º B.º: ELENA LÓPEZ URGOITI

Director de laboratorio



MAD, a 11/01/2017

Fdo: JOSE CLAUDIO SERRANO CHECA

Jefe de Área

Está prohibida la reproducción parcial de este informe sin el expreso consentimiento de EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.

Estos resultados hacen referencia únicamente a la muestra ensayada, de la cual EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L. se hace responsable tan solo en el caso de que haya sido tomada por sus técnicos. Las fechas de inicio y finalización, así como otros datos relativos a los ensayos incluidos en esta página se encuentran a disposición del cliente en el laboratorio

EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.
c/ María Tubau, 8
28050-MADRID
fuencarral@eptisa.com
Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Laboratorio habilitado por la Comunidad de Madrid e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N.º MAD-L-032 en la áreas de actuación: GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM

TRABAJO: **MP2118-870**

MUESTRA: **DS.32608**

CLAVE:

Hoja 2 de 3

Peticionario: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL, S.A.

Dirección: C/ Príncipe de Vergara, 55, bajo 28006 MADRID (MADRID)

Obra: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN

(Facilitada por el peticionario)

Material:

Muestra: Entregada por el solicitante

Fecha de recepción: 21-12-2016

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo 1. Muestra inalterada. Profundidad de 10,10 a 10,50 m.

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	
Clasificación Casagrande		SP	
Clasificación AASHTO		A-1-b (0)	
Límites de Atterberg			
Límite líquido	UNE 103103: 1994	No	
Límite plástico	UNE 103104: 1993	No	
Índice de plasticidad		No plástico	
Humedad natural (%)	UNE 103300: 1993	9,9	
Densidad suelo		Húmeda (g/cm³) 1,80	Seca (g/cm³) 1,64
Análisis granulométrico ⁽¹⁾	UNE 103101: 1995	Ver los resultados de este ensayo en las siguientes páginas del informe.	

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe



EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.
 c/ María Tubau, 8
 28050-MADRID
 fuencarral@eptisa.com
 Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Laboratorio habilitado por la Comunidad de Madrid e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N.º MAD-L-032 en la áreas de actuación: GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM

TRABAJO: **MP2118-870**

MUESTRA: **DS.32608**

CLAVE:

Hoja 3 de 3

Peticionario: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL, S.A.

Dirección: C/ Príncipe de Vergara, 55, bajo 28006 MADRID (MADRID)

Obra: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN
 (Facilitada por el peticionario)

Material:

Muestra: Entregada por el solicitante

Fecha de recepción: 21-12-2016

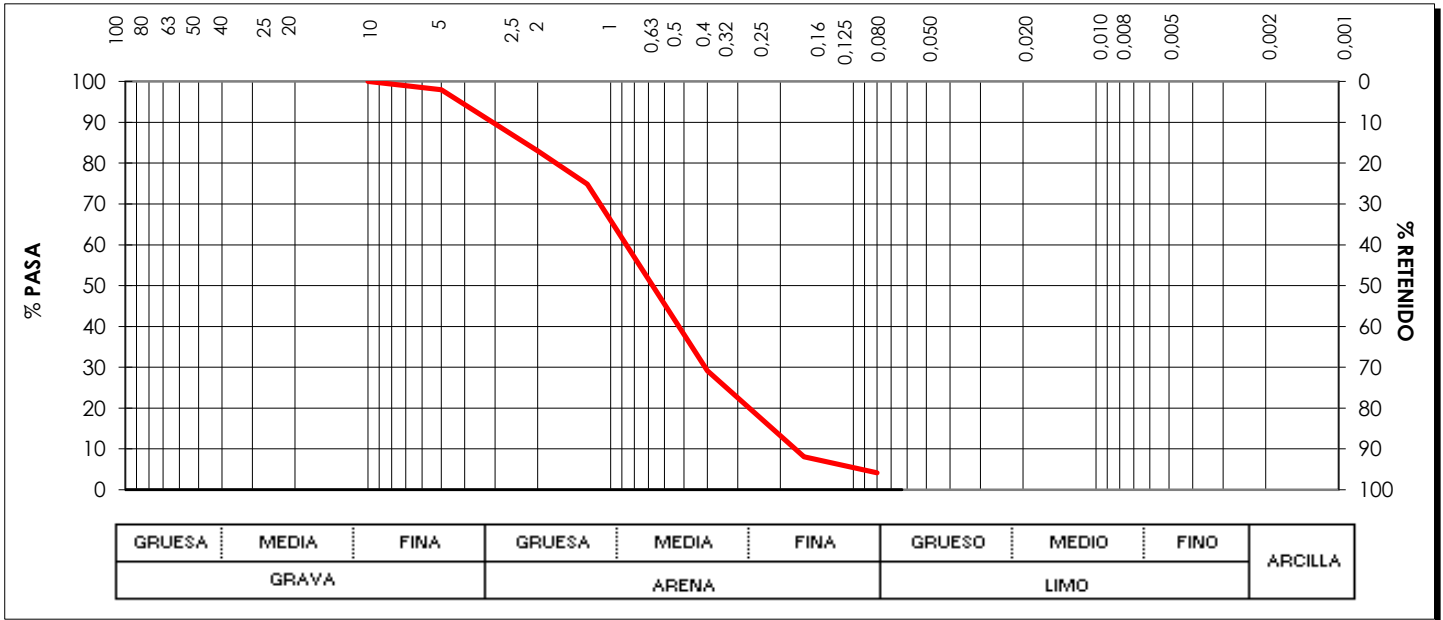
Lugar de entrega

Procedencia: Sondeo 1. Muestra inalterada. Profundidad de 10,10 a 10,50 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 04-01-2017

Fecha finalización ensayo: 05-01-2017



GRUESA	MEDIA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	GRUESO	MEDIO	FINO	ARCILLA
GRAVA			ARENA			LIMO			

Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,080	0,063
% que pasa											100,0				98,0			83,0	74,9		29,1		8,1		4,2	

Observaciones:

EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.
c/ María Tubau, 8
28050-MADRID
fuencarral@eptisa.com
Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Laboratorio habilitado por la Comunidad
de Madrid e inscrito en el Registro
General del CTE como LECCE con N.º
MAD-L-032 en la áreas de actuación:
GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM

TRABAJO: **MP2118-870**

MUESTRA: **DS.32609**

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL, S.A.

Dirección: C/ Príncipe de Vergara, 55, bajo 28006 MADRID (MADRID)

Obra: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN

(Facilitada por el peticionario)

Material:

Muestra: Entregada por el solicitante

Fecha de recepción: 21-12-2016

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo 2. Muestra inalterada. Profundidad de 1,50 a 2,10 m.

ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico.
Humedad natural.
Densidades húmeda y seca.
Límites de Atterberg. Límite líquido.
Límites de Atterberg. Límite plástico.
Contenido en sulfatos.
Corte Directo UU.

Observaciones:



eptisa

V.º B.º: ELENA LÓPEZ URGOITI
Director de laboratorio



MAD, a 12/01/2017
Fdo: JOSE CLAUDIO SERRANO CHECA
Jefe de Área

Está prohibida la reproducción parcial de este informe sin el expreso consentimiento de EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.

Estos resultados hacen referencia únicamente a la muestra ensayada, de la cual EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L. se hace responsable tan solo en el caso de que haya sido tomada por sus técnicos. Las fechas de inicio y finalización, así como otros datos relativos a los ensayos incluidos en esta página se encuentran a disposición del cliente en el laboratorio

TRABAJO: **MP2118-870**

MUESTRA: **DS.32609**

CLAVE:

Hoja 2 de 3

Peticionario: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL, S.A.

Dirección: C/ Príncipe de Vergara, 55, bajo 28006 MADRID (MADRID)

Obra: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN

(Facilitada por el peticionario)

Materia:

Muestra: Entregada por el solicitante

Fecha de recepción: 21-12-2016

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo 2. Muestra inalterada. Profundidad de 1,50 a 2,10 m.

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	
Clasificación Casagrande		SC	
Clasificación AASHTO		A-2-4 (0)	
Límites de Atterberg			
Límite líquido	UNE 103103: 1994	26,3	
Límite plástico	UNE 103104: 1993	18,1	
Índice de plasticidad		8,2	
Humedad natural (%)	UNE 103300: 1993	7,4	
Densidad suelo		Húmeda (g/cm³) 1,94	Seca (g/cm³) 1,81
Sulfatos solubles (%) (Muestra total)	UNE 103 201:1996 Err:03	0,000	
Corte Directo UU	UNE- 103401:98		
Cohesion (kg/cm2)		0,28	
Angulo de rozamiento (φ°)		47,7	
Observaciones: Informe anexo de 1 página			
Análisis granulométrico ⁽¹⁾	UNE 103101: 1995	Ver los resultados de este ensayo en las siguientes páginas del informe.	

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe



EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.
 c/ María Tubau, 8
 28050-MADRID
 fuencarral@eptisa.com
 Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Laboratorio habilitado por la Comunidad de Madrid e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N.º MAD-L-032 en la áreas de actuación: GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM

TRABAJO: **MP2118-870**

MUESTRA: **DS.32609**

CLAVE:

Hoja 3 de 3

Peticionario: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL, S.A.

Dirección: C/ Príncipe de Vergara, 55, bajo 28006 MADRID (MADRID)

Obra: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN
 (Facilitada por el peticionario)

Material:

Muestra: Entregada por el solicitante

Fecha de recepción: 21-12-2016

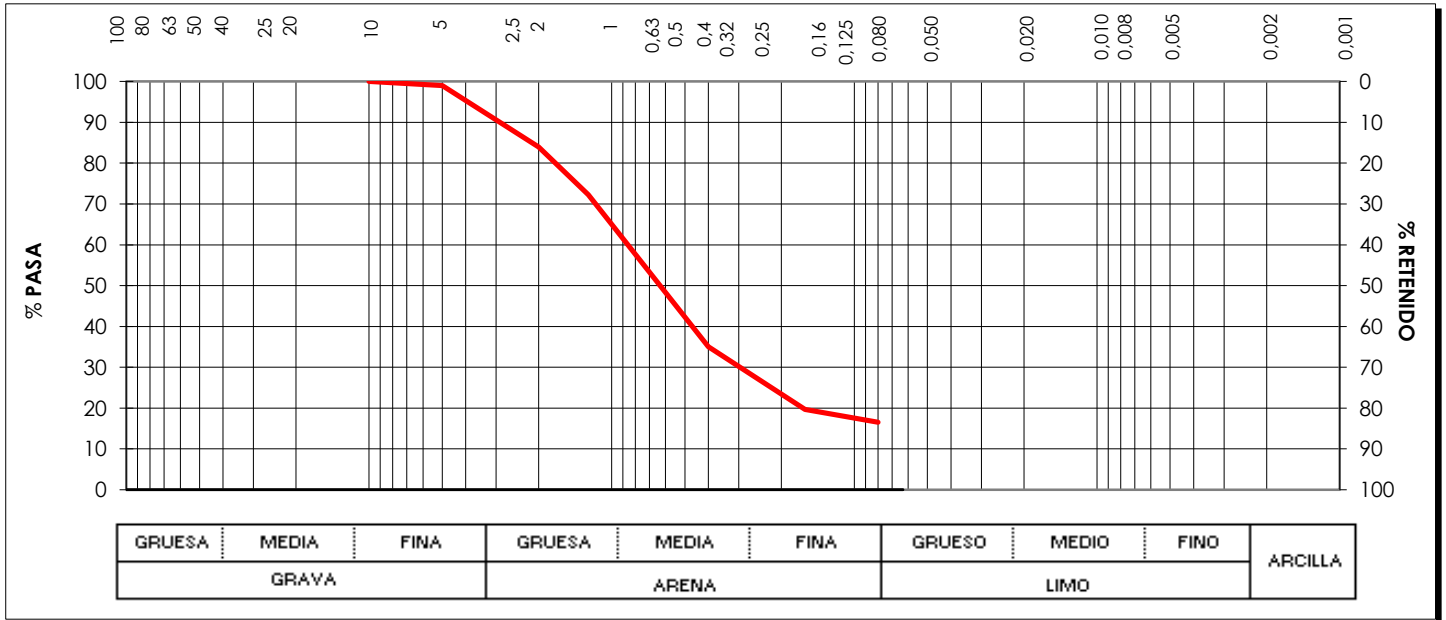
Lugar de entrega

Procedencia: Sondeo 2. Muestra inalterada. Profundidad de 1,50 a 2,10 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 09-01-2017

Fecha finalización ensayo: 10-01-2017



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,080	0,063
% que pasa												100,0			99,0			83,9	72,3		35,1		19,7		16,6	

Observaciones:



LABORATORIO EPTISA
 Tef.913 589 077 Fax.913 589 845
 c/ María Tubau, 8
 28050 - Madrid

Laboratorio habilitado por la Comunidad de Madrid e inscrito en el registro General del CTE como LECCE con N.º MAD-L-032 en las áreas de actuación: GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM.

Trabajo: MP-2118-870

MUESTRA: DS-32609

CLAVE:

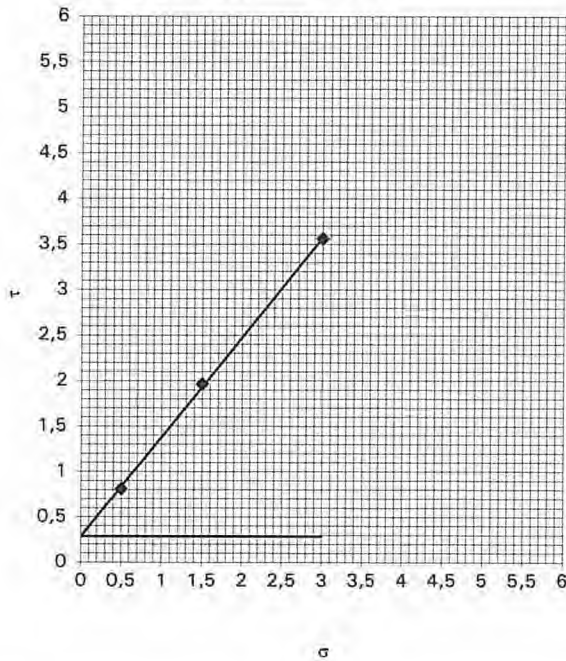
Hoja: 1 de 1

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE-103401-98)

Tipo de Ensayo: Sin consolidar y sin drenaje (UU)

Velocidad del Ensayo 1,200 mm/min.

Tipo de Muestra: Inalterada

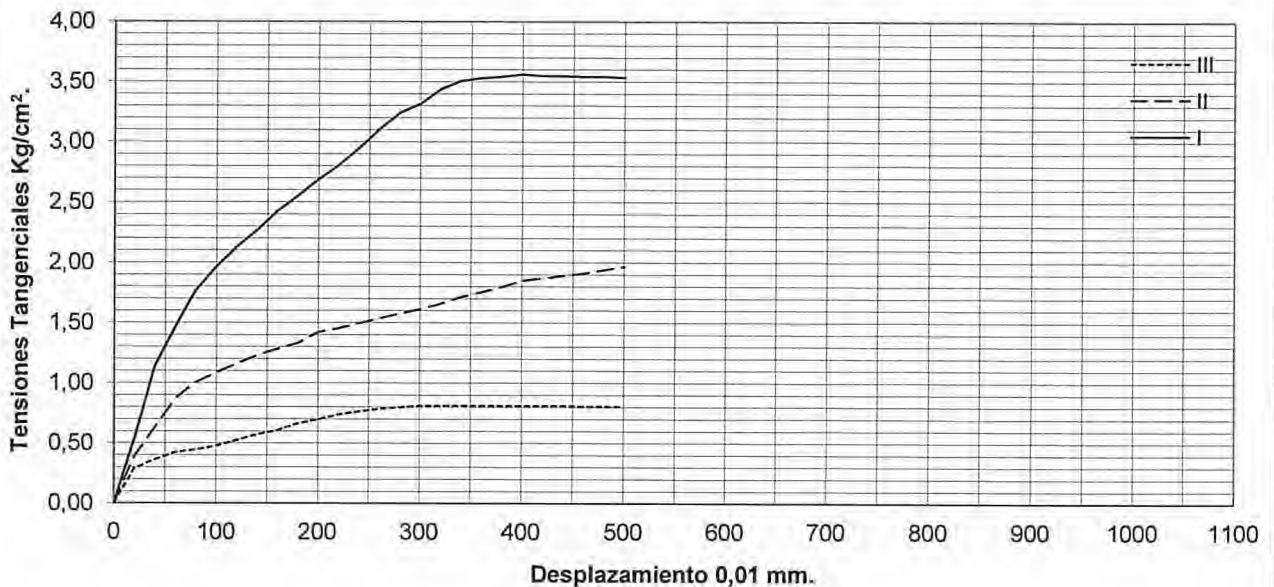


Prueba Nº	s (Kg/cm ²)	t (Kg/cm ²)
1	0,50	0,81
2	1,50	1,97
3	3,00	3,56

Densidad	% Humedad Inicial	% Humedad Final
1,85	7,41	7,46
1,84	7,64	7,94
1,85	7,65	7,82

C (Kg/cm ²)
0,28

φ °
47,7



Obsevaciones:

Madrid, 30-ene-17

[Signature]
 Fdo. Eusebio López Urgoiti
 DIRECTOR DEL LABORATORIO

EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.
c/ María Tubau, 8
28050-MADRID
fuencarral@eptisa.com
Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Laboratorio habilitado por la Comunidad
de Madrid e inscrito en el Registro
General del CTE como LECCE con N.º
MAD-L-032 en la áreas de actuación:
GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM

TRABAJO: **MP2118-870**

MUESTRA: **DS.32610**

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL, S.A.

Dirección: C/ Príncipe de Vergara, 55, bajo 28006 MADRID (MADRID)

Obra: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN

(Facilitada por el peticionario)

Material:

Muestra: Entregada por el solicitante

Fecha de recepción: 21-12-2016

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo 2. Muestra inalterada. Profundidad de 4,50 a 5,10 m.

ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico.

Humedad natural.

Densidades húmeda y seca.

Límites de Atterberg. Límite líquido.

Límites de Atterberg. Límite plástico.

Corte Directo CU.

Observaciones:



eptisa

V.º B.º: ELENA LÓPEZ URGOITI

Director de laboratorio



MAD, a 12/01/2017
Fdo: JOSE CLAUDIO SERRANO CHECA

Jefe de Área

Está prohibida la reproducción parcial de este informe sin el expreso consentimiento de EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.

Estos resultados hacen referencia únicamente a la muestra ensayada, de la cual EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L. se hace responsable tan solo en el caso de que haya sido tomada por sus técnicos. Las fechas de inicio y finalización, así como otros datos relativos a los ensayos incluidos en esta página se encuentran a disposición del cliente en el laboratorio

EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.
c/ María Tubau, 8
28050-MADRID
fuencarral@eptisa.com
Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Laboratorio habilitado por la Comunidad de Madrid e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N.º MAD-L-032 en la áreas de actuación: GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM

TRABAJO: **MP2118-870**

MUESTRA: **DS.32610**

CLAVE:

Hoja 2 de 3

Peticionario: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL, S.A.

Dirección: C/ Príncipe de Vergara, 55, bajo 28006 MADRID (MADRID)

Obra: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN

(Facilitada por el peticionario)

Material:

Muestra: Entregada por el solicitante

Fecha de recepción: 21-12-2016

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo 2. Muestra inalterada. Profundidad de 4,50 a 5,10 m.

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	
Clasificación Casagrande		SW-SM	
Clasificación AASHTO		A-1-b (0)	
Límites de Atterberg			
Límite líquido	UNE 103103: 1994	No	
Límite plástico	UNE 103104: 1993	No	
Índice de plasticidad		No plástico	
Humedad natural (%)	UNE 103300: 1993	9,5	
Densidad suelo		Húmeda (g/cm³) 2,06	Seca (g/cm³) 1,88
Corte Directo CU	UNE- 103401:98		
Cohesion (kg/cm2)		0,01	
Angulo de rozamiento (φ°)		43,7	
Observaciones: Informe anexo de 1 página			
Análisis granulométrico ⁽¹⁾	UNE 103101: 1995	Ver los resultados de este ensayo en las siguientes páginas del informe.	

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe



EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.
 c/ María Tubau, 8
 28050-MADRID
 fuencarral@eptisa.com
 Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Laboratorio habilitado por la Comunidad de Madrid e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N.º MAD-L-032 en la áreas de actuación: GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM

TRABAJO: **MP2118-870**

MUESTRA: **DS.32610**

CLAVE:

Hoja 3 de 3

Peticionario: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL, S.A.

Dirección: C/ Príncipe de Vergara, 55, bajo 28006 MADRID (MADRID)

Obra: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN
 (Facilitada por el peticionario)

Material:

Muestra: Entregada por el solicitante

Fecha de recepción: 21-12-2016

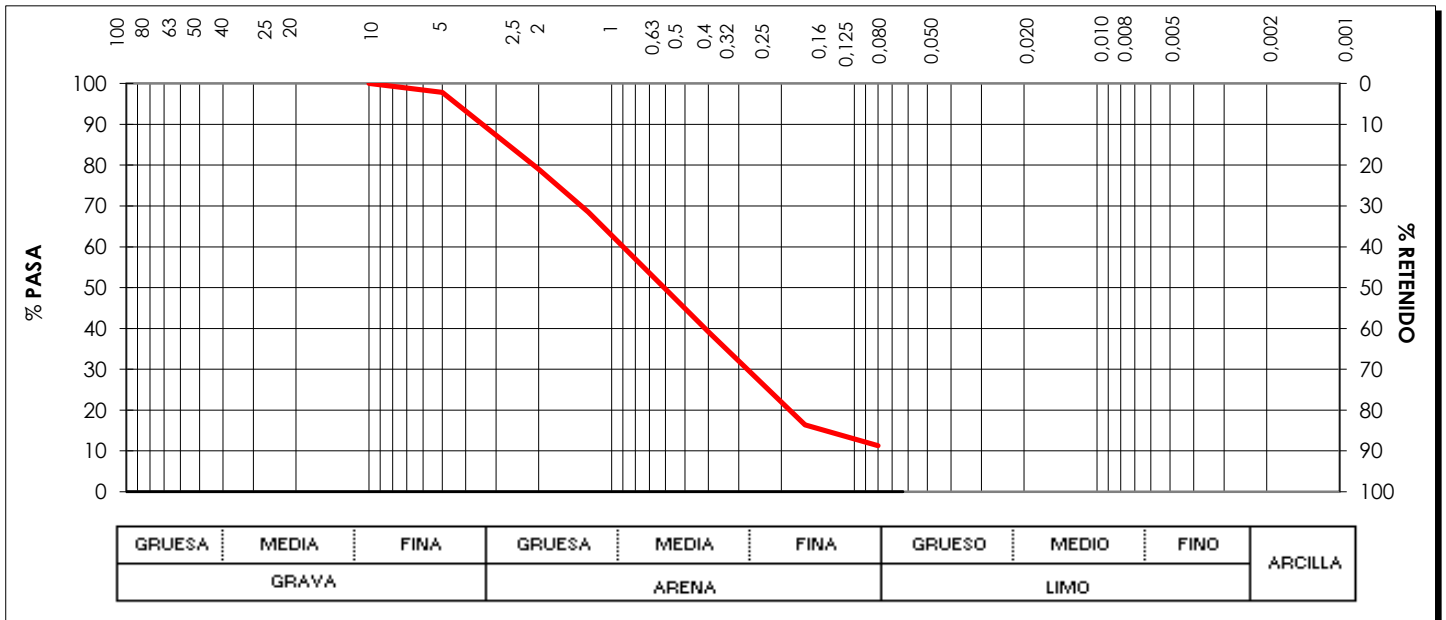
Lugar de entrega

Procedencia: Sondeo 2. Muestra inalterada. Profundidad de 4,50 a 5,10 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 10-01-2017

Fecha finalización ensayo: 11-01-2017



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,080	0,063
% que pasa											100,0				97,8			79,0	68,5		39,2		16,4		11,3	

Observaciones:



LABORATORIO EPTISA
 Tef.913 589 077 Fax.913 589 845
 c/ María Tubau, 8
 28050 - Madrid

Laboratorio habilitado por la Comunidad de Madrid e inscrito en el registro General del CTE como LECCE con N.º MAD-L-032 en las áreas de actuación: GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM.

Trabajo: MP-2118-870

MUESTRA: DS-32610

CLAVE:

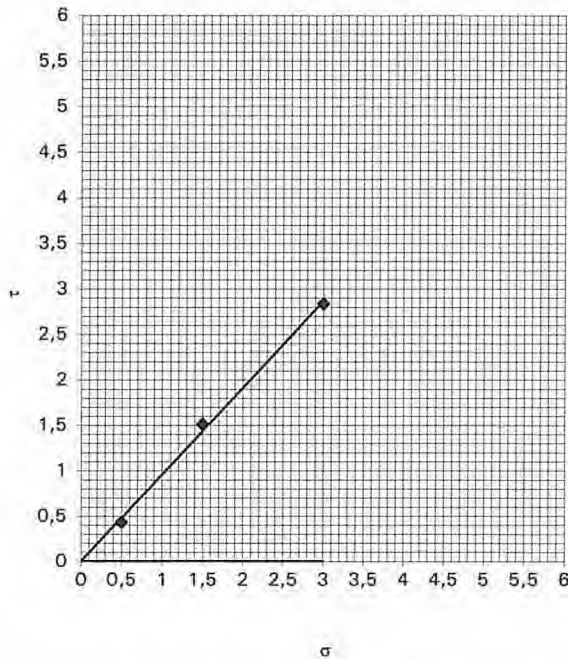
Hoja: 1 de 1

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE-103401-98)

Tipo de Ensayo: Consolidado y con drenaje (CU)

Velocidad del Ensayo: 0,048 mm/min.

Tipo de Muestra: Inalterada

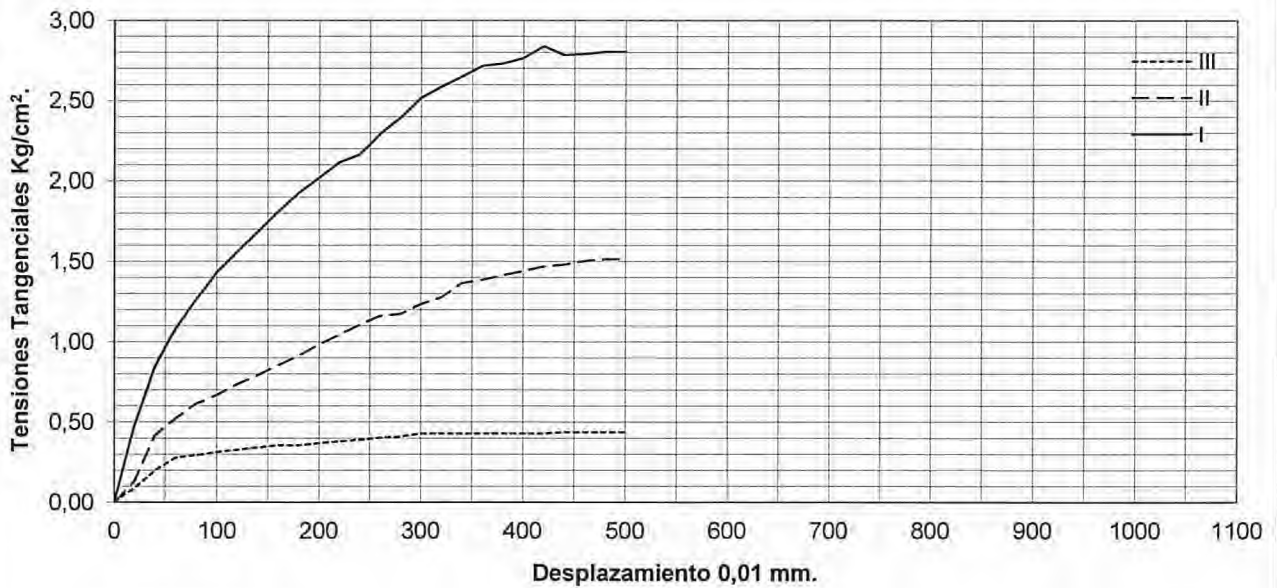


Prueba Nº	s (Kg/cm ²)	t (Kg/cm ²)
1	0,50	0,44
2	1,50	1,52
3	3,00	2,84

Densidad	% Humedad Inicial	% Humedad Final
1,83	6,82	18,41
1,84	6,35	17,58
1,84	6,66	17,40

C (Kg/cm²)
0,01

φ °
43,7



Observaciones:

Madrid, 11-ene-17

Fdo. Eien Lopez Urigou
 eptisa
 Fdo. Eien Lopez Urigou
 DIRECTOR DEL LABORATORIO

EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.
c/ María Tubau, 8
28050-MADRID
fuencarral@eptisa.com
Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Laboratorio habilitado por la Comunidad
de Madrid e inscrito en el Registro
General del CTE como LECCE con N.º
MAD-L-032 en la áreas de actuación:
GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM

TRABAJO: **MP2118-870**

MUESTRA: **DS.32611**

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL, S.A.

Dirección: C/ Príncipe de Vergara, 55, bajo 28006 MADRID (MADRID)

Obra: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN

(Facilitada por el peticionario)

Material:

Muestra: Entregada por el solicitante

Fecha de recepción: 21-12-2016

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo 2. Muestra inalterada. Profundidad de 8,00 a 8,30 m.

ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico.

Humedad natural.

Densidades húmeda y seca.

Límites de Atterberg. Límite líquido.

Límites de Atterberg. Límite plástico.

Contenido en sulfatos.

Observaciones:



eptisa

V.º B.º: ELENA LÓPEZ URGOITI

Director de laboratorio



MAD, a 11/01/2017
Fdo: JOSE CLAUDIO SERRANO CHECA

Jefe de Área

Está prohibida la reproducción parcial de este informe sin el expreso consentimiento de EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.

Estos resultados hacen referencia únicamente a la muestra ensayada, de la cual EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L. se hace responsable tan solo en el caso de que haya sido tomada por sus técnicos. Las fechas de inicio y finalización, así como otros datos relativos a los ensayos incluidos en esta página se encuentran a disposición del cliente en el laboratorio

EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.
c/ María Tubau, 8
28050-MADRID
fuencarral@eptisa.com
Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Laboratorio habilitado por la Comunidad de Madrid e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N.º MAD-L-032 en la áreas de actuación: GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM

TRABAJO: **MP2118-870**

MUESTRA: **DS.32611**

CLAVE:

Hoja 2 de 3

Peticionario: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL, S.A.

Dirección: C/ Príncipe de Vergara, 55, bajo 28006 MADRID (MADRID)

Obra: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN

(Facilitada por el peticionario)

Material:

Muestra: Entregada por el solicitante

Fecha de recepción: 21-12-2016

Lugar de entrega:

Procedencia: Sondeo 2. Muestra inalterada. Profundidad de 8,00 a 8,30 m.

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	
Clasificación Casagrande		SW	
Clasificación AASHTO		A-1-b (0)	
Límites de Atterberg			
Límite líquido	UNE 103103: 1994	No	
Límite plástico	UNE 103104: 1993	No	
Índice de plasticidad		No plástico	
Humedad natural (%)	UNE 103300: 1993	6,2	
Densidad suelo		Húmeda (g/cm³) 1,79	Seca (g/cm³) 1,68
Sulfatos solubles (%) (Muestra total)	UNE 103 201:1996 Err:03	0,000	
Análisis granulométrico ⁽¹⁾	UNE 103101: 1995	Ver los resultados de este ensayo en las siguientes páginas del informe.	

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe



EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S. L.
 c/ María Tubau, 8
 28050-MADRID
 fuencarral@eptisa.com
 Tef.913 589 077 Fax. 913 589 845

Laboratorio habilitado por la Comunidad de Madrid e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N.º MAD-L-032 en la áreas de actuación: GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM

TRABAJO: **MP2118-870**

MUESTRA: **DS.32611**

CLAVE:

Hoja 3 de 3

Peticionario: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL, S.A.

Dirección: C/ Príncipe de Vergara, 55, bajo 28006 MADRID (MADRID)

Obra: ESTUDIO GEOTECNICO E.T.A.P. DE GRIÑÓN
 (Facilitada por el peticionario)

Material:

Muestra: Entregada por el solicitante

Fecha de recepción: 21-12-2016

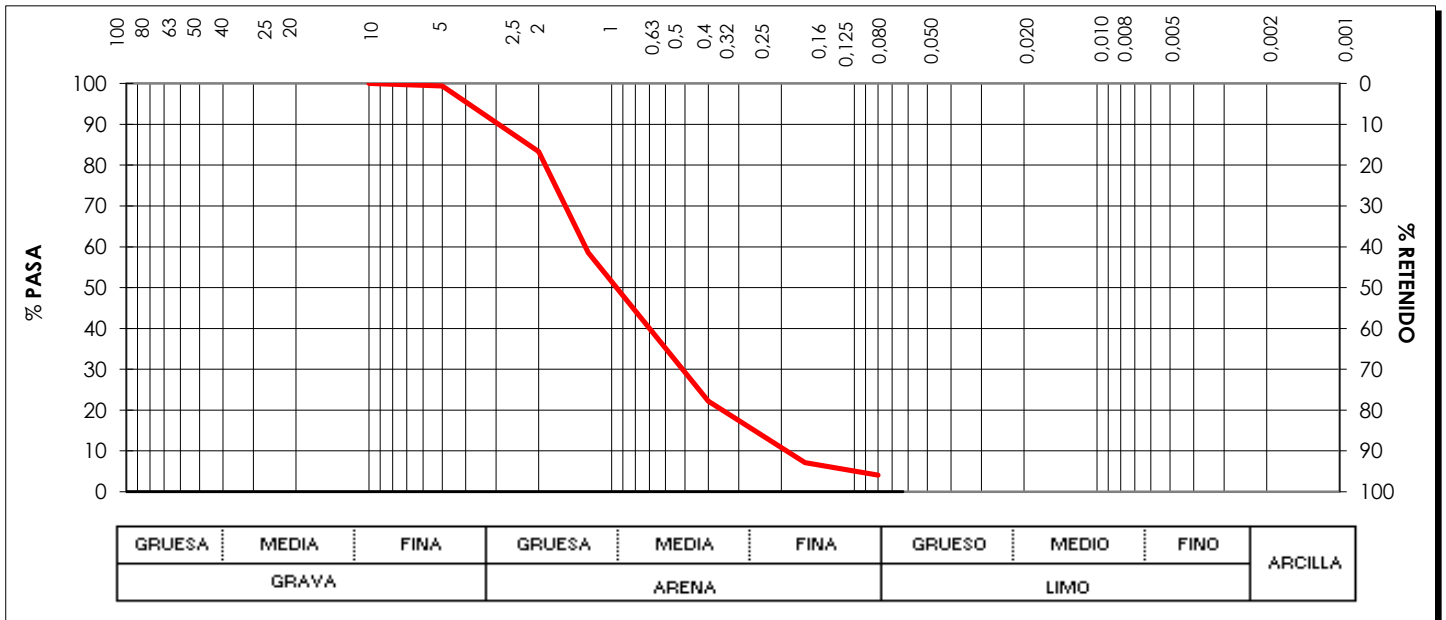
Lugar de entrega

Procedencia: Sondeo 2. Muestra inalterada. Profundidad de 8,00 a 8,30 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 04-01-2017

Fecha finalización ensayo: 05-01-2017



GRUESA	MEDIA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	GRUESO	MEDIO	FINO	ARCILLA
GRAVA			ARENA			LIMO			

Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,080	0,063
% que pasa											100,0				99,4			83,4	58,6		22,2		7,1		4,1	

Observaciones:

APÉNDICE Nº 2

INFORME GEOTÉCNICO E.T.A.P. GRIÑÓN (PROGEOTEC, 2001)

ANEJO N° 3: ESTUDIO GEOTÉCNICO

INFORME GEOTECNICO
ESTACION DE TRATAMIENTO
DE AGUA POTABLE
GRIÑON, MADRID

PROGEOTEC, S.A., con domicilio en C/ Antonio Alonso Martín, 13. P.I. Lama, PARACUELLOS DE JARAMA (MADRID)

LABORATORIO ACREDITADO COMUNIDAD DE MADRID

AREAS TECNICAS DE ACREDITACION:

HA. Area de control de hormigón en masa o armado: cementos, áridos, agua, acero para armaduras, adiciones y aditivos (03147HA98)

SE. Area de ensayos de laboratorio de mecánica del suelo (Nº:03077SE97)

ST. Area de toma de muestras inalteradas, ensayos y pruebas "in situ" de suelos(Nº:03098ST97)

SV. Area de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales (Nº 03134SV97)

(Fecha de concesión SV, ST, SE: 2-6-97, publicado en el BOCM. B.O.E. día 18-7-97)

(Fecha de concesión HA: 17-6-98, publicado en el BOCM. B.O.E. día 3-10-98)

INDICE

1.- ANTECEDENTES Y OBJETO

2.- CAMPAÑA DE RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

3.- MARCO GEOLITOLÓGICO GENERAL DEL ÁREA

4.- COLUMNA LITOLÓGICA TIPO DEL SUBSUELO

5.- CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS DE LOS MATERIALES

6.- ANALISIS GEOTECNICO DE LA OBRA

6.1.- Ideas generales

6.2.- Cimentaciones

6.3.- Excavación. Muros perimetrales

6.4.- Niveles freáticos. Agresividad

7.- CONSIDERACION FINAL

ANEJOS

ANEJO N° 1.-	PLANO DE SITUACION COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS DE CALICATAS PERFILES DE PENETRACION
ANEJO N° 2.-	TRABAJOS DE LABORATORIO
ANEJO N° 3.-	REPORTAJE FOTOGRAFICO

1.- ANTECEDENTES Y OBJETO

El presente trabajo ha sido llevado a cabo por encargo de la Empresa D.V.T. CONSULTING Y PROYECTOS, con domicilio en la calle San Bernardo, Nº 97-99, en Madrid.

Se realiza el reconocimiento geotécnico del subsuelo de un solar, donde se proyecta la construcción de una Estación de Tratamiento de Agua Potable, en el término municipal de Griñón, Madrid, con el objeto de obtener los datos y características álicas que permitan estudiar las condiciones de cimentación más oportunas y demás aspectos práctico-constructivos relacionados con el terreno.

En el terreno en estudio existen en la actualidad diversas instalaciones pertenecientes al canal de Isabel II.

En los apartados correspondientes de la presente Memoria, se describe la metodología seguida, y trabajos realizados, las características litológicas del terreno, su inscripción en el marco geológico del entorno, así como los parámetros y características geotécnicas básicas de los materiales, para finalmente analizar la tipología y base de diseño de la cimentación, método de ejecución más recomendable y demás aspectos relacionados con el subsuelo.

En el Anejo, se recogen los resultados de los trabajos de campo y ensayos de laboratorio correspondientes realizados, así como un reportaje fotográfico.

2.- CAMPAÑA DE RECONOCIMIENTO DE TERRENO

La campaña de reconocimiento del terreno, se ha llevado a cabo mediante la realización de trabajos de campo y ensayos de Laboratorio.

En cuanto a los trabajos de campo, estos consistieron en la ejecución de cinco calicatas con retroexcavadora, y cuatro ensayos de penetración dinámica continua. Dichos trabajos fueron realizados entre el día 4 de diciembre (catas), y 12 de diciembre (penetrómetros) de 2001. La localización en planta de los ensayos estuvo condicionada por las instalaciones existentes en la parcela, y se recoge en el plano de situación adjunto.

Las características del equipo Borro utilizado en los ensayos de penetración dinámica son las siguientes:

- Varillaje: ϕ 32 mm.
- Peso de maza: 63.5 kp.
- Altura de caída: 50 cm.
- Puntaza:
 - Sección cuadrada, de 4x4 cm²
 - Altura 20 cm.
 - Punta: pirámide con ángulo en el vértice de 90°.

Durante el ensayo, realizado continuamente hasta alcanzar rechazo, se registró el número de golpes necesario para la hincada de la puntaza 20 cm, N_{20} , sucesivamente. El ensayo se considera terminado cuando con una tanda de 100 golpes no se consiguen los 20 cm de penetración. Los resultados se presentan en gráficos que relacionan la profundidad con la resistencia a la hincada dinámica. Este tipo de ensayo puede ser extrapolado con otros tipos de reconocimientos, como son las calicatas efectuadas en el presente caso.

Las calicatas se han realizado con retroexcavadora y alcanzan hasta una profundidad de 2.60-3.60 m, función de la excavabilidad de los materiales y tipología de la máquina. Se ha realizado el levantamiento litológico de cada cata, con la descripción de las diferentes capas de materiales presentes, y la toma de muestras de los terrenos.

Los ensayos de Laboratorio se realizan según las normas U.N.E. correspondientes. Se han realizado los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico. UNE 103-101
- Determinación de los límites de Atterberg. UNE 103-103, UNE 103-104
- Determinación del contenido de sulfatos. UNE 103-201
- Determinación de la humedad de un suelo. UNE 103-300

3.- MARCO GEOLITOLÓGICO GENERAL DEL ÁREA

Grüñón de Madrid está situado al Suroeste de Madrid, en el borde norte de la Meseta Sur (Submeseta Central), sobre la vertiente meridional del Sistema Central. La Submeseta Central se ha formado por colmatación de la fosa tectónica del Tajo, configurada durante los movimientos Alpinos que reactivaron los relieves más antiguos del Sistema Central. La Cuenca de Madrid (incluida dentro de la fosa del Tajo), es de origen tectónico, y comprende desde materiales cretácicos, que afloran adosados a las series metamórficas y granitoideas del Sistema Central, hasta los niveles pliocenos que se disponen en la parte superior de los relieves más altos dentro de la Cuenca y que constituyen, coincidiendo con el depósito de las costras laminares, la terminación del ciclo de deposición terciario, sobre los que se han desarrollado los materiales cuaternarios. La disposición general de facies en la cuenca de Madrid corresponde a una distribución de tipo energético desde los relieves limítrofes a partir de los cuales se produce el desmantelamiento, transporte y sedimentación.

Los materiales que conforman el relleno de la cuenca, por tanto, presentan características condicionadas por las litologías de las áreas fuentes, que en el sector de Madrid está constituido por el macizo granítico de las actuales sierras de Guadarrama, Navacerrada y Somosierra. Los sedimentos comienzan siendo detríticos en el borde de la cuenca, de tipo arcósico, depositados en abanicos aluviales imbricados, que concluyen en sedimentos de granulometría mucho más fina, con neoformación de minerales hacia el centro de la cuenca. Finalmente, en las zonas interiores de la cuenca sedimentaria, se originan las facies lacustres de minerales evaporíticos.

En el entorno de la ciudad de Madrid se yuxtaponen las tres facies geológicas apuntadas: detríticas, químicas e intermedias de deposición mixta. Este carácter transicional de las formaciones sedimentarias determinan una cierta complejidad litológica del subsuelo madrileño.

Para establecer su estructura geotécnica es preciso conocer la naturaleza y el alcance de las variaciones texturales y mineralógicas de las formaciones que lo constituyen. De acuerdo con este criterio, se definen unas unidades litológicas típicas, las cuales, por sus objetivos específicos, tienen un significado geotécnico determinante. Por tanto, partiendo de las unidades geológicas conocidas, y de las geotécnicas habitualmente manejadas, se han definido un conjunto de las siguientes unidades litogeotécnicas típicas: Arena de miga, tosco, tosco con capas arcillosas singulares, peñuela marrón, peñuela gris, cayuela y formaciones yesíferas.

El conjunto detrítico principal lo constituyen sedimentos inmaduros arcósicos, conocidos con el nombre de "facies Madrid", constituido fundamentalmente por los materiales denominados arenas de miga y tosco, y los términos de transición entre ambos. En las arenas de miga predominan los sedimentos gruesos, aumentando progresivamente los elementos más finos en los materiales tosquizos, hacia la zona de Madrid. Se han descrito cuatro horizontes en las formaciones tosquizas. En los más inferiores, incluyendo el de la propia base del tosco en la zona Sudeste de la capital, se desarrollan importantes estratos sepiolíticos. Además de la capas arcillosas pueden destacarse en ocasiones la presencia de sílex y de tramos carbonatados.

Los materiales de tipo intermedio aparecen hacia las zonas centrales de la cuenca, por evolución lateral de las arcosas, a las que sustituyen, y son, en general, de granulometría más fina, arcillosa. Comúnmente se denominan "peñuelas", y a las facies más carbonatadas, "cayuelas". Están constituidas por arcillas litificadas de alta plasticidad, de color gris, verde, azulado o marrón, con niveles detríticos intercalados, segregaciones nodulares de sílex y tablas de materiales sepiolíticos, posiblemente de neoformación. Asimismo, y lateralmente, las facies intermedias evolucionan a yesos, arcillas con yesos, y sedimentos arcillo-carbonatados.

Las formaciones yesíferas afloran en la parte más meridional del municipio de Madrid, dando lugar a importantes relieves. Los yesos masivos presentan fábrica microcristalina, con alta proporción de material fino intercrystalino o impurezas. Presentan

rasgos de yeso secundario, con práctica desaparición de las estructuras primarias, e importantes fenómenos de karstificación y alteración superficial.

Gríñón se encuentra sobre un conjunto mioceno formado por arenas arcóscas de grano medio a fino, limos y arcillas marrones, integrados dentro del conjunto denominado Facies Madrid.

La edad de esta unidad arcósica abarca un amplio intervalo temporal, al menos desde el Aragoniense inferior al Aragoniense superior, en función de las dataciones realizadas a partir de los yacimientos fósiles situados a techo de la unidad.

Geológicamente esta unidad constituye la transición desde los términos arcillosos (arcillas marrones y verdosas, arcillas micáceas) que predominan en el sur de Madrid, a facies de granulometría más gruesa del Norte de Madrid. El conjunto está compuesto por varias unidades deposicionales o tectosedimentarias diferentes, si bien por la dificultad para reconocerlas, dado su homogeneidad y potencias semejantes, se agrupan en un mismo conjunto, ampliamente representado en el oeste, centro y norte del municipio de Madrid. Dichas arcosas manifiestan, en sus términos superiores, una neta progradación sobre los términos más finos desde los cuales evolucionan lateralmente.

Esta unidad está constituida por una alternancia de arcosas, generalmente muy arcillosas, y arcillas arenosas, de tonalidades pardo-amarillentas y rojizas, estructurados en secuencias granodecrecientes arcosas-arcillas arenosas, con espesores comprendidos entre varios decímetros (0.90-0.60 m), hasta 3-4 m. La parte inferior de los ciclos es de granulometría más gruesa, con lechos ocasionales de cantos de pequeño tamaño, masivas, reconociéndose estructuras erosivas, con de arcosas progresivamente más finas hacia el techo de las secuencias. Los términos arcillo-arenosos de la parte superior de las secuencias presentan contenidos en arena en general inferiores al 45 %, con escasa estructuración y lajeado horizontal característico y en ocasiones enrojecimientos en la parte más alta (procesos edáficos).

La unidad está constituida a su vez por un apilamiento de secuencias granodecrecientes de orden métrico, con frecuentes niveles de granulometría grosera en las bases.

La asociación de facies observada puede interpretarse como característica de zonas intermedias de abanicos aluviales con fuerte acreción vertical.

Las arcosas de esta unidad son en conjunto muy homogéneas, y presentan porcentajes de feldespatos entre 20 y 55 %, siendo más importante la fracción de feldespato potásico que la de plagioclasa. Como tendencia general, la proporción de feldespatos disminuye con el aumento del contenido de arcillas, con proporciones similares de illitas y esmectitas. Los cantos están constituidos por granito, sienita, cuarzo, pórfidos y otros.

Las incidencias geotécnicas más características de Madrid y su alfoz vienen dadas, en primer lugar, por la aparición de arcillas de alta plasticidad y posible expansividad potencial, propias de las facies geológicas intermedias. En las formaciones yesíferas, con independencia de los riesgos de agresividad implícita a los yesos, pueden encontrarse además perturbaciones producidas por procesos de hinchamiento y disolución de los paquetes de evaporitas.

Con independencia de estos terrenos naturales, ocasionalmente han adquirido relativa importancia los rellenos antrópicos, frecuentes en ambientes urbanos.

Sobre estos materiales se ha impuesto, durante el Cuaternario, la red fluvial actual. Se han generado, de esta manera, materiales que corresponden en su mayor parte a los distintos niveles aluviales de los ríos que drenan la cuenca, y por los materiales asociados a las superficies divisorias de cuencas y los glaciais.

Los sistemas fluviales principales de la región Oeste de Madrid, son los generados por los ríos Manzanares y Guadarrama, en los que se han reconocido, además de la llanura aluvial, distintos niveles de terrazas.

La parcela objeto de estudio se localiza en la superficie divisoria de los ríos Guadarrama y Jarama, en Griñón, al Suroeste de la ciudad de Madrid. El substrato natural lo componen los materiales que geológicamente se denominan "facies Madrid": sedimentos detríticos arcósicos, conocidos como arena de miga y tosco.

No se ha detectado agua en las calicatas.

4.- LEVANTAMIENTO ESTRATIGRAFICO DE LAS CALICATAS

En la parcela existen diversas instalaciones (depósitos de agua, edificios, etc), relacionadas con el anterior uso del solar, zonas ajardinadas y zonas sin urbanizar, con vegetación de matorral.

En las catas realizadas aparece en superficie un nivel de arenas arcillosas, de color marrón oscuro, con raíces, base de la cobertera vegetal. En la cata C-2 el espesor del suelo vegetal es muy reducido (del orden de 0.10 m), con un nivel inferior de 0.30 m de escombros. Este tramo superficial alcanza hasta 0.30-0.60 m de profundidad respecto cota de realización. Se denominan subnivel 1-A.

Por debajo del suelo vegetal aparecen indistintamente rellenos antrópicos (zonas de catas C-1 y C-2, o terrenos alterados (catas C-3, C-4 y C-5).

En las catas C-1 y C-2 (situadas más próximas a la actual depuradora), se detecta un nivel compuesto por escombros heterogéneos. Alcanzan hasta 1.20 m y 0.30 m, respectivamente. Se denominan subnivel 1-B.

En las catas C-3, C-4 y C-5, a continuación del suelo vegetal, y por debajo de los rellenos en C-1 y C-2, aparecen arenas de grano medio a grano grueso, y arenas arcillosas, con raíces, de color marrón. Presentan compactidad media y se encuentran parcialmente desecadas. Alcanzan hasta una profundidad máxima de 1.50 m en la cata C-1, y hasta 0.80-1.30 m en las restantes catas. Se denominan subnivel 1-C. El conjunto de este subnivel y el anterior constituye el nivel 1.

En los penetrómetros, se detecta un nivel superficial blando hasta 0.80-1.20 m de profundidad, respecto a cota de emplazamiento (coincide aproximadamente con la de realización de calicatas). Este nivel incluye, además del suelo vegetal y los rellenos, el tramo superficial alterado (subnivel 1-B).

A continuación aparece una alternancia de tramos métricos de arenas arcillosas y arenas hasta el final de las catas (3.70-3.80 m), de color marrón. En la cata C-1 (entre 1.50-3.40 m), son arenas o arenas ligeramente arcillosas, de grano fino a medio, de color marrón, granocrecientes hacia abajo (arena tosquiza). Se encuentran ligeramente consolidadas desde 3.00 m (coinciden con los rechazos o elevados golpes de los penetrómetros en torno a 2.5 m). En la cata C-2 (entre 0.80-3.20 m), en la cata C-3 (1.20-3.20 m), y en la cata C-5 (entre 1.30-1.80 m), aparecen igualmente arenas o arenas arcillosas, (de granulometría más fina que en C-1) y algo más arcillosos (arena tosquiza-tosco arenoso). En la cata C-4 (entre 1.20-3.70 m), y en la cata C-5 (entre 1.80-3.70 m), se detectan arenas de grano grueso, que pueden presentar ocasionales niveles de arenas arcillosas intercalados, más frecuentes hacia la base. La excavación de este nivel es fácil con los medios empleados, puntualmente difícil (zonas consolidadas), y las paredes de las catas se mantienen verticales y estables. Se denominan nivel 2 en el presente informe.

No se ha detectado agua en las calicatas.

En resumen, en la parcela estudiada pueden distinguirse los siguientes niveles:

Nivel 1: 0,00 m a 0.80-1.50 m.

Subnivel 1-A: 0.00 m a 0.05-0.60 m

Suela vegetal. Arena arcillosa, marrón oscuro y marrón-rojizo, con raíces.

Subnivel 1-B: 0.05-0.30 m a 0.30-1.20 m (sólo calicatas C-1 y C-2)

Rellenos. Arena con restos de hormigón, cantos y fragmentos de ladrillos.

Subnivel 1-C: 0.30-1.20 m a 0.80-1.50 m

Terreno natural alterado. Arenas y arenas arcillosas-arcillas arenosas, de grano medio y grueso, color marrón, con raíces dispersas.

Nivel 2: 0.80-1.30 m a 3.70-3.80 m (fondo calicatas)

Niveles superpuestos de arenas de grano medio y grueso, y arenas arcillosas-arcillas arenosas, masivas o no estructuradas, de color marrón, con intercalaciones ocasionales de niveles arcillosos más consistentes. Mioceno (arena de miga-arena tosquiza, y tosco arenoso). Excavabilidad fácil, puntualmente dificultad media (niveles arcillosos más consistentes). Paredes verticales estables.

Desde el punto de vista litológico, la columna natural del subsuelo del área examinada, por debajo del suelo vegetal arenoso o arcilloso, se encontraría inscrita en la llamada "formación Madrid", constituida por arenas cuarzo-feldespáticas arcósicas, con arcillas abundantes procedentes de la descomposición de los feldespatos, constituidas por los materiales cuya denominación local corresponde fundamentalmente a arenas de miga y tosco, con las transiciones entre ambos tipos (tosco arenoso y arena tosquiza).

5.- RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

5.1. Ensayos de penetración dinámica

En relación con los ensayos de penetración continua, incluidos en el anejo correspondiente y representados conjuntamente en el gráfico adjunto, si bien no permiten identificar el terreno al no existir testificación, resultan útiles para diferenciar niveles de distinta densificación, y se correlacionan fácilmente con los reconocimientos de las catas.

Se alcanza el rechazo en los penetrómetros entre 237-5.29 m de profundidad, con respecto a la cota de emplazamiento.

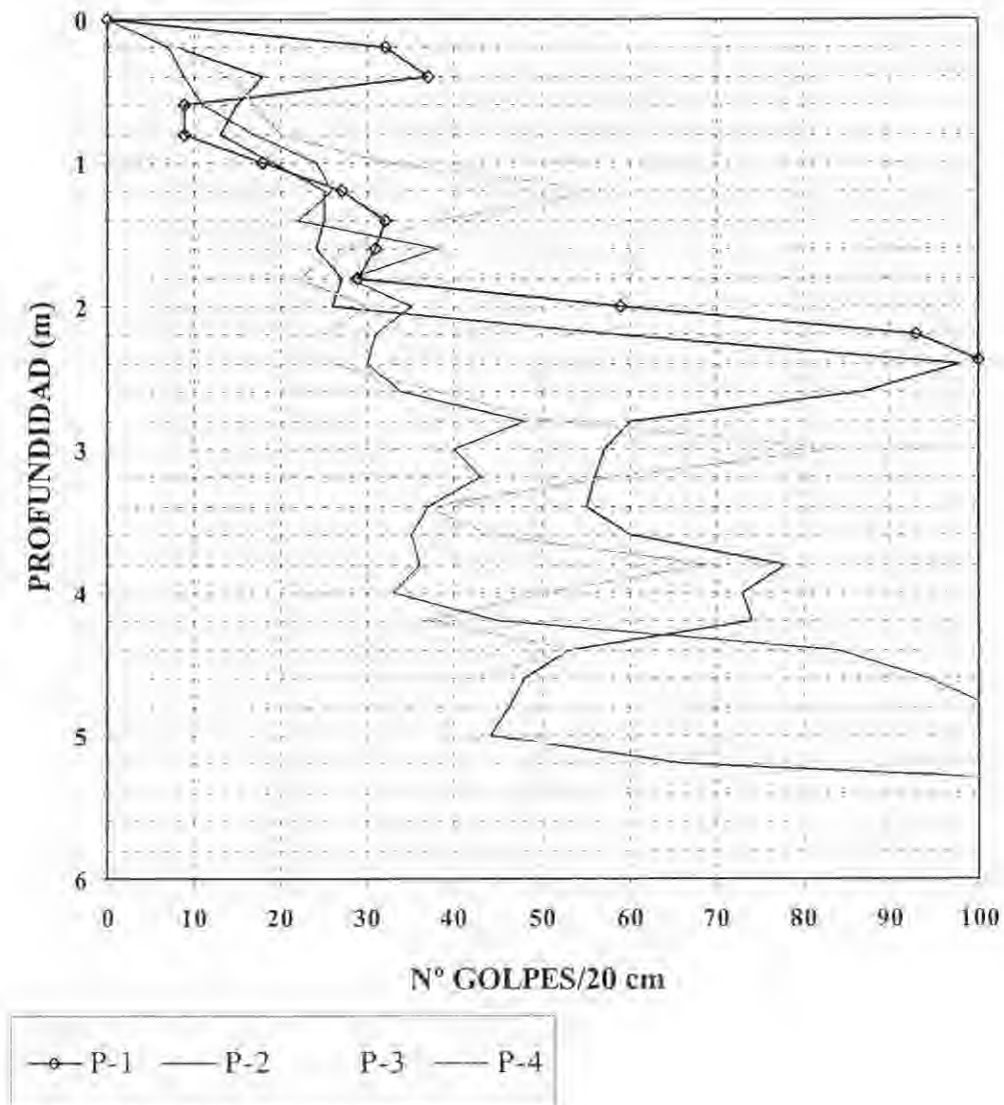
En los ensayos de penetración realizados, se detecta un nivel superficial de baja consistencia, hasta aproximadamente 1.00 m de profundidad, respecto a cota de emplazamiento, con índices de golpeo en torno a 10-15 golpes, correspondiente al suelo vegetal, y escombros (zonas de catas C-1 y C-2). En el sustrato mioceno alterado, arenoso o areno-arcilloso, (nivel 1, hasta 0.80-1.50 m en las calicatas realizadas), y en el techo del nivel 2 (sustrato mioceno), se incrementa la resistencia a la penetración, alcanzando valores de N_{20} en torno a 20-25 golpes, hasta 1.80-2.40 m.

Por debajo de este tramo, se detecta un tramo subsuperficial con un considerable aumento de la consistencia, propio de la presencia del sustrato mioceno, con valores de N_{20} superiores a 30 golpes desde 2-2.6 m en todos los ensayos, máximos relativos que superan los 90 golpes o incluso rechazo (se alcanza el rechazo en el penetrómetro P-1, a 2.40 m de profundidad, o índices $N_{20} = 98$ golpes a 2.40 m en el ensayo P-2). Este incremento de los índices de golpeo coincide con los niveles de arenas arcillo-limosas de grano fino-medio, algo consolidadas, que aparecen en la cata C-1 desde 3.00 m.

Por debajo de dichas cotas, se produce una disminución relativa de los índices de golpeo, con índices N_{20} muy variables, entre 35-45 golpes, hasta 4-5 m de profundidad. En este tramo se detectan variaciones importantes de la resistencia, que presumiblemente

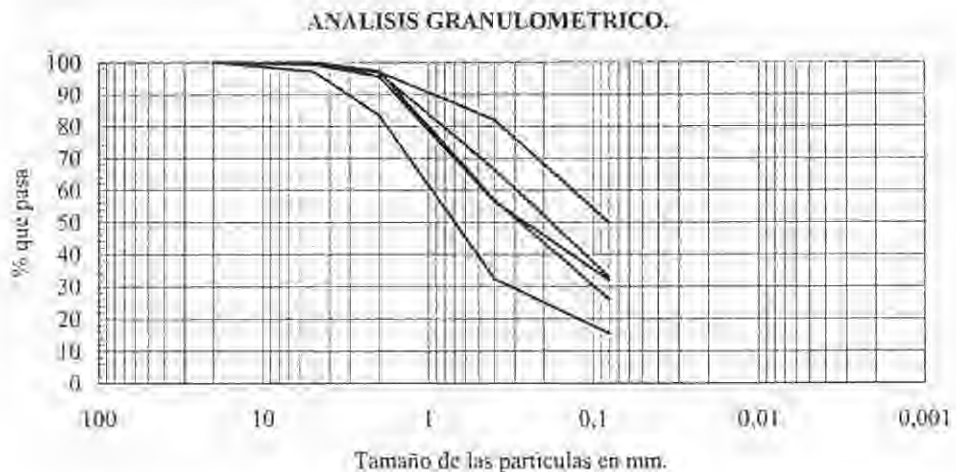
corresponden a la alternancia de niveles decimétricos algo consolidados y niveles de menor consistencia, como los detectados en la catas C-1 y C-5. En los niveles de mayor resistencia se alcanzan máximos relativos de $N_{20} = 84$ golpes a 3.00 m y $N_{20} = 69$ golpes a 3.80 m en P-3; $N_{20} = 77$ golpes a 3.80 m en P-2. Se alcanza el rechazo a 4.80 m en el ensayo P-4, y a 5.30 m de profundidad en los ensayos P-2 y P-3.

ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA



5.2. Resultados de los ensayos de laboratorio

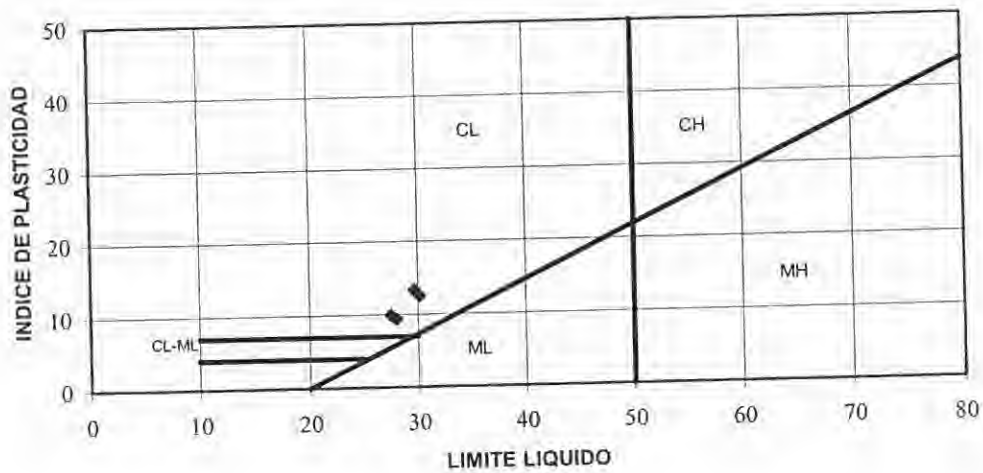
En la figura adjunta se representa el huso granulométrico de las muestras recogidas en las calicatas, entre 2.20-2.80 m de profundidad, en el nivel compuesto por materiales arenosos o areno arcillosos (nivel 2).



El porcentaje de finos (fracción que pasa por el tamiz 0.080 UNE) varía entre valores totales de 15.7-49.8 %, con lo que todos los materiales se clasifican como suelos de grano grueso (más de la mitad de la muestra es retenida por el tamiz 0.080 UNE). Dentro de este grupo se clasifican como arenas (más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz 5 UNE). En el diagrama de husos granulométricos de la provincia de Madrid, estos materiales se clasifican como “arena de miga”, “arena tosquiza” y “tosco”.

Respecto a las características plásticas, ha resultado no plástica la muestra con mayor porcentaje de finos. Representados los restantes límites de Atterberg en el gráfico de plasticidad de Casagrande, se observa en la figura como las muestras ensayadas se sitúan en la zona CL (arcillas, arcillas arenosas de plasticidad baja a media).

GRAFICO DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



Ateniéndonos a la granulometría y plasticidad, los materiales estudiados, se clasificarían fundamentalmente como SC (limos de plasticidad baja a media), y una muestra como SM (arenas limosas con finos no plásticos), según la clasificación de Casagrande modificada.

La humedad de la muestra perteneciente a la cata C-3 alcanza el 10.4 %.

No se han detectado sulfatos en las muestras de suelo ensayadas.

6.- ANÁLISIS GEOTÉCNICO DE LA OBRA

6.1.- Ideas generales

De acuerdo con los datos expuestos anteriormente, y referidos los penetrómetros y calicatas a la obra en cuestión, la cota de emplazamiento de estos corresponde a la superficie del terreno en diciembre de 2001.

El solar en el que se han realizado los trabajos se encuentra en las afueras del casco urbano de Griñón, en la calle Olivar del Patrón. Presenta las siguientes características:

- Forma poligonal, casi rectangular, de dimensiones medias 100x130 m.
- Limita con la calle Olivar del Patrón (130 m, camino de acceso actual), y terrenos no urbanizados en continuidad morfológica, sin edificaciones (tres lados restantes).
- Relieve irregular, con desniveles moderados, que alcanzan, según estimaciones visuales, un máximo de 1-1.5 m. La superficie de la parcela (en la que se han situado los ensayos realizados), es subhorizontal, aproximadamente a cota de la calle de acceso. No existen diferencias significativas de cota entre los puntos de emplazamiento de penetrómetros y catas.
- Columna estratigráfica constituida por un tramo superficial de arenas y arenas arcillosas, base de la cobertura vegetal, (subnivel I-A, hasta 0.30-0.60 m), rellenos antrópicos (subnivel I-B, catas C-1 y C-2) y tramo superficial alterado del sustrato mioceno (subnivel I-C, hasta 0.80-1.50 m). El sustrato mioceno, denominado nivel 2, (desde 0.80-1.50 m), está constituido por una sucesión de tramos de arenas y arenas arcillosas, ocasionalmente algo litificados o consolidados.
- No se ha detectado nivel freático en las calicatas realizadas.

- Parte de la parcela está ocupada en la actualidad por instalaciones (edificios, depósitos de agua y otros servicios de una depuradora), del Canal de Isabel II. La existencia de estas estructuras ha condicionado la situación de los ensayos correspondientes al presente Informe.

La obra cuyo subsuelo es objeto del presente informe, consiste en la construcción de una Estación de Tratamiento de Agua Potable (E.T.A.P.), que consta de diversas instalaciones. Con respecto a cada una de las instalaciones (según la denominación en el plano facilitado por el Peticionario), los ensayos se han situado del siguiente modo:

Penetrómetro P-1	Tanque de homogeneización y tratamiento de fangos
Penetrómetro P-2	Depósito de filtración
Penetrómetro P-3	Depósito regulador
Penetrómetro P-4	Depósito regulador
Calicata C-1	Junto cámara de floculación
Calicata C-2	Depósito regulador
Calicata C-3	Depósito de filtración
Calicata C-4	Edificio reactivos
Calicata C-5	Edificio fangos

En función de la presumible distribución en planta y perfil de las diversas instalaciones, se estima que la solera de planta inferior de los distintos edificios quedará situada aproximadamente a cota de la superficie de emplazamiento de los penetrómetros y catas, o ligeramente por debajo, en los materiales denominados nivel 1. La base de los depósitos de regulación y filtración, (penetrómetros P-2, P-3 y P-4), quedará situada aproximadamente a 2 m de profundidad, en el nivel 2. La base del tanque de homogeneización de lodos (penetrómetro P-1) quedará situada a unos 6 m de profundidad, igualmente en el nivel 2.

6.2.- Cimentaciones.

6.2.1.- Tipología.

Las soleras o superficies inferiores de las distintas actuaciones quedarán situadas a profundidades diferentes, lo que implicará excavaciones variables en cada estructura proyectada. A este respecto, en excavaciones que superen los 0.80-1.50 m de profundidad se alcanzará el sustrato mioceno arenoso o areno-arcilloso (nivel 2). En las instalaciones en que no esté prevista excavación, las soleras inferiores quedarán situadas en el nivel 1, en materiales clasificados como suelo vegetal, rellenos o miocenos alterados.

Se podrá adoptar una cimentación de tipo superficial mediante zapatas empotradas o pozos apoyados en el nivel 2, a no menos de 1.60 m de profundidad, con respecto a cota de emplazamiento de penetrómetros y calicatas. En caso necesario, los pozos se podrán rellenar de hormigón en masa, disponiendo en superficie la zapata estructural.

6.2.2. Tensión admisible

6.2.2.1. Edificios sin sótano, estructuras apoyadas a partir de 1.60 m

Las cargas se deberán transmitir a los niveles de mayor consistencia que aparecen a partir de 0.80-1.50 m (nivel 2), situando en cualquier caso la base de las cimentaciones a no menos de 1.60 m de profundidad. A dichas cotas, el terreno está formado por materiales arenosos o areno-arcillosos, con algún tramo ligeramente cementado y/o consolidado, de características correspondientes a un suelo areno-arcilloso.

Para determinar la tensión admisible, se utilizan los valores de la resistencia a la penetración, y la fórmula holandesa, según la cual:

$$q_{adm} = R_D \cdot \frac{K}{20}$$

q_{adm} = Carga admisible en kp/cm^2

K = Coeficiente en función del tipo de suelo

El valor de R_D viene dado por la fórmula:

$$R_D = \frac{M^2 \cdot H}{(A \cdot (e + e_1)) \cdot (M + P)}$$

Donde:

R_D = Resistencia dinámica en kp/cm^2

M = Masa de la maza (63,5 kp.)

H = Altura de caída de la maza (50cm.)

A = Sección de la puntaza ($16 cm^2$)

e = Penetración por golpe = $20 \cdot N_{20}$ (cm.)

e_1 = Acortamiento elástico (~0,5 cm.)

P = Peso del varillaje y la puntaza (20 kp + 6.3 kp/ml)

Con los resultados de los ensayos de penetración realizados se obtienen, para apoyo de las cimentaciones a partir de 1.6 m de profundidad, en arenas o arenas arcillosas, los siguientes valores para la tensión admisible:

Para $N_{20} = 40$ golpes, profundidad = 1.6 m $R_n = 95.6 \text{ Kp/cm}^2$

Arena arcillosa: $K = 0,45$ $q_{adm} = 95.6 \cdot 0.45/20 = 2,1 \text{ kp/cm}^2$

En cuanto a los asientos, se puede estimar mediante correlaciones a partir del valor de N_{20} . A este respecto, según la relación de Dacheber, se puede obtener el valor de N correspondiente al ensayo SPT. Para el caso más desfavorable, a partir de $N_{20}=22$ golpes, resulta $N=20$.

La tensión admisible, para asiento de una pulgada y cimentaciones de hasta 2 m de ancho, oscila entre 2.10 kp/cm^2 (Terzaghi) y 3.4 kp/cm^2 (Meyerhof). El valor inferior es el considerado, por lo que cabe concluir que los asientos serán inferiores a una pulgada, (valor habitualmente admitido como máximo para cimentaciones superficiales sobre suelos arenosos).

6.2.2.2. Estructuras apoyadas a partir de de 2.00-2.20 m

En el caso de depósitos o estructuras cuya solera o fondo quede situado por debajo de 2.00-2.60 m de profundidad, (ensayos de penetración P-1 y P-2) ó 2.60 m (ensayos P-3 y P-4), se consideran válidas, para el cálculo de la tensión admisible, las premisas empleadas en el apartado anterior.

Con los resultados de los ensayos de penetración realizados se obtienen, para apoyo de las cimentaciones a partir de 2.6 m de profundidad, en arenas o arenas arcillosas, mediante la fórmula holandesa, los siguientes valores para la tensión admisible:

Para $N_{20} = 34$ golpes, profundidad = 2.6 m $R_D = 115.9 \text{ Kp/cm}^2$

Arena arcillosa: $K = 0,45$ $q_{adm} = 115.9 \cdot 0.45/20 = 2,6 \text{ kp/cm}^2$

A partir del valor de N correspondiente al ensayo SPT, (considerando $N_{20}=34$ golpes, resulta $N=25$ según Dacheber), se puede realizar una estimación de los asientos. La tensión admisible, para asiento de una pulgada y cimentaciones de hasta 2 m de ancho, oscila entre 2.50 kp/cm^2 (Terzaghi) y 4.3 kp/cm^2 (Meyerhof). El valor inferior es el considerado en el Informe, por lo que cabe concluir que los asientos serán inferiores a una pulgada).

6.3.- Excavación. Muros perimetrales.

La excavación de las cimentaciones y, en su caso, de los vaciados necesarios hasta alcanzar la solera inferior, se realizará tanto en los niveles superiores, compuestos por arenas arcillosas o arcillas arenosas, (cuyo techo es la base de la cobertera vegetal), con escombros ocasionales, denominado nivel 1, hasta 0.80-1.50 m, como en el sustrato mioceno. Son materiales fácilmente excavables, aunque escasamente competentes en cuanto a su estabilidad se refiere, si bien, dada su cohesión aparente, podrían admitir taludes subverticales. No obstante, habrá que ser extremadamente prudentes, dado el peligro de corrimientos o desprendimientos por fenómenos difícilmente previsibles en obra (deseccación, humectación, sobrecargas superiores, vibraciones de maquinaria, etc.), adoptando las medidas pertinentes. Los taludes no deberían superar en estos materiales el 2H:1V.

De recurrirse a la ejecución de elementos perimetrales, tipo muros pantalla, dada la profundidad de alguno de los tanques o depósitos, los parámetros geotécnicos a utilizar para el cálculo serían los siguientes:

Nivel 1. Suelo vegetal / rellenos / mioceno alterado (0,00 m a 0.80-1,30 m)

$$\gamma = 1.8 \text{ Tn/m}^3$$

$$\phi = 28^\circ$$

$$c = 0 \text{ Tn/m}^2$$

Nivel 2. Arenas, arenas arcillosas miocenas (desde 0.80-1,30 m).

$$\gamma = 2.0 \text{ Tn/m}^3$$

$$\phi = 32^\circ$$

$$c = 1 \text{ Tn/m}^2$$

6.4.- Nivel freático. Agresividad.

No se ha detectado agua en las calicatas realizadas.

No se han detectado sulfatos en las muestras de suelo ensayadas.

No es necesario adoptar resistencias mínimas compatibles con los requisitos de durabilidad, (tabla 37.3.2.b) en función de la clasificación de la agresividad química del ambiente (tabla 8.2.3.b) de la EHE.

De detectarse agua durante la ejecución de las obras, esta debería analizarse para determinar su agresividad al hormigón.

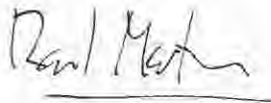
6.- CONSIDERACION FINAL

El análisis recogido en el presente Informe, está basado en datos puntuales.

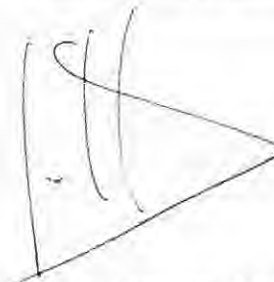
No son descartables por tanto, variaciones respecto a las hipótesis aquí consideradas, por lo que se estima necesaria la supervisión de las obras por un técnico competente, que corrobore o modifique las conclusiones aquí recogidas.

Deberá garantizarse la seguridad del personal y de la obra, adoptando en cada situación las medidas oportunas.

Madrid, 21 de diciembre de 2001



Raúl Martín Cordero
Geólogo



Juan Antonio Hermoso Yañez
Ingeniero de Caminos
Director Técnico

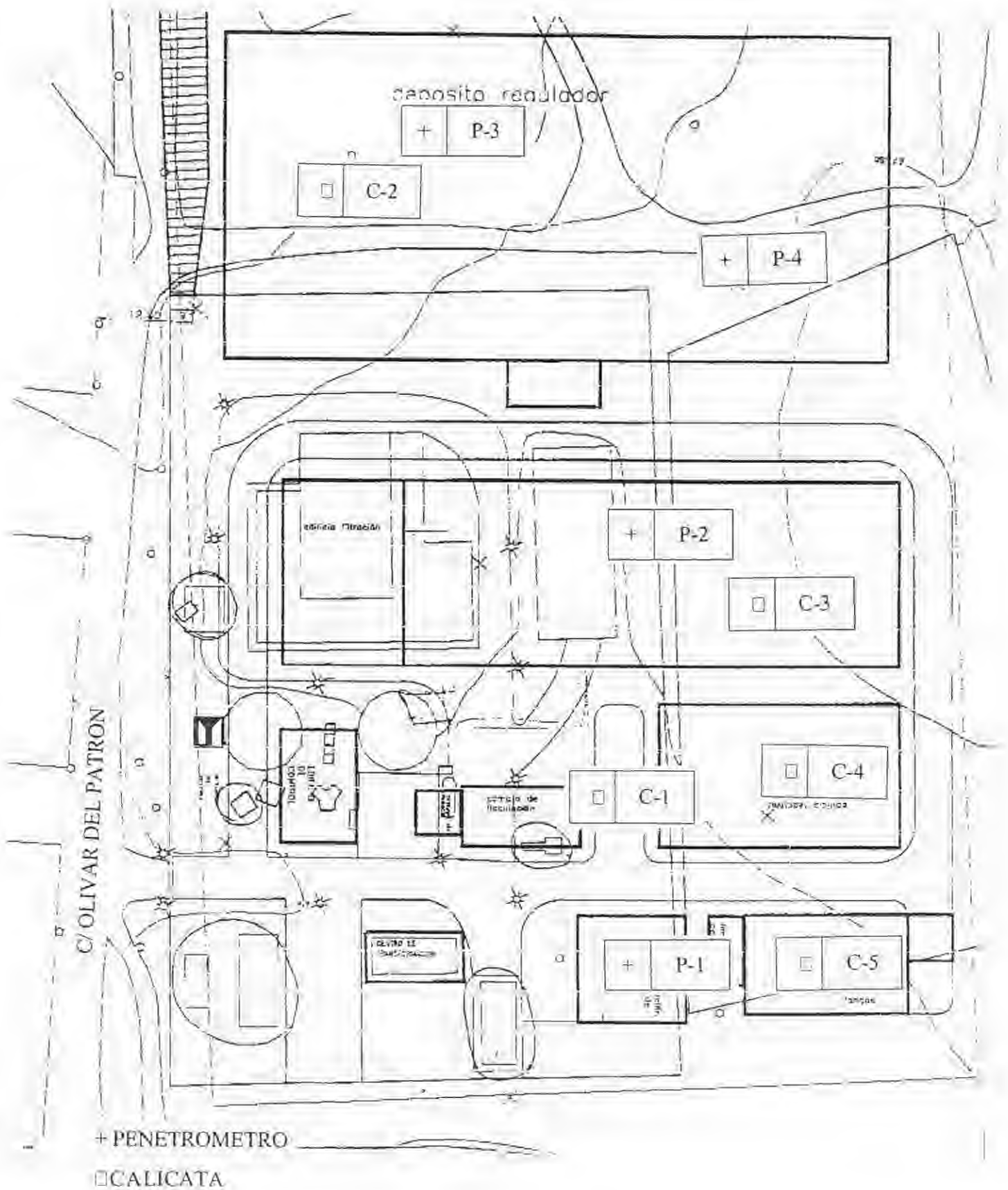
El presente Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la aprobación expresa de PROGEOTEC.

PROGEOTEC,S.A. C/Antonio Alonso Martín, S/N.28860-Paracuellos del Jarama (Madrid) Telef.91-6582659

ANEJOS

ANEJO 1
CROQUIS DE SITUACION
COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS DE CALICATAS
PERFILES DE PENETRACION

CROQUIS DE SITUACION DE PENETROMETROS Y CALICATAS
Nº TRABAJO: 01384. ETAP GRINON.





PROGEOTEC, S.A.

Trabajo: E.T.A.P. GRIÑÓN. MADRID.

Peticionario: DVT CONSULTING Y PROYECTOS.

Nº obra: 01384

PK:

Area: ST/2697 Comunidad de Madrid 03098ST97

Calicata Nº: 1

Prof (m): 3,4

Supervisor: S. LEGUEY

Fecha: 04/12/01

Profundidad (m)	Nivel de agua	Naturaleza del terreno	Profundidad inferior (m)	Corte litológico	Espesor estrato (m)	Ensayos de campo/laboratorio		
						Tipo ensayo	Intervalo de profund. (m)	Resultados
0,0		Suelo vegetal: arena marrón oscura, con raíces.	0,3		0,3			
0,5		Rellenos: arena con escombros (restos de hormigón y ladrillo)	1,2		0,9			
1,0			1,5		0,3			
1,5		Terreno natural alterado: arenas de grano medio, arcillosas, de color marrón, con raíces dispersas.	1,5		0,3			
2,0			3,4		1,9			
2,5		Arena arcillo limosa de grano fino - medio, color marrón, algo consolidada desde 3,00 m. Granocreciente y menos arcillosa hacia abajo. 3,00 m: arena tosquiza. Paredes verticales, estables. Excavabilidad fácil, media hacia el fondo.	3,4		1,9			
3,0						MB	2,8-3	
3,5								
4,0								
4,5								
5,0								

LEYENDA MB: Muestra bolsa MS: Muestra saco MH: Muestra húmeda

Observaciones:



PROGEOTEC, S.A.

Trabajo: E.T.A.P. GRIÑÓN. MADRID.

Peticionario: DVT CONSULTING Y PROYECTOS.

Nº obra: 01384

PK:

Area: ST/2697 Comunidad de Madrid 03098ST97

Calicata Nº: 2 Prof (m): 3,7

Supervisor: S. LEGUEY

Fecha: 04/12/01

Profundidad (m)	Nivel de agua	Naturaleza del terreno	Profundidad inferior (m)	Corte litológico	Espesor estrato (m)	Ensayos de campo/laboratorio		
						Tipo ensayo	Intervalo de profund. (m)	Resultados
0,0		Suelo vegetal y rellenos: Arenas arcillosas con raíces y arenas con cantos y restos de ladrillos.	0,3		0,3			
0,5		Relleno / terreno natural alterado. Arena de grano medio color marrón, suelta. Paredes inestables.	0,8		0,5			
1,0		Arena heterométrica, algo arcillosa, de color marrón, más arcillosa desde 2,20 m (arcilla arenosa) aparece en terrones muy compactos. Arena tosquiza - tosco arenoso. Paredes verticales estables.	3,2		2,4			
2,0						MB	2,2-2,4	
2,5		Tosco - tosco arenoso. Arena limo arcillosa - arcillalimo arenosa, marrón, de grano fino - medio, granocreciente y menos arcilloso hacia abajo.	3,7		0,5			
3,0								
3,5								
4,0								
4,5								
5,0								

LEYENDA

MB: Muestra bolsa

MS: Muestra saco

MH: Muestra húmeda

Observaciones:



PROGEOTEC, S.A.

Trabajo: E.T.A.P. GRIÑÓN. MADRID.

Peticionario: DVT CONSULTING Y PROYECTOS.

Nº obra: 01384

PK:

Area: ST/2697 Comunidad de Madrid 03098ST97

Supervisor: S. LEGUEY

Fecha: 04/12/01

Calicata Nº: 3 Prof (m): 3,8

Profundidad (m)	Naturaleza del terreno	Profundidad inferior (m)	Corte litológico	Espesor estrato (m)	Ensayos de campo/laboratorio		
					Tipo ensayo	Intervalo de profund. (m)	Resultados
0,0	Suelo vegetal: Arena algo arcillosa con raíces, marrón oscuro, de grano fino - medio.	0,6		0,6			
0,5							
1,0	Terreno alterado. Arena gruesa y muy gruesa, algo arcillosa, en terrones secos, con raíces dispersas.	1,2		0,6			
1,5							
2,0	Arena arcillosa - arcillo limosa, de grano fino, granocreciente hacia abajo, de color marrón, consistente. Tosco arenoso - arena tosquiza.	3,2		2			
2,5							
3,0							
3,5	Alternancia de niveles decimétricos de arenas de grano medio - grueso, limo arcillosas, con niveles arcillosos de color marrón. Arena tosquiza - tosco.	3,7		0,5	MS	2,4-2,6	
4,0							
4,5							
5,0							

LEYENDA MB: Muestra bolsa MS: Muestra saco MH: Muestra húmeda

Observaciones:



PROGEOTEC, S.A.

Trabajo: E.T.A.P. GRIÑÓN. MADRID.

Peticionario: DVT CONSULTING Y PROYECTOS.

Nº obra: 01384

PK:

Area: ST/2697 Comunidad de Madrid 03098ST97

Supervisor: S. LEGUEY

Fecha: 04/12/01

Calicata Nº: 4 Prof (m): 3,7

Profundidad (m)	Naturaleza del terreno	Profundidad inferior (m)	Corte litológico	Espesor estrato (m)	Ensayos de campo/laboratorio		
					Tipo ensayo	Intervalo de profund. (m)	Resultados
0,0	Suelo vegetal: arena media algo arcillosa color marrón, con raíces.	0,6		0,6			
0,5							
1,0	Arena arcillosa - arcilla arenosa, de grano medio y grueso, con raíces. Algo endurecida por desecación, marrón, Terreno alterado.	1,2		0,6			
1,5							
2,5	Arena de miga - arena tosquiza, arena gruesa, marrón, suelta (arena de miga) con nódulos arcillosos intercalados. Desde 2,00 m: más arcilloso (arena tosquiza hacia abajo) de grano medio y grueso. Paredes verticales estables. Excavabilidad fácil, aumentando la dificultad con la profundidad.	3,7		2,5	MB	2,2-2,3	
3,0							
3,5							
4,0							
4,5							
5,0							

LEYENDA MB: Muestra bolsa MS: Muestra saco MH: Muestra húmeda

Observaciones:



PROGEOTEC, S.A.

Trabajo: E.T.A.P. GRIÑÓN. MADRID.

Peticionario: DVT CONSULTING Y PROYECTOS.

Nº obra: 01384

PK:

Area: ST/2697 Comunidad de Madrid 03098ST97

Calicata Nº: 5

Prof (m): 3,7

Supervisor: S. LEGUEY

Fecha: 04/12/01

Profundidad (m)	Nivel de agua	Naturaleza del terreno	Profundidad inferior (m)	Corte litológico	Espesor estrato (m)	Ensayos de campo/laboratorio		
						Tipo ensayo	Intervalo de profund. (m)	Resultados
0,0		Suelo vegetal: arena algo arcillosa color marrón rojizo, con raíces.			0,6			
0,5			0,6					
1,0		Terreno alterado: arena gruesa algo arcillosa con raíces y terrones más arcillosos compactos.			0,7			
1,5			1,3					
2,0		Arena arcillosa - arcilla arenosa de grano medio, marrón, consolidada. Paredes estables, dificultad de excavación media. Arena tosquiza - tosco arenoso.			0,5			
2,5			1,8					
3,0		Arena de miga. Arena de grano medio y grueso algo arcillosa o arcillo limosa, con algún nivel más fino intercalado (3,00 m) color marrón.			1,9	MB	2,4-2,6	
3,5			3,7					
4,0								
4,5								
5,0								

LEYENDA MB: Muestra bolsa MS: Muestra saco MH: Muestra húmeda

Observaciones:

Nº TRABAJO: 01384

FECHA: 12/12/2001

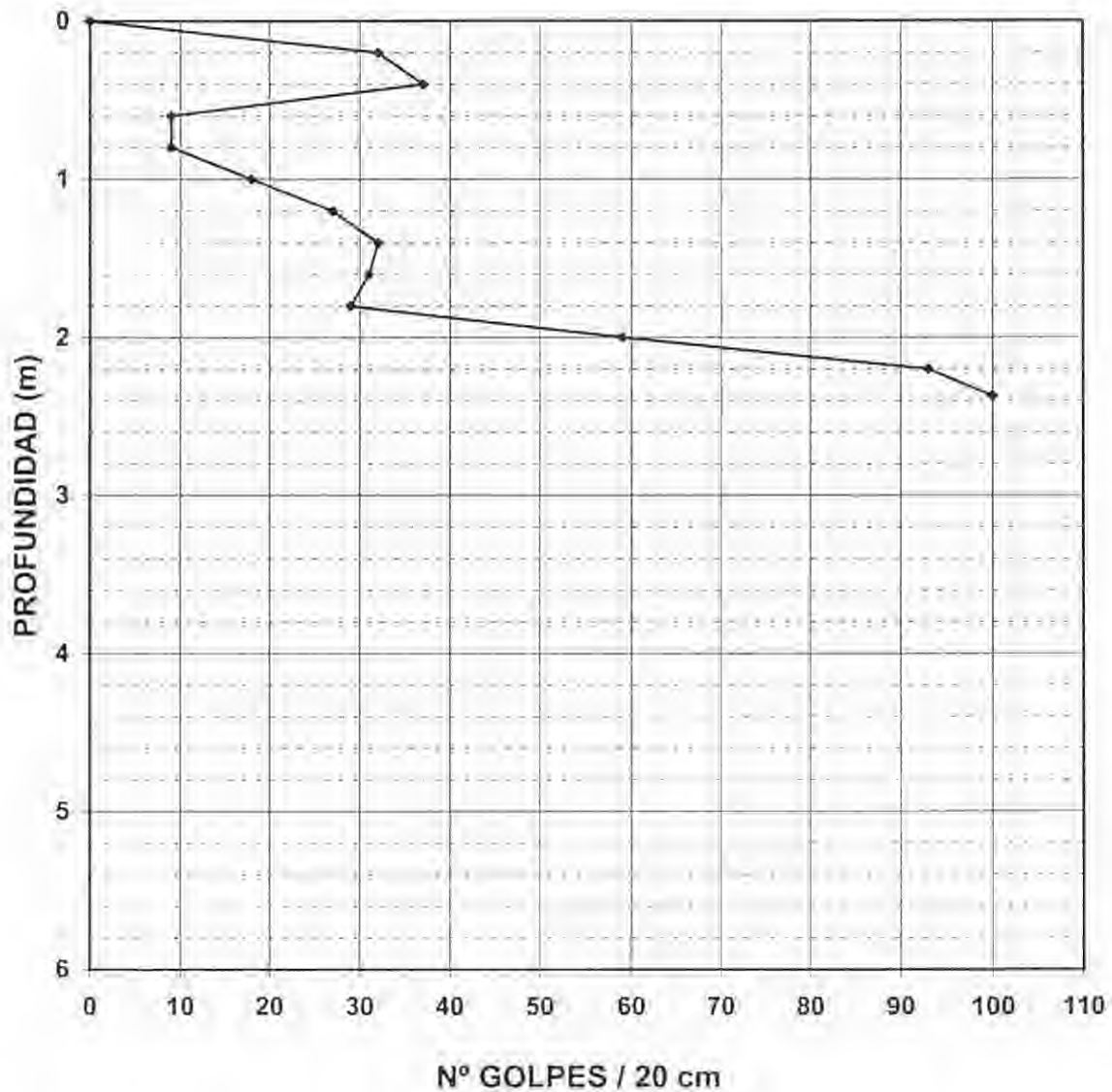
OBRA: E.T.A.P. GRIÑÓN. (C/ OLIVAR DEL PATRON, GRIÑÓN)

PETICIONARIO: D.V.T. CONSULTING Y PROYECTOS.

C/ SAN BERNARDO, Nº 97-99. MADRID.

AREA-ST/BOE 2-6-97. COMUNIDAD DE MADRID. Nº 03098ST97.

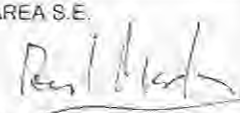

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA Nº 1.



MAZA: 63,50 Kp.

ALTURA CAIDA: 50 cm.

PUNTAZA CUADRADA (4x4cm.)

<p>JEFE DE AREA S.E.</p>  <p>Fdo.: D. Raúl Martín Cordero</p>	<p>DIRECTOR TÉCNICO PROGEOTEC S.A.</p>  <p>Fdo.: D. Juan Antonio Hermoso Yañez</p>
--	--

Nº TRABAJO: 01384

FECHA: 12/12/2001

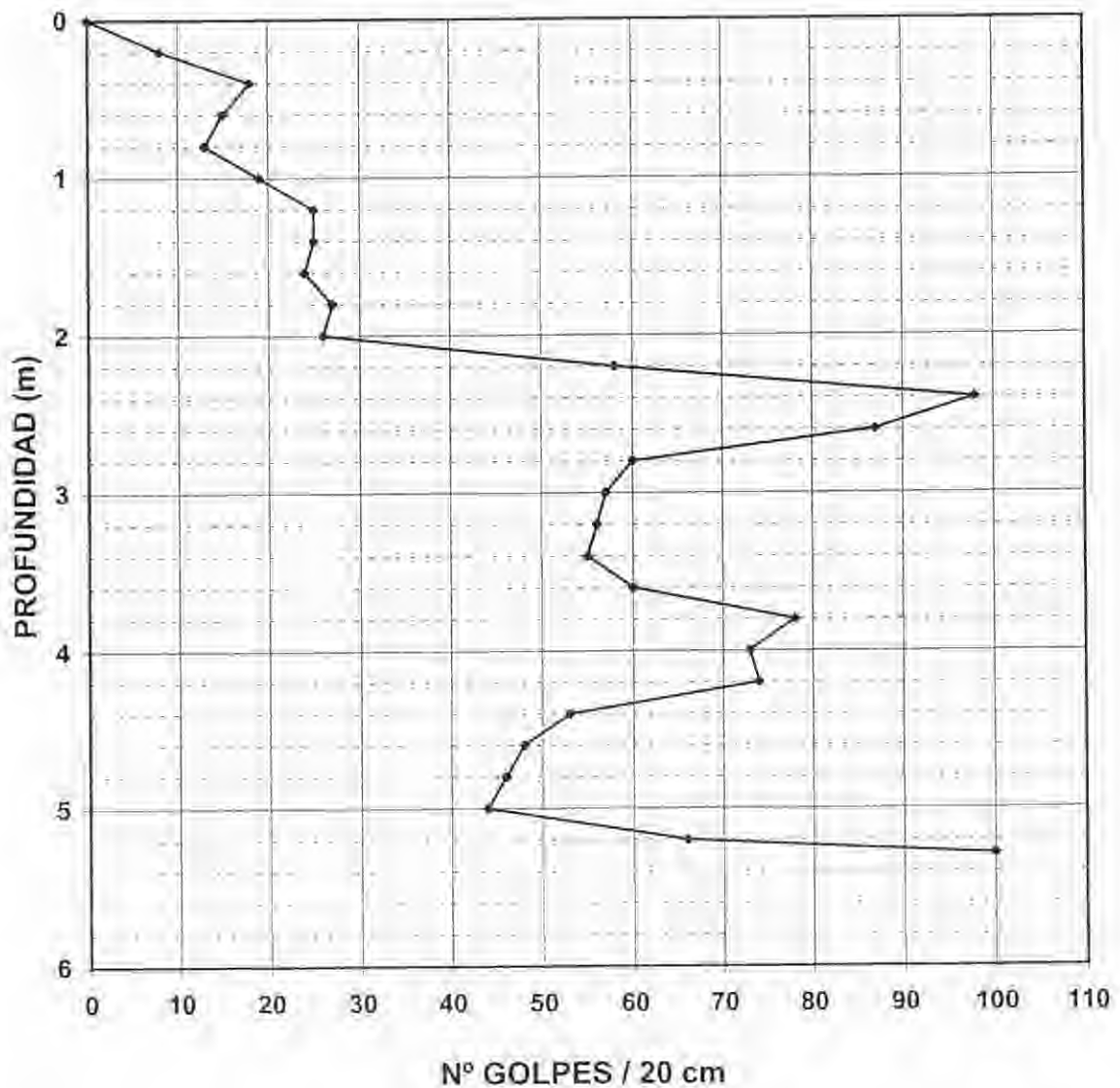
OBRA: E.T.A.P. GRIÑÓN. (C/ OLIVAR DEL PATRON, GRIÑÓN)

PETICIONARIO: D.V.T. CONSULTING Y PROYECTOS.

C/ SAN BERNARDO, Nº 97-99. MADRID.

AREA ST/BOE 2-6-97. COMUNIDAD DE MADRID. Nº 03098ST97.

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA Nº 2.



MAZA: 63,50 Kp.

ALTURA CAIDA: 50 cm.

PUNTAZA CUADRADA (4x4cm.)

JEFE DE AREA S.E.  Fdo: D. Raúl Martín Cordero	DIRECTOR TÉCNICO PROGEOTEC S.A. P.C.  Fdo: D. Juan Antonio Hermoso Yañez
---	--

Nº TRABAJO: 01384

FECHA: 12/12/2001

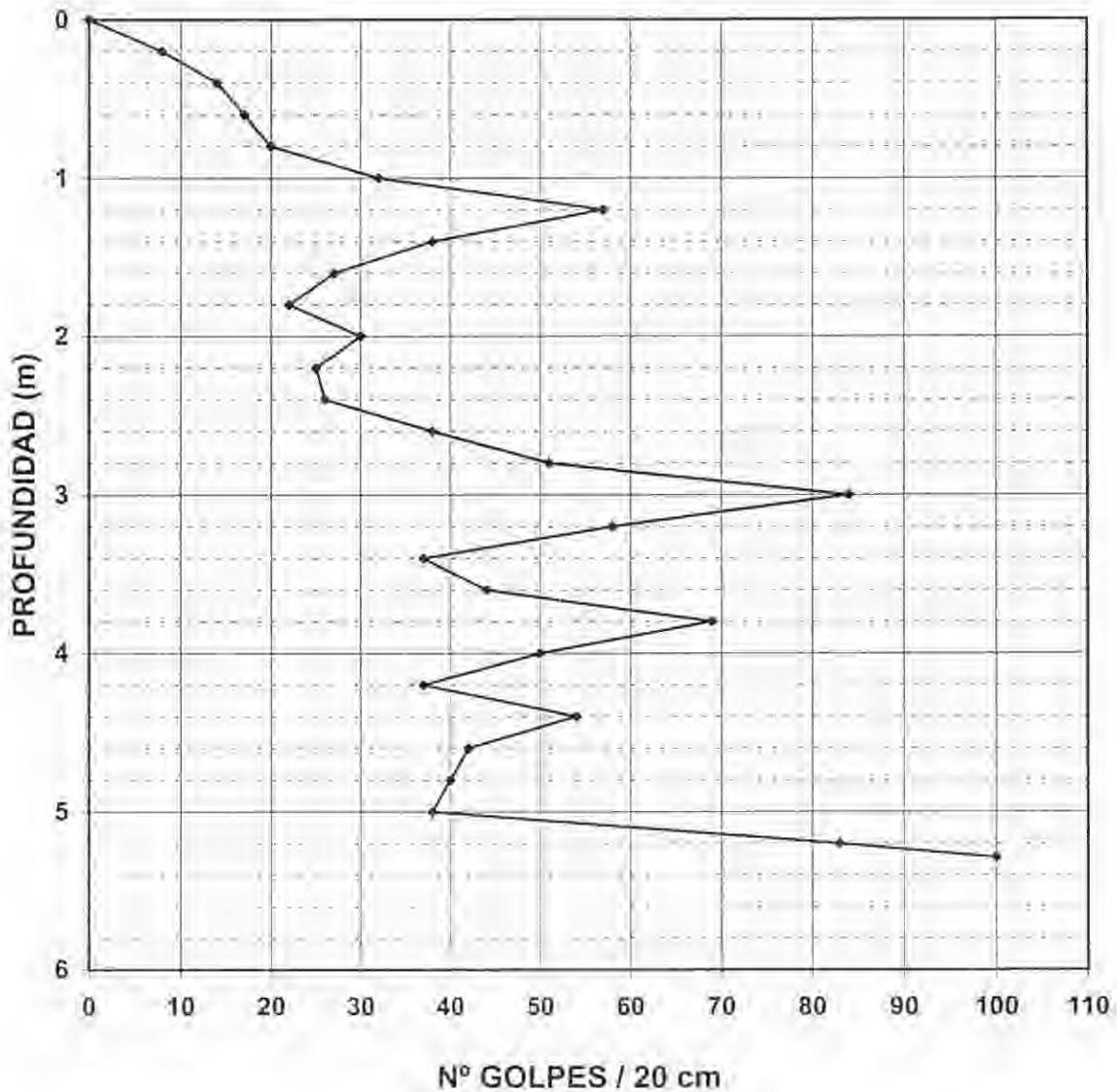
OBRA: E.T.A.P. GRIÑÓN. (C/ OLIVAR DEL PATRON, GRIÑÓN)

PETICIONARIO: D.V.T. CONSULTING Y PROYECTOS.

C/ SAN BERNARDO, Nº 97-99, MADRID.

AREA ST/BCE 2-E-97. COMUNIDAD DE MADRID. Nº 03098ST97.



ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA Nº 3.



MAZA: 63,50 Kp.

ALTURA CAIDA: 50 cm.

PUNTAZA CUADRADA (4x4cm.)

<p>JEFE DE AREA S.E.</p>  <p>Fdo.: D. Raúl Martín Cordero</p>	<p>DIRECTOR TÉCNICO PROGEOTEC S.A.</p> <p>S.A.</p>  <p>Fdo.: D. Juan Antonio Hermoso Yañez</p>
--	--

Nº TRABAJO: 01384

FECHA: 12/12/2001

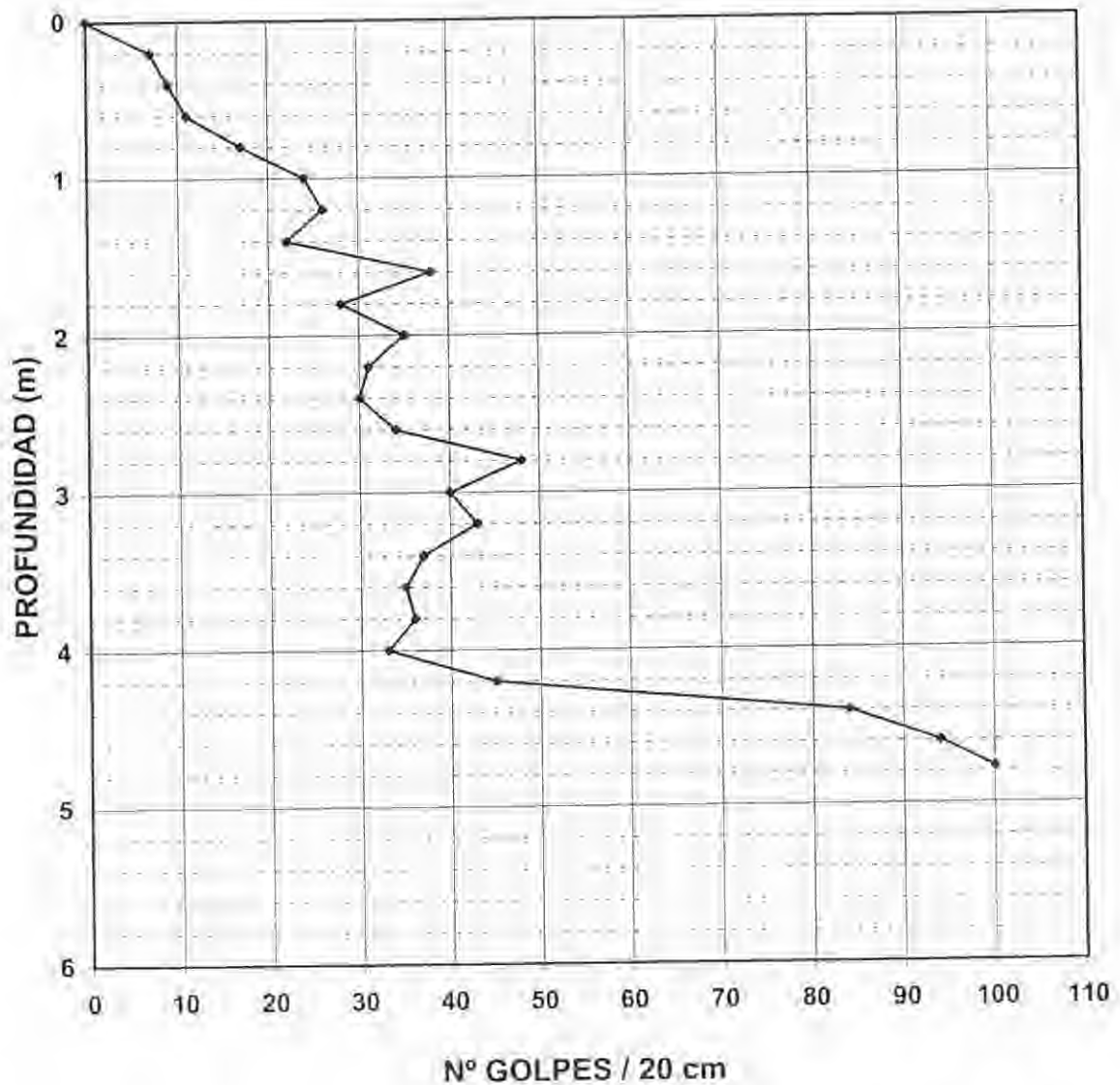
OBRA: E.T.A.P. GRIÑON. (C/ OLIVAR DEL PATRON, GRIÑON)

PETICIONARIO: D.V.T. CONSULTING Y PROYECTOS.

C/ SAN BERNARDO, Nº 97-99. MADRID.

AREA ST/BOE 2-6-97. COMUNIDAD DE MADRID. Nº 03098ST97



ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA Nº 4.



MAZA: 63,50 Kp.

ALTURA CAIDA: 50 cm.

PUNTAZA CUADRADA (4x4cm.)

JEFE DE AREA S.E.  Fdo. D. Raúl Martín Cordero	DIRECTOR TÉCNICO PROGEOTEC S.A.  Fdo. D. Juan Antonio Hermoso Yañez
---	---

ANEJO 2
TRABAJOS DE LABORATORIO

Nº TRABAJO: 01384

DENOMINACION: E.T.A.P. GRIÑÓN. MADRID.

PETICIONARIO: DVT CONSULTING Y PROYECTOS. C/ SAN BERNARDO, 97-99. MADRID.

AREA SE. 2-6-97. Nº 03077SE97 BOE 18-7-97

CALICATA Nº	1	2	3	4
COTA(m.)	2,80	2,20	2,40	2,20
	3,00	2,40	2,60	2,30
TIPO MUESTRA	BOLSA	BOLSA	SACO	BOLSA
Nº MUESTRA	01/2803/384	01/2804/384	01/2956/384	01/2805/384

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

% PASA TAMIZ 20	100	100	100	100
% PASA TAMIZ 5	99,6	100	99,3	100
% PASA TAMIZ 2	96,8	97,1	95,5	97,3
% PASA TAMIZ 0,4	66,5	82,4	56,5	57,1
% PASA TAMIZ 0,08	32,9	49,8	31,9	26,3
LIMITE LIQUIDO	28,0	N.P.	30,2	27,5
LIMITE PLASTICO	18,6	N.P.	17,7	17,6
INDICE DE PLASTICIDAD	9,4	N.P.	12,5	9,9
HUMEDAD NATURAL (%)			10,4	
DENSIDAD SECA g/cm ³				
MATERIA ORGANICA (%)				
CARBONATOS (%)				
SULFATOS (%)	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
EDOMETRO				
LAMBE				
DENSIDAD MÁX. (P. NORMAL)				
HUMEDAD OPTIM. (P. NORMAL)				
ÍNDICE C.B.R. (100% P. NORMAL)				

JEFE DE AREA S.E.



Fdo.: D. Raúl Martín Cordero

DIRECTOR TÉCNICO PROGEOTEC S.A.



Fdo.: D. Juan Antonio Hermoso Yañez

Nº TRABAJO: 01384

DENOMINACION: E.T.A.P. GRIÑÓN. MADRID.

PETICIONARIO: DVT CONSULTING Y PROYECTOS. C/ SAN BERNARDO, 97-99. MADRID.

AREA SE. 2-6-97. Nº 03077SE97 BOE 18-7-97

CALICATA Nº	5			
COTA(m.)	2,40 2,60			
TIPO MUESTRA	BOLSA			
Nº MUESTRA	01/2806/384			

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

% PASA TAMIZ 20	100			
% PASA TAMIZ 5	97,2			
% PASA TAMIZ 2	83,5			
% PASA TAMIZ 0,4	32,4			
% PASA TAMIZ 0,08	15,4			
LIMITE LIQUIDO	29,7			
LIMITE PLASTICO	16,4			
INDICE DE PLASTICIDAD	13,3			
HUMEDAD NATURAL (%)				
DENSIDAD SECA g/cm ³				
MATERIA ORGANICA (%)				
CARBONATOS (%)				
SULFATOS (%)	N.C.			
EDOMETRO				
LAMBE				
DENSIDAD MÁX. (P. NORMAL)				
HUMEDAD OPTIM. (P. NORMAL)				
INDICE C.B.R. (100% P. NORMAL)				

JEFE DE AREA S.E.



Fdo.: D. Raúl Martín Cordero

DIRECTOR TÉCNICO PROGEOTEC S.A.



Fdo.: D. Juan Antonio Hermoso Yañez

Nº TRABAJO: 01384

DENOMINACION: E.T.A.P. GRIÑÓN. MADRID.

PETICIONARIO: DVT CONSULTING Y PROYECTOS. C/ SAN BERNARDO, 97-99. MADRID.

AREA SE. 2-6-97. Nº 03077SE97 BOE 18-7-97

PROGEOTEC, S. A.

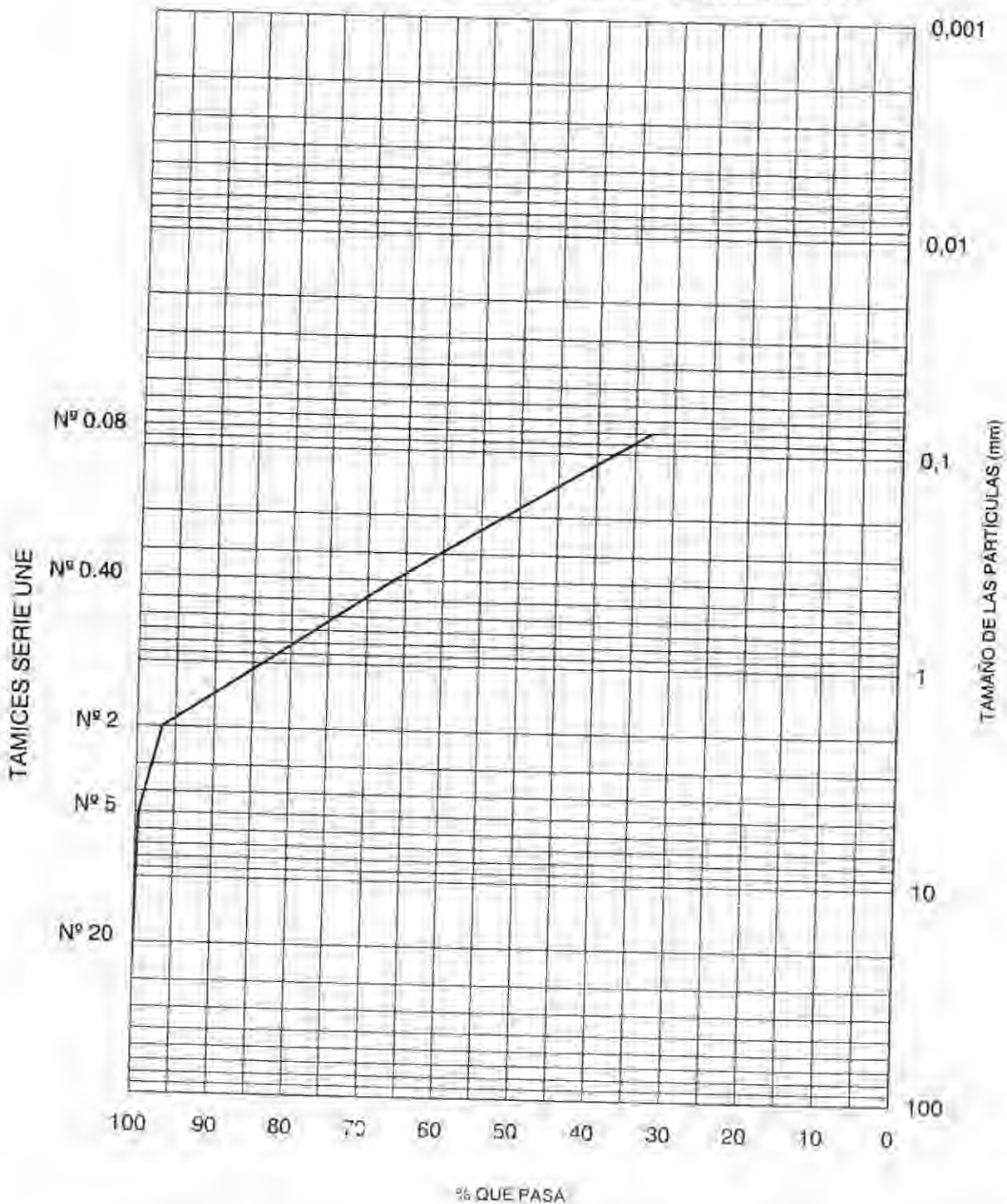
CALICATA: 1

COTA (m): 2,80-3,00

TIPO: BOLSA

Nº: 01/2803/384

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO UNE 103-101



JEFE DE AREA S.E.

Fdo.: D. Raúl Martín Cordero

DIRECTOR TÉCNICO PROGEOTEC S.A.

Fdo.: D. Juan Antonio Hermoso Yañez

Nº TRABAJO: 01384

DENOMINACION: E.T.A.P. GRIÑÓN. MADRID.

PETICIONARIO: DVT CONSULTING Y PROYECTOS. C/ SAN BERNARDO, 97-99. MADRID.

AREA SE 2-6-97. Nº 03077SE97 BOE 18-7-97

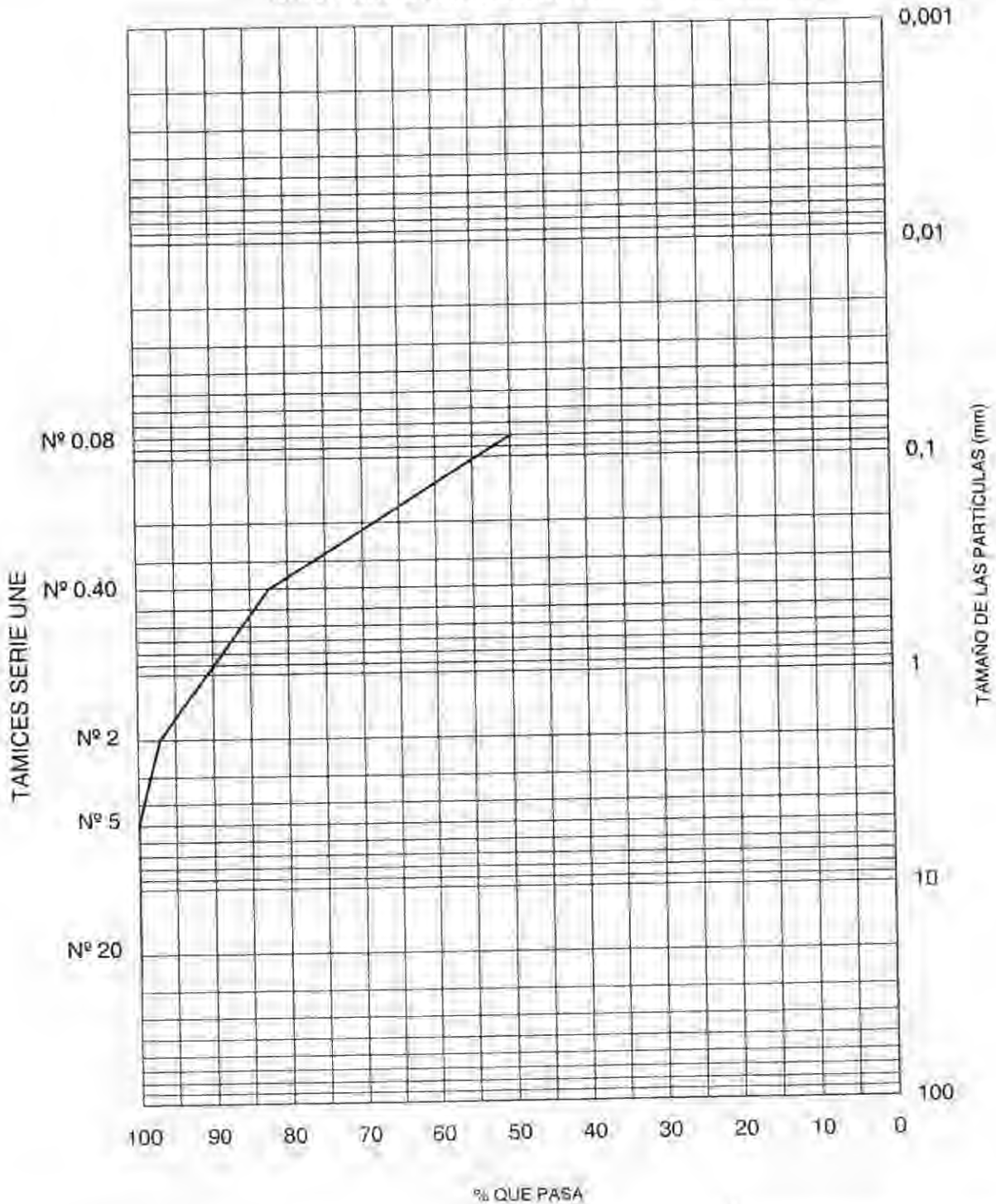
CALICATA: 2

COTA (m): 2.20-2.40

TIPO: BOLSA

Nº: 01/2804/384

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO UNE 103-101



<p>JEFE DE AREA S.E.</p> <p><i>Raúl Martín Cordero</i></p> <p>Fdo.: D. Raúl Martín Cordero</p>	<p>DIRECTOR TÉCNICO PROGEOTEC S.A.</p> <p><i>Juan Antonio Hermoso Yañez</i></p> <p>Fdo.: D. Juan Antonio Hermoso Yañez</p>
--	--

Nº TRABAJO: 01384

DENOMINACION: E.T.A.P. GRIÑÓN. MADRID.

PETICIONARIO: DVT CONSULTING Y PROYECTOS. C/ SAN BERNARDO, 97-99. MADRID.

ÁREA SE. 2-6-97. Nº 03077SE97 BOE 18-7-97

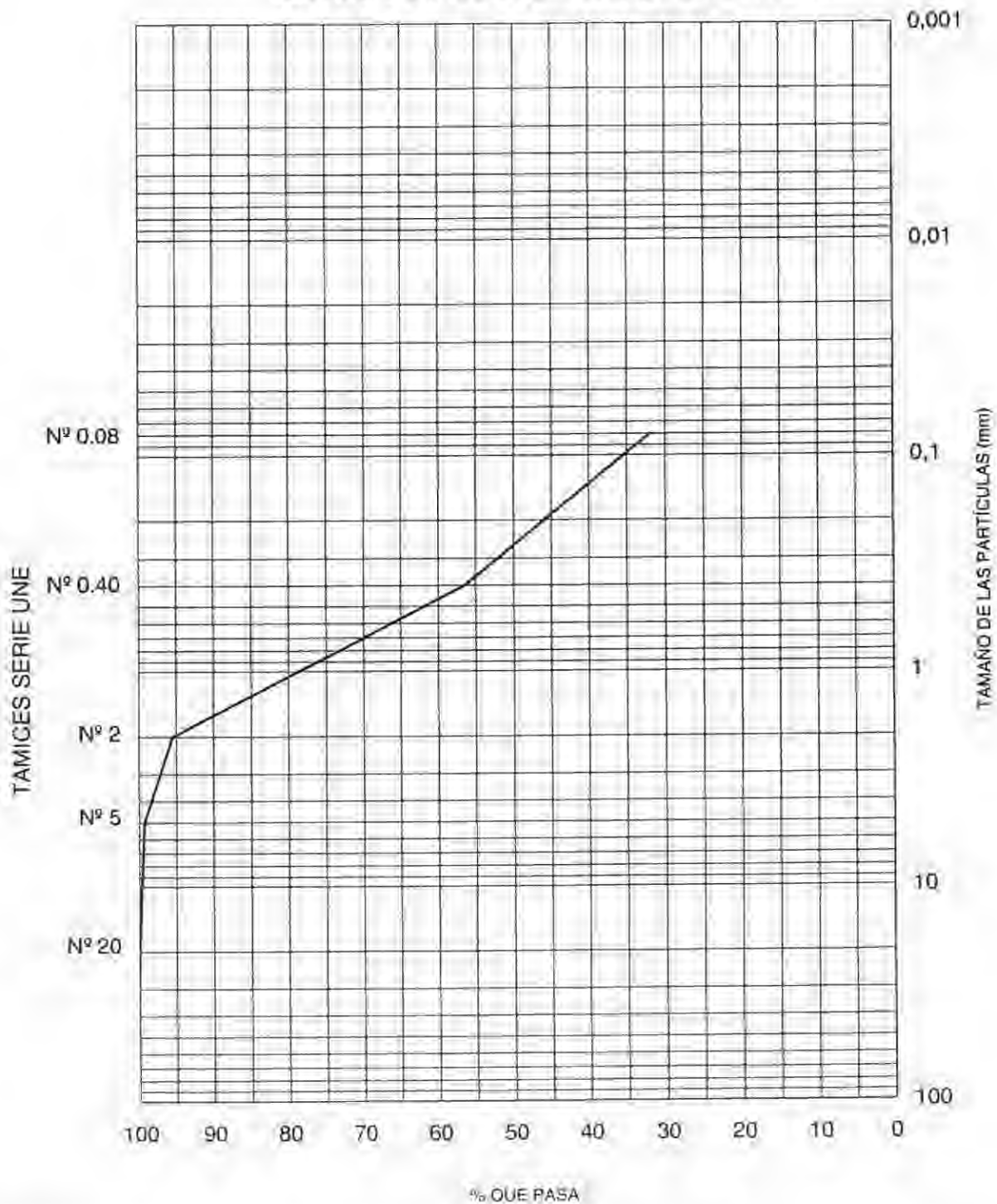
CALICATA: 3

COTA (m): 2.40-2.60

TIPO: SACO

Nº: 01/2956/384

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO UNE 103-101



<p>JEFE DE AREA S.E.</p> <p><i>Raúl Martín Cordero</i></p> <p>Fdo.: D. Raúl Martín Cordero</p>	<p>DIRECTOR TÉCNICO PROGEOTEC S.A.</p> <p><i>Juan Antonio Hermoso Yañez</i></p> <p>Fdo.: D. Juan Antonio Hermoso Yañez</p>
--	--

Nº TRABAJO: 01384

DENOMINACION: E.T.A.P. GRIÑÓN, MADRID.

PETICIONARIO: DVT CONSULTING Y PROYECTOS. C/ SAN BERNARDO, 97-99. MADRID.

AREA SE. 2-6-97. Nº 03077SE97 BOE 18-7-97

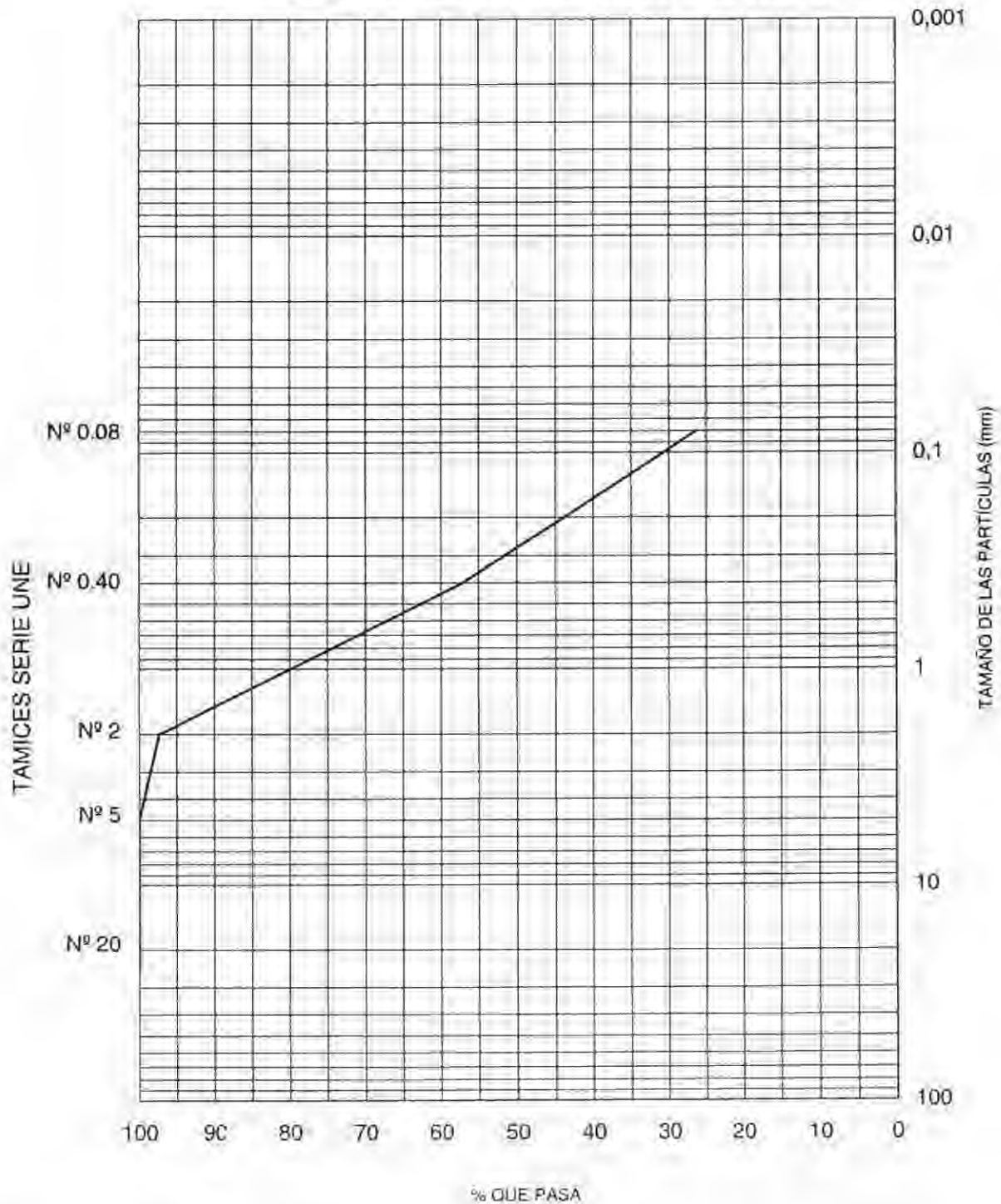
CALICATA: 4

TIPO: SACO

COTA (m): 2,40-2,60

Nº: 01/2956/384

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO UNE 103-101



<p>JEFE DE AREA S E</p> <p><i>Raúl Martín Cordero</i></p> <p>Fdo.: D. Raúl Martín Cordero</p>	<p>DIRECTOR TÉCNICO PROGEOTEC S.A.</p> <p><i>Juan Antonio Hermoso Yañez</i></p> <p>Fdo.: D. Juan Antonio Hermoso Yañez</p>
---	--

Nº TRABAJO: 01384

DENOMINACION: E.T.A.P. GRIÑÓN. MADRID.

PETICIONARIO: DVT CONSULTING Y PROYECTOS. C/ SAN BERNARDO, 97-99. MADRID.

AREA SE. 2-6-97. Nº 03077SE97 BOE 18-7-97

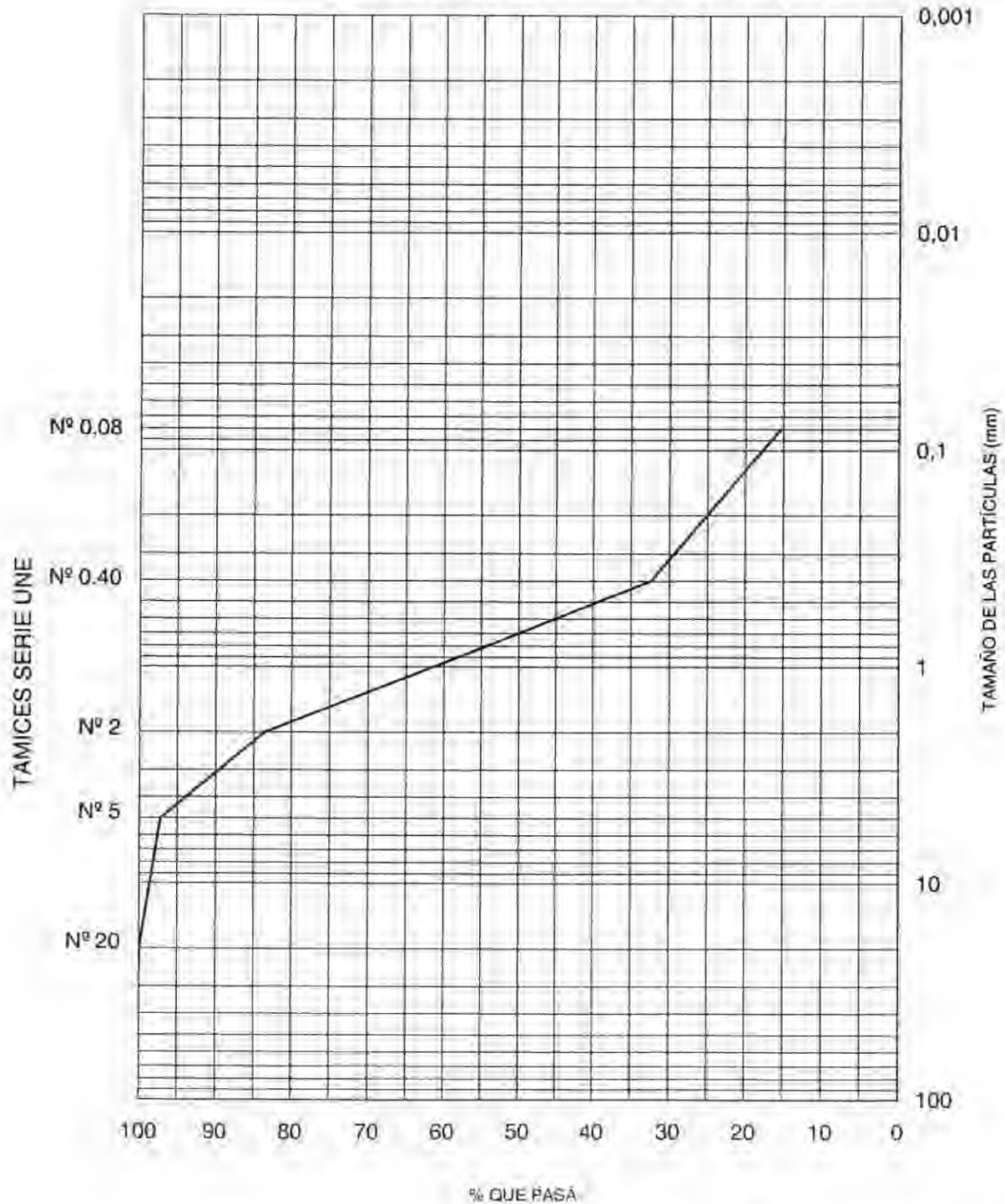
CALICATA: 5

COTA (m): 2,40-2,60

TIPO: SACO

Nº: 01/2806/384

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO UNE 103-101



<p>JEFE DE AREA S.E</p> <p><i>Raúl Martín Cordero</i></p> <p>Fdo.: D. Raúl Martín Cordero</p>	<p>DIRECTOR TÉCNICO PROGEOTEC S.A.</p> <p><i>Juan Antonio Hermoso Yañez</i></p> <p>Fdo.: D. Juan Antonio Hermoso Yañez</p>
---	--

ANEJO 3
REPORTAJE FOTOGRAFICO

Nº TRABAJO: 01384
DENOMINACIÓN: E.T.A.P. GRIÑON. MADRID.

VISTA GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO



Nº TRABAJO: 01384

DENOMINACIÓN: E.T.A.P. GRIÑON. MADRID.

VISTA GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO Y PENETROMETRO
EMPLAZADO EN ENSAYO Nº1



Nº TRABAJO: 01384. E.T.A.P. GRIÑON. MADRID

REGISTRO FOTOGRAFICO DE CALICATAS



CALICATA C-1

Nº TRABAJO: 01384. E.T.A.P. GRIÑON. MADRID

REGISTRO FOTOGRAFICO DE CALICATAS



CALICATA C-2

Nº TRABAJO: 01384. E.T.A.P. GRIÑON. MADRID

REGISTRO FOTOGRAFICO DE CALICATAS



CALICATA C-3

Nº TRABAJO: 01384. E.T.A.P. GRIÑON. MADRID

REGISTRO FOTOGRAFICO DE CALICATAS



CALICATA C-4

Nº TRABAJO: 01384. E.T.A.P. GRIÑON. MADRID

REGISTRO FOTOGRAFICO DE CALICATAS



CALICATA C-5

ANEJO 04. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. OBJETO DEL ESTUDIO	6
3. DATOS DE PARTIDA	7
4. ALTERNATIVAS DE IMPLANTACIÓN AMPLIACIÓN E.T.A.P.	8
5. ALTERNATIVAS EXTRACCIÓN DEPÓSITOS DE REACTIVOS	10
6. CONCLUSIONES Y SOLUCIÓN ADOPTADA	11

APÉNDICES

APÉNDICE 1. LÍNEA PIEZOMÉTRICA SOLUCIÓN A

APÉNDICE 2. PLANOS ALTERNATIVAS A, B, Y C

APÉNDICE 3. OBRA CIVIL ALTERNATIVA A

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente Anejo es llevar a cabo una valoración técnica de las posibles alternativas planteadas para las obras de tratamiento de afino y mejoras de la E.T.A.P. de Griñón, y la justificación de la solución finalmente adoptada en este “Proyecto constructivo de las obras de tratamiento de afino y mejoras de la E.T.A.P. de Griñón”.

2. OBJETO DEL ESTUDIO

Las obras de tratamiento de afino se sitúan en el municipio de Griñón, a unos 27 km de Madrid, en la zona suroccidental de la Comunidad de Madrid, en la comarca natural denominada La Sagra. La parcela donde se ubica la E.T.A.P. de Griñón es una planta prácticamente rectangular, de 215 m por 102 m y una superficie de aproximada de 21.927 m². El acceso a la planta se realiza por la calle Olivar del Patrón.

Se presentan tres alternativas de implantación de la línea de afino, soluciones A, B y C, que requieren la ampliación de la parcela de la actual así como dos alternativas para la retirada y sustitución de los depósitos de almacenamiento de reactivos en el edificio de reactivos.

Las tres alternativas de implantación se sitúan en el cerramiento norte de la planta y requieren de las siguientes superficies de ocupación:

- Solución A: 6.263,65 m²
- Solución B: 5.433,15 m²
- Solución C: 4.812,42 m²

Estas alternativas tienen una superficie de ocupación mayor a la considerada el “Plan Especial de Tratamiento de Afino en la E.T.A.P. de Griñón. Término Municipal de Griñón” en la que se requiere 4.007 m².

Así, la finalidad de este documento es plantear posibilidades de diseño de la ampliación de la línea de afino dentro de los criterios técnicos propuestos por el Canal de Isabel II, en base a los requerimientos y necesidades de explotación de la planta, para adoptar la solución más conveniente desde el punto de vista global.

3. DATOS DE PARTIDA

Como datos de partida para el estudio de alternativas se ha considerado la siguiente documentación facilitada por Canal de Isabel II:

- 1) Hoja informativa sobre el Proyecto de Afino en la E.T.A.P. de Griñón a la Dirección General de Patrimonio Histórico (Nº de expediente nº RES/0013/2013).
- 2) Resolución de 23 de mayo de 2014 de la Dirección General de Evaluación Ambiental de la Comunidad Autónoma de Madrid en la que se considera innecesario someter el proyecto de "Tratamiento de Afino en la E.T.A.P. de Griñón", promovido por Canal de Isabel II, en el término municipal de Griñón, al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, siempre que se cumplan ciertas condiciones.
- 3) Plan Especial de Tratamiento de afino en la E.T.A.P. de Griñón, cuya aprobación definitiva se produce en la Resolución de 22 diciembre de 2015 de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, adoptando el Acuerdo nº 152/15, que fue publicado en el BOCM nº 8, de fecha 11 de enero de 2016.
- 4) Estudio topográfico de la zona ampliada de la E.T.A.P.
- 5) Estudio geológico-geotécnico de la zona ampliada de la E.T.A.P.
- 6) Proyecto As-Built.

De acuerdo al proyecto As-Built, la E.T.A.P. de Griñón se diseñó para un caudal de 940 l/s, ampliable hasta 1200 l/s, fue construida por Confederación Hidrográfica del Tajo y su puesta en servicio se efectuó durante el año 2008. El máximo caudal que se ha tratado hasta la fecha es 500 l/s y el agua bruta se obtiene de pozos de la zona (Batres P-4, P-4 bis y P-6) y de la cuenca del Alberche (Arteria Aductora del Campo de Pozos de Guadarrama).

El caudal de diseño de la E.T.A.P. así como el tratamiento de afino compuesto por una pre-ozonización, post-ozonización, oxidación avanzada con peróxido de oxígeno y filtración de carbón activo se fija en 1,00 m³/s (3600 m³/h) en lugar de 1,20 m³/s caudal de ampliación previsto en el Proyecto de Construcción.

4. ALTERNATIVAS DE IMPLANTACIÓN AMPLIACIÓN E.T.A.P.

La **solución A**, que requiere la ampliación de la parcela en 6.263,65 m² contempla tres zonas para la construcción de la obra civil de la línea de afino y que son:

- 1) Pre-oxidación, mediante ozono en la zona verde comprendida entre arqueta de reunión, micro-floculación, decantación lamelar y vial.
- 2) Almacenamiento de Oxígeno, generación de ozono y plazas de aparcamiento en la zona ampliada de la planta y frente a la decantación lamelar y filtros de arena.
- 3) Bombeo intermedio, post-ozonización y filtración de carbón activo en la zona ampliada de la planta y frente al depósito de agua tratada. La salida del agua filtrada alimenta a los dos compartimentos del depósito en el lado opuesto a la alimentación actual desde los filtros de arena que lo hace por el edificio de bombeo.

La línea piezométrica de la solución A se incluye en el apéndice 1 y en el cálculo se han tomado las siguientes cotas de referencia (procedentes del proyecto "as built"):

- Cota de agua máxima admisible en obra de llegada:	680,30 m
- Cota de agua en funcionamiento normal en obra de llegada:	680,15 m
- Cota de agua en cámara de mezcla y floculación:	680,09 m
- Cota de agua máxima en canal de salida filtros de arena (actual):	676,03 m
- Cota de agua máxima en canal de salida filtros de arena (futuro):	676,22 m
- Cota de agua en el depósito de agua tratada existente:	675,81 m

A partir de la línea piezométrica calculada anteriormente, en el apéndice 2 se incluye un diseño preliminar de los edificios principales de la línea de afino:

- 1) Pre-ozonización
- 2) Bombeo-intermedio y post-ozonización
- 3) Filtración de carbón activo
- 4) Edificio de generación de ozono

Para el caudal de diseño de la planta de 1,00 m³/s al intercalar la pre-ozonización se obtiene un nivel de agua en la arqueta de reunión de 680,81 m, lo que implica que hay que elevar los muros de la obra así como el umbral del aliviadero de seguridad.

La post-ozonización y filtración de carbón activo necesita un bombeo intermedio para elevar la línea piezométrica de la planta 5,50 m.c.a.

En esta solución el almacenamiento de oxígeno y generación de ozono se separan uno 20 metros de los edificios existentes y de la línea de afino.

Las **soluciones B y C**, que requieren la ampliación de la parcela en 5.433,15 m² y 4.812,42 m² respectivamente contempla dos zonas para la construcción de la obra civil de la línea de afino y que son:

- 1) Pre-oxidación, mediante ozono en la zona verde comprendida entre arqueta de reunión, micro-floculación, decantación lamelar y vial.

- 2) Almacenamiento de Oxígeno, generación de ozono, plazas de aparcamiento, bombeo intermedio, post-ozonización y filtración de carbón activo en la zona ampliada de la planta y frente a la decantación lamelar y filtros de arena.

5. ALTERNATIVAS EXTRACCIÓN DEPÓSITOS DE REACTIVOS

Desde el área de explotación de Canal de Isabel II se propone una renovación de la cubierta en el edificio de reactivos mediante la ejecución de una cubierta plana con huecos que posibiliten la extracción e introducción de los depósitos de almacenamiento de reactivos.

El edificio de reactivos es una estructura de hormigón armado donde los depósitos de almacenamiento están confinados en cubetos con una altura de muros de 1,20 m que permiten la recogida del producto para el caso de una fuga o derrame accidental.

Sobre los muros de contención de los depósitos de reactivos y una solera de hormigón sobre la que se instalan los grupos de bombeo se apoyan pilares y jácenas prefabricadas. Sobre los pórticos formados por elementos prefabricados se apoyan placas alveolares pretensadas (160 mm) y una capa de hormigón de compresión de 5 cm con mallazo de acero.

A partir de la sección de placa pretensada y hormigón de compresión se construye un tejado a varias aguas con tabiques palomeros/rasillas y teja de pizarra.

La solución indicada de cubierta con huecos que posibiliten la extracción e introducción de los depósitos requiere la demolición de la totalidad de la cubierta, lo que dará lugar a la rotura no controlada de las placas alveolares pretensadas. Durante la operación de demolición no se podrán utilizar los depósitos y grupos de bombeo instalados en el edificio, por lo que dicha solución requiere de la habilitación de una instalación provisional para tal fin.

La nueva cubierta se compondría de una estructura mixta de acero y hormigón con la disposición de un entramado metálico en la parte inferior y rematado superiormente con una chapa nervada y hormigón. Sobre los huecos practicados se dispondría de una cubierta de policarbonato con forma de cañón rebajado.

Una solución alternativa que se podría acometer es la realización de puertas en dos de los cerramientos del edificio, los alzados noreste (alzado A) y noroeste (alzado C) a los que se practicaría seis puertas. Esta solución requiere de la expropiación de una franja de terreno de unos 8 metros paralela al alzado A del edificio y tiene una ventaja diferencial sobre la solución descrita anteriormente ya que durante la fase de rehabilitación se podría utilizar el edificio de reactivos como se opera en la actualidad. Las dimensiones de las puertas serían las siguientes:

- 1) Puerta de 4,00x4,00 m (alzado C) para la extracción de los depósitos de hipoclorito sódico.
- 2) Puerta de 4,00x4,50 m (alzado A) para la extracción de los depósitos de hidróxido sódico.
- 3) Puerta de 3,00x3,50 m (alzado A) para la extracción de los depósitos de hidróxido de amonio.
- 4) Puerta de 4,00x4,50 m (alzado A) para la extracción de los depósitos de ácido clorhídrico.
- 5) Puerta de 4,00x5,00 m (alzado A) para la extracción de cloruro férrico.
- 6) Puerta de 4,00x5,00 m (alzado A) para la extracción de sulfato de alúmina.

6. CONCLUSIONES Y SOLUCIÓN ADOPTADA

Para la ampliación de la línea de tratamiento de la planta, con la implantación de un tratamiento de afino que es objeto del presente proyecto, en el Plan Especial de Infraestructuras del Tratamiento de afino de la ETAP de Griñón aprobado el 22 de Diciembre de 2015 se modificó el uso de una parcela aledaña a la instalación actual de 4.007 m² y que en el Planeamiento general de Griñón estaba contemplada para uso residencial (manzana M2 del ámbito UE-30).

En Diciembre de 2008, se realiza un proyecto de modificación puntual (MP-004/08) de las Normas Subsidiarias de Griñón en Terrenos de Canal de Isabel II, donde la manzana M-2 pasa de uso residencial a uso de infraestructuras.



Analizando la información anterior, se pueden extraer las siguientes conclusiones, que justifican la solución adoptada que aparece reflejada en el plano A04-2 del apéndice 3.

- La implantación de la línea de afino en el Plan Especial contempla una parcela de 4000 m² en el área M-2, reservada en las Normas Subsidiarias de Griñón para el uso de infraestructuras.
- Las soluciones A, B y C tienen una superficie de ocupación mayor a la contemplada en el Plan Especial y ocupan además de la manzana M-2 otras parcelas.
- La alternativa de realización de puertas en dos de las fachadas del edificio de reactivos necesita la utilización de una faja de terreno de unos 8 metros que invade la manzana M-3 reservada para viviendas en las Normas Subsidiarias de Griñón.

Por todo lo anterior, se considera que la alternativa de línea de afino a desarrollar en el Proyecto se tiene que circunscribir a la parcela M-2 de unos 4000 m² indicada en las Normas Subsidiarias. Por

otra parte, para la introducción de unos nuevos depósitos de almacenamiento de reactivos se desarrollará la ejecución de una cubierta con huecos que posibiliten el manejo de los depósitos ya que la solución de ejecución de puertas laterales requiere el cambio de uso de terrenos en las Normas Subsidiarias municipales.

APÉNDICE 1. LÍNEA PIEZOMÉTRICA SOLUCIÓN A

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE PRE-OZONIZACIÓN

0.- DATOS DE PARTIDA

* Caudales:			
Caudal de entrada a la planta	Q	m ³ /h	3.360
Caudal de recirculación a cabecera	Q*	m ³ /h	240
Caudal de diseño	Q*	m ³ /h	3.600
* Cotas de referencia			
Cota de agua en el depósito de agua tratada existente	C1	m	675,810
Cota de agua en cámara de entrada a mezcla y floculación	C3	m	680,090
Cota de agua máxima admisible en obra de llegada	C4	m	680,300
Cota de agua en funcionamiento normal en obra de llegada	C5	m	680,150

1.- CÁMARAS DE PRE-OZONIZACIÓN

Cota de agua en cámara de mezcla y floculación	C	m	680,090
--	---	---	---------

1.1.- COMPUERTA DE AISLAMIENTO PRE-OZONIZACIÓN CON CÁMARAS DE MEZCLA Y FLOCULACIÓN

Tipo de compuerta			mural
Caudal de diseño (m ³ /h) (sin filtro fuera de servicio)	Q	m ³ /h	3.600
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q/3600	1,000
Dimensiones de la compuerta:			
Altura	φ	m	1,500
Anchura	W	m	
Sección de paso	S	$\pi \cdot \phi^2 / 4$	1,767
Velocidad de paso	V	Q/S	0,566
Pérdida de carga en compuerta	h	$(V/0,62)^2 \cdot 2 / (2g)$	0,043
Cota aguas-arriba de compuerta de aislamiento de microfloculación	C	C+h	680,133

1.2.- PÉRDIDAS EN TUBERÍA DE SALIDA PREOZONIZACIÓN

Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	3.600
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q/3600	1,000
Díametro (mm)	φ	mm	1500
Díametro (m)	φ	m	1,500
Material:			Fundición dúctil
Rugosidad	e	mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	V	m/s	0,57
Viscosidad a 15 °C (10 ⁻⁵)	v	m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re		7,45E+05
Factor de fricción s/lain	f		0,016
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,0139598
Nº de entradas bruscas	n1	Ud.	1
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	0
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	15,4
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0
Nº de codos a 90°	n6	Ud.	0
Nº de codos a 45°	n7	Ud.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	9,000
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	9,000
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	$0,5 \cdot V^2 / 2g$	0,008
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	$V^2 / 2g$	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	$(Q/kv0)^2 \cdot 10$	0,000
Pérdida de carga en codos a 90°	h4	$0,45 \cdot V^2 / (2g) \cdot n6$	0,000
Pérdida de carga en codos a 45°	h5	$0,35 \cdot V^2 / (2g) \cdot n7$	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	$f \cdot (L/\phi) \cdot V^2 / (2g)$	0,001
Pérdida de carga total	h1	$h_1+h_2+h_3+h_4+h_5+h_6$	0,010
Cota de agua al principio del canal de salida de pre-ozonización	C	m	680,142

1.3.- PRE-OZONIZACIÓN

Cota de agua al principio del canal de salida de pre-ozonización	C	m	680,142
Cota de solera de canal de salida de pre-ozonización	C'	m	675,520
* Paso por orificio sumergido (compuertas de aislamiento línea)			
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q'	m ³ /h	1.800
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	Q'/3600	0,500
Dimensiones del orificio			

Línea piezométrica tratamiento de afino de la E.T.A.P. de Griñón

Pág. 1

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE PRE-OZONIZACIÓN			
Altura	L	m	1,000
Anchura	W	m	1,000
Sección de paso	S	LxW	1,000
Velocidad de paso	V	Q/S	0,500
Pérdida de carga en orificio	h	$(V/0,62)^2/(2g)$	0,033
Cota aguas arriba de compuerta de aislamiento línea	C'	C+h	680,175
Cota de solera de las cámaras de postozonización			674,000
* Vertedero de salida de pre-ozonización			
Tipo de vertedero	Pared delgada sin contracción lateral		
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q'	m ³ /h	1.800
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q'/3600	0,500
Longitud de vertedero	L	m	3,200
Altura de pala	P	m	5,800
Tanteando en la fórmula de Rehbock con: deducimos altura de agua sobre vertedero	h	$(Q/\mu(2g)^{0,5})^{2/3}$	0,195
Coefficiente de desagüe	μ	Rehbock	0,408
Calado del depósito	H	P+h	5,995
Cota de la cresta del vertedero	Cl	C+G	680,300
Cota de solera de la arqueta	Cl	Cl-P	674,500
Cota de agua en la arqueta	C'	Cl+h	680,495
Comprobación desgasificación salida ozonización			
Cota del agua aguas arriba del vertedero de salida de postozonización	C	m	680,495
Cota del agua aguas abajo del vertedero de salida de postozonización	C'	m	680,175
Comprobación desgasificación			
* Paso por orificio sumergido nº2 (deflector)			
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q'	m ³ /h	1.800
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q'/3600	0,500
Dimensiones del orificio			
Altura	L	m	0,700
Anchura	W	m	3,200
Sección de paso	S	LxW	2,240
Velocidad de paso	V	Q/S	0,223
Pérdida de carga en orificio	h	$(V/0,62)^2/(2g)$	0,007
Cota aguas arriba del orificio nº 2	C	C+h	680,502
Vertedero nº 2 sumergido de paso entre cámaras de ozonización			
Calado del depósito (aguas abajo del vertedero)	H2	m	6,007
Diferencia entre cotas de soleras (ag. Arriba-ag. Abajo)	h3	m	0,000
* Tipo de vertedero			
Sumergido rectangular			
Caudal de diseño	Q'	m ³ /h	1.800
Caudal de diseño	Q	Q'/3600	0,500
Longitud de vertedero	L	m	3,200
Carga de agua aguas arriba del vertedero	h1	m	0,850
Comprobación de que h1 es mayor del mínimo			-
Altura de pala	P	m	5,162
Comprobación de que las pala real y auxiliar coinciden			-
Altura de pala (valor auxiliar)	P1	m	5,162
Coefficiente de desagüe	μ	s/Rehbock	0,413
Caudal en caso de descarga libre	Q1	$\mu \cdot L \cdot h1 \cdot (2g \cdot h1)^{1/2}$	4,584
Carga de agua aguas abajo del vertedero	h2	m	0,839
Pérdida de carga en vertedero	h	h1-h2	0,011
Cota de solera de cámaras de ozonización (aguas abajo del vertedero)	Cl	C-H2	674,500
Cota de solera de cámaras de ozonización (agua arriba del vertedero)	Cl	Cl+h1	674,500
Cota de la cresta del vertedero nº 2	Cl	C-h2	679,663
Cota del agua aguas arriba del vertedero nº 2	C	C+h	680,513
* Paso por orificio sumergido nº1 (deflector)			
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q'	m ³ /h	1.800
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q'/3600	0,500
Dimensiones del orificio			
Altura	L	m	0,700
Anchura	W	m	3,200
Sección de paso	S	LxW	2,240
Velocidad de paso	V	Q/S	0,223
Pérdida de carga en orificio	h	$(V/0,62)^2/(2g)$	0,007

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE PRE-OZONIZACIÓN

Cota aguas arriba del orificio nº 2	C	C+h	m	680,520
Vertedero nº 1 sumergido de paso entre cámaras de ozonización				
Calado del depósito (aguas abajo del vertedero)	H2		m	6,020
Diferencia entre cotas de soleras (ag. Arriba-ag. Abajo)	h3		m	0,000
* Tipo de vertedero				
Sumergido rectangular				
Caudal de diseño	Q'		m ³ /h	1,800
Caudal de diseño	Q	Q/3600	m ³ /s	0,500
Longitud de vertedero	L		m	3,200
Carga de agua aguas arriba del vertedero	h1		m	0,850
Comprobación de que h1 es mayor del mínimo				0,850
Altura de pala	P		m	5,161
Comprobación de que las pala real y auxiliar coinciden				5,161
Altura de pala (valor auxiliar)	P1		m	5,161
Coefficiente de desagüe	μ	s/Rehbock		0,413
Caudal en caso de descarga libre	Q1	μ.L.h1.(2g.h) ^{1/2}	m ³ /s	4,583
Carga de agua aguas abajo del vertedero	h2		m	0,839
Pérdida de carga en vertedero	h	h1-h2	m	0,011
Cota de solera de cámaras de ozonización (aguas abajo del vertedero)	C1	C-H2	m	674,500
Cota de solera de cámaras de ozonización (agua arriba del vertedero)	C2	C1+h3	m	674,500
Cota de la cresta del vertedero nº 2	C3	C+h2	m	679,681
Cota del agua aguas arriba del vertedero nº 2	C	C+h	m	680,531
* Paso por orificio sumergido (compuertas de aislamiento línea)				
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q'		m ³ /h	1,800
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q/3600	m ³ /s	0,500
Dimensiones del orificio				
Altura	L		m	1,000
Anchura	W		m	1,000
Sección de paso	S	L.W	m ²	1,000
Velocidad de paso	V	Q/S	m/s	0,500
Pérdida de carga en orificio	h	(V/0,62) ² /(2g)	m	0,033
Cota aguas arriba compuerta de aislamiento línea	C'	C+h	m	680,564
Cota de solera de las cámaras de pre-ozonización				675,520
1.4.- COMPUERTA DE ENTRADA A CÁMARAS DE PRE-OZONIZACIÓN				
Cota del agua en la entrada a cámaras de pre-ozonización	C		m	680,564
* Orificio sumergido				
Tipo de compuerta				
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q'		m ³ /h	3,600
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q/3600	m ³ /s	1,000
Dimensiones del orificio				
Altura	φ		m	1,200
Anchura	W		m	1,000
Sección de paso	S	π.φ ² /4	m ²	1,131
Velocidad de paso	V	Q/S	m/s	0,884
Pérdida de carga en orificio	h	(V/0,62) ² /(2g)	m	0,104
Cota de agua al final de la tubería de conexión con arqueta de reunión	C	C+h	m	680,668
Cota eje tubería de conexión con arqueta de reunión	C'		m	678,400
1.5.- PÉRDIDAS EN TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN PRE-OZONIZACIÓN.				
Cota de agua al final de la tubería de conexión con arqueta de reunión	C'	C+h	m	680,668
Cota eje tubería de conexión con arqueta de reunión	C		m	678,400
Tramo I Tubería DN 1200				
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q		m ³ /h	3,600
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	Q/3600	m ³ /s	1,000
Diametro (mm)	φ		mm	1,200
Diametro (m)	φ		m	1,200
Materiales:				
Rugosidad	e		mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	V		m/s	0,88
Viscosidad a 15 ° (10 ⁻³)	ν		m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re			9,31E+05
Factor de fricción s/D40	f			0,016

Línea piezométrica tratamiento de afino de la E.T.A.P. de Griñón

Pág. 3

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE PRE-OZONIZACIÓN				
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,0152532	
Nº de entradas bruscas	n1	Ud.	0	
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	0	
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0	
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	0	
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	15,4	
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0	
Nº de codos a 90º	n6	Ud.	1	
Nº de codos a 45º	n7	Ud.	0	
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000	
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	0,000	
Longitud de tubería recta	L3	m	14,000	
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	14,000	
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5.v ² /2g	0,000	
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v ² /2g	0,000	
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² .10	0,000	
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	0.45.v ² /(2g).n6	0,018	
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	0.35.v ² /(2g).n7	0,000	
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f(L/v)(v ² /(2g))	0,007	
Pérdida de carga total	h1	h1+h2+h3+h4+h5+h6	0,025	
Cono de ampliación en colector de impulsión				
Caudal	Q	m ³ /h	3,600	
Diámetro antes de la ampliación	φ1	mm	1,000	
Diámetro después de la ampliación	φ2	mm	1,200	
Velocidad en el diámetro inferior	v1	4.Q/(π.φ1 ²)	1,27	
Relación entre diámetros	rd	φ1/φ2	0,83	
Ángulo del cono (doble del semiángulo) (menor de 45º)	alfa		11,4	
Factor de fricción s/Cameron	k	2.6.sen(alfa/2).(1 rd) ²	0,024	
Pérdida en el cono de expansión	h	k.v ² /2g	0,002	
Tramo II Tubería DN 1000				
Tubería de impulsión de cada bomba				
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	3,600	
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	1,000	
Diámetro (mm)	φ	mm	1000	
Diámetro (m)	φ	m	1,000	
Material:			Acero galvan.	
Rugosidad	e	mm	0,3	
Velocidad a caudal de diseño	V	m/s	1,27	
Viscosidad a 15º (10 ⁻⁶)	ν	m ² /s	1,14	
Nº Reynolds	Re		1,12E+06	
Factor de fricción s/Jain	f		0,016	
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,0155947	
Nº de entradas bruscas	n1	Ud.	1	
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	0	
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0	
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	0	
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	25,5	
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0	
Nº de codos a 90º	n6	Ud.	0	
Nº de codos a 45º	n7	Ud.	0	
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000	
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	0,000	
Longitud de tubería recta	L3	m	7,000	
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	7,000	
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5.v ² /2g	0,041	
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v ² /2g	0,000	
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² .10	0,000	
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	0.45.v ² /(2g).n6	0,000	
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	0.35.v ² /(2g).n7	0,000	
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f(L/v)(v ² /(2g))	0,009	
Pérdida de carga Divergencia DN1000/DN1000 (Diag 7-18 Idelchik)	h7	0.78.v ² /2g	0,065	
Pérdida de carga total	h1	h1+h2+h3+h4+h5+h6+h7	0,115	
Pérdidas en tubería de alimentación pre-ozonización				
0,142				
Cota de agua en el inicio de la tubería de conexión con arqueta de reunión	C'	Cali	m	680,810
Cota eje tubería de conexión con arqueta de reunión	C''		m	678,400

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE AFINO: BOMBEO INTERMEDIO-POSTOZONIZACIÓN-FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

0.- DATOS DE PARTIDA

* Caudales:			
Caudal de entrada a la planta	Q	m ³ /h	3.360
Caudal de recirculación a cabecera	Q*	m ³ /h	240
Caudal de diseño	Q*	m ³ /h	3.600
* Cotas de referencia			
Cota de agua en el depósito de agua tratada existente	C1	m	675,810
Cota de agua máxima en canal de salida filtros de arena (actual)	C2	m	676,030
Cota de agua máxima en canal de salida filtros de arena (futura)	C3	m	676,220

1.- FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Cota máxima de agua en depósito de agua tratada (depósito existente)	C	m	675,810
Cota de rasante tuberías de entrada ϕ 800	C'	m	675,000

1.1.- PÉRDIDAS EN LA TUBERÍA DE SALIDA HACIA DEPÓSITOS DE AGUA TRATADA

Tramo I Tubería DN 800

Tubería de entrada impulsión de cada bomba			
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	1.800
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	m ³ /s	0,500
Díametro (mm)	ϕ	mm	800
Díametro (m)	ϕ	m	0,800
Material:			Acero inox
Rugosidad	e	mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	v	m/s	0,99
Viscosidad a 15 ° (10 ⁻³)	ν	m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re		6,98E+05
Factor de fricción s/Jain	f		0,016
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,0165366
Nº de entradas bruscas	n1	Un.	0
Nº de salidas bruscas	n2	Un.	1
Nº de válvulas de compuerta	n3	Un.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4	Un.	1
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	17,47
Nº de válvulas de retención	n5	Un.	0
Nº de codos a 90 °	n6	Un.	2
Nº de codos a 45°	n7	Un.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	7,000
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	7,000
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0,5v ² /2g	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v ² /2g	0,050
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² ·10	0,008
Pérdida de carga en codos a 90°	h4	0,45·v ² /(2g)·n6	0,045
Pérdida de carga en codos a 45°	h5	0,35·v ² /(2g)·n7	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f·L·(Q/v) ² /(2g)	0,007
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6	0,111

Tramo II Tubería DN 1200

Tubería de impulsión de cada bomba			
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	3.600
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	m ³ /s	1,000
Díametro (mm)	ϕ	mm	1.200
Díametro (m)	ϕ	m	1,200
Material:			Acero inox
Rugosidad	e	mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	v	m/s	0,88
Viscosidad a 15 ° (10 ⁻³)	ν	m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re		9,31E+05
Factor de fricción s/Jain	f		0,015
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,0152532
Nº de entradas bruscas	n1	Un.	1
Nº de salidas bruscas	n2	Un.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3	Un.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4	Un.	1
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	46,25
Nº de válvulas de retención	n5	Un.	0
Nº de codos a 90 °	n6	Un.	1
Nº de codos a 45°	n7	Un.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE AFINO: BOMBEO INTERMEDIO-POSTOZONIZACIÓN-FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	m	0,000
Longitud de tubería recta	L3		m	100,000
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	m	100,000
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	$0.5 \cdot v^2/2g$	m	0,020
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	$v^2/2g$	m	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	$(Q/kv0)^2 \cdot 10$	m	0,005
Pérdida de carga en rodos a 90º	h4	$0.45 \cdot v^2/(2g) \cdot n^6$	m	0,018
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	$0.35 \cdot v^2/(2g) \cdot n^7$	m	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	$k(L/100) \cdot v^2/(2g)$	m	0,051
Pérdida de carga Divergencia DN1200/DN1200/DN800 (Diag 7 38 Kdelchik)	h7	$1.586 \cdot v^2/2g$	m	0,063
Pérdida de carga total	ht	$h_1+h_2+h_3+h_4+h_5+h_6+h_7$	m	0,157
Pérdidas en la tubería de salida de filtros				0,268
Cota de agua al principio del canal de salida hacia depósitos	C'	C+h	m	676,078
Cota de solera de canal de salida hacia depósitos	C''	C-ha	m	674,700

1.2. CANAL GENERAL DE SALIDA DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

* Canal de conexión	Lámina libre con aportación creciente			
Caudal de diseño	Q'		m ³ /h	3,600
Caudal de diseño	Q	Q'/3,600	m ³ /s	1,000
Anchura de canal	B		m	1,500
Altura crítica	htc		m	0,357
Altura de agua en el canal	ha		m	1,333
Comprobación de altura de agua en el canal				->
Sección irrojada	S		m ²	1,9995
Velocidad en el canal	v		m/s	0,500
Radio hidráulico	Rh		m	0,480
Coefficiente Ks	Ks			75
Pérdida de carga s/Manning	J	$(v/Ks/Rh)^2 \cdot (2/3)$		0,012%
Longitud del canal	L		m	23,6
Longitud corregida por caudal creciente	L'	L/3	m	7,9
Pérdida de carga en el canal	h1	L'·J	m	0,001
Cambios de dirección a 90º	n		ud	0,000
Pérdidas en cambios de dirección	h2	$2v^2/2g$	m	0,000
Pérdida de carga total	ht	h1+h2	m	0,001
Cota de agua al principio del canal general de salida de filtros de carbón activo	C'	C+h	m	676,079
Cota de solera de canal de salida hacia depósitos	C''	C-ha	m	674,746
Guarda al vertedero de salida de cada filtro	G		m	0,200
Cota de la cresta del vertedero de salida del filtro	C'''	C'+G	m	676,279

1.3. FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

			Estado del filtro	5,0	6,0	5,0	6,0
				Sucio	Sucio	Limpio	Limpio
Caudal de diseño de la filtración	Q		m ³ /h	3,600	3,600	3,600	3,600
Número de filtros	Nf		ud	6	6	6	6
Tipo de filtro				Filtros de platos de lavador simultáneos			
Número de celdas por filtro	Nc		ud	2	2	2	2
Superficie de filtración por celda	Sf		m ²	24	24	24	24
Superficie de filtración por filtro	S	Sf·Nc	m ²	48	48	48	48
Espesor de carbón activo	Hc		m	2,1	2,1	2,1	2,1
Altura de agua sobre lecho filtrante	Hd		m	1,20	1,20	1,20	1,20
Incremento de pérdida de carga por ensuciamiento	Hs		m	1,60	1,60	1,60	1,60
Cota de la cresta del vertedero de salida de agua filtrada	C'	C+G	m	676,279	676,279	676,279	676,279

Cálculo de la pérdida de carga en distintas condiciones de funcionamiento

Estado del filtro (limpio/sucio)				Sucio	Sucio	Limpio	Limpio
Número de fuera de servicio	n		ud	1	0	1	0
Número de filtros en servicio	N	Nf-n	ud	5	6	5	6
Caudal a tratar	Q		m ³ /h	3,600	3,600	3,600	3,600
Caudal por filtro	q		m ³ /h	720,0	600,0	720,0	600,0
Caudal por filtro	q		m ³ /s	0,200	0,167	0,200	0,167
Velocidad de filtración	v		m/h	13,0	12,5	15,0	12,5
* Pérdida en vertedero							
Tipo de vertedero				Pérdida de carga con contracción lateral			
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q'		m ³ /h	720,0	900,0	720,0	900,0
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q'/3600	m ³ /s	0,200	0,167	0,200	0,167
Longitud de vertedero	L		m	1,800	1,800	1,800	1,800
Altura de pala	P		m	1,533	1,533	1,533	1,533
Tanteando en la fórmula de Benbow con deducción altura de agua sobre vertedero	m		m	0,137	0,137	0,137	0,137
Coefficiente de deducción	n	$(Q'/\mu)(qg)^2/(LQ)^2(2/3)$	m	0,137	0,137	0,137	0,137
	n	Benbow		0,413	0,413	0,413	0,413

Línea piezométrica tratamiento de afino de la E.T.A.P. de Griñón

Pág. 2

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE AFINO: BOMBEO INTERMEDIO-POSTOZONIZACIÓN-FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Cota del depósito	H1	P+h	m	1,668	1,670	1,668	1,670
Cota de la cresta del vertedero	C1	C+G	m	676,279	676,279	676,279	676,279
Cota de solera de la arqueta	C2	C1+P	m	674,746	674,746	674,746	674,746
Cota de agua en la arqueta	C'	C1+h	m	675,433	676,416	675,433	676,416
Pérdida en vertedero	h1		m	0,155	0,137	0,155	0,137
* Sistema colector de agua filtrada, integrada por falso fondo poroso							
Para N=n filtros en funcionamiento	h2		m	0,150	0,150	0,150	0,150
* Medio filtrante carbón activo							
Pérdida de carga en lecho filtrante	h3	h/distrib. fabricante	m	1,038	0,986	1,038	0,986
* Medio filtrante antracita							
Velocidad de filtración	V		m/h	15,00	12,50	15,00	12,50
Pérdida de carga en antracita a 20º	h3a		m/m	0,36	0,33	0,36	0,36
Temperatura	T		°C	5	5	25	25
Factor de corrección por temperatura (FC)	F1			1,46	1,44	0,60	0,60
Valor de G ₀ corregido	G ₀	G ₀ *F1	m/m	0,518	0,475	0,324	0,324
Espesor del lecho filtrante	H		m	0,000	0,000	0,000	0,000
Pérdida de carga en antracita a 20º	h4		m	0,000	0,000	0,000	0,000
* Ensucamiento del filtro (lavado equiespaciado en el tiempo)							
h5			m	1,600	1,600	0,000	0,000
* Estrechamiento en salida del filtro							
Diámetro de la tubería de salida de filtros	φ2		mm	500	500	500	500
Velocidad	V		m/s	1,02	0,85	1,02	0,85
Pérdida en entrada brusca	h6	0,5 V ² /g	m	0,026	0,018	0,026	0,018
Comprobación de diámetro superior a válvula				si	no	si	si
* Convergencia tuberías de salida agua filtrada y lavado DN100/DN700/DN700 a 90º Diagrama 7.A (Estárik)							
Diámetro de la tubería de salida de filtros	φ2		mm	500	500	500	500
Velocidad	V		m/s	1,02	0,85	1,02	0,85
Relación de áreas	F1/F2			1,000	1,000	1,000	1,000
Relación de caudales	Q1/Q2			1,000	1,000	1,000	1,000
Coefficiente A	A			0,550	0,550	0,550	0,550
Coefficiente de resistencia	k	k=A*(1+(Q1*F1/Q2*F2)^2*(1-Q1/Q2)^2)		1,100	1,100	1,100	1,100
Pérdida de carga convergencia	h7	k*V ² /2g	m	0,058	0,040	0,058	0,040
* Expansión en salida de agua filtrada							
Diámetro de la tubería de conexión con arqueta o colectora de agua filtrada	φ1		mm	500	500	500	500
Velocidad	V1		m/s	1,02	0,85	1,02	0,85
Pérdida en ensanchamiento	h8	V1 ² /2g	m	0,053	0,037	0,053	0,037
Pérdidas de carga en filtro de carbón activo							
Carga de agua sobre el filtro	h	(h1+h2+...+h8)	m	3,080	2,968	1,480	1,368
Pérdida de carga a general por la válvula reguladora	h _{válvula}	h	m	3,200	3,200	3,200	3,200
* Válvula de mariposa reguladora de salida de filtros							
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q1		m ³ /s	0,200	0,167	0,200	0,167
Diámetro (mm)	φ		mm	500	500	500	500
Diámetro (m)	φ		m	0,500	0,500	0,500	0,500
Velocidad en la válvula	V		m/s	1,019	0,849	1,019	0,849
Kv0 de la válvula de manopla	Kv0		m ³ /s	7,27	7,27	7,27	7,27
Pérdida en válvula de mariposa a 90º	h	(Q1/Kv0) ² *10	m	0,008	0,005	0,008	0,005
Kv requerido para la válvula reguladora	Kv	Q1/(H _{válvula} /10) ^{0,5}	m ³ /s	1,837	1,095	0,482	0,589
Kalfa	Kalfa			0,731	0,151	0,066	0,054
Ángulo de apertura (comprendido entre 70º-20º)	alfa			48,472	38,139	69,013	71,161
Altura de agua sobre lecho filtrante	H4		m	1,200	1,200	1,200	1,200
Comprobación de altura de agua sobre lecho filtrante				si	no	si	si
Cotas del filtro							
Cota de solera de la parte superior de los falsos fondos	C1	C1+1	m	676,179	676,179	676,179	676,179
Cota del carbón activo	C3	C2+H2	m	678,279	678,279	678,279	678,279
Cota del agua en el filtro	C5	C4+H4	m	679,479	679,479	679,479	679,479
Cota de coronación de filtros	C6	C5+0,5	m	679,979	679,979	679,979	679,979

2.- CONEXIÓN POSTOZONIZACIÓN-FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Cota de agua en el filtro	C		m				679,479
---------------------------	---	--	---	--	--	--	---------

2.1.- COMPUERTA DE AISLAMIENTO DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Tipo de compuerta							mural
Caudal de diseño (m ³ /h) (por filtro fuera de servicio)	Q2		m ³ /h				720

Línea piezométrica tratamiento de afino de la E.T.A.P. de Griñón

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE AFINO: BOMBEO INTERMEDIO-POSTOZONIZACIÓN-FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q/3600	m ³ /s	0,200
Dimensiones de la compuerta:				
Altura	L		m	0,450
Anchura	W		m	0,450
Sección de paso	S	LxW	m ²	0,203
Velocidad de paso	V	Q/S	m/s	0,988
Pérdida de carga en compuerta	h	(V/0,62) ² /(2g)	m	0,129

Cota aguas arriba de compuerta de aislamiento de filtros	C	C+h	m	679,608
--	---	-----	---	---------

2.2.- CANAL DE REPARTO A FILTROS DE CARBÓN ACTIVO (TRAMO CAUDAL DECRECIENTE)

Cota aguas arriba de compuerta de aislamiento de filtros	C		m	679,608
--	---	--	---	---------

* Canal de conexión

Caudal de diseño	Q'		m ³ /h	2,160
Caudal de diseño	Q	Q/3600	m ³ /s	0,600
Anchura de canal	B		m	1,000
Altura crítica	h _c		(Q' ² /B ³ /g) ^{1/3}	0,332
Altura de agua en el canal	h _a		m	1,080
Comprobación de altura de agua en el canal				>
Sección mojada	S		m ²	1,080
Velocidad en el canal	V		m/s	0,556
Radio hidráulico	R _h		m	0,342
Coefficiente Ks	Ks			75
Pérdida de carga s/Manning	i		(V/Ks/R _h) ⁴ (2/3) ²	0,023%
Longitud del canal	L		m	24,0
Longitud corregida por caudal creciente	L'	L/3	m	8,0
Pérdida de carga en el canal	h _L	L * i	m	0,002

Cota al comienzo de canal (zona caudal decreciente)	C	C+h	m	679,610
Cota de solera de canal	C	C-h _a	m	678,528

2.3.- CANAL DE REPARTO A FILTROS DE CARBÓN ACTIVO (TRAMO CAUDAL CONSTANTE)

Cota al comienzo de canal (zona caudal decreciente)	C		m	679,610
---	---	--	---	---------

* Canal de conexión

Caudal de diseño	Q'		m ³ /h	2,160
Caudal de diseño	Q	Q/3.600	m ³ /s	0,600
Anchura de canal	B		m	1,000
Altura crítica	h _c		m	0,332
Altura de agua en el canal	h _a		m	1,082
Comprobación de altura de agua en el canal				>
Sección mojada	S		m ²	1,082
Velocidad en el canal	V		m/s	0,555
Radio hidráulico	R _h		m	0,342
Coefficiente Ks	Ks			75
Pérdida de carga s/Manning	i		(V/Ks/R _h) ⁴ (2/3) ²	0,023%
Longitud del canal	L		m	13,0
Pérdida de carga en el canal	h _L	L * i	m	0,003
Cambios de dirección a 90º	n		ud.	1,000
Pérdidas en cambios de dirección	h ₂	2V ² /2g	m	0,011
Pérdida de carga total	h _T	h _L +h ₂	m	0,034

Cota al comienzo del canal de reparto filtros (zona caudal constante)	C	C+h _L +h ₂	m	679,645
Cota de solera de canal	C	C-h _a	m	678,528
		Chark	m	ok

2.4.- PÉRDIDAS EN TUBERÍA DE SALIDA POSTOZONIZACIÓN

Caudal de diseño (m ³ /h)	Q		m ³ /h	3,600
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	Q x n	m ³ /s	1,000
Diámetro (mm)	φ		mm	1.200
Diámetro (m)	φ		m	1,200
Material:				Fundición 40(II)
Rugosidad	e		mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	V		m/s	0,88
Viscosidad a 15 º (10 ⁻³)	v		m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re			9,31E+05
Factor de fricción s/Dain	f			0,016
Factor de fricción s/Colebrook	f			0,0152532
Nº de entradas bruscas	n1		Ud.	1
Nº de salidas bruscas	n2		Ud.	1
Nº de válvulas de compuerta	n3		Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4		Ud.	0

Línea piezométrica tratamiento de afino de la E.T.A.P. de Griñón

Pág. 4

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE AFINO: BOMBEO INTERMEDIO-POSTOZONIZACIÓN-FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ³ /s	46,25
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0
Nº de codos a 90º	n6	Ud.	0
Nº de codos a 45º	n7	Ud.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	11,000
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	11,000
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5v ² /2g	0,020
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v ² /2g	0,040
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² ·L10	0,000
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	0.35·v2/(2g)·n6	0,000
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	0.35·v2/(2g)·n7	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f(L/φ)·v ² /(2g)	0,006
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6	0,065
Cota de agua al principio de la tubería de salida de postozonización	C	m	679,710

3.- CAMARAS DE POSTOZONIZACIÓN

3.1.- POSTOZONIZACIÓN

Cota de agua al principio de la tubería de salida de postozonización	C	m	679,710
Cota de solera de canal de salida de postozonización	C	m	675,796

* Paso por orificio sumergido (compuertas de aislamiento línea)

Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	1,800
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q/3600	0,500
Dimensiones del orificio			
Altura	L	m	1,000
Anchura	W	m	1,000
Sección de paso	S	L·W	1,000
Velocidad de paso	V	Q/S	0,500
Pérdida de carga en orificio	R	(V/0.62) ² /(2g)	0,033
Cota aguas arriba de compuerta de aislamiento línea	C	C+R	679,743
Cota de solera de las cámaras de postozonización			673,900

* Vertedero de salida de postozonización

Tipos de vertedero	Pared delgada sin contracción lateral		
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	1,800
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q/3600	0,500
Longitud de vertedero	L	m	3,200
Altura de pala	P	m	5,800
Tanqueando en la fórmula de Rehbock con	h'	m	0,195
desfrentos altura de agua sobre vertedero	h	(Q/μ)·(2g) ^{0.5} ·(D/3)	0,195
Coefficiente de desagüe	μ	Rehbock	0,408
Calado del depósito	H	P+H	5,995
Cota de la cresta del vertedero	C1	C+G	679,850
Cota de solera de la arqueta	C2	C-F	674,050
Cota de agua en la arqueta	C	C1+R	680,045

Comprobación desgastificación salida ozonización

Cota del agua aguas arriba del vertedero de salida de postozonización	C	m	680,045
Cota del agua aguas abajo del vertedero de salida de postozonización	C'	m	679,743
Comprobación desgastificación			-

* Paso por orificio sumergido nº 2 (deflector)

Caudal de diseño (m ³ /h)	Q'	m ³ /h	1,800
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	Q'/3600	0,500
Dimensiones del orificio			
Altura	L	m	0,700
Anchura	W	m	3,200
Sección de paso	S	L·W	2,240
Velocidad de paso	V	Q'/S	0,223
Pérdida de carga en orificio	lr	(V/0.62) ² /(2g)	0,007
Cota aguas arriba del orificio nº 2	C	C+lr	680,052

Vertedero nº 2 sumergido de paso entre cámaras de ozonización

Calado del depósito (aguas abajo del vertedero)	H2	m	6,002
Diferencia entre cotas de soleras (ag. Arriba ag. Abajo)	h3	m	0,000

* Tipo de vertedero

Sumergido rectangular

Línea piezométrica tratamiento de afino de la E.T.A.P. de Griñón

Pág. 5

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE AFINO: BOMBEO INTERMEDIO-POSTOZONIZACIÓN-FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Caudal de diseño	Q'		m ³ /h	1,800
Caudal de diseño	Q	Q/3600	m ³ /s	0,500
Longitud de vertedero	L		m	3,200
Carga de agua aguas arriba del vertedero	h ₁		m	0,850
Comprobación de que h ₁ es mayor del mínimo				>
Altura de pala	P		m	5,163
Comprobación de que las pala real y auxiliar coinciden				>
Altura de pala (valor auxiliar)	P1		m	5,163
Coefficiente de desagüe	μ	s/Réhböck		0,413
Caudal en caso de descarga libre	Q1	μ.L.h ₁ .(2g.h ₁) ^{3/2}	m ³ /s	4,584
Carga de agua aguas abajo del vertedero	h ₂		m	0,839
Pérdida de carga en vertedero	h _f	h ₁ -h ₂	m	0,011
Cota de solera de cámaras de ozonización (aguas abajo del vertedero)	C1	C-H2	m	674,050
Cota de solera de cámaras de ozonización (agua arriba del vertedero)	C2	C1+h3	m	674,050
Cota de la cresta del vertedero nº 2	C3	C-h2	m	679,213
Cota del agua aguas arriba del vertedero nº 2	C	C+h	m	680,063
* Paso por orificio sumergido nº 1 (deflector)				
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q'		m ³ /h	1,800
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q/3600	m ³ /s	0,500
Dimensiones del orificio				
Altura	L		m	0,700
Anchura	W		m	3,200
Sección de paso	S	L.W	m ²	2,240
Velocidad de paso	V	Q/S	m/s	0,223
Pérdida de carga en orificio	h _f	(V/0,62) ² /(2g)	m	0,007
Cota aguas arriba del orificio nº 2	C	C+h	m	680,070
Vertedero nº 1 sumergido de paso entre cámaras de ozonización				
Calado del depósito (aguas abajo del vertedero)	H2		m	6,020
Diferencia entre cotas de soleras (ag. Arriba-ag. Abajo)	h3		m	0,000
* Tipo de vertedero				
Sumergido rectangular				
Caudal de diseño	Q'		m ³ /h	1,800
Caudal de diseño	Q	Q/3600	m ³ /s	0,500
Longitud de vertedero	L		m	3,200
Carga de agua aguas arriba del vertedero	h ₁		m	0,850
Comprobación de que h ₁ es mayor del mínimo				>
Altura de pala	P		m	5,181
Comprobación de que las pala real y auxiliar coinciden				>
Altura de pala (valor auxiliar)	P1		m	5,181
Coefficiente de desagüe	μ	s/Réhböck		0,413
Caudal en caso de descarga libre	Q1	μ.L.h ₁ .(2g.h ₁) ^{3/2}	m ³ /s	4,583
Carga de agua aguas abajo del vertedero	h ₂		m	0,839
Pérdida de carga en vertedero	h _f	h ₁ -h ₂	m	0,011
Cota de solera de cámaras de ozonización (aguas abajo del vertedero)	C1	C-H2	m	674,050
Cota de solera de cámaras de ozonización (agua arriba del vertedero)	C2	C1+h3	m	674,050
Cota de la cresta del vertedero nº 2	C3	C-h2	m	679,231
Cota del agua aguas arriba del vertedero nº 2	C	C+h	m	680,081
3.2.- COMPUERTA DE ENTRADA A CÁMARAS DE POSTOZONIZACIÓN				
Cota del agua en la entrada a cámaras de postozonización	C		m	680,081
* Orificio sumergido				
Tipo de compuerta				mural
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q		m ³ /h	1,800
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q/3600	m ³ /s	0,500
Dimensiones del orificio				
Altura	L		m	1,000
Anchura	W		m	1,000
Sección de paso	S	L.W	m ²	1,000
Velocidad de paso	V	Q/S	m/s	0,500
Pérdida de carga en orificio	h _f	(V/0,62) ² /(2g)	m	0,033
Cota de agua al final del canal de reparto a postozonización	C	C+h	m	680,114
Cota de solera del canal de reparto a postozonización	C*		m	673,950

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE AFINO: BOMBEO INTERMEDIO-POSTOZONIZACIÓN-FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

4.- BOMBEO INTERMEDIO

Cota de agua al comienzo del canal de reparto a postozonización	C'	m	680,114
Cota de solea del canal de reparto a postozonización	C	m	674,050

4.1.- VERTEDERO INDIVIDUAL DE CADA BOMBA

* Vertedero de salida			
Tipo de vertedero	Pared delgada sin contracción lateral		
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q'	m ³ /h	1.800
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	0,500
Longitud de vertedero	L	m	2,200
Altura de pala	P	m	0,200
Guarda aguas abajo del vertedero	G	m	0,200
Taniente en la fórmula de Rehbock con deducidos altura de agua sobre vertedero	h	(Q/μL(2g)) ^{0,5} (2/3) m	0,229
Coefficiente de desagüe	μ	Rehbock	0,867
Calado del depósito	H	P+h	0,429
Cota de la cresta del vertedero	C1	C+G	680,314
Cota de solea de la arqueta	C2	C1-P	680,114
Cota de agua en la arqueta	C'	C1+h	680,543

4.2.- PÉRDIDAS EN LAS TUBERÍAS INDEPENDIENTES DE CADA BOMBA

Tramo I Tubería DN 400

Tubería de impulsión de cada bomba	Q	m ³ /h	1.800
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q'	m ³ /h	0,500
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	m ³ /s	0,500
Díametro (mm)	φ	mm	0,550
Díametro (m)	φ	m	0,550
Material:			Acero inox
Rugosidad	e	mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	V	m/s	2,10
Viscosidad a 15 ° (10 ⁻⁵)	v	m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re		1,02F106
Factor de fricción s/Jain	f		0,016
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,0175011
Nº de entradas bruscas	n1	Ud.	0
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	0
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	15,4
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0
Nº de codos a 90º	n6	Ud.	0
Nº de codos a 45º	n7	Ud.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	5,100
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	5,100
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0,5·V ² /2g	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	V ² /2g	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² ·10	0,000
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	0,45 V ² /(2g)·n6	0,000
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	0,35 V ² /(2g)·n7	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f(L/V)·V ⁵ /(2g)	0,037
Pérdida de carga total	h	h1+h2+h3+h4+h5+h6	0,037

Cono de ampliación en colector de impulsión

Caudal	Q	m ³ /h	1.800
Díametro antes de la ampliación	φ1	mm	550
Díametro después de la ampliación	φ2	mm	600
Velocidad en el diámetro inferior	v1	4·Q/π·φ1 ²	2,10
Relación entre diámetros	rd	φ1/φ2	0,92
Ángulo del cono (doble del semiángulo) (menor de 45º)	alfa		11,4
Factor de fricción s/Cameron	k	2,6·sen(alfa/2)·(1-rd) ⁴	0,007
Pérdida en el cono de expansión	h	k·V ² /2g	0,001

Tramo II Tubería DN 500

Tubería de impulsión de cada bomba	Q	m ³ /h	1.800
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q'	m ³ /h	0,500
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	m ³ /s	0,500
Díametro (mm)	φ	mm	600

Línea piezométrica tratamiento de afino de la E.T.A.P. de Griñón

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE AFINO: BOMBEO INTERMEDIO-POSTOZONIZACIÓN-FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Diámetro (m)	ϕ	m	0,600	
Material:			Acero Inox	
Rugosidad	ϵ	mm	0,3	
Velocidad a caudal de diseño	V	m/s	1,77	
Viscosidad a 15 ° (10 ⁻³)	ν	m ² /s	1,14	
Nº Reynolds	Re		9,31E+05	
Factor de fricción s/Jain	f		0,015	
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,0172437	
Nº de entradas bruscas	n1	Ud.	0	
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	1	
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0	
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	0	
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	25,5	
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0	
Nº de codos a 90º	n6	Ud.	0	
Nº de codos a 45º	n7	Ud.	0	
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	m	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	m	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	0,600	
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	m	0,600
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5.V ² /2g	m	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	V ² /2g	m	0,160
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² -10	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	0.45.V ² /(2g).n6	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	0.35.V ² /(2g).n7	m	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f(L/V) ² /(2g)	m	0,003
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6	m	0,162
Pérdidas en la impulsión			0,200	

4.3.- TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN BOMBEO INTERMEDIO (LAMINA LIBRE-SECCIÓN DE CONTROL A LA SALIDA)

Cota de rasante tubería ϕ 1200 mm	C	m	675,000	
* Tubería de conexión				
Caudal de diseño	Q ^d	m ³ /h	3,600	
Caudal de diseño	Q	Q/3.600	m ³ /s	1,000
Diámetro tubería	ϕ	m	1,200	
Altura crítica	hc	m	0,541	
Altura de agua en el canal	ha	m	0,541	
Comprobación de altura de agua en el canal			ok	
Ángulo lámina de agua respecto eje	α	rad/lines	1,473	
Sección mojada	S	m ²	0,295	
Perímetro mojado	Pm	m	1,767	
Superficie libre	T	m ²	1,194	
Velocidad en el canal	V	m/s	2,021	
Velocidad crítica canal	V crítica	m/s	2,015	
Radio hidráulico	Rh	m	0,280	
Coefficiente Ks	Ks		75	
Pérdida de carga s/Manning	i	(V/Ks/Rh) ¹⁰ /(2/3) ³	0,00396	
Longitud del canal	L	m	47,0	
Pérdida de carga en el canal	h1	L*i	m	0,186
Cambios de dirección a 90º	n	ud	1,000	
Pérdidas en cambios de dirección	h2	2V ² /2g	m	0,417
Pérdida de carga total	ht	h1+h2	m	0,603
Cota de agua al final tubería de alimentación bombeo intermedio	C'	C-hc	m	675,541
Cota de agua al inicio tubería de alimentación bombeo intermedio	C''	C'+h1+h2	m	676,144
Check			ok	

4.4.- COMPUERTA DE SALIDA CANAL SALIDA AGUA FILTRADA (FILTROS DE ARENA)

Cota del agua en el inicio tubería de alimentación bombeo intermedio	C	m	676,144	
*Orificio sumergido				
Tipo de compuerta			normal	
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q ^d	m ³ /h	3,600	
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q/3600	m ³ /s	1,000
Dimensiones del orificio				
Diámetro	ϕ	m	1,200	
Anchura	W	m		
Sección de paso	S	$\pi \cdot \phi^2/4$	m ²	1,131
Velocidad de paso	V	Q/S	m/s	0,884
Pérdida de carga en orificio	h'	(V/0.62) ² /(2g)	m	0,104
Cota de agua en canal de salida filtros de arena	C'	C-h'	m	676,248

Línea piezométrica tratamiento de afino de la E.T.A.P. de Griñón

Pág. 8

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE AFINO: BOMBEO INTERMEDIO-POSTOZONIZACIÓN-FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Cota de solera del canal de salida filtros de arena	C*	m	674,340	
Cota de rasante en inicio tubería de alimentación bombeo intermedio	C**	m	675,000	
Cota coronación canal de salida filtros de arena	C	m	676,590	
4.5.- PASO POR PANTALLA DEFLECTORA (POR ABAJO Y POR ARRIBA)				
Se calcula el reparto de caudales para igualar pérdida de carga en el paso por pantalla				
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q'	m ³ /h	3.600	
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q'/3600	1,000	
Hueco sumergido				
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q'	m ³ /h	1.680	
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q'/3600	0,467	
Dimensiones del orificio				
Altura	L	m	0,400	
Anchura	W	m	10,800	
Sección de paso	S	LxW	4,320	
Velocidad de paso	V	Q/S	0,108	
Pérdida de carga en orificio	h	(V/0,62) ² /(2g)	0,002	
Vertedero sumergido				
Calado del depósito (aguas arriba del vertedero)	H2	m	2,291	
Diferencia entre cotas de soleras (ag. Arriba-ag. Abajo)	h3	m	0,000	
* Tipo de vertedero				
Sumergido rectangular				
Caudal de diseño	Q'	m ³ /h	1.920	
Caudal de diseño	Q	Q'/3600	0,533	
Longitud de vertedero	L	m	11,700	
Carga de agua aguas arriba del vertedero	h1	m	0,300	
Comprobación de que h1 es mayor del mínimo			>h	
Altura de pala	P	m	1,991	
Comprobación de que las pala real y auxiliar coinciden			>h	
Altura de pala (valor auxiliar)	P1	m	1,991	
Coefficiente de desagüe	μ	s/Kelbeck	0,414	
Caudal en caso de descarga libre	Q1	μ.L.h1.(2g.h) ^{1/2}	3,519	
Carga de agua aguas abajo del vertedero	h2	m	0,2984	
Pérdida de carga en vertedero	h	h1-h2	0,002	
Comprobación igualdad de pérdidas de carga				
>h				
Cota de solera aguas arriba de la pantalla deflectora	C1	C-H2	m	673,250
Cota de solera aguas abajo de la pantalla deflectora	C2	C1+H3	m	673,250
Cota de la cresta de la pantalla deflectora	C3	C-h2	m	675,241
Cota del agua aguas debajo de la pantalla deflectora	C'	C+h	m	675,539
4.6.- BOMBEO INTERMEDIO				
Cálculo de la cota de bombeo				
Cota de agua en pozo de bombeo	C		675,539	
Cota del agua en la arqueta de descarga de cada bomba	C'		680,543	
Altura geométrica	Hg	Hg=C'-C	m	5,004
Pérdidas en la impulsión	ht	ht	m	0,200
Altura manométrica requerida	Hm	Hm=Hg+ht	m	5,204
Adoptamos bombas con una altura manométrica para el bombeo intermedio de:		m.c.a.	5,500	

BOMBAS DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

0.- DATOS DE PARTIDA

* Caudales:

Caudal de lavado fase aclarado	Q	m ³ /h	1.200
Nº de bombas funcionando en fase de aclarado	n		2

* Cotas de referencia

Cota de agua mínima en el depósito	C1	m	672,400
Cota de agua máxima en el depósito (funcionamiento con dos cámaras)	C2	m	674,400
Cota de agua máxima en el depósito (funcionamiento con una cámara)	C3	m	675,810

1.- Colector de aspiración individual de cada bomba

Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	600
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	0,167
Díametro (mm)	φ	mm	400
Díametro (m)	φ	m	0,400
Material:			Acero carb
Rugosidad	e	mm	0,6
Velocidad a caudal de diseño	v	m/s	1,33
Viscosidad a 15 ° (10 ⁻³)	v	m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re		4,65E+05
Factor de fricción s/Jain	f		0,022
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,0222117
Nº entradas bruscas	n1	Ud.	1
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	1
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	0
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ³ /s	4,1
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0
Nº de codos a 90º	n6	Ud.	1
Nº de codos a 45º	n7	Ud.	1
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	3,520
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	3,520
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0,5.v ² /2g	0,045
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v ² /2g	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² .10	0,000
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	0,45.v2/(2g).n6	0,040
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	0,35.v2/(2g).n7	0,031
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f(L/φ).v ² /(2g)	0,018
Pérdida de carga en convergencia DN400/DN400/DN400 (Diag 7.4 ideclink)	h7	1,10.v2/(2g)	0,099
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6+h7	0,233

2. Cono de reducción en colector de aspiración (1)

Caudal	Q	m ³ /h	600
Díametro después de la reducción	φ 1	mm	350
Díametro antes de la reducción	φ 2	mm	400
Velocidad en el diámetro inferior	v1	Q/(0,785.φ ² /4)	3,40
Relación entre diámetros	rd	φ1/φ2	0,625
Ángulo del cono (doble del semiángulo) (menor de 45º)	alfa		11,31
Factor de fricción s/Cameron	k	0,8.sen(alfa/2).1/rd	0,048
Pérdida en el cono de reducción	h	k.v ² /2g	0,028

3. Cono de reducción en colector de aspiración (2)

Tubería de impulsión de cada bomba			
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	600
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	0,167
Díametro (mm)	φ	mm	325
Díametro (m)	φ	m	0,325
Material:			Acero carb
Rugosidad	e	mm	0,6
Velocidad a caudal de diseño	v	m/s	2,03
Viscosidad a 15 ° (10 ⁻³)	v	m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re		5,73E+05
Factor de fricción s/Jain	f		0,023
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,0232721
Nº entradas bruscas	n1	Ud.	0
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	0
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ³ /s	4,1
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0
Nº de codos a 90º	n6	Ud.	0

BOMBAS DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Hº de codos a 45º	n7	Ud.	0	
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	m	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	m	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	0,250	
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	m	0,750
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	$0.5.v^2/2g$	m	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	$v^2/2g$	m	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	$(Q/kv0)^2 \cdot 10$	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	$0.45.v^2/(2g).n6$	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	$0.35.v^2/(2g).n7$	m	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	$k(L/f).v^2/(2g)$	m	0,011
Pérdida de carga total	ht	$h_1+h_2+h_3+h_4+h_5+h_6$	m	0,011

4. Colector de aspiración individual de cada bomba

Tubería de impulsión de cada bomba				
Caudal de diseño (m³/h)	Q	m³/h	600	
Caudal de diseño (m³/s)	Q'	q' x n	m³/s	0,167
Díametro (mm)	φ	mm	250	
Díametro (m)	φ'	m	0,250	
Material:			Acero carb	
Rugosidad	e	mm	0,6	
Velocidad a caudal de diseño	v	m/s	3,40	
Viscosidad a 15º (10 ⁻⁶)	v	m²/s	1,14	
Nº Reynolds	Re		7.45E+05	
Factor de fricción s/Jain	f		0,023	
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,024817	
Nº entradas bruscas	n1	Ud.	0	
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	0	
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0	
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	0	
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m²/s	4,1	
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0	
Nº de codos a 90º	n6	Ud.	0	
Nº de codos a 45º	n7	Ud.	0	
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	m	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	m	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	0,125	
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	m	0,125
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	$0.5.v^2/2g$	m	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	$v^2/2g$	m	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	$(Q/kv0)^2 \cdot 10$	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	$0.45.v^2/(2g).n6$	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	$0.35.v^2/(2g).n7$	m	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	$k(L/f).v^2/(2g)$	m	0,007
Pérdida de carga total	ht	$h_1+h_2+h_3+h_4+h_5+h_6$	m	0,007

5. Cono de ampliación en colector de impulsión (1)

Caudal	Q	m³/h	600	
Díametro antes de la ampliación	φ1	mm	250	
Díametro después de la ampliación	φ2	mm	350	
Velocidad en el diámetro inferior	v1	$Q/(π \cdot φ_1^2/4)$	m/s	3,40
Relación entre diámetros	rd	φ1/φ2		0,7142857
Ángulo del cono (doble del semiángulo) (menor de 45º)	alfa			11,42
Factor de fricción s/Cameron	k	$7.6 \cdot \text{sen}(alfa/2) \cdot (1+rd)^2$		0,062
Pérdida en el cono de reducción	ht	$k.v^2/2g$		0,037

6. Cono de ampliación en colector de impulsión (2)

Tubería de impulsión de cada bomba				
Caudal de diseño (m³/h)	Q	m³/h	600	
Caudal de diseño (m³/s)	Q'	q' x n	m³/s	0,167
Díametro (mm)	φ	mm	300	
Díametro (m)	φ'	m	0,300	
Material:			Acero carb	
Rugosidad	e	mm	0,6	
Velocidad a caudal de diseño	v	m/s	2,36	
Viscosidad a 15º (10 ⁻⁶)	v	m²/s	1,14	
Nº Reynolds	Re		6.20E+05	
Factor de fricción s/Jain	f		0,023	
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,023719	
Nº entradas bruscas	n1	Ud.	0	
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	0	
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0	
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	0	

Bombas de agua de lavado de filtros de carbón activo

Pág. 2

BOMBAS DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVO			
KvD de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	4,1
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0
Nº de codos a 90º	n6	Ud.	0
Nº de codos a 45º	n7	Ud.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	0,500
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	0,500
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5V ² /2g	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	V ² /2g	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² ·10	0,000
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	0.45.V2/(2g).n6	0,000
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	0.35.V2/(2g).n7	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	8(L/0kv ²)/(2g)	0,011
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6	0,011

7. Colector de impulsión individual de cada bomba

Tubería de impulsión de cada bomba			
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	600
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	0,167
Diámetro (mm)	φ	mm	350
Diámetro (m)	φ	m	0,350
Material:			Acero carb
Rugosidad	e	mm	0,6
Velocidad a caudal de diseño	V	m/s	1,73
Viscosidad a 15 º (10 ⁻⁶)	v	m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re		5,32E+05
Factor de fricción s/Jain	f		0,023
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,0228768
Nº de entradas bruscas	n1	Ud.	0
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	1
KvD de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	3,61
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0
Nº de codos a 90º	n6	Ud.	0
Nº de codos a 45º	n7	Ud.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	1,415
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	1,415
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5V ² /2g	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	V ² /2g	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² ·10	0,021
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	0.45.V2/(2g).n6	0,000
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	0.35.V2/(2g).n7	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	8(L/0kv ²)/(2g)	0,014
Pérdida de carga en válvula de retención de doble clapeta	h7	1.00.V2/(2g)	0,153
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6+h7	0,189

8.T flujo a derivación de unión de colector individual con colector general

Caudal	Q	m ³ /h	1200
Caudal	Q	m ³ /s	0,333
Diámetro colector general (mm)	φ	mm	500
Diámetro colector general (m)	φ	m	0,50
Velocidad en el diámetro inferior	V1	Q/(π ² φ ² /4)	1,70
Factor de fricción s/Idelchik (Diagram 7-4)	k		1,672
Nº de tes	n1		1
Pérdida de carga en la te	h1	kV ² /2g	0,246

9. Colector general de impulsión a filtros

Tubería de impulsión de cada bomba			
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	1.200
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	0,333
Diámetro (mm)	φ	mm	500
Diámetro (m)	φ	m	0,500
Material:			Acero carb
Rugosidad	e	mm	0,6
Velocidad a caudal de diseño	V	m/s	1,70
Viscosidad a 15 º (10 ⁻⁶)	v	m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re		7,45E+05
Factor de fricción s/Jain	f		0,021
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,020857
Nº de entradas bruscas	n1	Ud.	0

Bombas de agua de lavado de filtros de carbón activo

Pág. 3

BOMBAS DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVO			
Nº de salidas brascas	n2	Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	0
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	3,61
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0
Nº de codos a 90º	n6	Ud.	3
Nº de codos a 45º	n7	Ud.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	40,000
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	40,000
Pérdida de carga en entradas brascas	h1	0.5.v ² /2g	0,000
Pérdida de carga en salidas brascas	h2	v ² /2g	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² .10	0,000
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	0.45.v ² /(2g).n6	0,199
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	0.35.v ² /(2g).n7	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f(L/v).v ² /(2g)	0,246
Pérdida de carga en T de derivación (diagram 7-21 Idelchik)	h7	2.8.v ² /(2g)	0,412
Pérdida de carga total	h	h1+h2+h3+h4+h5+h6+h7	0,856

10. Colector derivación de impulsión a filtro

Tubería de impulsión de cada bomba	Q	m ³ /h	1,200
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q'	m ³ /s	0,333
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	q x n	500
Díametro (mm)	φ	mm	0,500
Díametro (m)	φ	m	Aceros carb
Material:			0,6
Rugosidad	e	mm	1,70
Velocidad a caudal de diseño	v	m/s	1,14
Viscosidad a 15º (10 ⁻⁵)	v	m ² /s	7,45E+05
Nº Reynolds	Re		0,021
Factor de fricción s/Jain	f		0,020897
Factor de fricción s/Colebrook	f		0
Nº entradas brascas	n1	Ud.	1
Nº de salidas brascas	n2	Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	1
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	1
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	7,27
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0
Nº de codos a 90º	n6	Ud.	1
Nº de codos a 45º	n7	Ud.	0
Nº de T bifurcación	n8	Ud.	2
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	20,000
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	20,000
Pérdida de carga en entradas brascas	h1	0.5.v ² /2g	0,000
Pérdida de carga en salidas brascas	h2	v ² /2g	0,147
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² .10	0,021
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	0.45.v ² /(2g).n6	0,056
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	0.35.v ² /(2g).n7	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f(L/v).v ² /(2g)	0,123
Pérdida de carga en T de derivación (diagram 7-21 Idelchik)	h7	2.8.v ² /(2g).n8	0,823
Pérdida de carga total	h	h1+h2+h3+h4+h5+h6+h7	1,181

TOTAL PÉRDIDAS DE CARGA

2,798

Cálculo de la lámina de agua sobre vertedero de salida de agua de lavado

Tipo de vertedero	Pared delgada sin contracción lateral		
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q'	m ³ /h	1,200
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	Q/3600	0,333
Longitud de vertedero	L	m	16,000
Altura de pala	P	m	3,180
Tantrando en la fórmula de Rehbock con	h'	m	0,049
deducimos altura de agua sobre vertedero	h	(Q/μL(2g)) ^{0.5} /(2/3)	0,050
Coefficiente de desagüe	μ	Rehbock	0,418
Calado del depósito	H	P+h	3,230
Cota de la cresta del vertedero	Cl	C+g	679,359
Cota de agua en la arqueta	C	Cl+h	679,409

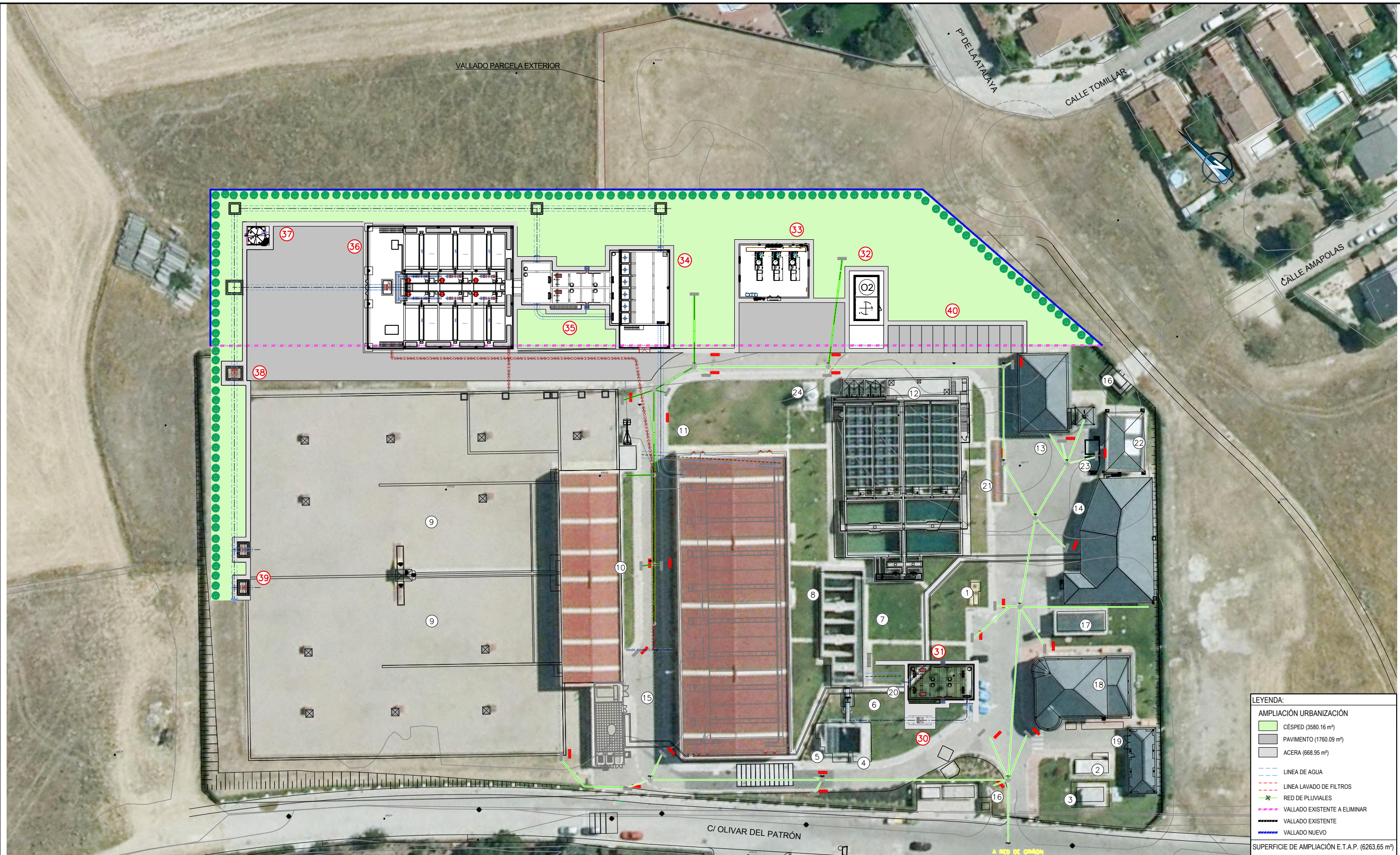
CÁLCULO DE LA ALTURA MANOMÉTRICA DE LAS BOMBAS DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Bombas de agua de lavado de filtros de carbón activo

Pág. 9

BOMBAS DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVO				
Caudal de lavado (m ³ /h)	Q		m ³ /h	1,200
Cota del vertedero de salida de agua de lavado	C		m	679,359
Cota de agua en el vertedero de salida de agua de lavado	C2		m	679,409
Cota mínima de agua en el depósito de agua filtrada	C1		m	672,400
Altura geométrica de bombeo	hg	C1-C2	m	7,009
Pérdidas de carga en conducciones			m	2,798
Pérdidas de carga en falso fondo Leopold			m	0,270
Pérdidas de carga en lecho filtrante sucio			m	1,600
Altura manométrica requerida para las bombas a filtración	hm	hg+ht	m	11,678
Coefficiente de seguridad	Cs			1,04
Altura adoptada para las bombas de lavado	hman		m	12,14

APÉNDICE 2. PLANOS ALTERNATIVAS A, B Y C



LEYENDA:

- AMPLIACIÓN URBANIZACIÓN
- CÉSPED (3580,16 m²)
- PAVIMENTO (1760,09 m²)
- ACERA (668,95 m²)
- LINEA DE AGUA
- LINEA LAVADO DE FILTROS
- RED DE PLUVIALES
- VALLADO EXISTENTE A ELIMINAR
- VALLADO EXISTENTE
- VALLADO NUEVO

SUPERFICIE DE AMPLIACIÓN E.T.A.P. (6263,65 m²)

- 1.- POZO 4 (EXISTENTE)
- 2.- POZO 4 bis (EXISTENTE)
- 3.- CUADROS ELÉCTRICOS POZO 4 bis
- 4.- VÁLVULA CORTE ARTERIA GUADARRAMA
- 5.- ARQUETA DE REUNIÓN
- 6.- MEDIDA DE CAUDAL
- 7.- CÁMARAS DE MEZCLA Y FLOCULACIÓN
- 8.- FILTRACIÓN
- 9.- DEPÓSITO REGULADOR
- 10.- EDIFICIO DE VÁLVULAS Y BOMBEO
- 11.- DEPÓSITO DE RECUPERACIÓN DE AGUA DE LAVADO
- 12.- DECANTADOR LAMELAR
- 13.- EDIFICIO DE FANGOS

- 14.- EDIFICIO DE REACTIVOS
- 15.- EDIFICIO DE CUADROS ELÉCTRICOS, C.C.M, GRUPO ELECTRÓGENO Y TRANSFORMACIÓN
- 16.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN, SECCIONAMIENTO Y MEDIDA IBERDROLA (COMPLEMENTARIO)
- 17.- EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN (EXISTENTE)
- 18.- EDIFICIO DE CONTROL
- 19.- EDIFICIO DE TALLER Y ALMACEN
- 20.- CANALETA TUBERÍAS REACTIVOS
- 21.- CÁMARAS DE MEZCLA, FLOCULACIÓN Y DECANTACIÓN LAMELAR (COMPLEMENTARIO)
- 22.- EDIFICIO DE DOSIFICACIÓN DE OXIDANTES
- 23.- ZONA DE CARGA DE REACTIVOS
- 24.- SILO DE ALMACENAMIENTO CARBÓN ACTIVO EN POLVO

- 30.- MEDIDA DE CAUDAL
- 31.- PRE-OZONIZACIÓN
- 32.- ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE OXÍGENO
- 33.- EDIFICIO DE GENERACIÓN DE OZONO
- 34.- BOMBEO INTERMEDIO
- 35.- POST-OZONIZACIÓN
- 36.- FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO
- 37.- SILOS DE ALMACENAMIENTO DE CARBÓN ACTIVO GRANULAR (110m²)
- 38.- MEDIDA DE CAUDAL
- 39.- SECCIONAMIENTOS ENTRADA A DEPÓSITOS DE AGUA TRATADA
- 40.- APARCAMIENTO (12 PLAZAS)

Canal de Isabel II

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN

TÍTULO DEL PLANO: ANEJO 4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PLANTA GENERAL DE LA E.T.A.P. SOLUCIÓN A

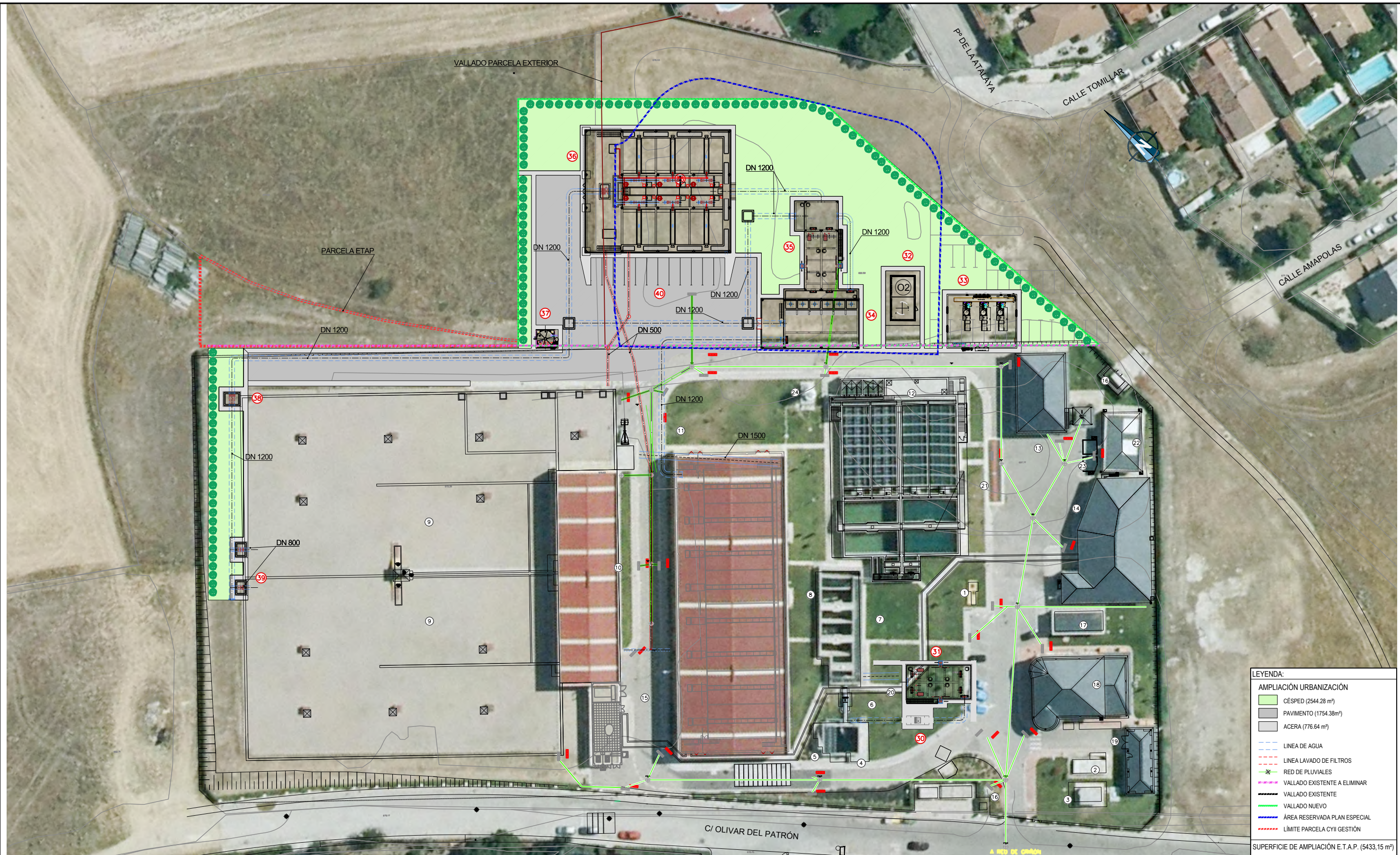
FECHA: MARZO 2019

ASISTENCIA TÉCNICA: ACCIONA

ESCALA: 1:400

Nº DE PLANO: A04-1

HOJA 1 DE 3



LEYENDA:

AMPLIACIÓN URBANIZACIÓN	
	CÉSPED (2544.28 m²)
	PAVIMENTO (1754.38m²)
	ACERA (776.64 m²)
	LINEA DE AGUA
	LINEA LAVADO DE FILTROS
	RED DE PLUVIALES
	VALLADO EXISTENTE A ELIMINAR
	VALLADO EXISTENTE
	VALLADO NUEVO
	ÁREA RESERVADA PLAN ESPECIAL
	LÍMITE PARCELA C/II GESTIÓN

SUPERFICIE DE AMPLIACIÓN E.T.A.P. (5433,15 m²)

- 1.- POZO 4 (EXISTENTE)
- 2.- POZO 4 bis (EXISTENTE)
- 3.- CUADROS ELÉCTRICOS POZO 4 bis
- 4.- VÁLVULA CORTE ARTERIA GUADARRAMA
- 5.- ARQUETA DE REUNIÓN
- 6.- MEDIDA DE CAUDAL
- 7.- CÁMARAS DE MEZCLA Y FLOCULACIÓN
- 8.- FILTRACIÓN
- 9.- DEPÓSITO REGULADOR
- 10.- EDIFICIO DE VÁLVULAS Y BOMBEO
- 11.- DEPÓSITO DE RECUPERACIÓN DE AGUA DE LAVADO
- 12.- DECANTADOR LAMELAR
- 13.- EDIFICIO DE FANGOS

- 14.- EDIFICIO DE REACTIVOS
- 15.- EDIFICIO DE CUADROS ELÉCTRICOS, C.C.M, GRUPO ELECTRÓGENO Y TRANSFORMACIÓN
- 16.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN, SECCIONAMIENTO Y MEDIDA IBERDROLA (COMPLEMENTARIO)
- 17.- EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN (EXISTENTE)
- 18.- EDIFICIO DE CONTROL
- 19.- EDIFICIO DE TALLER Y ALMACEN
- 20.- CANALETA TUBERÍAS REACTIVOS
- 21.- CÁMARAS DE MEZCLA, FLOCULACIÓN Y DECANTACIÓN LAMELAR (COMPLEMENTARIO)
- 22.- EDIFICIO DE DOSIFICACIÓN DE OXIDANTES
- 23.- ZONA DE CARGA DE REACTIVOS
- 24.- SILO DE ALMACENAMIENTO CARBÓN ACTIVO EN POLVO

- 30.- MEDIDA DE CAUDAL
- 31.- PRE-OZONIZACIÓN
- 32.- ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE OXÍGENO
- 33.- EDIFICIO DE GENERACIÓN DE OZONO
- 34.- BOMBEO INTERMEDIO
- 35.- POST-OZONIZACIÓN
- 36.- FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO
- 37.- SILOS DE ALMACENAMIENTO DE CARBÓN ACTIVO GRANULAR (110m²)
- 38.- MEDIDA DE CAUDAL
- 39.- SECCIONAMIENTOS ENTRADA A DEPÓSITOS DE AGUA TRATADA
- 40.- APARCAMIENTO (12 PLAZAS)

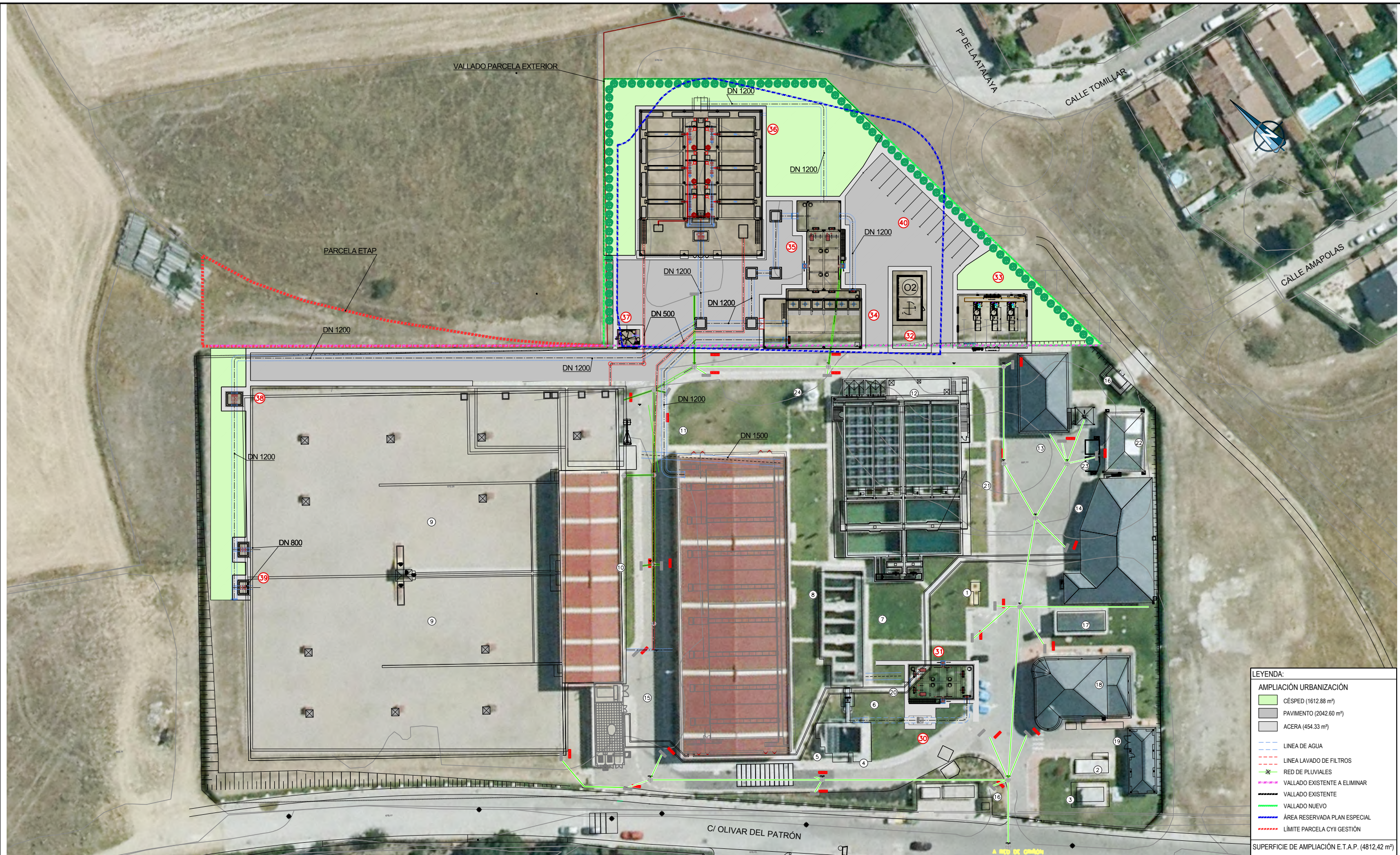
Canal de Isabel II

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN

TÍTULO DEL PLANO: ANEJO 4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PLANTA GENERAL DE LA E.T.A.P. SOLUCIÓN B

FECHA: MARZO 2019	ELIPSE DE REFERENCIA GIS 80 PROTECCIÓN	ESCALA: ORIGINAL LINEA-I	Nº DE PLANO: A04-1
ASISTENCIA TÉCNICA: ACCIONA	AUTOR DEL PROYECTO: MILAGROS HIGUERA TOLEDANO	DIRECTOR DEL PROYECTO: REBECA BARRUSO LARA	JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO: MIRIAM FERNÁNDEZ LARA

HOJA 2 DE 3



LEYENDA:

AMPLIACIÓN URBANIZACIÓN	
	CÉSPED (1612.88 m²)
	PAVIMENTO (2042.60 m²)
	ACERA (454.33 m²)
	LINEA DE AGUA
	LINEA LAVADO DE FILTROS
	RED DE PLUVIALES
	VALLADO EXISTENTE A ELIMINAR
	VALLADO EXISTENTE
	VALLADO NUEVO
	ÁREA RESERVADA PLAN ESPECIAL
	LÍMITE PARCELA C/II GESTIÓN

SUPERFICIE DE AMPLIACIÓN E.T.A.P. (4812.42 m²)

- 1.- POZO 4 (EXISTENTE)
- 2.- POZO 4 bis (EXISTENTE)
- 3.- CUADROS ELÉCTRICOS POZO 4 bis
- 4.- VÁLVULA CORTE ARTERIA GUADARRAMA
- 5.- ARQUETA DE REUNIÓN
- 6.- MEDIDA DE CAUDAL
- 7.- CÁMARAS DE MEZCLA Y FLOCULACIÓN
- 8.- FILTRACIÓN
- 9.- DEPÓSITO REGULADOR
- 10.- EDIFICIO DE VÁLVULAS Y BOMBEO
- 11.- DEPÓSITO DE RECUPERACIÓN DE AGUA DE LAVADO
- 12.- DECANTADOR LAMELAR
- 13.- EDIFICIO DE FANGOS

- 14.- EDIFICIO DE REACTIVOS
- 15.- EDIFICIO DE CUADROS ELÉCTRICOS, C.C.M, GRUPO ELECTRÓGENO Y TRANSFORMACIÓN
- 16.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN, SECCIONAMIENTO Y MEDIDA IBERDROLA (COMPLEMENTARIO)
- 17.- EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN (EXISTENTE)
- 18.- EDIFICIO DE CONTROL
- 19.- EDIFICIO DE TALLER Y ALMACEN
- 20.- CANALETA TUBERÍAS REACTIVOS
- 21.- CÁMARAS DE MEZCLA, FLOCULACIÓN Y DECANTACIÓN LAMELAR (COMPLEMENTARIO)
- 22.- EDIFICIO DE DOSIFICACIÓN DE OXIDANTES
- 23.- ZONA DE CARGA DE REACTIVOS
- 24.- SILO DE ALMACENAMIENTO CARBÓN ACTIVO EN POLVO

- 30.- MEDIDA DE CAUDAL
- 31.- PRE-OZONIZACIÓN
- 32.- ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE OXÍGENO
- 33.- EDIFICIO DE GENERACIÓN DE OZONO
- 34.- BOMBEO INTERMEDIO
- 35.- POST-OZONIZACIÓN
- 36.- FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO
- 37.- SILOS DE ALMACENAMIENTO DE CARBÓN ACTIVO GRANULAR (110m²)
- 38.- MEDIDA DE CAUDAL
- 39.- SECCIONAMIENTOS ENTRADA A DEPÓSITOS DE AGUA TRATADA
- 40.- APARCAMIENTO (12 PLAZAS)

Canal de Isabel II

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN

TÍTULO DEL PLANO: ANEJO 4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PLANTA GENERAL DE LA E.T.A.P. SOLUCIÓN C

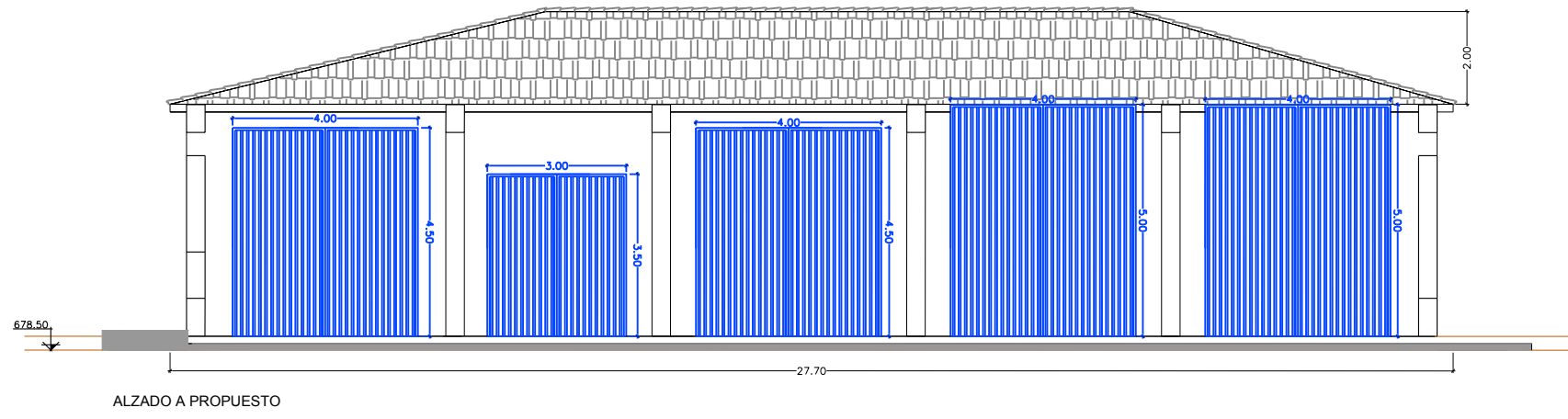
FECHA: MARZO 2019	ELIPSE DE REFERENCIA GRIS 80 PROTECCIÓN	ESCALA: ORIGINAL LINEA 1	Nº DE PLANO: A04-1
ASISTENCIA TÉCNICA: ACCIONA	AUTOR DEL PROYECTO: MILAGROS HIGUERA TOLEDANO	DIRECTOR DEL PROYECTO: REBECA BARRUSO LARA	JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO: MIRIAM FERNÁNDEZ LARA

HOJA 3 DE 3

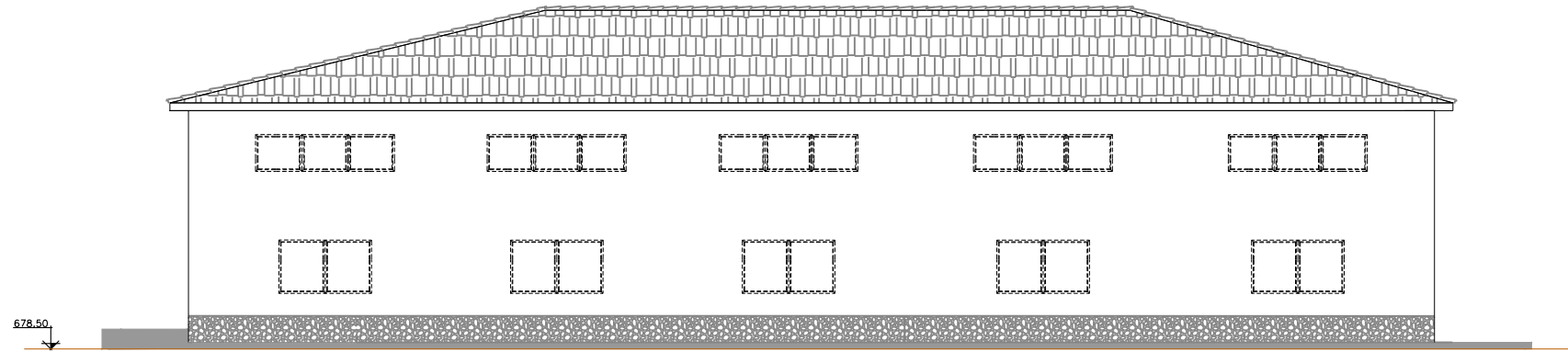


- | | | | |
|---|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1.- POZO 4 (EXISTENTE) 2.- POZO 4 bis (EXISTENTE) 3.- CUADROS ELÉCTRICOS POZO 4 bis 4.- VÁLVULA CORTE ARTERIA GUADARRAMA 5.- ARQUETA DE REUNIÓN 6.- MEDIDA DE CAUDAL 7.- CÁMARAS DE MEZCLA Y FLOCULACIÓN 8.- FILTRACIÓN 9.- DEPÓSITO REGULADOR 10.- EDIFICIO DE VÁLVULAS Y BOMBEO 11.- DEPÓSITO DE RECUPERACIÓN DE AGUA DE LAVADO 12.- DECANTADOR LAMELAR 13.- EDIFICIO DE FANGOS | <ul style="list-style-type: none"> 14.- EDIFICIO DE REACTIVOS 15.- EDIFICIO DE CUADROS ELÉCTRICOS, C.C.M, GRUPO ELECTRÓGENO Y TRANSFORMACIÓN 16.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN, SECCIONAMIENTO Y MEDIDA IBERDROLA (COMPLEMENTARIO) 17.- EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN (EXISTENTE) 18.- EDIFICIO DE CONTROL 19.- EDIFICIO DE TALLER Y ALMACEN 20.- CANALETA TUBERÍAS REACTIVOS 21.- CÁMARAS DE MEZCLA, FLOCULACIÓN Y DECANTACIÓN LAMELAR (COMPLEMENTARIO) 22.- EDIFICIO DE DOSIFICACIÓN DE OXIDANTES 23.- ZONA DE CARGA DE REACTIVOS 24.- SILO DE ALMACENAMIENTO CARBÓN ACTIVO EN POLVO 25.- OBRA DE ENTRADA ARTERIA GUADARRAMA | <ul style="list-style-type: none"> 30.- MEDIDA DE CAUDAL ENTRADA A PREOZONIZACIÓN 31.- PRE-OZONIZACIÓN 32.- ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE OXÍGENO 33.- EDIFICIO DE GENERACIÓN DE OZONO 34.- BOMBEO INTERMEDIO 35.- POST-OZONIZACIÓN 36.- FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO 37.- SILO DE ALMACENAMIENTO DE CARBÓN ACTIVO GRANULAR (90m³) 38.- CONEXIÓN CON FILTROS 39.- EDIFICIO DE OXIDACIÓN AVANZADA 40.- PROLONGACIÓN MURO DE CERRAMIENTO 41.- CUBETO RESIDUOS DE LABORATORIO 42.- PLAZAS DE GARAJE (7 + 1 PLAZA PARA DISCAPACITADOS) | <ul style="list-style-type: none"> 43.- MEDIDA DE CAUDAL ENTRADA A DECANTACIÓN 44.- MEDIDA DE CAUDAL ENTRADA A BOMBEO INTERMEDIO 45.- NUEVO CENTRO DE SECCIONAMIENTO |
|---|--|--|---|

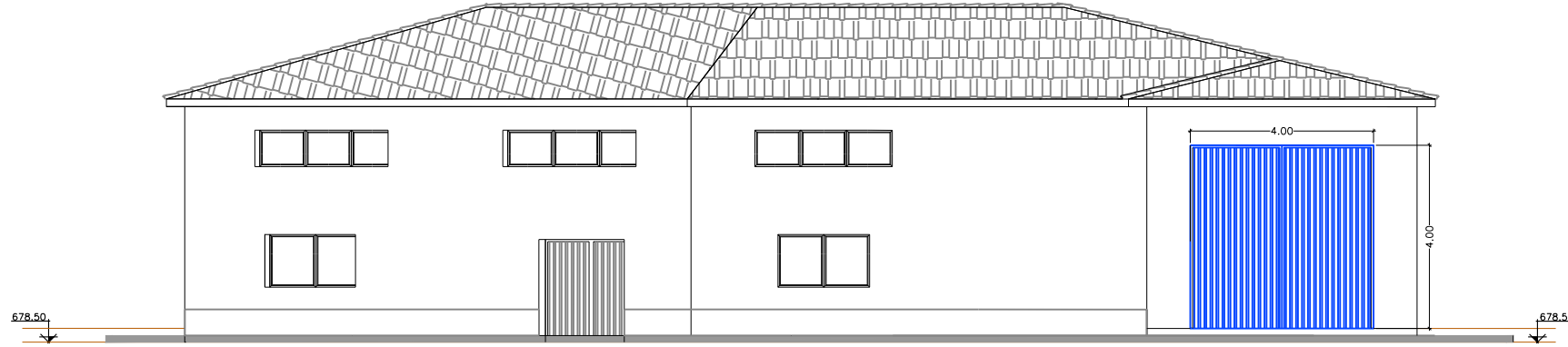
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÓN		
ANEJO 4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PLANTA GENERAL DE LA E.T.A.P. SOLUCIÓN ADOPTADA		
FECHA: MARZO 2019	ESCALA: 1:400	Nº DE PLANO: A04-2
ASISTENCIA TÉCNICA: ACCIONA	DIRECCIÓN DEL PROYECTO: REBECA BARRUSO LARA	HOJA 1 DE 1
MILAGROS HIGUERA TOLEDANO	MIRIAM FERNÁNDEZ LARA	



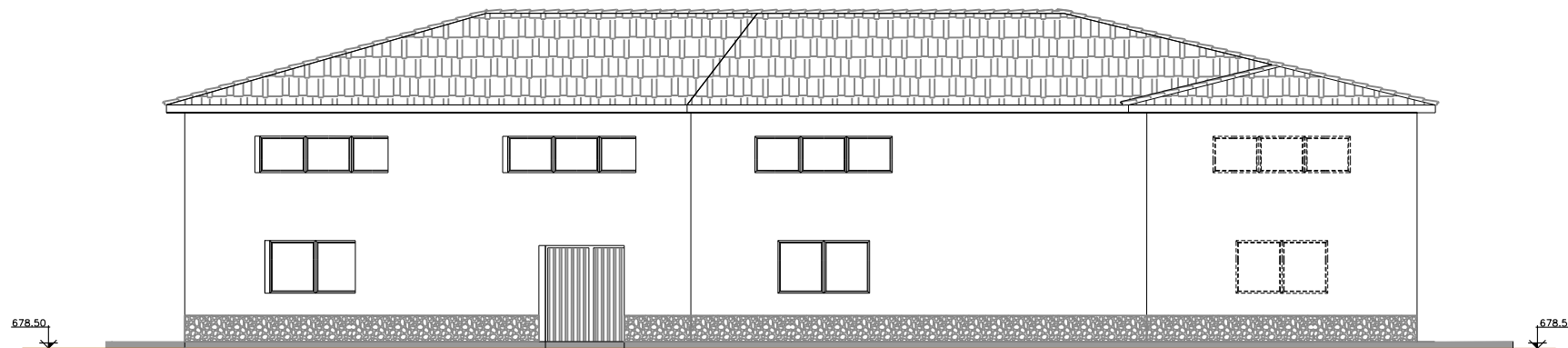
ALZADO A PROPUESTO



ALZADO A ANTIGUO



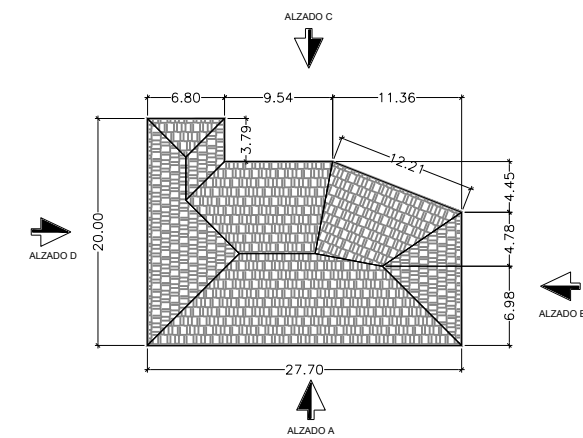
ALZADO C PROPUESTO



ALZADO C ANTIGUO



EDIFICIO DE REACTIVOS ZONA ETAP AMPLIADA

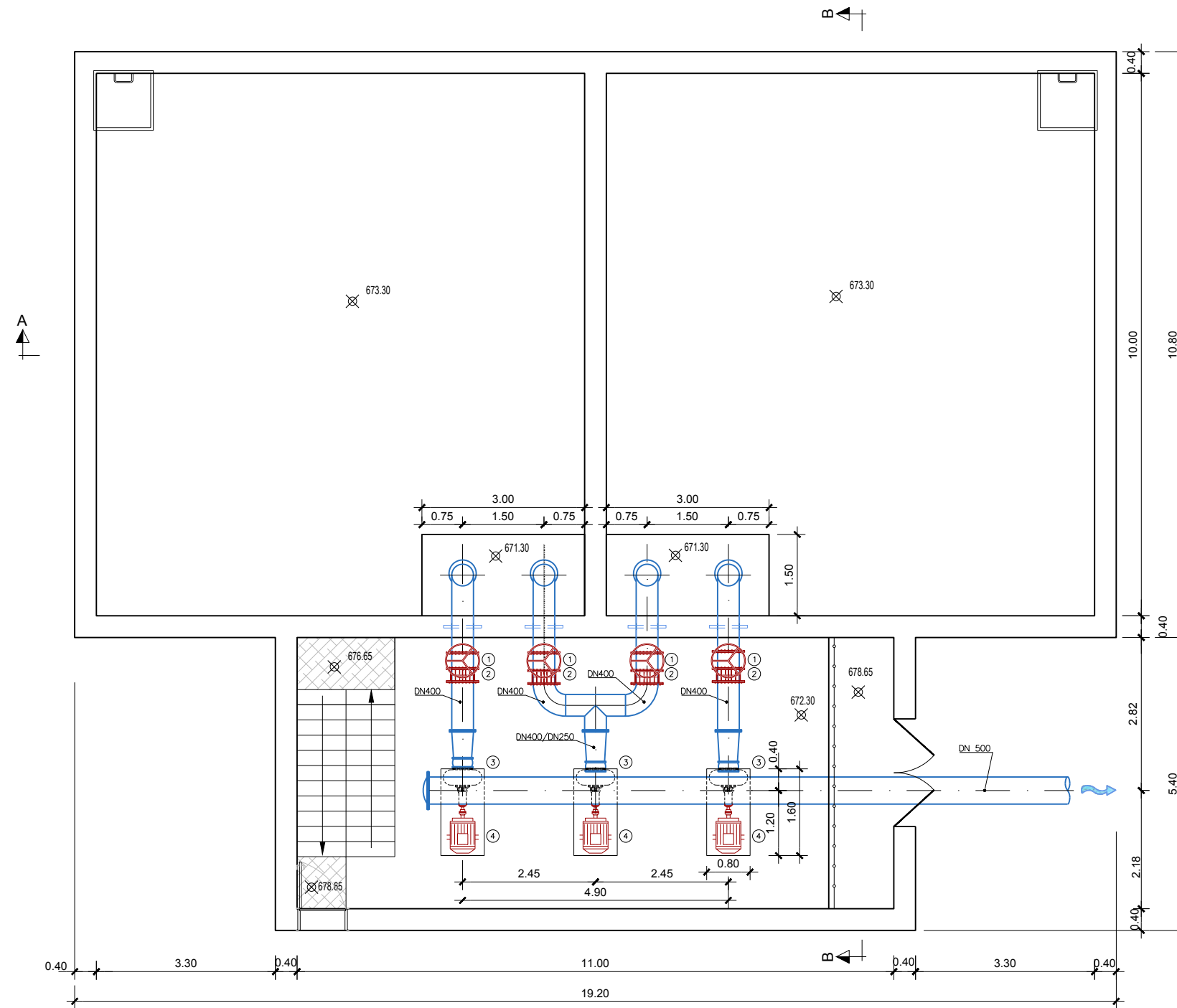


Canal de Isabel II

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN

TÍTULO DEL PLANO: ANEJO 4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS EDIFICIO DE REACTIVOS

FECHA: MARZO 2019	ELIPSE DE REFERENCIA GRIS 80 PROYECCIÓN UTM PUNTO DE ALTURAS REFERIDAS AL NIVEL MEDIO DEL MEDITERRANEO EN ALCANTE	ESCALA: ORIGINAL LINEA 1:75	0 1 2 3m	Nº DE PLANO: A04-3
ASISTENCIA TÉCNICA: ACCIONA	AUTOR DEL PROYECTO: MILAGROS HIGUERA TOLEDANO	DIRECTOR DEL PROYECTO: REBECA BARRUSO LARA	Vººº JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO: MIRIAM FERNÁNDEZ LARA	HOJA 1 DE 1

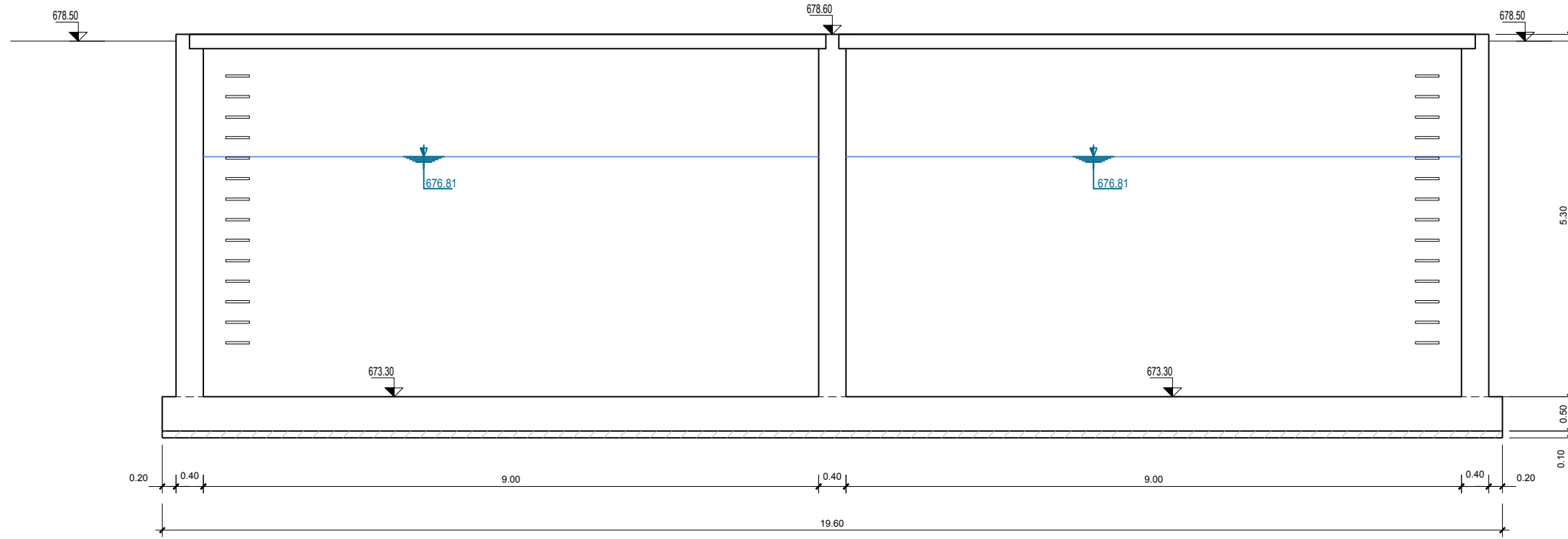


PLANTA

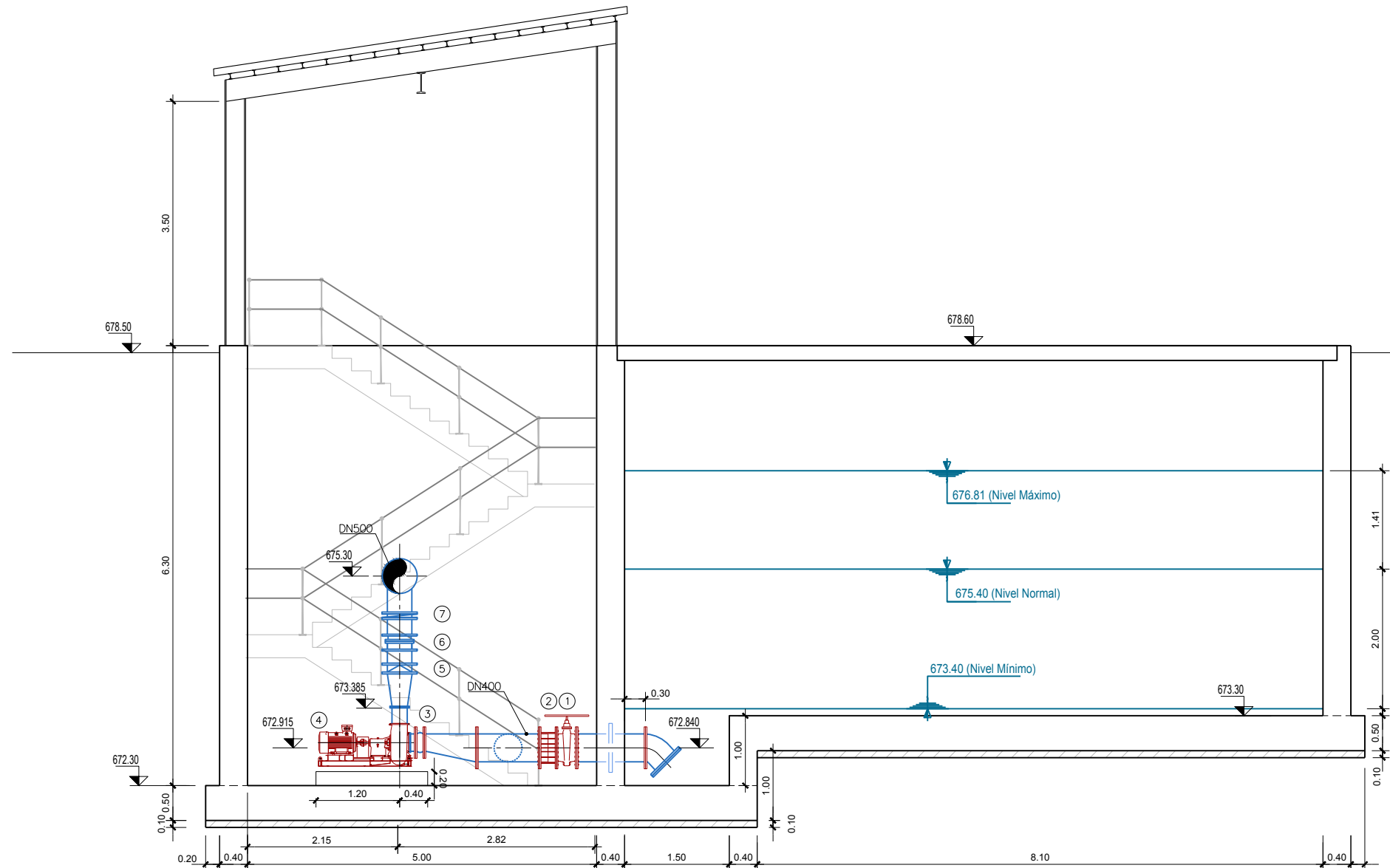
LEYENDA

- ① VÁLVULA DE COMPUERTA DN400 PN-10 (4 und)
- ② CARRETE DE DESMONTAJE DN400 PN-10 (4 und)
- ③ COMPENSADOR DE GOMA DN250 PN-10 (3 und)
- ④ BOMBA CENTRÍFUGA DE 600m³/h A 11.75 m.c.a. CON MOTOR DE 37 kw. (3 und)
- ⑤ VÁLVULA DE RETENCIÓN DE DOBLE CLAPETA DN350 PN-10 (3 und)
- ⑥ CARRETE DE DESMONTAJE DN350 PN-10 (3 und)
- ⑦ VÁLVULA DE MARIPOSA DN350 PN-10 DE ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO (3 und)

		PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN	
TÍTULO DEL PLANO:		ANEJO 4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEPÓSITO DE LAVADO DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVO PLANTA	
FECHA: MARZO 2019	ELIPSOIDE DE REFERENCIA GRIS 80 PROTECCIÓN ÚTM PUNTO 30. ALTITUDES REFERIDAS AL NIVEL MEDIO DEL MEDITERRANEO EN ALCANTE	ESCALA: ORIGINAL LINEA 1:50	N° DE PLANO: A04-4
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	DIRECTOR DEL PROYECTO:	INGENIERO DE ARRIA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO:
	MILAGROS ROSERA TOLEDANO	REBECCA BARRUSO LARA	MIRIAM FERNÁNDEZ LARA
HOJA 1 DE 2			HOJA 1 DE 2



SECCION A-A

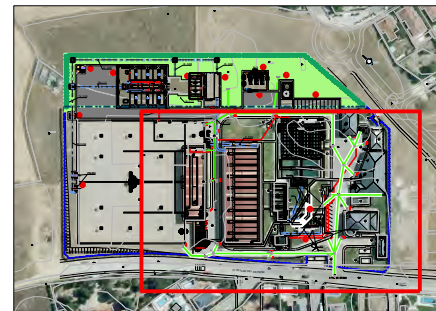
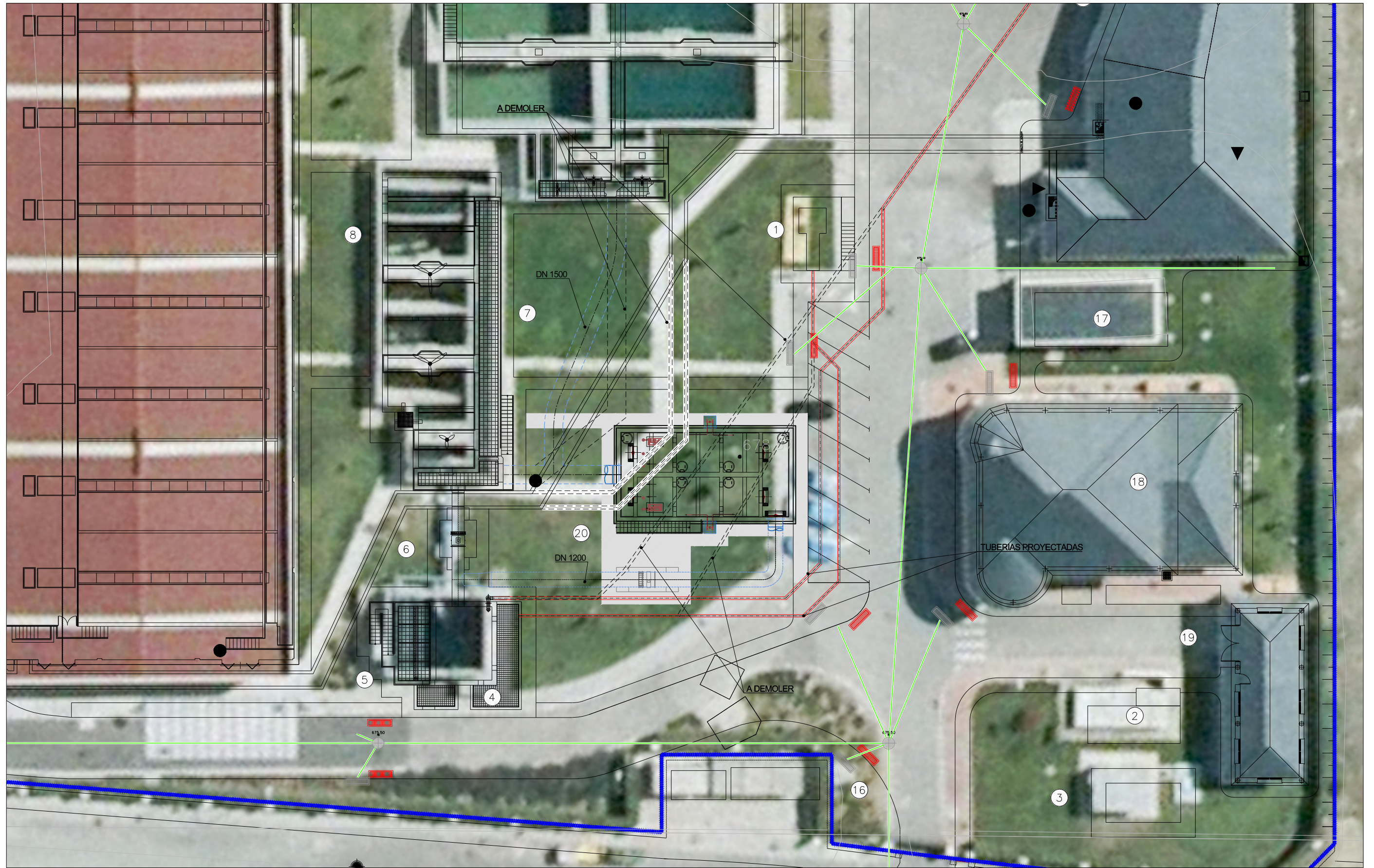


SECCION B-B

LEYENDA

- ① VÁLVULA DE COMPUERTA DN400 PN-10 (4 und)
- ② CARRETE DE DESMONTAJE DN400 PN-10 (4 und)
- ③ COMPENSADOR DE GOMA DN250 PN-10 (3 und)
- ④ BOMBA CENTRÍFUGA DE 600m³/h A 11.75 m.c.a. CON MOTOR DE 37 kw. (3 und)
- ⑤ VÁLVULA DE RETENCIÓN DE DOBLE CLAPETA DN350 PN-10 (3 und)
- ⑥ CARRETE DE DESMONTAJE DN350 PN-10 (3 und)
- ⑦ VÁLVULA DE MARIPOSA DN350 PN-10 DE ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO (3 und)

		PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN	
TÍTULO DEL PLANO: ANEJO 4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEPÓSITO DE LAVADO DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVO SECCIÓN A-A Y SECCIÓN B-B			
FECHA: MARZO 2019	ELIPSOIDE DE REFERENCIA GRS 80 PROYECCIÓN UTM PUNTO DE ALTURAS REFERIDAS AL NIVEL MEDIO DEL MEDITERRANEO EN ALCANTRE	ESCALA: ORIGINAL LINEA 1:40	N° DE PLANO: A04-4
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	DIRECTOR DEL PROYECTO:	JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO:
	MILAGROS ROSERA TOLEDANO	REBECA BARRUSO LARA	MIRIAM FERNÁNDEZ LARA
HOJA 2 DE 2			2m



LEYENDA:

	LINEA DE AGUA
	NUEVAS TUBERIAS
	A DEMOLER
	RED DE PLUVIALES

Canal de Isabel II

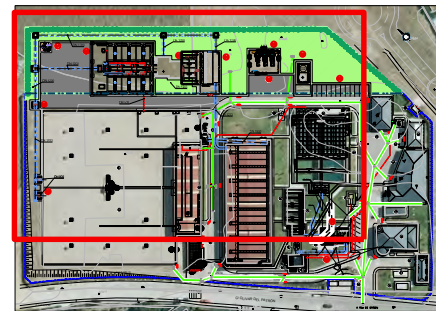
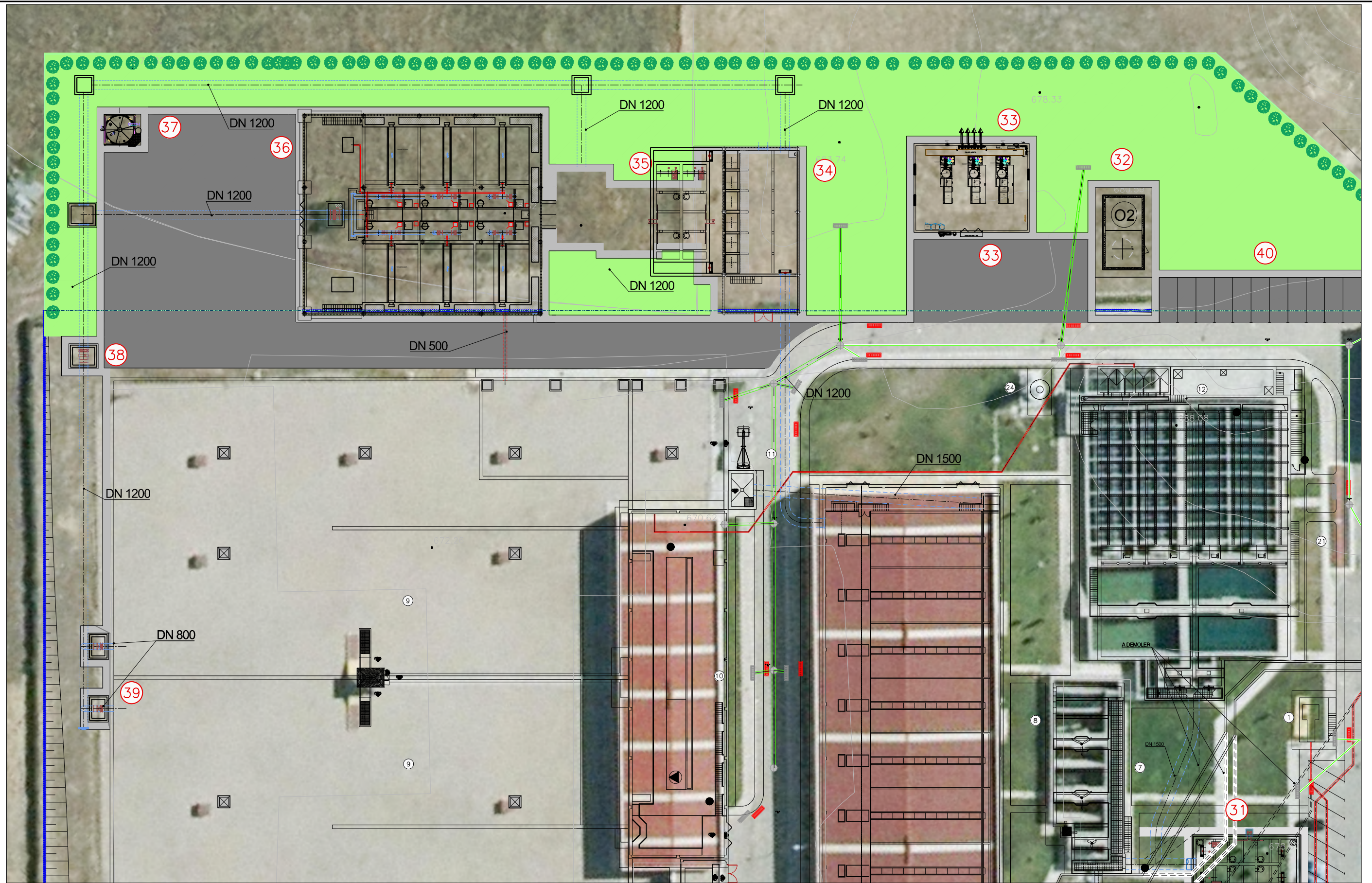
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN

TÍTULO DEL PLANO: **ANEJO 4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS EDIFICIO DE PRE-OZONIZACIÓN SOLUCIÓN A**

FECHA: **MARZO 2019** | ELIPSOIDE DE REFERENCIA ORS EL PROYECTO | ESCALA: **1:150** | 0 1 2 3 4 5m.

ASISTENCIA TÉCNICA: **MILAGROS HIGUERA TOLEDANO** | ALTOR DEL PROYECTO: **REBECA BARRUSO LARA** | DIRECTOR DEL PROYECTO: **MIRIAM FERNÁNDEZ LARA** | VºBº JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO

acciona | **Nº DE PLANO: A04-5** | **HOJA 1 DE 2**



LEYENDA:

	LINEA DE AGUA
	NUEVAS TUBERIAS
	A DEMOLER
	RED DE PLUVIALES

Canal de Isabel II

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACION DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN

TITULO DEL PLANO: ANEJO 4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS LINEA DE AFINO Y GENERACION DE OZONIZACION SOLUCION A

FECHA: MARZO 2019
 ASISTENCIA TECNICA: [NOMBRE]
 AUTOR DEL PROYECTO: [NOMBRE]
 DIRECTOR DEL PROYECTO: [NOMBRE]

ESCALA: 1:250
 ORIGINAL LINEA AT

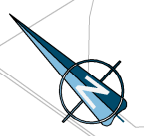
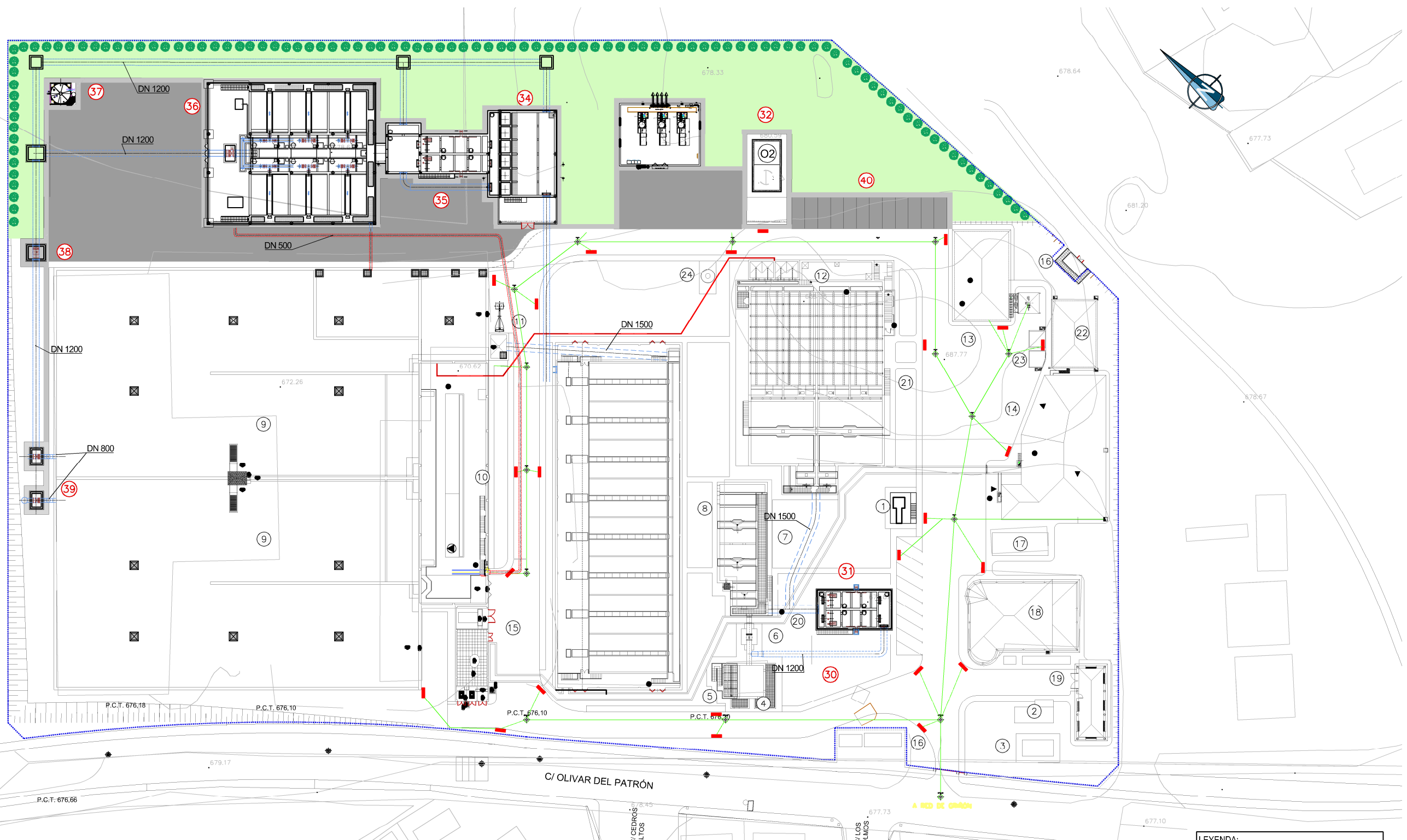
ELIPSOIDE DE REFERENCIA ORS EL PROYECTO
 UNIFORME DE ALTITUDES REFERIDAS AL NIVEL MEDIO DEL MEDITERRANEO EN ALCANTAR

10m
 0 5

Nº DE PLANO: A04-5
 HOJA 2 DE 2

acciona
 MILAGROS HIGUERA TOLEDANO
 REBECA BARRUSO LARA
 MIRIAM FERNANDEZ LARA

APÉNDICE 3. OBRA CIVIL ALTERNATIVA A



- 1.- POZO 4 (EXISTENTE)
- 2.- POZO 4 bis (EXISTENTE)
- 3.- CUADROS ELÉCTRICOS POZO 4 bis
- 4.- VÁLVULA CORTE ARTERIA GUADARRAMA
- 5.- ARQUETA DE REUNIÓN
- 6.- MEDIDA DE CAUDAL
- 7.- CÁMARAS DE MEZCLA Y FLOCULACIÓN
- 8.- FILTRACIÓN
- 9.- DEPÓSITO REGULADOR
- 10.- EDIFICIO DE VÁLVULAS Y BOMBEO
- 11.- DEPÓSITO DE RECUPERACIÓN DE AGUA DE LAVADO
- 12.- DECANTADOR LAMELAR
- 13.- EDIFICIO DE FANGOS
- 14.- EDIFICIO DE REACTIVOS
- 15.- EDIFICIO DE CUADROS ELÉCTRICOS, C.C.M. GRUPO ELECTRÓGENO Y TRANSFORMACIÓN
- 16.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN, SECCIONAMIENTO Y MEDIDA IBERDROLA (COMPLEMENTARIO)
- 17.- EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN (EXISTENTE)
- 18.- EDIFICIO DE CONTROL
- 19.- EDIFICIO DE TALLER Y ALMACEN
- 20.- CANALETA TUBERÍAS REACTIVOS
- 21.- CÁMARAS DE MEZCLA, FLOCULACIÓN Y DECANTACIÓN LAMELAR (COMPLEMENTARIO)
- 22.- EDIFICIO DE DOSIFICACIÓN DE OXIDANTES
- 23.- ZONA DE CARGA DE REACTIVOS
- 24.- SILO DE ALMACENAMIENTO CARBÓN ACTIVO EN POLVO

- 30.- MEDIDA DE CAUDAL
- 31.- PRE-OZONIZACIÓN
- 32.- ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE OXÍGENO
- 33.- EDIFICIO DE GENERACIÓN DE OZONO
- 34.- BOMBEO INTERMEDIO
- 35.- POST-OZONIZACIÓN
- 36.- FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO
- 37.- SILOS DE ALMACENAMIENTO DE CARBÓN ACTIVO GRANULAR (110m³)
- 38.- MEDIDA DE CAUDAL
- 39.- SECCIONAMIENTOS ENTRADA A DEPÓSITOS DE AGUA TRATADA
- 40.- APARCAMIENTO (12 PLAZAS)

LEYENDA:

- AMPLIACIÓN URBANIZACIÓN
- CÉSPED
- PAVIMENTO
- ACERA
- LÍNEA DE AGUA
- LÍNEA LAVADO DE FILTROS
- RED DE PLUVIALES

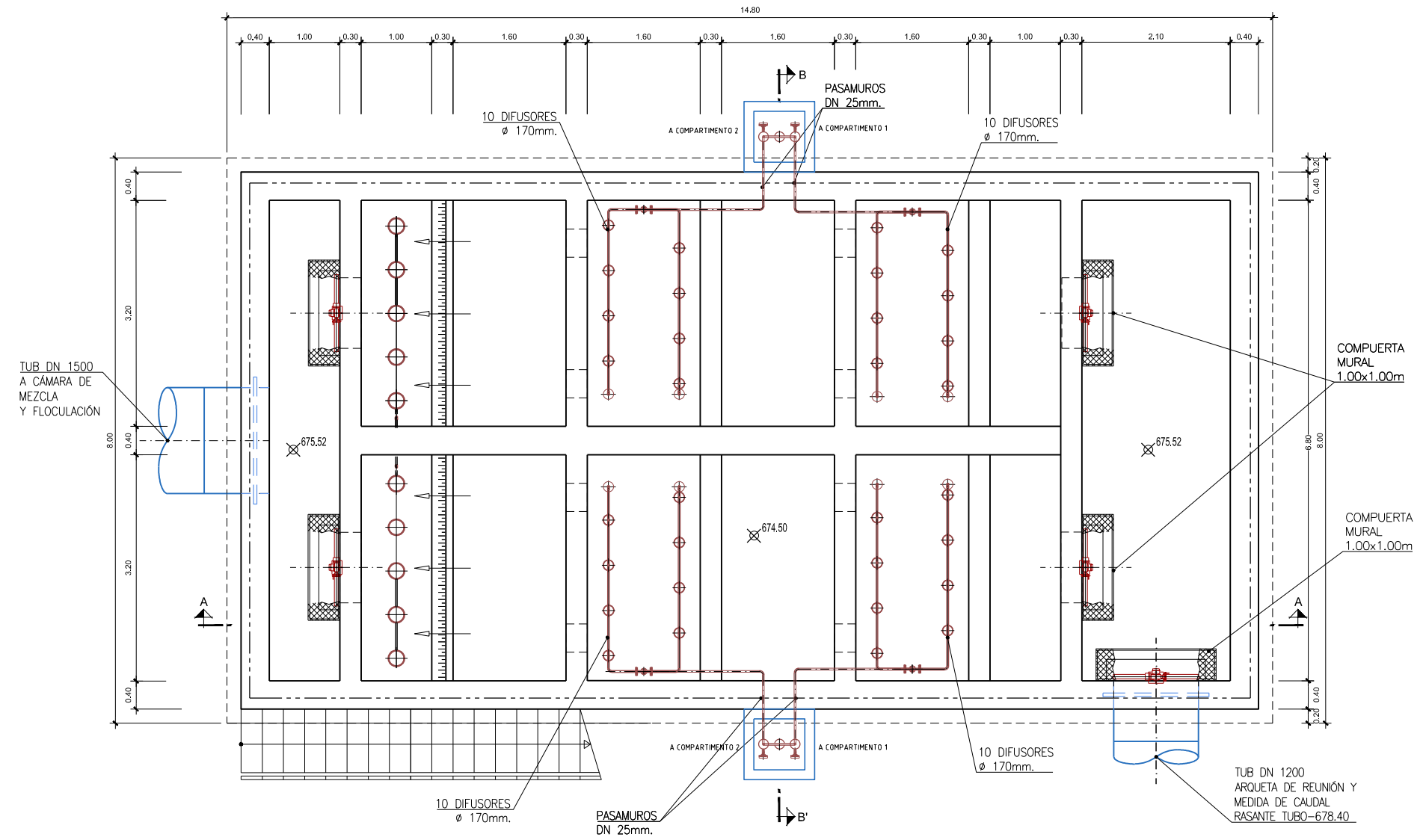
Canal de Isabel II gestión

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN

TÍTULO DEL PLANO: **OBRA CIVIL PLANTA GENERAL DE LA E.T.A.P.**

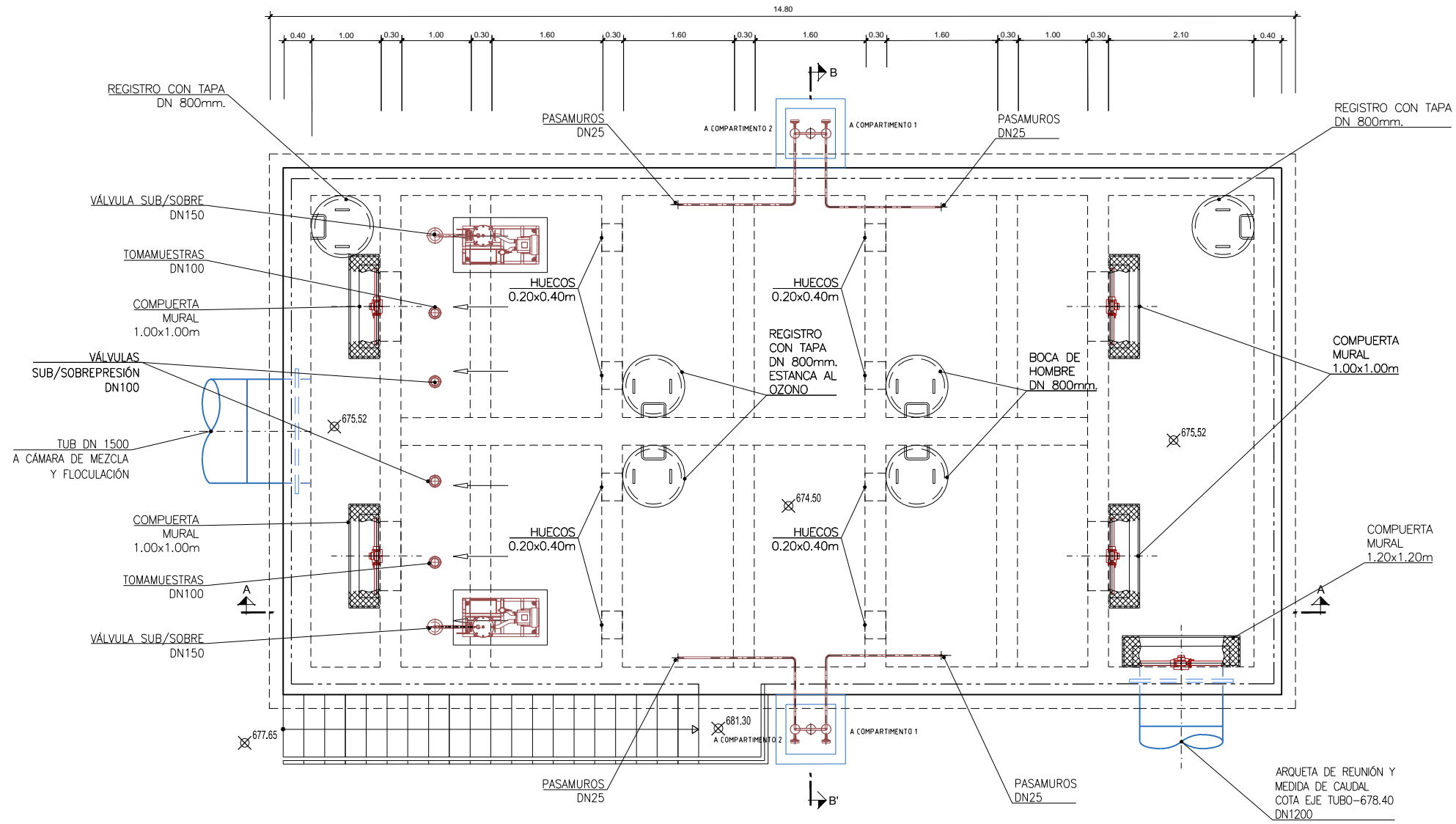
FECHA: DICIEMBRE 2016	ELABORADO POR: ALBERTO GATÓN VICENTE	ESCALA: ORIGINAL LINEA 1	Nº DE PLANO: PG.03
ASISTENCIA TÉCNICA: ACCIONIA	AUTOR DEL PROYECTO: ALBERTO GATÓN VICENTE	DIRECCIÓN DEL PROYECTO: REBECA BARRIUSO LARA	VºBº JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO: MIRIAM FERNÁNDEZ LARA

HOJA 1 DE 1




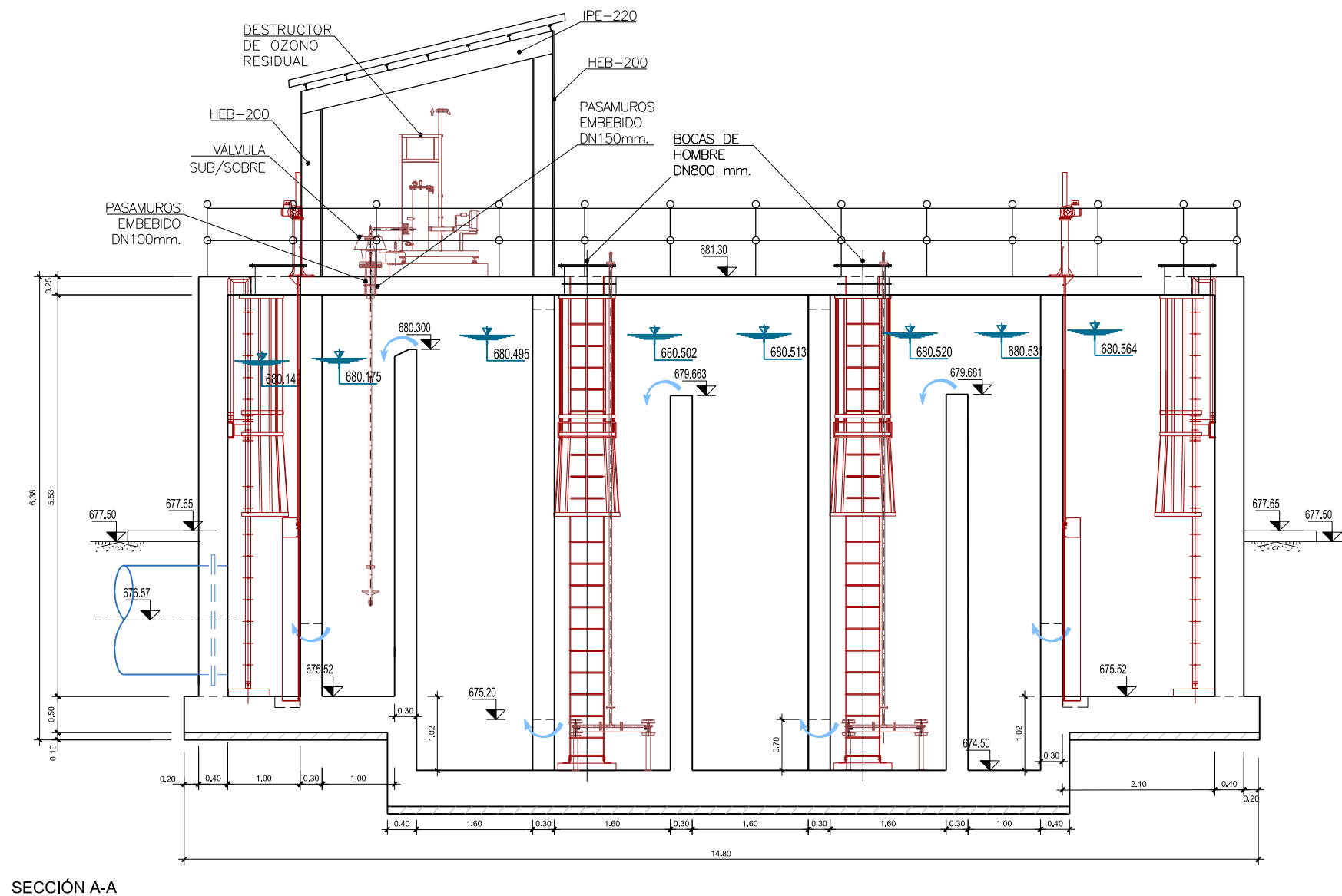
PLANTA

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN			
TÍTULO DEL PLANO:		OBRA CIVIL LINEA NUEVA DE PRE-OZONIZACIÓN TITUS	
FECHA: DICIEMBRE 2016	ELIPSOIDE DE REFERENCIA GRS 80. PROYECCIÓN UTM PARO 29. ALTIUDDES REFERIDAS AL NIVEL MEDIO DEL MEDITERRANEO EN ALICANTE	ESCALA: ORIGINAL LINEA 1:1 1:40 0 1 2m	Nº DE PLANO OC-LA 01
ASISTENCIA TÉCNICA: ALBERTO GATÓN VICENTE	AUTOR DEL PROYECTO: REBECA BARRIUSO LARA	DIRECTOR DEL PROYECTO: MIRIAM FERNÁNDEZ LARA	JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO
HOJA 1 DE 3			



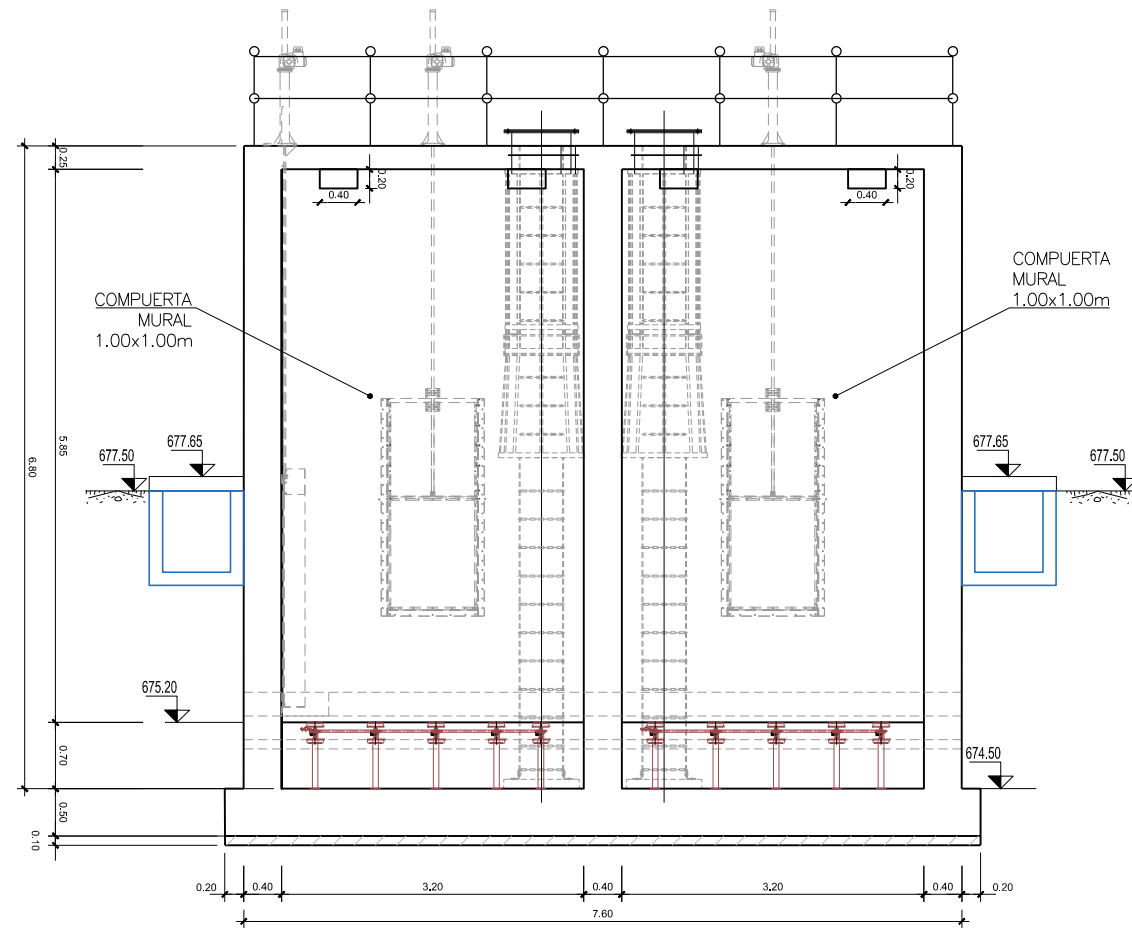
PLANTA DE CUBIERTA

			
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN			
TÍTULO DEL PLANO:		OBRA CIVIL LINEA NUEVA DE PRE-OSONIZACIÓN TITUS	
FECHA:	ELIPSOIDE DE REFERENCIA GIS 80. PROYECCIÓN UTM PARO 29. ALTITUDES REFERIDAS AL NIVEL MEDIO DEL MEDITERRANEO EN ALCANTRE	ESCALA:	ORIGINAL LINEA 1 1:40 0 1 2m
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	DIRECTOR DEL PROYECTO:	Jefe de Área de Proyectos de Abastecimiento MRM/ FERNÁNDEZ LARA
	ALBERTO GATÓN VICENTE	REBECA BARRIBUSO LARA	N° DE PLANO OC-LA 01 HOJA 2 DE 3





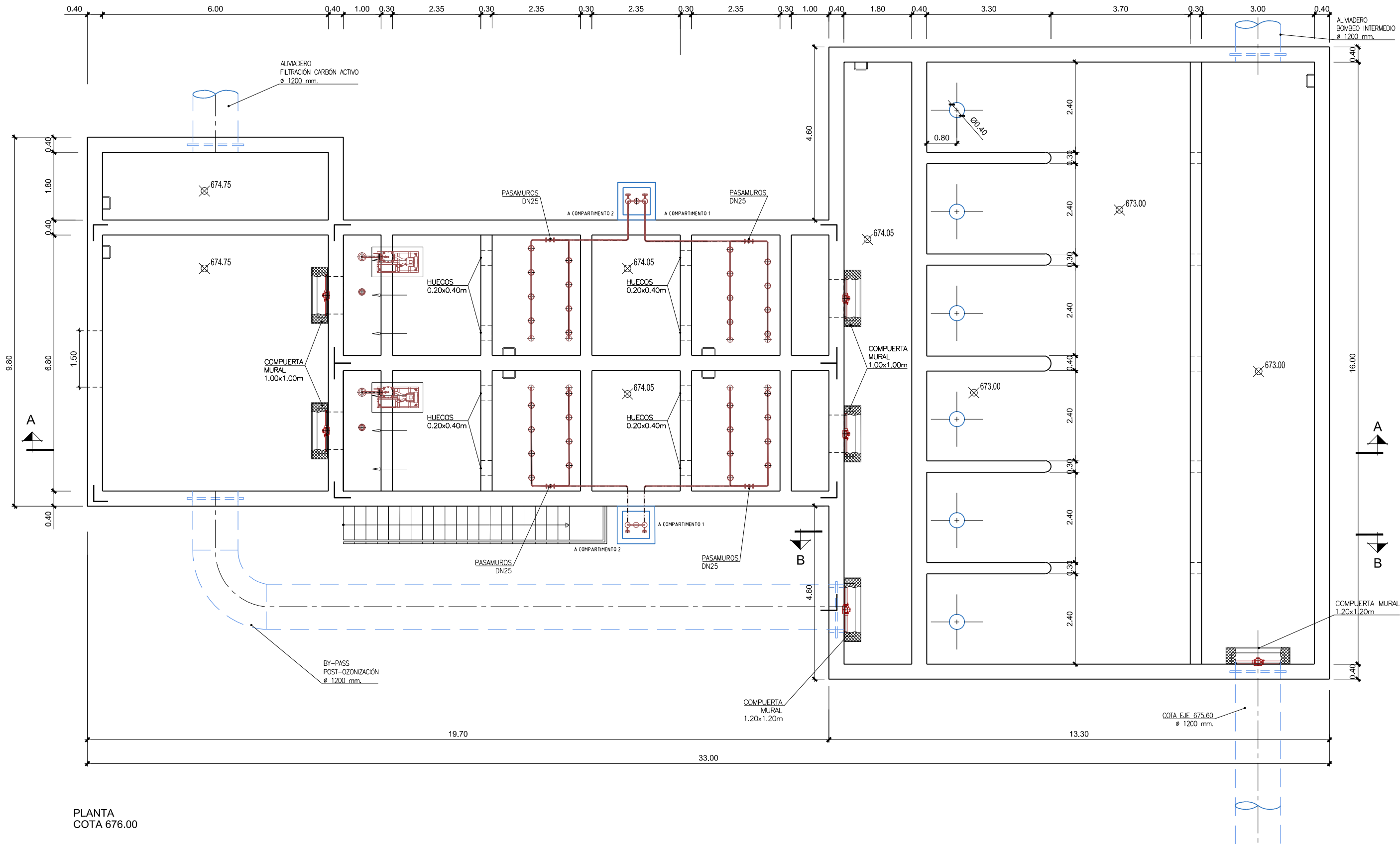
SECCIÓN A-A

Canal de Isabel II gestión			
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN			
TÍTULO DEL PLANO:		OBRA CIVIL LINEA NUEVA DE PRE-OZONIZACIÓN SECCIÓN A-A Y SECCIÓN B-B	
FECHA: DICIEMBRE 2016	ELIPSOIDE DE REFERENCIA GIS 80. PROYECCIÓN UTM PARO 29. ALTITUDES REFERIDAS AL NIVEL MEDIO DEL MEDITERRANEO EN ALICANTE	ESCALA: ORIGINAL LINEA-A1 1:40	Nº DE PLANO OC-LA 01
ASISTENCIA TÉCNICA: AUTOR DEL PROYECTO: ALBERTO GATÓN VICENTE	DIRECTOR DEL PROYECTO: REBECA BARRIBUSO LARA	VºBº JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO MIRIAM FERNÁNDEZ LARA	
acciona		HOJA 3 DE 3	





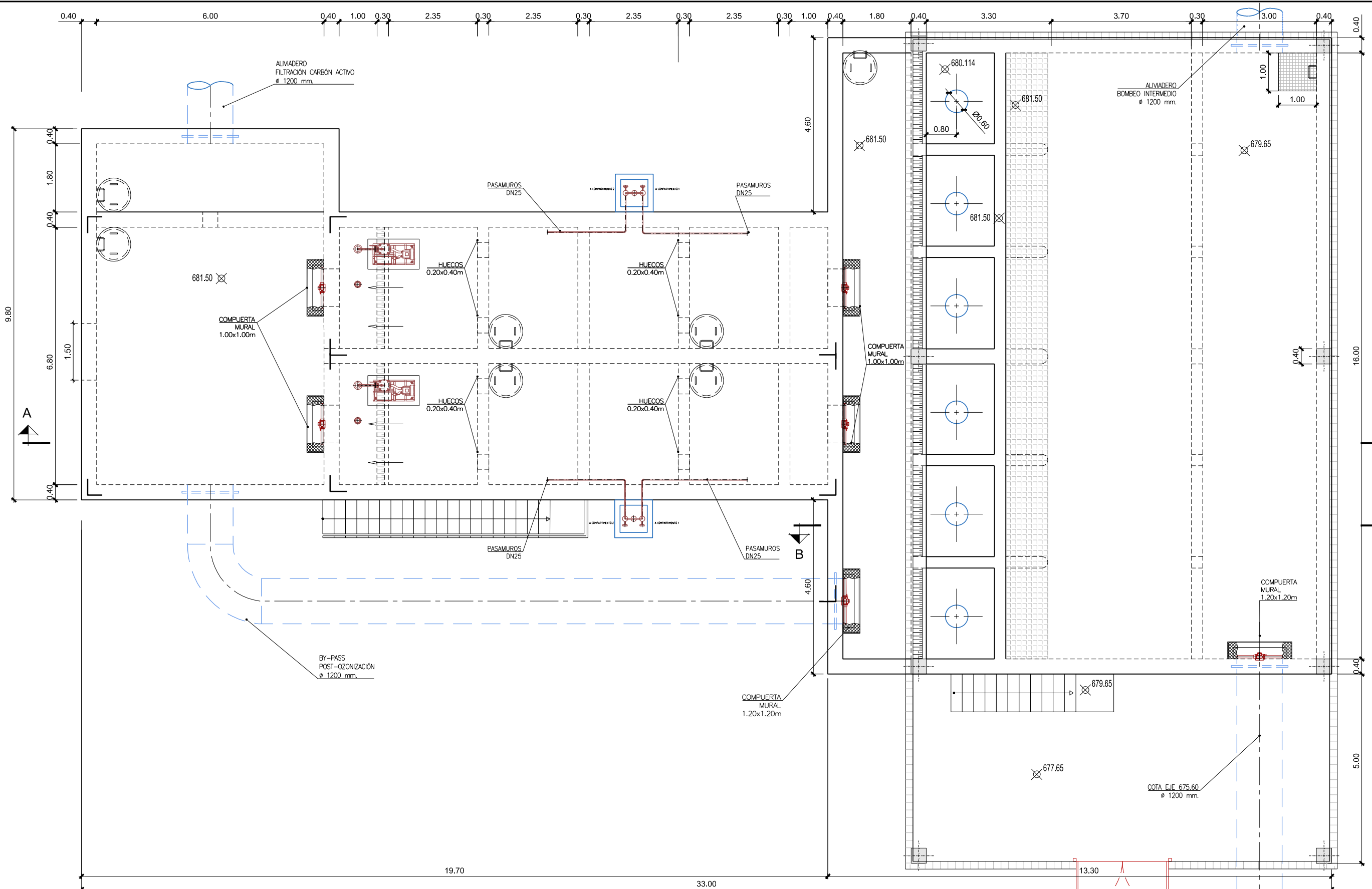
SECCIÓN B-B

			
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN			
TÍTULO DEL PLANO:		OBRA CIVIL LINEA NUEVA DE PRE-OZONIZACIÓN SECCIÓN A-A Y SECCIÓN B-B	
FECHA:	ELIPSOIDE DE REFERENCIA GRS 80. PROYECCIÓN UTM PARO 29. ALTITUDES REFERIDAS AL NIVEL MEDIO DEL MEDITERRANEO EN ALCANTRE	ESCALA:	1:40
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	DIRECTOR DEL PROYECTO:	JEFE DE ÁGUA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO
	ALBERTO GATÓN VICENTE	REBECA BARRUSO LARA	MIRIAM FERNÁNDEZ LARA
			Nº DE PLANO OC-LA 01
			HOJA 4 DE 3





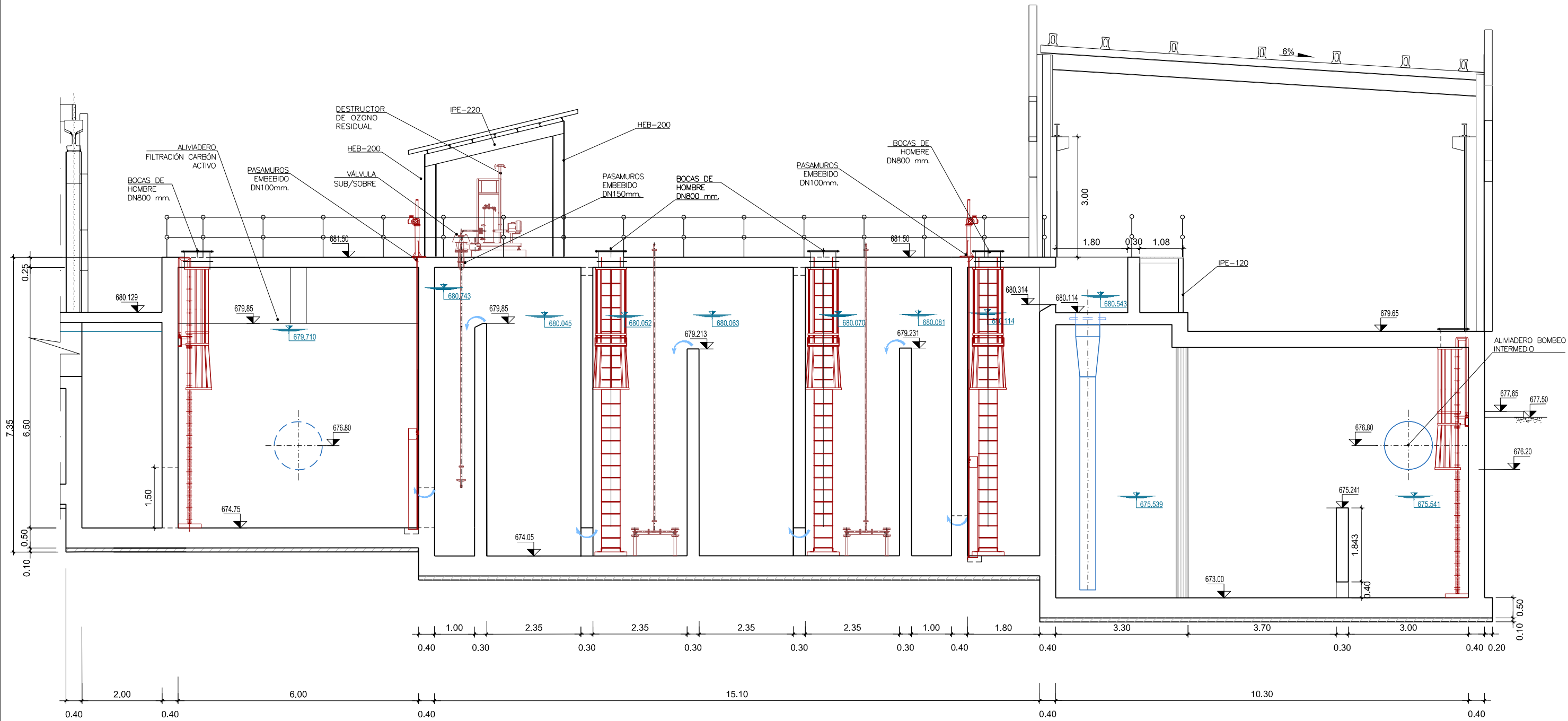
PLANTA COTA 676.00

			
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN			
TÍTULO DEL PLANO: OBRA CIVIL POST-OZONIZACIÓN Y BOMBEO INTERMEDIO PLANTA COTA 676.00			
FECHA: DICIEMBRE 2016	EL PROCESO DE REFERENCIA GIS NO PROYECCIÓN UTM PARÍS 94 ALTIUDAD REFERENCIAL AL NIVEL MEDIO DEL MEDITERRANEO EN ALICANTE	ESCALA: ORIGINAL UNO-A1 1:50 0 1 2m	Nº DE PLANO OC-LA 02
ASISTENCIA TÉCNICA:  ALBERTO GATÓN VICENTE	AUTOR DEL PROYECTO: REBECA BARRIBUSO LARA	DIRECTOR DEL PROYECTO: MIRIAM FERNÁNDEZ LARA	JEFE DE AGUA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO HOJA 1 DE 4



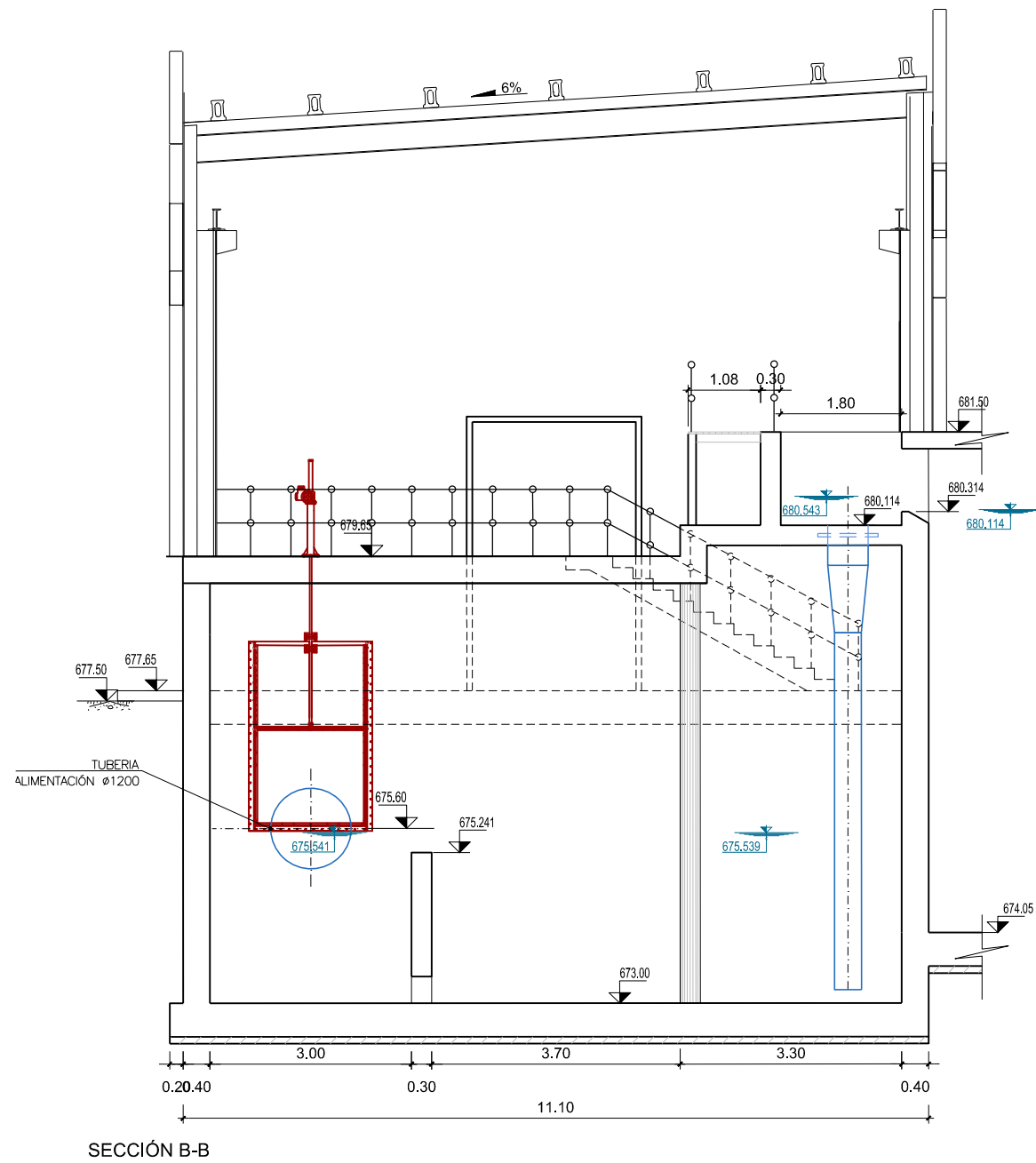
PLANTA CUBIERTA
COTA 682.00

			
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN			
TÍTULO DEL PLANO: OBRA CIVIL POST-OZONIZACIÓN Y BOMBEO INTERMEDIO PLANTA CUBIERTA COTA 682.00			
FECHA: DICIEMBRE 2016	EL PROYECTO DE REFERENCIA GIS NO PROTECCIÓN ULTIMO PISO DE ALTITUDES REFERENCIA AL NIVEL MEDIO DEL MEDITERRANEO EN ALICANTE	ESCALA: ORIGINAL LINE-A1 1:50	Nº DE PLANO OC-LA 02
ASISTENCIA TÉCNICA: INTEGRA	PROYECTOR DEL PROYECTO: ALBERTO GATÓN VICENTE	DIRECCIÓN DEL PROYECTO: REBECA BARRIBUSO LARA	Vº Pº DE ASISTENTE DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO: MIRIAM FERNÁNDEZ LARA
		HOJA 2 DE 4	

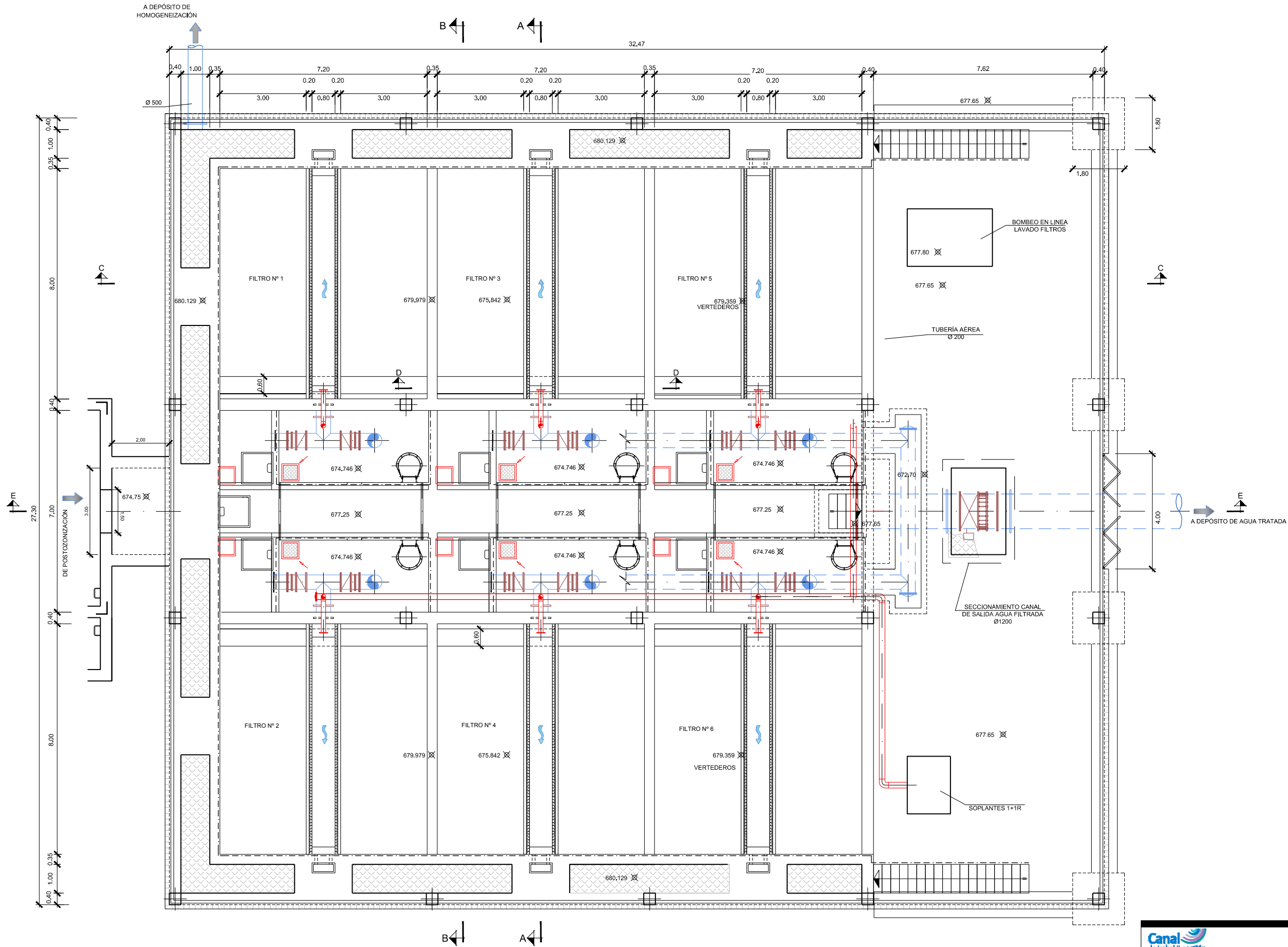


SECCIÓN A-A

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN			
TÍTULO DEL PLANO: OBRA CIVIL POST-OZONIZACIÓN Y BOMBEO INTERMEDIO SECCIÓN A-A			
FECHA: DICIEMBRE 2016	ELIPSOIDE DE REFERENCIA GRS 80. PROYECCIÓN UTM PARALELO AL ESTEREO EN ALICANTE	ESCALA: ORIGINAL LINEA 1:50 0 1 2m	Nº DE PLANO: OC-LA 02
ASISTENCIA TÉCNICA: AUTOR DEL PROYECTO	DIRECCIÓN DEL PROYECTO:	Vº Bº JEFE DE AGUA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO	HOJA 3 DE 4
ALBERTO GATÓN VICENTE	REBECA BARRIBUSO LARA	MIRIAM FERNÁNDEZ LARA	

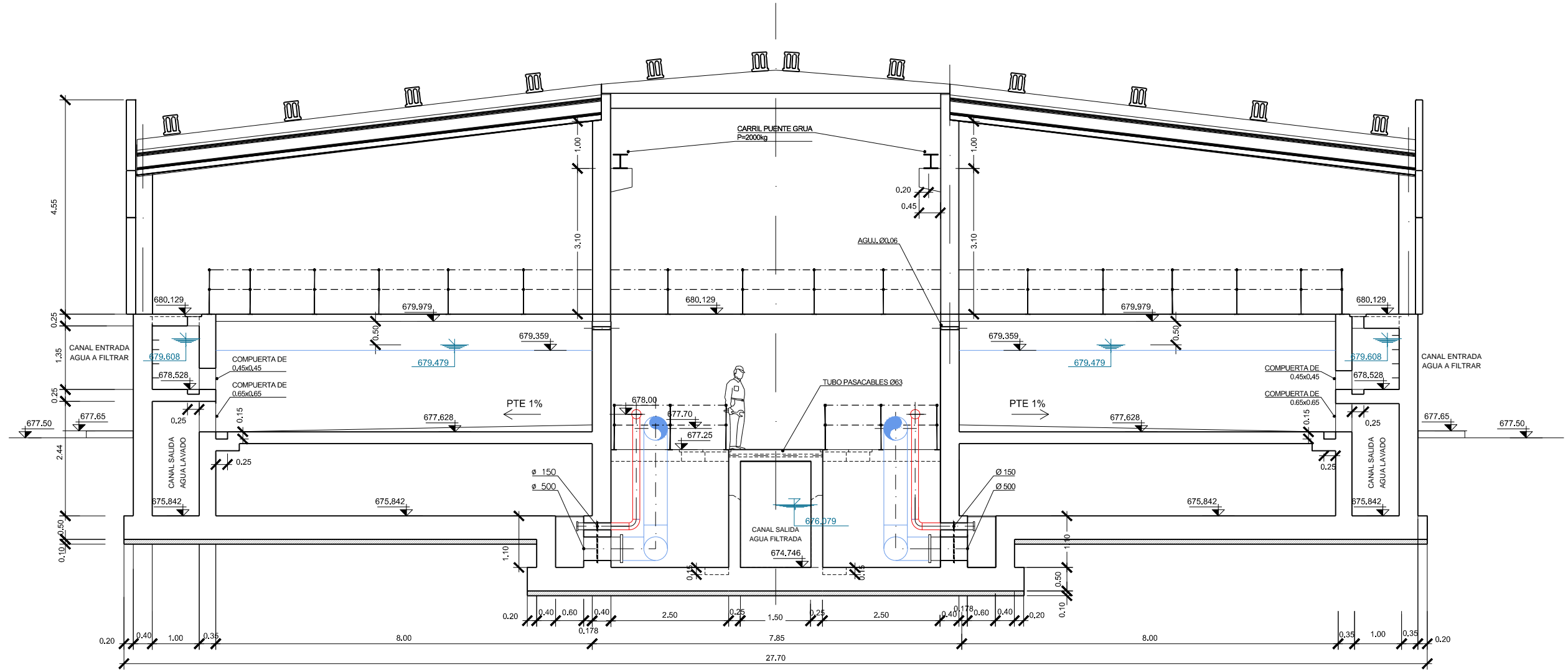


PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN			
TÍTULO DEL PLANO: OBRA CIVIL POST-OZONIZACIÓN Y BOMBEO INTERMEDIO SECCIÓN B-B			
FECHA: DICIEMBRE 2016	ELIPSOIDE DE REFERENCIA GRS 80 PROYECCIÓN UTM PARO 29 ALTIUDDES REFERIDAS AL NIVEL MEDIO DEL MEDITERRANEO EN ALICANTE	ESCALA: ORIGINAL LINEA 1	N° DE PLANO OC-LA 02
ASISTENCIA TÉCNICA: ALBERTO GATÓN VICENTE	AUTOR DEL PROYECTO:	DIRECTOR DEL PROYECTO: REBECA BARRIBUSO LARA	VºPº JEFE DE AGUA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO: MIRIAM FERNÁNDEZ LARA
HOJA 4 DE 4			2m





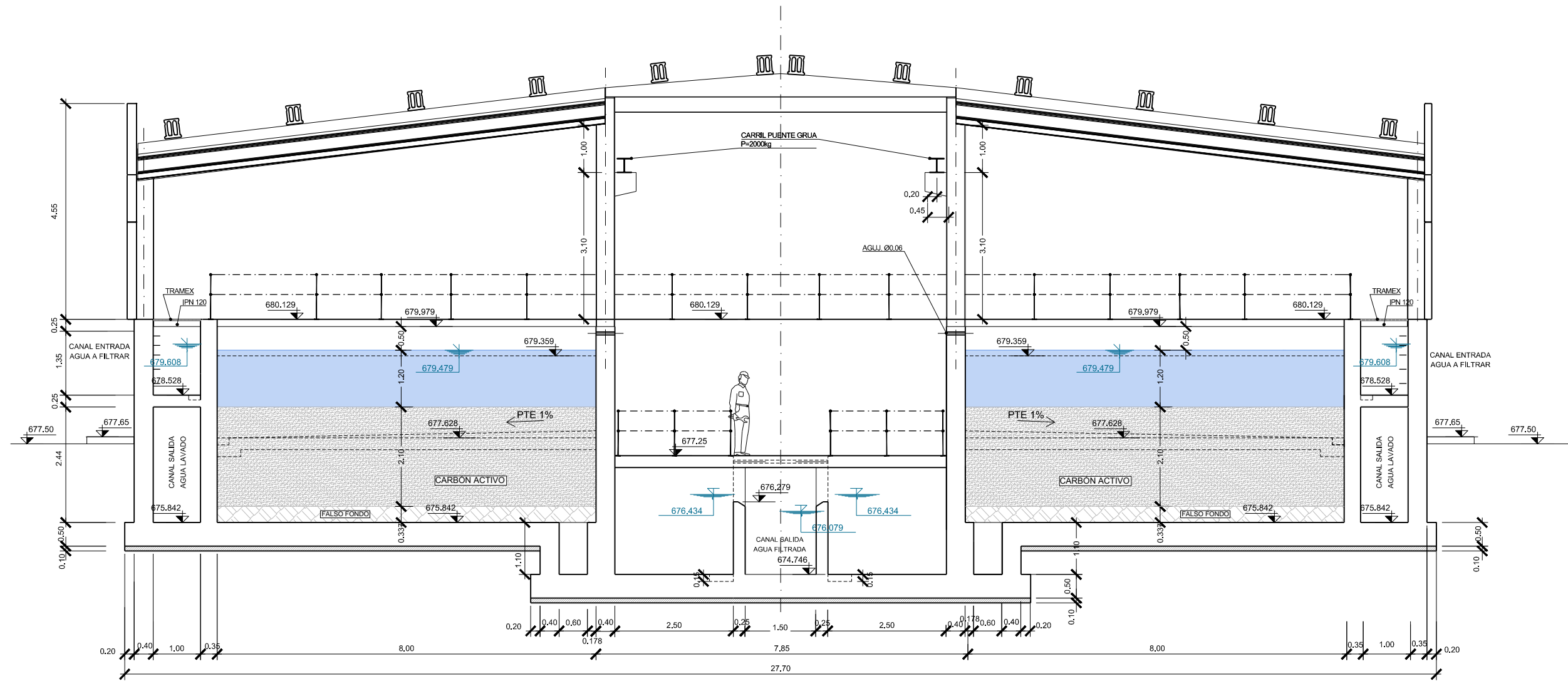
PLANTA

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN			
TÍTULO DEL PLANO: FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO PLANTA COTA 680.50			
FECHA: DICIEMBRE 2016	ELIPSOIDE DE REFERENCIA GIS 80. PROYECCIÓN UTM PAROJA AL TIRRENO EN ALICANTE	ESCALA: 1:70	N° DE PLANO: OC-LA 03
ASISTENCIA TÉCNICA: ACTOR DEL PROYECTO	DIRECTOR DEL PROYECTO: REBECA BARRUJO LARA	VISOR: JEFE DE AGUA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO	HOJA 1 DE 5
	ALBERTO GATÓN VICENTE	MIRIAM FERNÁNDEZ LARA	





SECCIÓN A-A

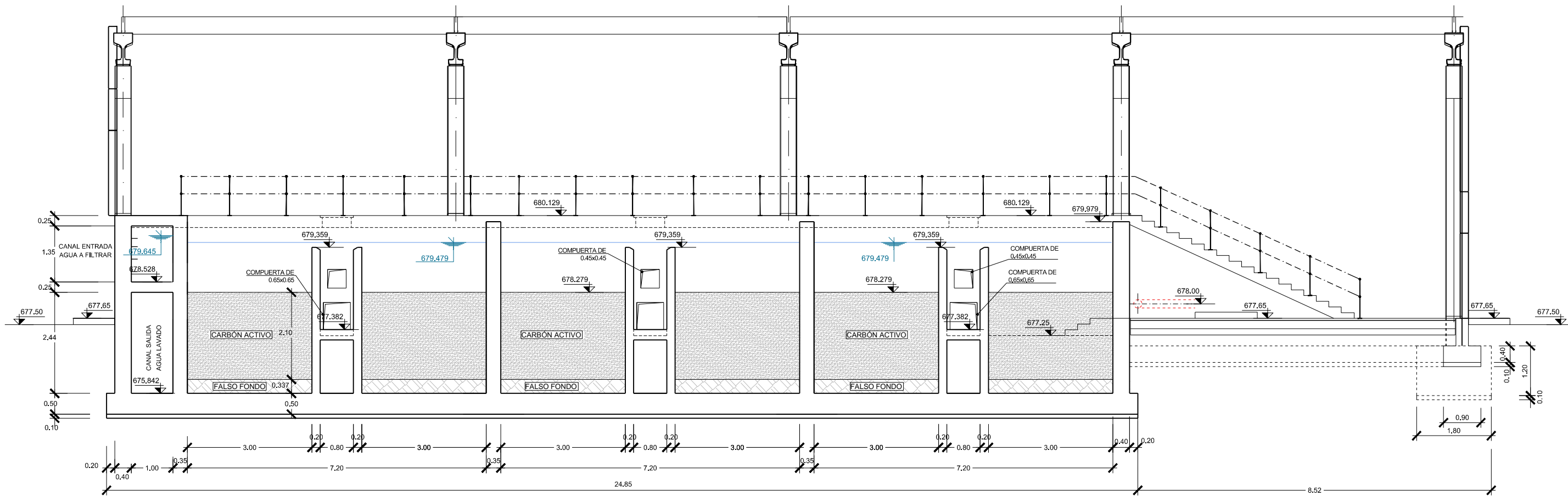
			
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN			
TÍTULO DEL PLANO: FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO SECCIÓN A-A			
FECHA:	ELIPSOIDE DE REFERENCIA GRS 80. PROYECCIÓN UTM PARO 30. ALTITUDES REFERIDAS AL NIVEL MEDIO DEL MEDITERRANEO EN ALICANTE	ESCALA:	1:50
ASISTENCIA TÉCNICA:	ACTOR DEL PROYECTO:	DIRECTOR DEL PROYECTO:	INSTRUMENTO DE ABASTECIMIENTO:
	ALBERTO GATÓN VICENTE	REBECA BARRIUSO LARA	MIRIAM FERNÁNDEZ LARA
			Nº DE PLANO: OC-LA 03
			HOJA 2 DE 5



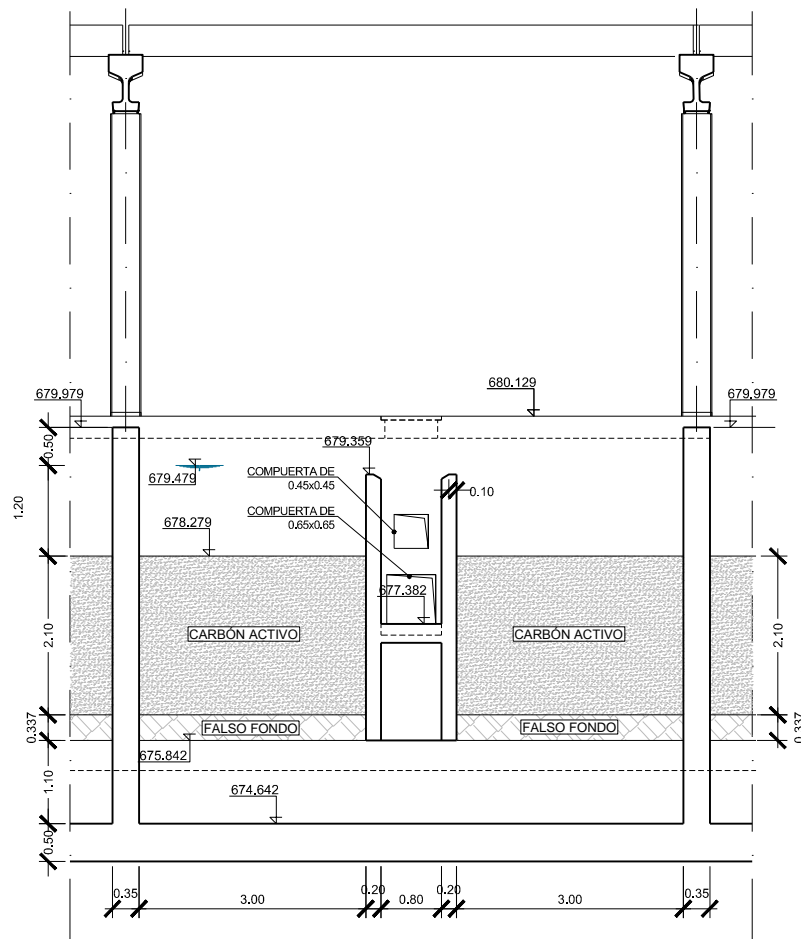
SECCIÓN B-B

COTA SOLERA DE LA PARTE SUPERIOR DE LOS FALSOS FONDOS 676.179 m.s.n.m.
 COTA DEL CARBÓN ACTIVO 678.279 m.s.n.m.
 COTA DEL AGUA EN EL FILTRO 679.479 m.s.n.m.
 COTA DE CORONACIÓN DE FILTROS 679.979 m.s.n.m.
 ALTURA DE FALSO FONDO 337 mm.

 PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACION DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN			
TÍTULO DEL PLANO: FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO SECCIÓN B-B			
FECHA: DICIEMBRE 2016	ELIPSOIDE DE REFERENCIA GRS 80. PROYECCIÓN UTM PARO 29. ALTURAS REFERIDAS AL NIVEL MEDIO DEL MEDITERRANEO EN ALICANTE	ESCALA: ORIGINAL LINEA 1:50	N° DE PLANO OC-LA 03
ASISTENCIA TÉCNICA:  ALBERTO GATÓN VICENTE	AUTOR DEL PROYECTO: REBECA BARRUSO LARA	DIRECTOR DEL PROYECTO: MIRIAM FERNÁNDEZ LARA	N° DE PLANO HOJA 3 DE 5

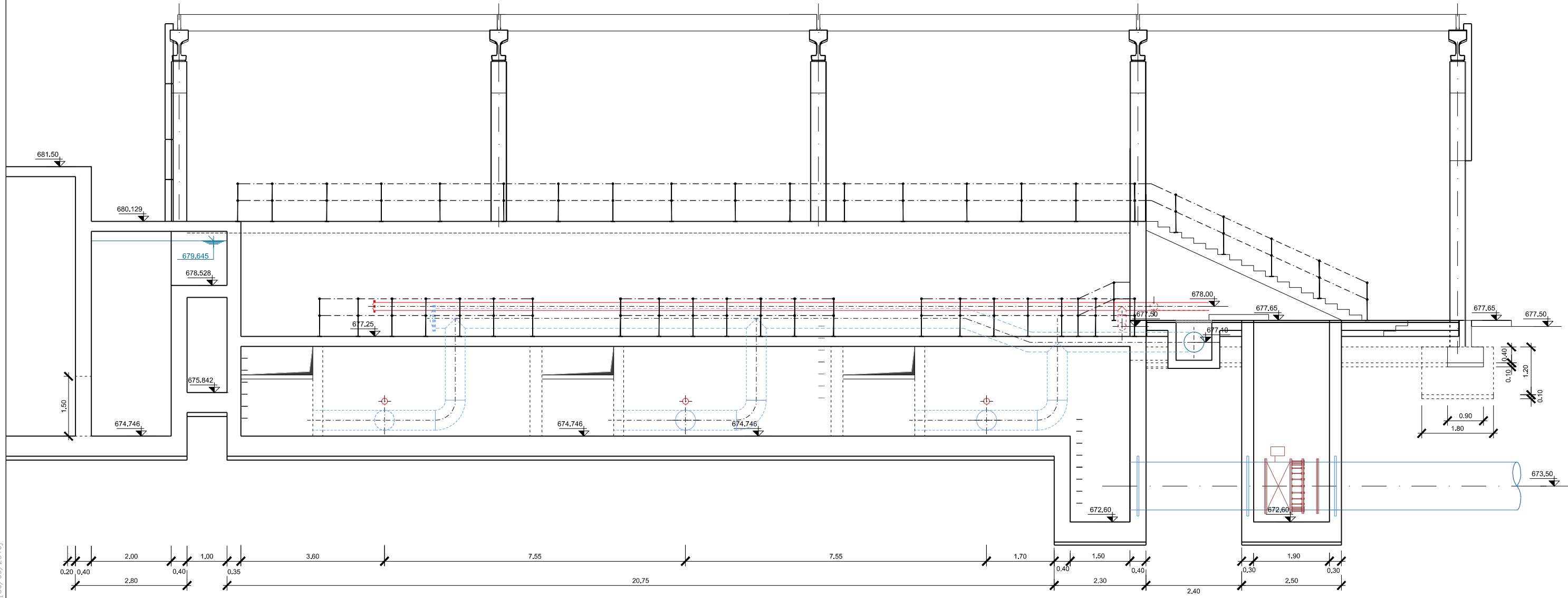


SECCIÓN C-C




SECCIÓN D-D

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN			
TÍTULO DEL PLANO: FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO SECCIÓN C-C Y D-D			
FECHA: DICIEMBRE 2016	ELIPSOIDE DE REFERENCIA GRS 80 PROYECCIÓN UTM PARO 29 ALTIUDS REFERIDAS AL NIVEL MEDIO DEL MEDITERRANEO EN ALICANTE	ESCALA: ORIGINAL LINE-A1 	N° DE PLANO OC-LA 03
ASISTENCIA TÉCNICA: 	AUTOR DEL PROYECTO: ALBERTO GATÓN VICENTE	DIRECTOR DEL PROYECTO: REBECA BARRIBUSO LARA	Vºº DE AGUA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO: MIRIAM FERNÁNDEZ LARA
HOJA 4 DE 5			



SECCIÓN E-E

			
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN			
TÍTULO DEL PLANO: FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO SECCIÓN C-C Y D-D			
FECHA: DICIEMBRE 2016	ELIPSOIDE DE REFERENCIA GRS 80. PROYECCIÓN UTM PARO 30. ALTITUDES REFERIDAS AL NIVEL MEDIO DEL MEDITERRANEO EN ALCANTRE	ESCALA: ORIGINAL LINEA 1	N° DE PLANO OC-LA 03
ASISTENCIA TÉCNICA:  ALBERTO GATÓN VICENTE	AUTOR DEL PROYECTO	DIRECTOR DEL PROYECTO: REBECA BARRIBUSO LARA	N° DE HOJA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO MIRIAM FERNÁNDEZ LARA HOJA 5 DE 5

ANEJO Nº 05.- CÁLCULOS DE DIMENSIONAMIENTO

ÍNDICE

1. DATOS INICIALES	5
1.1 CAUDALES DE DIMENSIONAMIENTO	5
1.2 PROPIEDADES AGUA BRUTA	5
1.3 PROPIEDADES AGUA TRATADA	5
2. LÍNEA DE AGUA	6
2.1 OZONIZACIÓN	6
2.1.1 CÁLCULO	8
2.1.2 RESULTADOS	12
2.2 FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO	13
2.2.1 CÁLCULO	14
2.2.2 RESULTADOS	17
3. LÍNEA DE REACTIVOS	19
3.1 PROBLEMÁTICA	19
3.2 SISTEMA DE DOSIFICACIÓN	20
3.3 EQUIPOS	28
3.3.1 DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS	28
3.3.2 DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTO	28

1. DATOS INICIALES

1.1 CAUDALES DE DIMENSIONAMIENTO

Se ha considerado como caudal de tratamiento en las instalaciones de afino el correspondiente al caudal de 940 l/s de la planta en situación actual más un resguardo de 60 l/s.

Caudal de tratamiento: $940 \text{ l/s} + 60 \text{ l/s} = 1.000 \text{ l/s} = 3.600 \text{ m}^3/\text{hora}$

Descripción	Unidad	Caudal
Caudal medio de diseño	l/s	1.000
	m ³ /h	3.600
	m ³ /día	86.400

1.2 PROPIEDADES AGUA BRUTA

Se han tenido en cuenta para el diseño y la ejecución de las obras de tratamiento de afino, las aguas con procedencia del Embalse de Picadas y de pozos en la parcela de la E.T.A.P., cuya analítica ha sido aportada por Canal de Isabel II.

El agua bruta se obtiene a partir de dos fuentes diferentes:

- o Desde la Arteria del Guadarrama mediante una tubería de fundición dúctil de 800 mm de diámetro.
- o Desde varios pozos (denominados pozos 4, 4bis y 6) situados en la propia parcela donde se ubica la E.T.A.P.

El agua procedente de los pozos presenta unos niveles apreciables de arsénico. Para reducirlos, actualmente se pre-oxida mediante la dosificación de hipoclorito sódico. A continuación se acidifica el agua bruta hasta un pH entre 6,5 y 6,8 añadiendo ácido clorhídrico, y finalmente se precipita mediante el coagulante cloruro férrico.

1.3 PROPIEDADES AGUA TRATADA

Las características que ha de cumplir el agua tratada son las establecidas por la normativa, tanto europea como nacional, para el abastecimiento de agua potable de consumo público, según la directiva 98/83/CE, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano, publicada en el BOCE 5/12/98 y el Reglamento Técnico Sanitario para la captación, tratamiento, distribución y control de las aguas potables de consumo público y Real Decreto 140/2003 de 7 de febrero por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

2. LÍNEA DE AGUA

2.1 OZONIZACIÓN

En la tubería de DN 1000 mm que conecta la arqueta de reunión con la cámara de mezcla, aguas arriba del caudalímetro de medida del caudal de entrada a planta, se deriva una conducción de alimentación al tratamiento de pre-ozonización de diámetro variable de DN 1000 mm en la derivación y DN 1200 mm en el resto de la línea.

En la tubería de alimentación a la pre-ozonización se intercala un caudalímetro electromagnético de DN 1200 mm. La tubería de conexión de la arqueta de reunión con la cámara de mezcla se conserva añadiendo una compuerta mural en el compartimento de entrada a las cámaras de mezcla y microfloculación, funcionando como baipás del tratamiento de pre-ozonización.

La medida de caudal va instalada en una losa de hormigón sobre la que apoya la tubería aérea de ϕ 1200 mm de acero galvanizado en dos puntos lo que facilita el acceso al medidor.

La planta de Griñón dispone de una pre-oxidación alternativa con la intención de reducir los niveles de hierro y manganeso que puede presentar el agua bruta procedente de la Arteria del Guadarrama para lo que se dispone de dos oxidantes: Dióxido de cloro (obtenido por vía ácida a partir de hipoclorito sódico y ácido clorhídrico) y permanganato potásico. Es posible la dosificación de permanganato disuelto en agua mediante un preparador compacto que realiza la mezcla y un bombeo equipado con 2 bombas peristálticas y un medidor de caudal para controlar la dosis que varía entre 1,5 mg/l y 3,0 mg/l y su inyección tendrá lugar en la cámara de salida de la pre-ozonización.

Se disponen dos líneas con un caudal de tratamiento por línea de 0,5 m³/s. Las dosis y el diseño de las cámaras de pre-ozonización se han hecho conforme a las necesidades del agua bruta de la E.T.A.P. Para optimizar la instalación, se ha optado por instalar en primera fase dos equipos de generación de ozono, uno de ellos en reserva y comunes para la pre-ozonización y post-ozonización, y en segunda fase un equipo adicional.

Los generadores de ozono tienen una producción unitaria máxima de 7,30 kg/h (a 15 °C y 10% en peso). Se han estudiado dos escenarios de dosificación, una dosificación media de 3 ppm de ozono (2 ppm en la pre-ozonización y 1 ppm en la post-ozonización) y una dosificación máxima de 4 ppm de ozono (3 ppm en la pre-ozonización y 1 ppm en la post-ozonización). En primera fase estará en funcionamiento un generador de ozono (1+1Reserva) que podrá tratar un caudal de 676 l/s con una dosis de ozono de 3 ppm o un caudal de 507 l/s con una dosis de ozono de 4 ppm. En segunda fase con el funcionamiento de dos generadores de ozono (2+1Reserva) se podrá tratar el caudal de diseño de la planta de 1,00 m³/s con una dosis de 4 ppm de ozono. Para la generación de ozono se cuenta con un aporte de oxígeno líquido.

Para la pre-ozonización se proyectan dos líneas (cámaras) con 4 compartimentos por línea de 1,60 x 3,20 m y \approx 6,00 m de lámina de agua que supone un volumen total por línea de 123,03 m³ y un tiempo de retención de 4 minutos para el caudal máximo y 24,8 minutos para el caudal mínimo de 80 l/s. Se instalan difusores porosos cerámicos en dos de los compartimentos. Las cámaras incorporan también dos destructores termo-catalítico de ozono residual por cada una de las líneas. Las cámaras de pre-ozonización están dotadas de compuerta de aislamiento para hueco de 1,00x1,00 m.

Para la post-ozonización se proyectan dos líneas (cámaras) con 4 compartimentos por línea de 2,35 x 3,20 m y $\approx 6,00$ m de lámina de agua que supone un volumen total por línea de $180,71 \text{ m}^3$ y un tiempo de retención de 6 minutos para el caudal máximo y 36,80 minutos para el caudal mínimo de 80 l/s. Se instalan difusores porosos cerámicos en dos de los compartimentos. Las cámaras incorporan también dos destructores termo-catalítico de ozono residual por cada una de las líneas. Las cámaras de pre-ozonización están dotadas de compuerta de aislamiento para hueco de 1,00x1,00 m.

La dosis de ozono O_3 en las cámaras de pre-ozonización varía entre 2,0 y 3,0 ppm mientras que en las cámaras de post-ozonización es 1,0 ppm.

La difusión de aire ozonizado en el agua será lo más homogénea posible mediante difusores porosos, sin que se produzcan zonas muertas o con exceso de ozono para lo que se instalan difusores porosos en dos de los compartimentos de la línea de tratamiento, con un rango de funcionamiento de 0,3-3,0 Nm^3/h .

El número de difusores a instalar y caudal de gas por difusor oscilan dentro de los valores indicados en las siguientes tablas.

Difusores porosos pre-ozonización				
Línea	Ubicación parrilla	Número	Caudal unitario gas (Nm^3/h)	
			Q máximo=500 l/s y dosis 3 ppm	Q mínimo=80 l/s y dosis 2 ppm
Línea 1	Compartimento 1	10	1,89	0,40
	Compartimento 2	10	1,89	-
Línea 2	Compartimento 1	10	1,89	0,40
	Compartimento 2	10	1,89	-

Difusores porosos post-ozonización				
Línea	Ubicación parrilla	Número	Caudal unitario gas (Nm^3/h)	
			Q máximo=500 l/s y dosis 3 ppm	Q mínimo=80 l/s y dosis 2 ppm
Línea 1	Compartimento 1	5	1,26	0,40
	Compartimento 2	5	1,26	-
Línea 2	Compartimento 1	5	1,26	0,40
	Compartimento 2	5	1,26	-

Para el caudal mínimo de tratamiento de 80 l/s ($288 \text{ m}^3/\text{h}$), y dosis mínima de 1 ppm en la post-ozonización y 2 ppm en pre-ozonización es necesario independizar las parrillas instaladas en dos compartimentos de la línea de tratamiento y la utilización de una ellas.

Para eliminar y asegurarse la eliminación de ozono a la salida de la pre-ozonización se dispone en cada una de las líneas de un sistema difusor compuesto por una parrilla de 14 difusores cerámicos de 7 " (177,8 mm) lo que posibilita una salida de aire de $42 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

$$Q_{\text{aireación}} = \text{N}^\circ \text{ de difusores} \times Q_{\text{difusor}} = 14 \times 3 \text{ Nm}^3/\text{h} = 42 \text{ Nm}^3/\text{h} \text{ por línea}$$

El caudal de aireación de $42 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ($700 \text{ l}/\text{min} - 11,66 \text{ l}/\text{s}$) del sistema de stripping supone una inyección de aire del 2,33% del caudal máximo de tratamiento de 500 l/s por línea, de acuerdo a las necesidades de disminución de O_3 . Los difusores se disponen de forma que la inyección se produzca

de forma de homogénea en la cámara de salida.

2.1.1 CÁLCULO

OZONIZACIÓN E.T.A.P. DE GRIÑÓN

<u>Parámetro</u>	<u>Caudal mínimo por línea</u>	<u>Caudal máximo por línea</u>	<u>Caudal máximo dos líneas</u>	<u>Unidades</u>
1. Datos de partida				
Caudal de diseño	0,08	0,50	1,00	m ³ /s
	288	1800	3600	m ³ /h
Número de líneas	1	1	2	uds
Caudal de diseño	288	1800	3600	m ³ /h
2. Dimensionamiento cámara de pre-ozonización:				
Número de cámaras	4	4	8	uds
Tiempo de retención total	25,0	4,1	4,1	min
Volumen total	119,96	123,03	246,07	m ³
Volumen por línea	119,96	123,03	123,03	m ³
Dimensiones compartimento 1:				
* Longitud	1,60	1,60	1,60	m
* Anchura	3,20	3,20	3,20	m
* Lámina de agua	5,86	6,02	6,02	m
* Volumen compartimento 1	29,99	30,82	61,64	m ³
* Tiempo de retención	6,2	1,0	1,0	min
Dimensiones compartimento 2:				
* Longitud	1,60	1,60	1,60	m
* Anchura	3,20	3,20	3,20	m

OZONIZACIÓN E.T.A.P. DE GRIÑÓN

<u>Parámetro</u>	<u>Caudal mínimo por línea</u>	<u>Caudal máximo por línea</u>	<u>Caudal máximo dos líneas</u>	<u>Unidades</u>
* Lámina de agua	5,86	6,01	6,01	m
* Volumen compartimento 2	29,99	30,77	61,54	m ³
* Tiempo de retención	6,2	1,0	1,0	min
Dimensiones compartimento 3:				
* Longitud	1,60	1,60	1,60	m
* Anchura	3,20	3,20	3,20	m
* Lámina de agua	5,86	6,00	6,00	m
* Volumen compartimento 3	29,99	30,72	61,44	m ³
* Tiempo de retención	6,2	1,0	1,0	min
Dimensiones compartimento 4:				
* Longitud	1,60	1,60	1,60	m
* Anchura	3,20	3,20	3,20	m
* Lámina de agua	5,86	6,00	6,00	m
* Volumen compartimento 4	29,99	30,72	61,44	m ³
* Tiempo de retención	6,2	1,0	1,0	min
Dimensiones pre y post compartimentos				
* Longitud	6,10	6,10	6,10	m
* Anchura	3,20	3,20	3,20	m
Longitud total línea de Pre-ozonización (Sin tabiques)				
	12,50	12,50	12,50	m
3. Dimensionamiento cámara de post-ozonización:				
Número de cámaras	4	4	8	uds
Tiempo de retención total	36,7	6,0	6,0	min
Volumen total	176,19	180,71	361,41	m ³
Volumen por línea	176,19	180,71	361,41	m ³
Dimensiones compartimento 1:				
* Longitud	2,35	2,35	2,35	m
* Anchura	3,20	3,20	3,20	m
* Lámina de agua	5,86	6,02	6,02	m
* Volumen compartimento 1	44,05	45,27	90,54	m ³
* Tiempo de retención	9,2	1,5	1,5	min

OZONIZACIÓN E.T.A.P. DE GRIÑÓN

<u>Parámetro</u>	<u>Caudal mínimo por línea</u>	<u>Caudal máximo por línea</u>	<u>Caudal máximo dos líneas</u>	<u>Unidades</u>
Dimensiones compartimento 2:				
* Longitud	2,35	2,35	2,35	m
* Anchura	3,20	3,20	3,20	m
* Lámina de agua	5,86	6,01	6,01	m
* Volumen compartimento 2	44,05	45,20	90,39	m ³
* Tiempo de retención	9,2	1,5	1,5	min
Dimensiones compartimento 3:				
* Longitud	2,35	2,35	2,35	m
* Anchura	3,20	3,20	3,20	m
* Lámina de agua	5,86	6,00	6,00	m
* Volumen compartimento 3	44,04	45,12	90,24	m ³
* Tiempo de retención	9,2	1,5	1,5	min
Dimensiones compartimento 4:				
* Longitud	2,35	2,35	2,35	m
* Anchura	3,20	3,20	3,20	m
* Lámina de agua	5,86	6,00	6,00	m
* Volumen compartimento 4	44,04	45,12	90,24	m ³
* Tiempo de retención	9,2	1,5	1,5	min
Dimensiones pre y post compartimentos				
* Longitud entre compartimentos	2,50	2,50	2,50	m
	2,50	2,50	2,50	m
* Anchura	3,20	3,20	3,20	m
Longitud total línea de Post-ozonización (Sin tabiques)				
	14,40	14,40	14,40	m
4. Equipos de pre-ozonización				
Dosis (actual) máxima de O ₃	2,00	2,00	2,00	ppm (mg/l)
Dosis (Futura) máxima de O ₃	3,00	3,00	3,00	ppm (mg/l)
Capacidad total (actual) de ozonización	0,576	3,600	7,200	kgO ₃ /h
Capacidad total (futura) de ozonización	0,864	5,400	10,800	kgO ₃ /h
Sistema de generación de O ₃	A partir de Oxígeno Líquido			
Sistema de aportación de O ₃ a cámaras	Por medio de difusores cerámicos 2x(10+10) de 7"			

OZONIZACIÓN E.T.A.P. DE GRIÑÓN

<u>Parámetro</u>	<u>Caudal mínimo por línea</u>	<u>Caudal máximo por línea</u>	<u>Caudal máximo dos líneas</u>	<u>Unidades</u>
Caudal de diseño difusor O ₃			1,8 Nm³/h	
Sistema de destrucción de ozono residual			2 destructores Termocatalíticos: Vol máximo gas 73 Nm³/h	
Sistema Air Stripping			Por medio de difusores cerámicos 2x14 de 7"	
			Soplantes (2+2R): Vol máximo aire 42 Nm³/h	
5. Equipos de post-ozonización				
Dosis (actual) máxima de O ₃	1,00	1,00	1,00	ppm (mg/l)
Dosis (Futura) máxima de O ₃	1,00	1,00	1,00	ppm (mg/l)
Capacidad total (actual) de ozonización	0,288	1,800	3,600	kgO ₃ /h
Capacidad total (futura) de ozonización	0,288	1,800	3,600	kgO ₃ /h
Sistema de generación de O ₃			A partir de Oxígeno Líquido	
Sistema de aportación de O ₃ a cámaras			Por medio de difusores cerámicos 2x(5+5) de 7"	
Caudal de diseño difusor O ₃			1,8 Nm³/h	
Sistema de destrucción de ozono residual			2 destructores Termocatalíticos: Vol máximo gas 28 Nm³/h	
6. Equipos de generación de ozono				
1. Capacidad total de ozonización para Q=1800 m ³ /h				
1.1. Dosis 3 ppm			5,400	kgO ₃ /h
1.2. Dosis 4 ppm			7,200	kgO ₃ /h
2. Capacidad total de ozonización para Q=3600 m ³ /h				
2.1. Dosis 3 ppm			10,800	kgO ₃ /h
2.2. Dosis 4 ppm			14,400	kgO ₃ /h
Nº de equipos de ozonización				
Capacidad unitaria de los equipos de ozonización 10% en peso y 15 °C			7,309	kgO ₃ /h
* Instalados en fase actual			1+1R	uds

OZONIZACIÓN E.T.A.P. DE GRIÑÓN

<u>Parámetro</u>	<u>Caudal mínimo por línea</u>	<u>Caudal máximo por línea</u>	<u>Caudal máximo dos líneas</u>	<u>Unidades</u>
* Instalados en fase futura			2+1R	uds

7. Almacenamiento oxígeno líquido

Nº depósitos			1	Ud
Volumen depósito			42000	l
Material:			Acero	
Caudal de O ₂ GAS para dosis máxima y caudal de diseño			100,63	Nm ³ /h
Relación de expansión líquido-gas a 20 ° C y 1 atm			861	
Caudal de O ₂ LÍQUIDO para dosis máxima y caudal de diseño			0,117	m ³ /h
Volumen de O ₂ LÍQUIDO para dosis máxima y caudal de diseño en período de 15 días			42,07	m ³
Densidad oxígeno líquido			1,141	kg/litro
Peso de O ₂ LÍQUIDO para dosis máxima y caudal de diseño en período de 15 días			48,01	toneladas

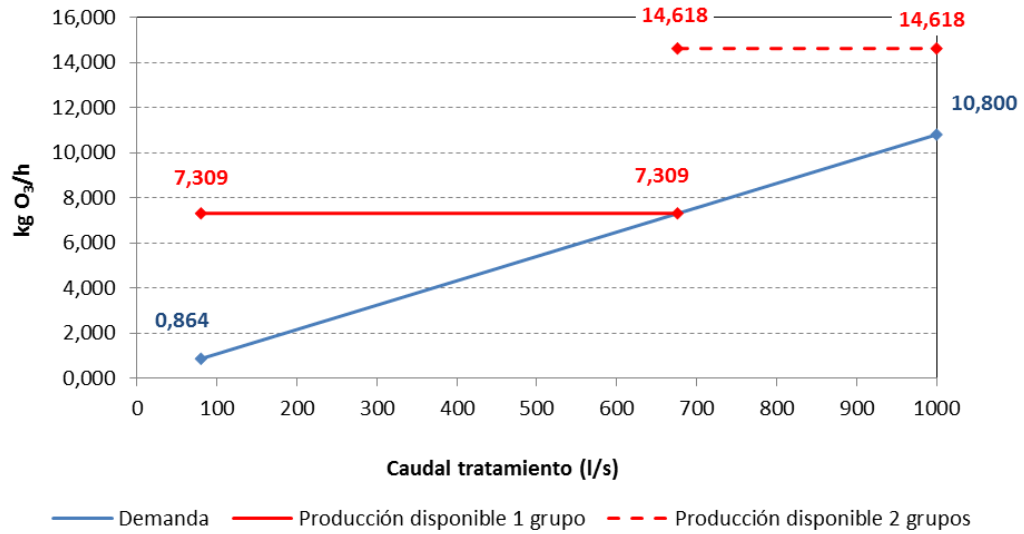
2.1.2 RESULTADOS

El generador de ozono seleccionado, con una capacidad de 7,309 kg O₃/h para una concentración de ozono de 10% en peso y una temperatura de diseño de 15 ° C, puede garantizar una dosis de 3 ppm de O₃ para un caudal de 676 l/s o una dosis de 4 ppm de O₃ para un caudal de 507 l/s. Para caudales mayores de tratamiento se requerirá la instalación de un grupo de generación adicional.

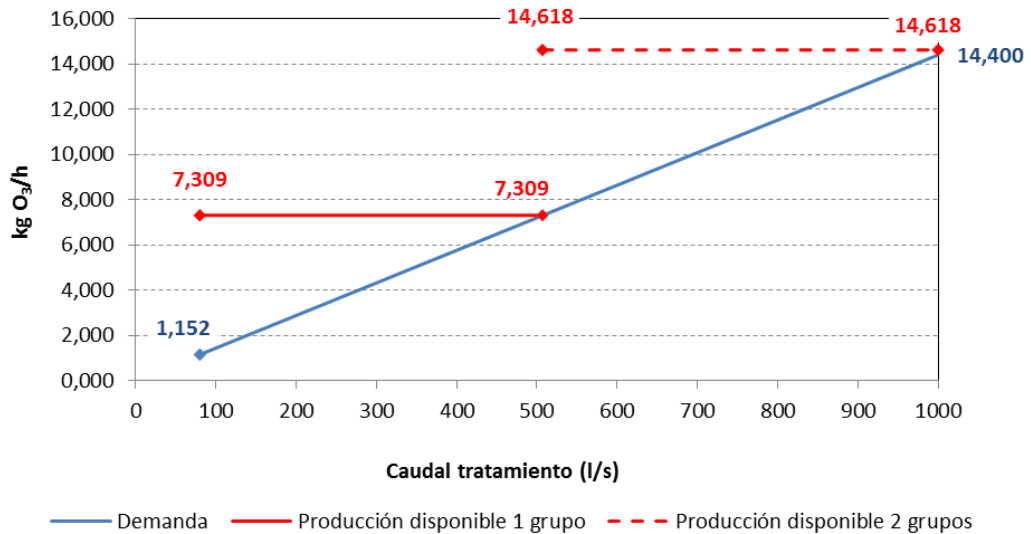
Dosis O ₃ (ppm)	Producción (kg O ₃ /h) / Nº generadores en funcionamiento			
	Q tratamiento (l/s)			
	500	507	600	676
3	5,400 / 1	5,476 / 1	6,480 / 1	7,301 / 1
4	7,200 / 1	7,301 / 1	8,640 / 2	9,734 / 2

Dosis O ₃ (ppm)	Producción (kg O ₃ /h) / Nº generadores en funcionamiento			
	Q tratamiento (l/s)			
	700	800	900	1000
3	7,560 / 2	8,640 / 2	9,720 / 2	10,800 / 2
4	10,080 / 2	11,520 / 2	12,960 / 2	14,400 / 2

Demanda/Producción (kg O₃/ h) para una dosis de 3 ppm



Demanda / Producción (kg O₃/ h) para una dosis de 4 ppm



2.2 FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO

Se ha diseñado para la línea de tratamiento una filtración por carbón activo en grano, formada por una batería de seis (6) filtros abiertos con dos (2) celdas cada uno. Cada filtro es capaz de tratar 600 m³/h, con una velocidad máxima con un filtro en lavado de 15,00 m/h y un tiempo de retención mínimo de 10 minutos. La superficie unitaria es de 48,00 m² y una altura de carbón activo de 2,10 m, lo que supone un volumen unitario de carbón de 100,80 m³ por filtro.

El falso fondo es de tipo poroso construido en polietileno de alta densidad que se remata superiormente por una capa retenedora que elimina la necesidad de instalación de grava.

El agua procedente de las cámaras de post-ozonización llega al canal de reparto de los filtros de carbón. El paso al canal de entrada de cada filtro se realiza a través de hueco rectangular de 0,80x0,60 m cuya base tiene una longitud 0,80 m y funciona como un aliviadero que vierte en lámina libre a cada uno de los cuerpos. En estos huecos de entrada se instalan compuertas murales motorizadas para permitir el aislamiento de cada filtro.

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 (Depósito regulador de agua tratada).

Los filtros de carbón son lavados mediante aire y agua sucesivamente. Para los 48 m² de superficie de filtración de las dos celdas por filtro (2x8 mx3 m), tomando como velocidades de lavado 36 m/h para el aire y 25 m/h para el agua, los caudales necesarios unitarios de lavado son 1.728 Nm³/h y 1.200 m³/h respectivamente.

El caudal de aire se suministrará mediante dos 2 (1 + 1R) soplantes de émbolos rotativos de caudal unitario 1.728 Nm³/h y presión 5,2 m.c.a. Además estos equipos estarán dotados de cabinas de insonorización.

El depósito de agua filtrada y grupos de bombeo utilizados para el lavado de filtros de arena se utilizarán para el lavado de los filtros de carbón activo granular de forma que se realicen los ciclos de lavado de manera alterna. Los grupos de bombeo de agua de lavado se van a sustituir por unos de nueva instalación y que sirvan para el lavado de los filtros de arena y carbón activo. El grupo de bombeo para lavado de filtros está formado por tres 3 bombas centrifugas horizontales de 1200 m³/h de caudal unitario y altura de trabajo variable entre 13,37 m y 4,28 m, todos con variador de frecuencia electrónico. El agua para el lavado de los filtros es aspirada desde el depósito de agua tratada de la E.T.A.P. El caudal de lavado de los filtros de arena se consigue con el funcionamiento de dos grupos y caudal de bombeo de 2250 m³/h mientras el caudal de lavado de los filtros de carbón activo granular se consigue con el funcionamiento de un grupo y caudal de bombeo 1200 m³/h.

En el ciclo de lavado de un filtro para una duración de 15 minutos y una velocidad de 25,00 m/h, se obtiene un volumen de agua utilizado de 300 m³, inferior al volumen de reserva que se tiene en el depósito de agua tratada para el lavado de filtros de arena que es de 660 m³ distribuidos en dos compartimentos simétricos.

A continuación se incluye el cálculo de proceso de los filtros de carbón activo granular en la que se determina el caudal tratado con el equipamiento de cuatro (4), cinco (5) o seis (6) filtros para un tiempo de retención de 10 minutos y una velocidad de filtración en fase de lavado de 15 m/h en la hipótesis de lavado de un solo filtro.

2.2.1 CÁLCULO

FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO E.T.A.P. DE GRINÓN

<u>Parámetro</u>	<u>4 Filtros</u>	<u>5 Filtros</u>	<u>6 Filtros</u>	<u>Unidades</u>
1. Datos Básicos				
Caudal de diseño	2160,00	2880,00	3600,00	m ³ /h
2. Características Principales				
Tiempo de retención	10,0	10,0	10,0	min
Nº de filtros en funcionamiento	4	5	6	Uds
Nº de filtros lavando	1	1	1	Uds
Velocidad de filtración teórica	12,5	12,5	12,5	m ³ /h/m ²
Velocidad de filtración teórica en fase de lavado	15,0	15,0	15,0	m ³ /h/m ³
Caudal unitario	540,0	576,0	600,0	m ³ /h/filtro
Caudal unitario en lavado	720,0	720,0	720,0	m ³ /h/filtro
Volumen total requerido	360,0	480,0	600,0	m ³
Área requerida en uso normal	43,2	46,1	48,0	m ²
Área requerida en fase de lavado	48,0	48,0	48,0	m ²
Área sugerida	48,0	48,0	48,0	m ² /filtro
Altura del lecho de carbón activo sugerida	1,88	2,00	2,08	m
3. Dimensionamiento del filtro				
Falso fondo	Tipo poroso de Polietileno de Alta Densidad			
Número de celdas por filtro	2	2	2	Uds
Longitud unitaria por celda	8,0	8,0	8,0	m
Anchura resultante por celda	3,00	3,00	3,00	m
Anchura adoptada por celda	3,0	3,0	3,0	m
Altura del lecho de carbón activo sugerida	1,88	2,00	2,08	m
Altura del lecho de carbón activo adoptada	2,10	2,10	2,10	m
Área adoptada por filtro	48	48	48	m ² /filtro
Área total	192,0	240,0	288,0	m ²

FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO E.T.A.P. DE GRINÓN

<u>Parámetro</u>	<u>4 Filtros</u>	<u>5 Filtros</u>	<u>6 Filtros</u>	<u>Unidades</u>
3.1. Condiciones de Operación:				
Tiempo de retención	11,20	10,50	10,08	min
Velocidad de filtración	11,25	12,00	12,50	m ³ /h/m ²
Velocidad de filtración en fase de lavado	15,00	15,00	15,00	m ³ /h/m ²
3.2. Características de los Filtros:				
Resguardo cota de coronación filtros	500	500	500	mm
Altura del agua	1200	1200	1200	mm
Altura lecho filtrante	2100	2100	2100	mm
Granulometría (Tamaño Efectivo-D ₁₀)	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	mm
Coefficiente de uniformidad	1,7	1,7	1,7	
Altura falso fondo	337	337	337	mm
Altura total incluido falso fondo	3637	3637	3637	mm
Velocidad aire de lavado	36,00	36,00	36,00	m/h
Duración agitación	5,00	5,00	5,00	min
Velocidad de agua de lavado	25,00	25,00	25,00	m/h
Duración aclarado	15,00	15,00	15,00	min
4. Lavado de Filtros:				
Método de lavado	Aire/Agua	Aire/Agua	Aire/Agua	
Nº de filtros lavados simultáneamente	1	1	1	Uds
Por aire				
Velocidad del aire de lavado	36,00	36,00	36,00	m ³ /h/m ²
Caudal requerido	1728	1728	1728	Nm ³ /h
Nº de soplantes en funcionamiento	1	1	1	Uds
Nº de soplantes de reserva	1	1	1	Uds
Caudal por soplante	1728	1728	1728	Nm ³ /h

FILTRACIÓN DE CARBÓN ACTIVO E.T.A.P. DE GRINÓN

<u>Parámetro</u>	<u>4 Filtros</u>	<u>5 Filtros</u>	<u>6 Filtros</u>	<u>Unidades</u>
Por agua				
Velocidad agua de lavado	25,00	25,00	25,00	m ³ /h/m ²
Caudal requerido	1200	1200	1200	m ³ /h
Nº de bombas en funcionamiento	1	1	1	Uds
Nº de bombas de reserva	1	1	1	Uds
Caudal por bomba	1200	1200	1200	m ³ /h
5. Depósito de agua filtrada:				
Autonomía (nº de lavados simultáneos)	1	1	1	Uds
Volumen depósito agua de lavado por filtro	300	300	300	m ³
Volumen depósito agua de lavado	330	330	330	m ³
	ok	ok	ok	
Carrera de filtración	168	168	168	h
Consumo de agua diario	171,43	214,29	257,14	m ³ /d
% respecto al caudal de entrada	0,33%	0,31%	0,30%	%

2.2.2 RESULTADOS

Para un tiempo de retención mínimo de 10 minutos y una velocidad de filtración en fase de lavado de 15 m/h se obtienen los siguientes caudales de tratamiento para baterías de cuatro (4), cinco (5) y seis (6) filtros.

Nº de filtros		Caudal máximo tratado en filtros carbón activo			
		Unitario por filtro		Conjunto Filtros	
Equipados	Lavando	(m ³ /h)	En fase de lavado (m ³ /h)	m ³ /h	l/s
4	1	540	720	2.160	600
5	1	576	720	2.880	800
6	1	600	720	3.600	1.000

La capacidad del bombeo intermedio, en primera fase se fija en 800 l/s por lo que solo sería necesario equipar 5 filtros. No obstante, por consideraciones de operación y mantenimiento de la instalación se ha optado por equipar los seis filtros de carbón activo desde un primer momento.

3. LÍNEA DE REACTIVOS

3.1 PROBLEMÁTICA

Desde el inicio del funcionamiento de la instalación se ha constatado que las bombas dosificadoras disponibles no se adaptan a los rangos de caudales de trabajo que ha tenido hasta el momento la planta. Muchas de las bombas están sobredimensionadas para los rangos de caudal más reducidos que por otra parte han estado presentes durante largas temporadas en la planta. Esto obligó inicialmente incluso a cambiar algunas de las bombas.

Por otro lado, los caudalímetros instalados para controlar la dosificación de cada reactivo están dispuestos de manera que miden los caudales conjuntos de dosificación de reactivo y de agua de dilución, con lo que disminuye sensiblemente el control del caudal real de reactivo. Si no se activa el agua de dilución el caudalímetro resulta sobredimensionado para el caudal de reactivo solamente, por lo que obliga a la realización de aforos con frecuencia para constatar la dosificación real.

En el proyecto “As built”, para un caudal de diseño de 940 l/s, se dispusieron las siguientes bombas dosificadoras.

Reactivos	Bombas dosificadoras en Proyecto “As built”	
	Nº grupos	Caudal unitario (l/h)
Sulfato de alumina	1+1R	135
Cloruro férrico	1+1R	135
Ácido clorhídrico	1+1R	80-400
Solución amoniacal	1+1R	3-16
Hidróxido sódico	1+1R	200
Hipoclorito sódico pre	1+1R	32-160
Hipoclorito sódico post	1+1R	18-90

Los reactivos como dosis medias y máximas de producto puro que se utilizan en el tratamiento son los siguientes:

- Hipoclorito sódico en pre-cloración (2- 5 ppm).
- Hipoclorito sódico en post-cloración (1-2 ppm).
- Sulfato de alumina, Cloruro férrico (8- 20 ppm).
- Ácido clorhídrico (15-25 ppm).
- Hidróxido sódico (5-10 ppm).
- Solución de amoníaco (hidróxido amónico) (0,25-0,50 ppm).

En pre-cloración se añade hipoclorito sódico en la cámara de mezcla, tanto en la línea de micro-floculación como en la decantación lamelar.

La dosificación de amoníaco, hipoclorito sódico en post-cloración e hidróxido sódico para la corrección de PH, se realiza a la salida de filtros, en el depósito de agua filtrada. Actualmente aporta hipoclorito y solución amoniacal.

En el año 2012, se redactó un proyecto de instalación de oxidantes alternativos en la E.T.A.P. de Griñón, en los que se dejaba la posibilidad de aportar dióxido de cloro y permanganato y cuya recepción de obras se produjo en Agosto de 2013. Los reactivos como dosis medias y máximas de producto puro que se utilizan en el tratamiento son los siguientes:

- Dióxido de cloro (1-2 ppm).
- Permanganato potásico (1,5-3 ppm).
- Coadyuvante POLIDADMAC (1-3 ppm).

Los depósitos existentes en la sala de reactivos, de sulfato de alumina (2x30 m³), cloruro férrico (2x30 m³), ácido clorhídrico (2x25 m³), solución amoniacal (2x8 m³), hidróxido sódico (2x25 m³) e hipoclorito sódico (2x20 m³), fabricados en Polietileno de Alta Densidad en el año 2.006 están cercanos al final de su vida útil. El edificio que los aloja no dispone de aperturas para poder sacar los depósitos sin necesidad de desgazarlos, ni introducir unos nuevos.

Por otra parte los depósitos de almacenamiento de Hipoclorito Sódico son convencionales y no están contruidos para reducir la pérdida de riqueza del producto ni la degradación del mismo a formas de clorato, cuyo contenido en el agua de salida está regulado por la Orden SSI/304/2013, de 19 de febrero, sobre sustancias para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano.

Estas reacciones de pérdida de riqueza e incremento de contenido de cloratos, se ven potenciadas de manera muy relevante con el aumento de la temperatura, por lo que en los meses cálidos, desde finales de la primavera hasta principios de otoño, con temperaturas ambiente por encima de los 25º C, el contenido en cloratos puede llegar a incidir en incumplimiento del contenido de este parámetro en el agua de salida, agravado por la necesidad de una mayor dosificación de hipoclorito, y de cloratos por tanto, debida a la pérdida de riqueza en cloro del producto.

3.2 SISTEMA DE DOSIFICACIÓN

A continuación se muestran los cálculos justificativos de las instalaciones de almacenamiento y dosificación de los reactivos instalados en el año 2007, fecha de la puesta en marcha de la E.T.A.P. de Griñón, que se van a renovar y de una oxidación avanzada a través de peróxido de hidrógeno que se añadirá en la cámara de salida de la post-ozonización. La dosis de peróxido de hidrógeno se estima variable entre una dosis media de 0,50 mg/l (50% de la dosis de ozono en post-ozonización 1,00 mg/l) y una dosis máxima de 1,50 mg/l.

Los tanques de almacenamiento a renovar en el edificio de reactivos existente tienen los mismos volúmenes a excepción del depósito de hipoclorito que se incrementa en un 50 % desde los 20 m³ actuales hasta 30 m³ y en todos los casos se tiene dos unidades. En la nueva instalación de peróxido de oxígeno se dispone de un solo depósito con una autonomía de 15 días de tratamiento del caudal de diseño (3600 m³/h) a dosis máxima.

El sistema de dosificación se dimensiona para tres escenarios de caudal y dosis de reactivo media y máxima.

- 1) Caudal mínimo de tratamiento planta: 80 l/s (288 m³/h)
- 2) Caudal de diseño de una (1) línea de tratamiento: 500 l/s (1800 m³/h)
- 3) Caudal de diseño de dos (2) líneas de tratamiento: 1000 l/s (3600 m³/h).

ACIDIFICACIÓN (Ácido clorhídrico)

1. Caudal:		Q mínimo	Q 1 línea	Q máximo
		288	1.800	3.600 m ³ /h
		0,080	0,500	1,000 m ³ /s
2. Reactivo:	Ácido clorhídrico al 33%			
	Densidad 1,17 kg/l			
3. Dosis:				
Dosificación media de producto puro HCl			15	mg/l
Dosificación máxima de producto puro HCl			25	mg/l
4. Concentración producto comercial:			386,1	g/l
5. Necesidades de HCl:				
	Medias:	4.320	27.000	54.000 g/h
	Máxima:	7.200	45.000	90.000 g/h
	Medias:	11	70	140 l/h
	Máxima:	19	117	233 l/h
6. Sistema de dosificación:	Bombas dosificadoras de membrana			
Número de unidades instaladas:		2	2	3 Ud
Número de unidades en servicio:		1	1	2 Ud
Caudal medio unitario necesario:		18,65	116,55	116,55 l/h
Rango de caudal:		0.25 - 200	0.25 - 200	0.25 - 200 l/h
Contrapresión máxima:		4	4	4 kg/cm ²
Potencia unitaria:		62	62	62 W
7. Nº depósitos almacenamiento:			2	Ud
Volumen depósito:			25.000	l
Material:			Polietileno AD	
Tiempo de almacenamiento:				
A caudal máximo de tratamiento:	Medio:	186,20	29,79	14,90 días
	Mínimo	111,72	17,88	8,94 días
8. Transporte ácido clorhídrico	Cisterna de		26	m ³
9. Tiempo de almacenamiento previo a pedido de nueva carga:				
Caudal nominal, consumo medio, una vez acabado uno de los depósitos				
	medio:	89,38	14,3	7,15 días
	mínimo:	53,63	8,58	4,29 días

DESINFECCIÓN CON HIPOCLORITO SÓDICO EN SOLUCIÓN

1. Caudal:		Q mínimo	Q 1 línea	Q máximo
		288	1.800	3.600 m ³ /h
		0,080	0,500	1,000 m ³ /s
2. Reactivo:		Hipoclorito sódico		
3. Dosis				
Dosificación media de producto puro cloro:	Pre-cloración		2	mg/l
	Post-cloración		1	mg/l
Dosificación máxima de producto puro cloro:	Pre-cloración		5	mg/l
	Post-cloración		2	mg/l
4. Concentración producto comercial:			150	g/l
5. Necesidades de hipoclorito				
Necesidades de hipoclorito precloración:	Medias:	576	3.600	7.200 g/h
	Máxima:	1.440	9.000	18.000 g/h
	Medias:	3,84	24,00	48,00 l/h
	Máxima:	9,60	60,00	120,00 l/h
Necesidades de hipoclorito postcloración	Medias:	288	1.800	3.600 g/h
	Máxima:	576	3.600	7.200 g/h
	Medias:	1,92	12	24 l/h
	Máxima:	3,84	24	48 l/h
Consumo total:	Media	5,76	36,00	72,00 l/h
	Máxima	13,44	84,00	168,00 l/h
6. Sistema de dosificación:		Bombas dosificadoras de membrana		
Precloración				
Número de unidades instaladas:		2	2	3 Ud
Número de unidades en servicio:		1	1	2 Ud
Caudal medio unitario necesario:		9,60	60,00	60,00 l/h
Rango de caudal:		0,075 - 60	0,075 - 60	0,075 - 60 l/h
Contrapresión máxima:		10	10	10 kg/cm ²
Potencia unitaria:		62	62	62 W
Postcloración				
Número de unidades instaladas:		2	2	2 Ud
Número de unidades en servicio:		1	1	1 Ud
Caudal medio unitario necesario:		3,84	24	48 l/h
Rango de caudal:		0,075 - 60	0,075 - 60	0,075 - 60 l/h
Contrapresión máxima:		10	10	10 kg/cm ²
Potencia unitaria:		62	62	62 kW
7. Nº depósitos almacenamiento:		2 Ud		
Volumen depósito:		30000		l
Material:		Poliétileno AD		
Sistema de refrigeración:		Serpentín interior para mantener temperatura < 18 ° C		
Tiempo de almacenamiento:				
A caudal máximo de tratamiento:	Medio:	434,03	69,44	34,72 días
	Mínimo	186,01	29,76	14,88 días
8. Transporte hipoclorito sódico		Cistema de 20 m ³		
9. Tiempo de almacenamiento previo a pedido de nueva carga:				
Caudal nominal, consumo medio, una vez acabado uno de los depósitos	medio:	217,01	34,72	17,36 días
	mínimo:	93,01	14,88	7,44 días

DESINFECCIÓN, FORMACIÓN CLORAMINAS (NH₃)

1. Caudal:		Q mínimo	Q 1 línea	Q máximo
		288	1.800	3.600 m ³ /h
		0.080	0.500	1.000 m ³ /s
2. Reactivo:	Amoniaco en solución al 25 %			
3. Dosis				
Dosificación media de producto puro amoniaco		0.25		mg/l
Dosificación máxima de producto puro amoniaco		0.50		mg/l
4. Concentración producto comercial:		227		g/l
5. Necesidades de amoniaco:	Medias:	72	450	900 g/h
	Máxima:	144	900	1.800 g/h
	Medias:	0.32	1.98	3.96 l/h
	Máxima:	0.63	3.96	7.93 l/h
6. Sistema de dosificación:	Bombas dosificadoras de membrana			
Número de unidades instaladas:		2	2	2 Ud
Número de unidades en servicio:		1	1	1 Ud
Caudal medio unitario necesario:		0.63	3.96	7.93 l/h
Rango de caudal:		0,012 - 12	0,012 - 12	0,012 - 12 l/h
Contrapresión máxima:		10	10	10 kg/cm ²
Potencia unitaria:		24	24	24 W
7. Nº depósitos almacenamiento:			2	Ud
Volumen depósito:			8000	l
Material:			Poliétileno AD	
Tiempo de almacenamiento:				
A caudal máximo de tratamiento:	Medio:	2101.85	336.30	168.15 días
	Mínimo	1050.93	168.15	84.07 días
8. Transporte solución amoniacal	Cisterna de		10	m ³
9. Tiempo de almacenamiento previo a pedido de nueva carga:				
Caudal nominal, consumo medio, una vez acabado uno de los depósitos	medio:	788.19	126.11	63.06 días
	mínimo:	394.10	63.06	31.53 días

AGENTE COAGULANTE (Cloruro férrico)

1. Caudal:		Q mínimo	Q 1 línea	Q máximo
		6.912	43.200	86.400 m ³ /día
		288	1.800	3.600 m ³ /h
		0,080	0,500	1,000 m ³ /s
2. Reactivo:	Disolución al 40% de riqueza Densidad 1,34 kg/l			
3. Dosis				
Dosificación media de producto puro			8	g/m ³
Dosificación máxima de producto puro (necesaria para eliminar arsénico, experiencia piloto realizada en Valmayor)			20	g/m ³
4. Concentración producto comercial:			536	g/l
5. Necesidades:	Medias:	55,30	345,60	691,20 kg/día
	Máxima:	138,24	864,00	1.728,00 kg/día
	Medias:	103,16	644,78	1.289,55 l/día
	Máxima:	257,91	1.611,94	3.223,88 l/día
6. Sistema de dosificación:				
Dosis máx. de aplicación			20	g/m ³
Consumo máx. a Q nominal		5.760	36.000	72.000 g/h
Volumen máx. horario:		10,75	67,16	134,33 l/h
Nº de unidades instaladas:		2	2	3 Ud
Nº de unidades en servicio:		1	1	2 Ud
Caudal medio unitario necesario:		10,75	67,16	67,16 l/h
Rango de caudal unitario:		0,15 - 120	0,15 - 120	0,15 - 120 l/h
Contrapresión máxima:		7	7	7 kg/cm ²
Potencia unitaria:		62	62	62 W
Tipo de bomba:	membrana			
Sistema de regulación:	automático			
Señal de control:	4-20 mA procedente del medidor de caudal			
Sistema de variación de caudal:	Variación de frecuencia			
7. Almacenamiento				
Autonomía de almacenamiento:		15 días a demanda máxima		días
Necesidades de almacenamiento:		3.868,66	24.179,10	48.358,21 l
Nº de depósitos:			2	ud
Volumen del depósito			30.000	l
Tiempo de almacenamiento:				
A caudal nominal de tratamiento	Máximo	581,60	93,06	46,53 días
	Mínimo	232,64	37,22	18,61 días
8. Transporte de producto comercial	cisterna		20	m ³
9. Tiempo de almacenamiento previo a pedido de nueva carga:				
A caudal nominal, consumo máximo y un depósito agotado	Medio:	387,73	62,04	31,02 días
	Mínimo:	155,09	24,81	12,41 días

SULFATO DE ALÚMINA (SO₄)₃AI₂

1. Caudal:		Q mínimo	Q 1 línea	Q máximo
		6.912	43.200	86.400 m ³ /día
		288	1.800	3.600 m ³ /h
		0,080	0,500	1,000 m ³ /s
2. Reactivo:				
Naturaleza producto puro	Líquido			
Concentración solución a dosificar	48,50%			
Densidad	1,335 kg/l			
3. Dosis				
Dosificación media producto puro			8	g/m ³
Dosificación máxima producto puro			20	g/m ³
4. Concentración producto comercial:			647,475	g/l
5. Necesidades diarias:				
Medias:		55,30	345,60	691,20 kg/día
Máxima:		138,24	864,00	1.728,00 kg/día
Medias:		85,40	533,77	1.067,53 l/día
Máxima:		213,51	1.334,41	2.668,83 l/día
6. Sistema de dosificación:				
Dosis máx. de aplicación			29	g/m ³
Consumo máx. a Q nominal		8.352	52.200	104.400 g/h
Volumen máx. horario:		12,90	80,62	161,24 l/h
Nº de unidades instaladas:		2	2	3 Ud
Nº de unidades en servicio:		1	1	2 Ud
Caudal medio unitario necesario:		12,90	80,62	80,62 l/h
Rango de caudal:		0,15 - 120	0,15 - 120	0,15 - 120 l/h
Contrapresión máxima:		7	7	7 kg/cm ²
Potencia unitaria:		62	62	62 W
Tipo de bomba:	membrana			
Sistema de regulación:	automático			
Señal de control:	4-20 mA procedente del medidor de caudal			
Sistema de variación de caudal:	Variación de frecuencia			
7. Almacenamiento				
Autonomía de almacenamiento:		15 días a demanda máxima		días
Necesidades de almacenamiento:		3.202,59	20.016,22	40.032,43 l
Nº de depósitos:			2	ud
Volumen del depósito			30.000	l
Tiempo de almacenamiento:				
A caudal nominal de tratamiento	Máximo	702,56	112,41	56,20 días
	Mínimo	281,02	44,96	22,48 días
8. Transporte de producto comercial				
	cisterna		20	m ³
9. Tiempo de almacenamiento previo a pedido de nueva carga:				
A caudal nominal, consumo máximo y un depósito agotado	Medio:	468,37	74,94	37,47 días
	Mínimo:	187,35	29,98	14,99 días

AJUSTE DE PH FINAL (Hidróxido sódico)

		Q mínimo	Q 1 línea	Q máximo
1. Caudal nominal:		6.912	43.200	86.400 m ³ /día
		288	1.800	3.600 m ³ /h
		0,080	0,500	1,000 m ³ /s
2. Reactivo:	Hidróxido sódico al 25%			
	Densidad 1,26 kg/l			
3. Dosificación				
Dosificación media producto puro			5	mg/l
Dosificación máxima producto puro			10	mg/l
4. Concentración producto comercial:			315	g/l
5. Consumo diario	Medias:	34,56	216	432 kg/día
	Máxima:	69,12	432	864,00 kg/día
	Medias:	109,71	685,71	1.371,43 l/día
	Máxima:	219,43	1.371,43	2.742,86 l/día
6. Sistema de dosificación				
Dosis máx. de aplicación			10	g/m ³
Consumo máx. a Q nominal		2.880	18.000	36.000 g/h
Volumen máx. horario		9,14	57	114 l/h
Nº de unidades instaladas		2	2	3 Ud
Nº de unidades en servicio		1	1	2 Ud
Caudal medio unitario necesario:		9,14	57,14	57,14
Rango de caudal:		0,075 - 60	0,075 - 60	0,075 - 60 l/h
Presión de impulsión		10	10	10 kg/cm ²
Potencia:		62	62	62 W
Tipo de bomba:	membrana			
Sistema de regulación:	Automático			
Señal de control:	4-20 mA procedente del medidor de PH agua filtrada			
Sistema de variación caudal:	Variación de frecuencia			
7. Almacenamiento				
Autonomía de almacenamiento:		15 días a demanda máxima		días
Necesidades de almacenamiento:		3291,43	20571,43	41142,86 l
Nº de depósitos:			2	ud
Volumen del depósito			25000	l
Tiempo de almacenamiento:				
A caudal nominal de tratamiento	Máximo	455,73	72,92	36,46 días
	Mínimo	227,86	36,46	18,23 días
8. Transporte de producto comercial	cisterna		20	m ³
9. Tiempo de almacenamiento previo a pedido de nueva carga:				
A caudal nominal, consumo máximo y un depósito agotado	Medio:	273,44	43,75	21,88 días
	Mínimo:	136,72	21,88	10,94 días

OXIDACION AVANZADA CON PEROXIDO DE HIDROGENO

1. Caudal:	Q mínimo	Q 1 línea	Q máximo
	288	1.800	3.600 m ³ /h
	0,080	0,500	1,000 m ³ /s
2. Reactivo:	Peróxido de hidrógeno		
3. Dosis			
Dosificación media de producto puro:		0,5	mg/l
Dosificación máxima de producto puro:		1,5	mg/l
4. Características físico químicas producto comercial:		396,2	g/l
Riqueza			35,00 %
Densidad a 20 °c:			1,132 kg/l
PH			3,5
Estado			Líquido incoloro
Temperatura de fusión			33,0 ° C
5. Necesidades de peroxido de hidrogeno comercial			
Medias:	411	2.571	5.143 g/h
Máxima:	1.234	7.714	15.429 g/h
Medias:	0,36	2,27	4,54 l/h
Máxima:	1,09	6,81	13,63 l/h
6. Sistema de dosificación:	Bombas dosificadoras de membrana		
Número de unidades instaladas:	2	2	2 Ud
Número de unidades en servicio:	1	1	1 Ud
Caudal medio unitario necesario:	1,09	6,81	13,63 l/h
Rango de caudal	0,017-17	0,017-17	0,017-17 l/h
Contrapresión máxima:	7	7	7 kg/cm ²
Potencia unitaria:	24	24	24 W
7. Nº depósitos almacenamiento:		1	Ud
Volumen depósito:		5000	l
Material:		Polietileno AD	
Tiempo de almacenamiento:			
A caudal máximo de tratamiento:	Medio	573,21	45,86 días
	Mínimo	191,07	15,29 días
8. Transporte peroxido de hidrogeno	Cisterna de	5	m ³

3.3 EQUIPOS

3.3.1 DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS

Teniendo en cuenta las indicaciones dadas por el personal de explotación del E.T.A.P. de Griñón y el dimensionamiento de los equipos para dosificación de reactivos, se incluyen las siguientes actuaciones:

- 1) Sustitución de las dosificadoras existentes por los otras para la adaptación al rango de caudales de tratamiento entre 80 l/s y 700 l/s que se tienen en actualidad.

Reactivo	Nº de grupos	Caudal unitario (l/h)	Potencia entrada P1 (W)	Presión de trabajo máxima (bar)
Sulfato de alumina	2+1R	0,15-120	62	7
Cloruro férrico	2+1R	0,15-120	62	7
Ácido clorhídrico	2+1R	0,25-200	62	4
Solución amoniacal	1+1R	0,012-12	22	10
Hidróxido sódico	1+1R	0,15-120	62	7
Hipoclorito sódico pre	2+1R	0,15-60	62	10
Hipoclorito sódico post	1+1R	0,15-60	62	10
Peróxido de hidrógeno	1+1R	0,017-17	24	7

El hidróxido sódico, como corrector de PH, se va a poder dosificar a la salida de la pre-ozonización para lo que se dispondrá de dos bombas dosificadoras (1+1R) de las mismas características que las instaladas para dosificar a la salida de filtros.

- 2) Sustitución de los caudalímetros de acuerdo con los rangos de trabajo de cada uno de los reactivos. Además se modificará la instalación de agua de dilución, incorporándola después de la medida del reactivo.
- 3) Sustitución de las bombas de trasvase de reactivos por bombas de accionamiento magnético, con un caudal unitario de 20 m³/h a una altura de 10 m.c.l.

3.3.2 DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTO

Los depósitos del edificio de reactivos que se renuevan y de la instalación de peróxido de hidrógeno están fabricados en Polietileno de alta densidad y tienen los siguientes volúmenes de almacenamiento.

Reactivo	Nº de depósitos	Volumen unitario (m ³)	Volumen total (m ³)
Sulfato de alumina	2	30	60
Cloruro férrico	2	30	60
Ácido clorhídrico	2	25	50
Solución amoniacal	2	8	16
Hidróxido sódico	2	25	50
Hipoclorito sódico	2	30	60

Reactivo	Nº de depósitos	Volumen unitario (m ³)	Volumen total (m ³)
Peróxido de hidrógeno	1	5	5

Es importante mantener temperatura del hipoclorito sódico por debajo de los 15 °C ya que a partir de esa temperatura, se acelera la pérdida de riqueza del reactivo. Los depósitos de hipoclorito tendrán un sistema de aislamiento y sistema de refrigeración que se caracterizan,

- Doble capa de aislamiento del exterior de la parte cilíndrica y fondo klopper superior (8,2 mm / 7,7 mm) con espuma de poliuretano de D-35 y espesor 40 mm, y todo recubierto de una capa de PRFV (2,5 mm).
- Sistema de refrigeración, con un serpentín interior por el que circula líquido refrigerante (Propilenglicol) que disipará el calor en un sistema de refrigeración exterior regulable, manteniendo el reactivo en las temperaturas adecuadas. Como alternativa se habilitará también una entrada en el circuito de refrigeración desde la red de agua de servicios.

ANEJO Nº 06.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS

ÍNDICE

1. OBJETO	5
2. LÍNEA PIEZOMÉTRICA	9
2.1 DATOS DE PARTIDA	9
2.2 LÍNEA PIEZOMÉTRICA EN TRATAMIENTO DE PRE-OZONIZACIÓN	14
2.3 LÍNEA PIEZOMÉTRICA EN TRATAMIENTO DE AFINO	19
3. ALIVIADERO LÍNEA DE AFINO	31
4. GRUPOS DE BOMBEO	33
4.1 BOMBEO INTERMEDIO	33
4.2 BOMBEO LAVADO DE FILTROS	52
4.2.1 <i>NPSH DISPONIBLE</i>	57
4.2.2 <i>ALTURA MANOMÉTRICA LAVADO FILTROS DE CARBÓN</i>	59
4.2.3 <i>GRUPOS DE BOMBEO</i>	67
4.3 BOMBEO AGUA DE SERVICIOS Y DILUCIÓN DE REACTIVOS	74
4.4 BOMBEO REFRIGERACIÓN GENERADORES DE OZONO	78
4.5 BOMBEO DE ARRASTRE DE CARBÓN ACTIVO	89
5. VACIADO FILTROS DE CARBÓN ACTIVO GRANULAR	93
6. SOPLANTES LAVADO FILTROS DE CARBÓN ACTIVO	94
7. GRUPOS DE BOMBEO DE AGUA TRATADA	97
7.1 SITUACIÓN ACTUAL	97
7.2 GRUPOS DE BOMBEO ARTERIA FUNDACIÓN SUR	101
8. RED DE PLUVIALES URBANIZACIÓN	107

APÉNDICES

APÉNDICE 1. LÍNEA PIEZOMÉTRICA E.T.A.P. DE GRIÑÓN

APÉNDICE 2. ESTACIÓN ELEVADORA EXISTENTE

APÉNDICE 3. GRUPOS MOTOR-BOMBA

APÉNDICE 3.1. BOMBEO INTERMEDIO

APÉNDICE 3.2. BOMBEO LAVADO DE FILTROS

APÉNDICE 3.3. BOMBEO AGUA DE SERVICIOS Y DILUCIÓN DE REACTIVOS

APÉNDICE 3.4. BOMBEO REFRIGERACIÓN GENERADORES DE OZONO

APÉNDICE 3.5. BOMBEO ARRASTRE DE CARBÓN ACTIVO

1. OBJETO

El estudio hidráulico de las obras de tratamiento de afino y mejoras de la E.T.A.P. de Griñón tiene como objetivo fundamental el análisis de la línea piezométrica y estudio de los grupos de bombeo al intercalar en el tratamiento una pre-oxidación previa a la cámara de mezcla así como una post-oxidación y filtración con carbón activo después de la actual filtración por arena, y previo a la obra de salida actual. La mejora de las instalaciones en la E.T.A.P. de Griñón, mediante la construcción de un tratamiento de afino permitirá incrementar la garantía de suministro y calidad del agua.

En la actualidad, **la E.T.A.P. de Griñón abastece a cuatro zonas**, desde grupos de bombeo que se alimentan del depósito de 21.000 m³ de agua tratada de la planta:

1. **Red Local de Griñón** cuyo suministro procede en su totalidad de la planta, por lo que el bombeo debe tener un funcionamiento ininterrumpido y las paradas de la planta deben estar programadas contando con la capacidad de regulación del depósito.
2. **Depósito existente de 5.900 m³**, al final de la calle de los Cedros Altos (Griñón), que actúa como cabecera de las redes de Batres y El Álamo.
3. **Serranillos del Valle.**
4. **Getafe**, por la conducción ϕ 800 Nueva Fundación Sur. El bombeo funciona mediante consigna de presión, de manera continua o unas horas según demanda. Este bombeo a la red tiene alguna de las divisorias cerradas en la zona de Cubas de La Sagra y Torrejón de Velasco. Esta tubería ocasionalmente podrá tener un funcionamiento reversible y servir de llenado del depósito de 21.000 m³ aprovechando la presión hidrostática existente.

La conducción ϕ 800 Nueva Fundación Sur, posibilita el llenado del depósito de agua tratada de la planta en períodos de no funcionamiento de la E.T.A.P de Griñón. Esta posibilidad se utilizará durante las obras de tratamiento de afino y mejoras del Presente Proyecto para el abastecimiento de Griñón, Bartres, El Álamo y Serranillos del Valle.

En la planta de Griñón se han detectado algunos episodios de geosmina en el agua bruta y se ha observado que la E.T.A.P. de Majadahonda, que cuenta con filtros de carbón activo y recibe agua de los pozos de Guadarrama y del bombeo de Picadas al igual que la E.T.A.P. de Griñón, ha sido capaz de sacar un agua tratada con calidad, sabor y olor aceptables, mientras que la E.T.A.P. de Griñón tuvo que parar, por no alcanzar los mismos niveles.

La mejora de las instalaciones en la E.T.A.P. de Griñón, mediante la construcción de un tratamiento de afino permitirá incrementar la garantía de suministro y calidad del agua. El Nuevo tratamiento de afino incluye una pre-oxidación con ozono previa a la cámara de mezcla del tratamiento físico-químico, así como una post-oxidación con ozono, una oxidación avanzada con peróxido de hidrógeno y filtración con carbón activo después de la actual filtración por arena, y previo a la obra de salida actual.

La Línea de agua de la planta incluirá las siguientes modificaciones:

- Adaptación de la obra de llegada y conducciones a las condiciones hidráulicas de inserción de la pre-ozonización.
- Cámaras de pre-ozonización.

- Generación de ozono a partir de oxígeno líquido.
- Derivación del canal de salida de agua filtrada actual a tratamiento de afino.
- Bombeo intermedio a cámaras de post-ozonización.
- Cámaras de post-ozonización con posibilidad de dosificación de peróxido de hidrógeno.
- Filtración mediante lecho de carbón activo abierto.
- Retorno a la salida actual.

El objeto del presente proyecto es la definición de detalle, de las obras e instalaciones necesarias para el tratamiento de afino y mejoras de la E.T.A.P. de Griñón, así como la renovación y adaptación de las instalaciones eléctricas y elementos de instrumentación y control.

El tratamiento de afino consistirá en una pre-ozonización en el inicio de planta previa a la cámara de mezcla y la inclusión tras la filtración de arena de una post-ozonización con posibilidad de una oxidación avanzada a través de una dosificación de peróxido de hidrógeno y una filtración de carbón activo. La planta no tiene margen piezométrico para intercalar el nuevo proceso, por lo que habrá que disponer un bombeo intermedio tras la filtración de arena.

El tratamiento de afino compuesto por una pre-ozonización, post-ozonización, oxidación avanzada con dosificación de peróxido de hidrógeno y filtración de carbón activo se dimensionará para el caudal nominal de la planta de $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Además del tratamiento de afino en la planta se ejecutarán una serie de mejoras que se concretan en las siguientes actuaciones:

1. Depósito de recuperación de aguas de lavado. Instalación de un sistema de limpieza del depósito de aguas de lavado mediante bombas eyectoras.
2. Edificio de válvulas y bombeo.
 - 2.1. Sustitución de los grupos de presión actuales para agua de servicios y dilución de reactivos.
 - 2.2. Sustitución de caudalímetro electromagnético de entrada a depósito.
 - 2.3. Instalación de una nueva válvula de aislamiento (DN 300 mm) en tubería de vaciado del depósito regulador.
3. Edificio de filtros de arena.
 - 3.1. Instalación de calderín para el sistema de compresión de aire en sala de filtros de arena.
 - 3.2. Instalación de compuertas para sectorización y vaciado en canal de reparto de agua de filtros de arena.
4. Edificio de reactivos.
 - 4.1. Ejecución de una nueva cubierta, que permita la extracción de los depósitos de almacenamiento de reactivos.

- 4.2. Renovación de depósitos de almacenamiento existentes, en el hipoclorito se aumentará los depósitos desde 20 m³ hasta 30 m³ y se incluirá un sistema de refrigeración para mantener el reactivo a 15 °C.
- 4.3. Sustitución de equipos de dosificación y motobombas de carga y trasvase de reactivos.
5. Tratamiento físico-químico.
- 5.1. Arquetas de vaciado en cámaras de floculación.
- 5.2. Sustitución de los decantadores lamelares tubulares de PVC, por lamelas de acero inoxidable en una línea de decantación y de polipropileno en la segunda línea de decantación, ambas con sistema de limpieza automático.
- 5.3. Pasarelas centrales en decantadores lamelares.
- 5.4. Instalación de ataguía de acero inoxidable en obra de entrada a decantación para independizar la alimentación a las dos líneas de decantación.
- 5.5. Alimentación desde cámaras de floculación a decantadores a través de 12 orificios circulares ϕ 700 mm.
6. Microfloculación.
- 6.1. Pasarela de mantenimiento canal de salida microfloculación.
- 6.2. Sustitución de compuerta de entrada.
7. Edificio de control.
- 7.1. Remodelación de los vestuarios masculino, femenino, aseo de visitas, aseo de discapacitados y botiquín en la planta baja. Los aseos de visitas y discapacitados se unifican y en el espacio destinado al botiquín se segrega un espacio para taquillas, lavadora y secadora.
- 7.2. Instalación de un cubeto de PRFV de 1 m³ para recogida de residuos de laboratorio, instalado en una arqueta en el vial de acceso al taller y almacén de la E.T.A.P.
8. Climatización.
- 8.1. Instalación de sistema de climatización para sala CCM1 y CCM2.
- 8.2. Sustitución de extractores en los edificios de filtros, deshidratación y reactivos.
- 8.3. Instalación de extractor en galería de purga de fangos.
- 8.4. Instalación de enfriadoras para sistema de refrigeración depósitos de hipoclorito.
9. Control SCADA. Integración en Scada de control de la E.T.A.P. de la instalación de dosificación de carbón activo en polvo junto con los nuevos equipos.

10. Accesibilidad y urbanización.
- 10.1. Ampliación de puerta de entrada E.T.A.P.
- 10.2. Instalación de accesos a cubiertas de edificios y elementos de protección colectiva para su mantenimiento.
- 10.3. Ampliación del aparcamiento.
- 10.4. Pantallas anti-ruido en el vallado cercano calle Olivar del Patrón.
- 10.5. Eliminación de las bandejas de cables eléctricos instaladas en la galería de servicio y construcción de un banco de tubos para uso exclusivo de canalizaciones eléctricas.
- 10.6. Prolongación muro de hormigón de cerramiento E.T.A.P., para permitir acceso de vehículos a fachada oeste del edificio eléctrico-CCM1.
- 10.7. Centro de seccionamiento independiente para suministro de energía eléctrica en calle Olivar del Patrón.

En el presente anejo se desarrolla las modificaciones en la explotación de la E.T.A.P. de Griñón al introducir la línea de afino y las mejoras indicadas anteriormente. Los estudios que se van a realizar para tal fin son los siguientes:

- 1) Cálculo de línea piezométrica en tratamientos de pre-ozonización, y bombeo intermedio-post-ozonización y filtración de carbón activo, comprobando niveles de agua y velocidades de circulación.
- 2) Selección de los grupos en los bombeos intermedio (en inicio de línea de afino), de lavado de filtros, de agua de servicios y dilución de reactivos, de refrigeración generadores de ozono y de arrastre de carbón activo.
- 3) Selección de soplantes en filtros de carbón activo.
- 4) Red de pluviales urbanización.

2. LÍNEA PIEZOMÉTRICA

2.1 DATOS DE PARTIDA

Como datos de partida para la determinación de la línea piezométrica del proceso de tratamiento de agua se consideran los siguientes:

1) El **Levantamiento taquimétrico** realizado en la E.T.A.P. de Griñón para la redacción del presente proyecto, a escala 1:500, equidistancia de 0,50 m y sistema de referencia ETRS-89 ha puesto de manifiesto que existe una diferencia de cotas alimétricas con el Proyecto “As built” de la obra de la estación de agua potable (E.T.A.P.) de Griñón con fecha de Noviembre de 2007.



En la figura anterior, las tapas se corresponden con los pozos de registro de la red de pluviales situada entre los edificios de filtración y bombeo, y que en levantamiento topográfico se han determinado la cota de urbanización y cota de rasante-diámetro de tubería en el pozo de registro. Según el proyecto As Built, la cota de urbanización de la planta de tratamiento se sitúa a 677,50 m, lo que supone unas diferencias alimétricas variables entre 0,96 m y 0,99 m con el levantamiento taquimétrico efectuado para el proyecto. Por otra parte, las tapas de los pozos de registro suelen asentar con el paso de cargas pesadas por lo que se adopta una diferencia alimétrica de 1,00 m entre ambas topografías.

Las cotas de los distintos elementos del sistema de tratamiento de agua de Griñón se modifican sobre las cotas definidas en el Proyecto As Built de la siguiente forma:

$$\text{Cota alimétrica} = \text{Cota alimétrica Proyecto "As Built"} + 1,00 \text{ m}$$

2) El caudal de diseño de la planta se fija en 1,00 m³/s (3600 m³/h). Para este caudal se dimensionará el tratamiento de afino compuesto por una pre-ozonización, post-ozonización y filtración de carbón activo.

El tratamiento de afino se compone de una pre-ozonización en el inicio de planta más una post-ozonización, oxidación avanzada por peróxido de hidrógeno y filtración de carbón activo tras la filtración de arena. La planta no tiene margen piezométrico para intercalar el nuevo proceso, por lo que habrá que disponer un bombeo intermedio tras la filtración de arena.

3) Las cotas de partida para el cálculo de la línea piezométrica, se han considerado las incluidas en la línea piezométrica del Proyecto “As Built” a las que se ha sumado 1,00 m, por la diferencia de cotas altimétricas entre el levantamiento taquimétrico realizado para la construcción y la redacción del presente Proyecto.

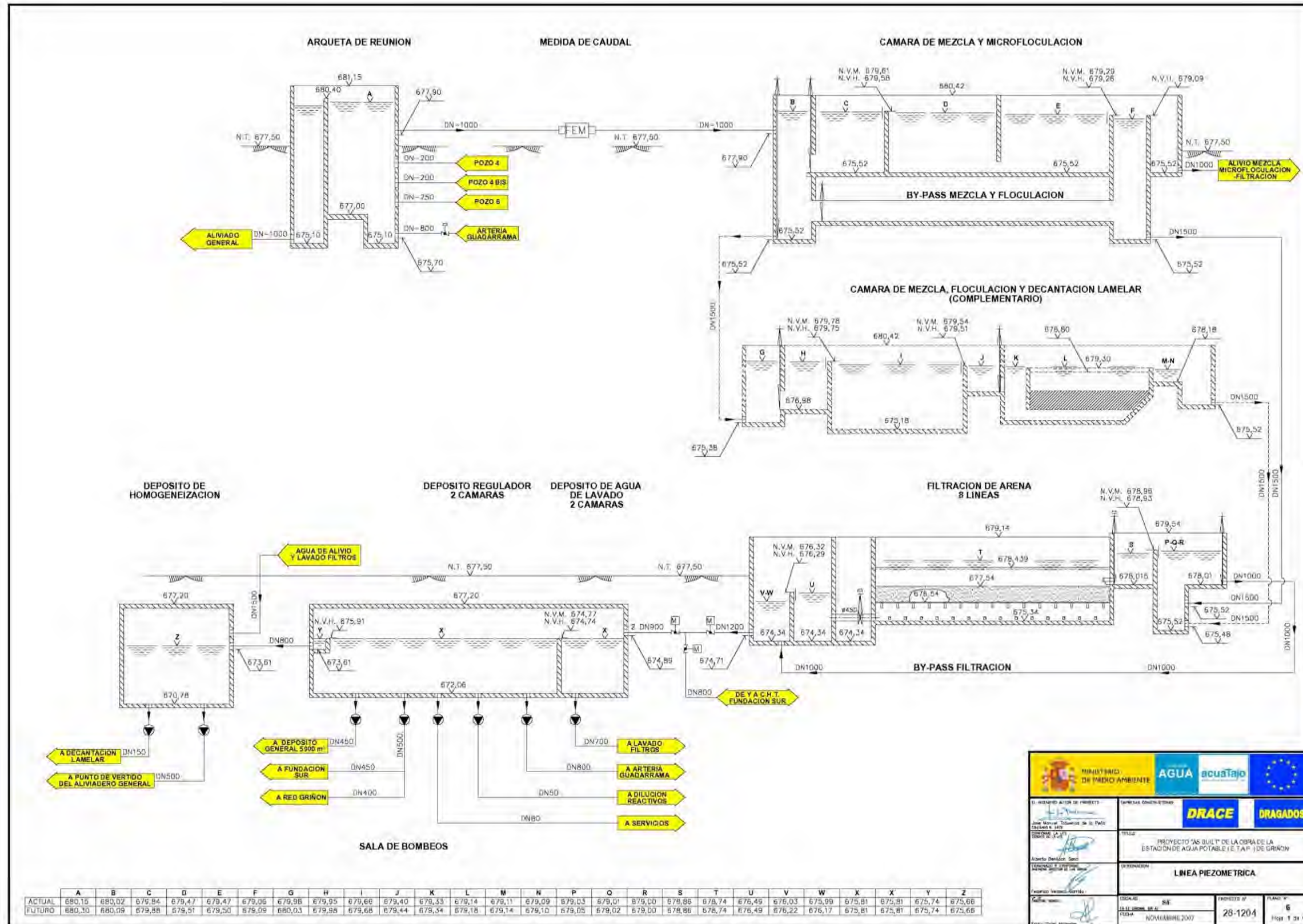
- Aliviadero general en obra de llegada a planta: 681,28 m.s.n.m. (Según levantamiento taquimétrico de Proyecto).
- Aliviadero depósito de agua tratada: 676,91 m.s.n.m. (675,91+1,00).
- Cota máxima de agua admisible en la obra de llegada para un caudal máximo de 1,20 m³/s: 681,30 m.s.n.m. (680,30+1,00).
- Cota máxima de agua en la obra de llegada para un caudal máximo de 0,94 m³/s: 681,15 m.s.n.m. (680,15+1,00).
- Cota de lámina de agua en cámara de entrada a micro-floculación (futuro- Q_{máximo}=1,20 m³/s): 681,09 m.s.n.m. (680,09+1,00).
- Cota de lámina de agua en cámara de entrada a decantación (futuro- Q_{máximo}=1,20 m³/s): 681,03 m.s.n.m. (680,03+1,00).
- Cota de la lámina de agua en el depósito regulador de agua tratada: 676,81 m.s.n.m. (675,81+1,00).

4) La línea piezométrica incluida en el proyecto “As Built” de la obra de la Estación de Agua Potable (E.T.A.P.) de Griñón se diseñó de modo que el depósito de regulación de agua filtrada esté completamente enterrado y se llene por gravedad desde el canal de salida de filtros **sin necesidad de bombeo intermedio.**

Se incluye a continuación, plano de línea piezométrica de proyecto “As Built” para dos escenarios: actual (Q_{máximo}=0,94 m³/s) y futuro (Q_{máximo}=1,20 m³/s). Hay que reseñar que las cotas indicadas en el plano están 1 metro por debajo del nivel de referencia de la topografía usada en el proyecto.

La pre-ozonización se inserta entre la arqueta de reunión, microfloculación y decantación lamelar.

Tras la filtración de arena se intercala una post-ozonización, oxidación avanzada por peróxido de hidrógeno y filtración de carbón activo para lo que se necesita un bombeo intermedio que eleve la línea piezométrica.



5) **Las pérdidas de carga en la línea de agua** se calculará como suma de dos conceptos:

Pérdida de carga por rozamiento, calculada en tuberías por la fórmula universal de Darcy – Weisbach y el coeficiente de pérdida de carga mediante la expresión de Colebrook- White.

Se ha considerado un coeficiente de rugosidad durante la etapa de servicio en tubería de $k=0,30$ mm y una viscosidad cinemática de $1,14 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (para una t^a del agua de $15 \text{ }^\circ\text{C}$).

En canales abiertos se utiliza la fórmula de Manning para el cálculo del gradiente hidráulico y para secciones construidas en hormigón armado se considera un coeficiente de rugosidad de $K_s=(1/n)=75$.

Pérdidas localizadas, indicadas en el cálculo de la línea piezométrica.

6) **La lámina de agua sobre el umbral del vertedero** se calcula con las siguientes fórmulas:

Vertedero rectangular de pared delgada, sin contracción lateral y con vertido en lámina libre con el coeficiente de caudal determinado por la fórmula de Rehbock.

El caudal en vertedero viene dado por la fórmula general:

$$Q = (2/3) \times \mu \times L \times h \times \sqrt{2 \times g \times h}$$

Siendo:

Q= caudal vertido por el aliviadero, en m^3/s .

μ =coeficiente de caudal del vertedero, adimensional.

L=longitud del umbral de vertido, en m.

h= altura de lámina sobre el umbral del vertedero, en m

g= aceleración de la gravedad, en m/s^2 .

Fórmula de Rehbock:

$$(2/3) \times \mu = (2/3) \times (0,605 + (1/(1050 \times h - 3)) + 0.08h/p)$$

Donde p, es la altura de pala entre solera de canal de aproximación y umbral de vertedero.

Vertedero con descarga sumergida, cuyo caudal de vertido se calcula por la fórmula de Villemonte (Válida para vertederos de pared delgada y de cualquier forma geométrica).

$$Q = Q_1 \times (1 - S^n)^{0.385}$$

Siendo:

Q_1 = Caudal a través del vertedero con descarga libre e igual carga h_1

$S = h_2/h_1$ (grado de sumergencia)

n= Exponente de la carga h en la ecuación para Q correspondiente

Vertedero rectangular..... $n=3/2$

Vertedero proporcional $n=1,0$

2.2 LÍNEA PIEZOMÉTRICA EN TRATAMIENTO DE PRE-OZONIZACIÓN

A continuación se incluye el cálculo de la línea piezométrica del tratamiento de pre-ozonización para un caudal de diseño de $1,00 \text{ m}^3/\text{s}$ ($3600 \text{ m}^3/\text{h}$) y una cota de agua de $681,03 \text{ m.s.n.m.}$ en la cámara de entrada a la decantación lamelar.

La cota de agua que se alcanza en la arqueta de reunión asciende a $682,10 \text{ m}$, por lo que se tendrá que recrecer el aliviadero de seguridad hasta una cota $682,30 \text{ m}$ y los muros hasta una cota $682,95 \text{ m}$. El recrecimiento de los muros supone un incremento de la altura de la arqueta de reunión de 80 cm , desde la cota $682,15 \text{ m.s.n.m.}$ hasta la cota $682,95 \text{ m.s.n.m.}$

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE PRE-OZONIZACIÓN			
0.- DATOS DE PARTIDA			
* Caudales			
Caudal de entrada a la planta	Q	m ³ /h	3.360
Caudal de recirculación a cabezera	Q ^o	m ³ /h	240
Caudal de diseño	Q ^d	m ³ /h	3.600
* Cotas de referencia			
Cota de agua en el depósito de agua tratada existente	C1	m	676,810
Cota de agua en cámara de entrada a mezcla de microfloculación	C3	m	681,090
Cota de agua en cámara de entrada a mezcla de decantador lamelar	C3'	m	681,030
Cota de agua máxima admisible en obra de llegada	C4	m	681,300
Cota de agua en funcionamiento normal en obra de llegada	C5	m	681,150
1.- CÁMARAS DE PRE-OZONIZACIÓN			
Cota de agua en cámara de mezcla decantación lamelar	C	m	681,030
1.1.- PÉRDIDAS EN TUBERÍA DE ENTRADA FLOCULACIÓN/DECANTACIÓN LAMELAR			
Número de líneas	n		2
Caudal de diseño decantador (m ³ /h)	Q	m ³ /h	3.600
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	0,500
Diámetro (mm)	φ	mm	1000
Diámetro (m)	φ	m	1,000
Material:			Acero
Rugosidad	e	mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	v	m/s	0,64
Viscosidad a 15 °C (10 ⁻³)	ν	m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re		5,58E+05
Factor de fricción s/Laminar	f		0,016
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,0162769
Nº de entradas bruscas	n1	Ud.	0
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	1
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	0
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	15,4
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0
Nº de codos a 90º	n6	Ud.	0
Nº de codos a 45º	n7	Ud.	2
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	17,000
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	17,000
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0,5 v ² /2g	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v ² /2g	0,021
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² · 10	0,000
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	0,45 v ² /2g · n6	0,000
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	0,35 v ² /2g · n7	0,014
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f(L/v) · v ² /2g	0,006
Pérdida de carga total	h	h1+h2+h3+h4+h5+h6	0,041
Cota de agua al principio del canal de salida de pre-ozonización	C	m	681,071
1.2.- COMPUERTA DE AISLAMIENTO PRE-OZONIZACIÓN CON DECANTACIÓN			
Tipo de compuerta:		metal	
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	1.800
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	0,500
Dimensiones de la compuerta:			
Altura	φ	m	1,000
Anchura	W	m	
Sección de paso	S = π · φ ² / 4	m ²	0,785
Velocidad de paso	V = Q/S	m/s	0,637
Pérdida de carga en compuerta	h = (V/0,62) ² / (2g)	m	0,054
Cota aguas arriba de compuerta de aislamiento pre-ozonización	C	C+h	681,125
1.3.- PRE-OZONIZACIÓN			
Cota de agua al principio del canal de salida de pre-ozonización	C	m	681,125
Cota de solera de canal de salida de pre-ozonización	C'	m	676,520
* Paso por orificio sumergido (compuertas de aislamiento línea)			
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	1.800
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	0,500
Dimensiones del orificio:			

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE PRE-OZONIZACIÓN			
Altura	L	m	1,000
Anchura	W	m	1,000
Sección de paso	S = L · W	m ²	1,000
Velocidad de paso	V = Q/S	m/s	0,500
Pérdida de carga en orificio	h = (V/0,62) ² / (2g)	m	0,033
Cota aguas arriba de compuerta de aislamiento línea	C	C+h	681,158
Cota de solera de las cámaras de pre-ozonización			676,520
* Vertedero de salida de pre-ozonización			
Tipo de vertedero	Pared delgada sin contracción lateral		
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	1.800
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	0,500
Longitud de vertedero	L	m	3,200
Altura de pala	P	m	5,800
Tanteando en la fórmula de Rehbock con:			0,195
deducción altura de agua sobre vertedero	h = [Q/alt(2g) ³ (0,5) ² (2/3)]	m	0,195
Coefficiente de desague	μ	Rehbock	0,408
Calado del depósito	H	P+h	5,995
Cota de la cresta del vertedero	C1	C+G	681,400
Cota de solera de la arqueta	C2	C1-P	675,600
Cota de agua en la arqueta	C	C1+H	681,595
Comprobación desgasificación salida pre-ozonización			
Cota del agua aguas arriba del vertedero de salida pre-ozonización	C	m	681,595
Cota del agua aguas abajo del vertedero de salida pre-ozonización	C'	m	681,158
Comprobación desgasificación			
* Paso por orificio sumergido nº 2 (deflector)			
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	1.800
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	0,500
Dimensiones del orificio:			
Altura	L	m	0,700
Anchura	W	m	3,200
Sección de paso	S = L · W	m ²	2,240
Velocidad de paso	V = Q/S	m/s	0,223
Pérdida de carga en orificio	h = (V/0,62) ² / (2g)	m	0,007
Cota aguas arriba del orificio nº 2	C'	C+h	681,602
Vertedero nº 2 sumergido de paso entre cámaras de ozonización			
Calado del depósito (aguas abajo del vertedero)	H2	m	6,002
Diferencia entre cotas de soleras (ag. Arriba ag. Abajo)	h3	m	0,000
* Tipo de vertedero			
Sumergido rectangular			
Caudal de diseño	Q	m ³ /h	1.800
Caudal de diseño	Q	m ³ /s	0,500
Longitud de vertedero	L	m	3,200
Carga de agua aguas arriba del vertedero	h1	m	0,400
Comprobación de que h1 es mayor del mínimo			OK
Altura de pala	P	m	5,619
Comprobación de que las pala real y auxiliar coinciden			OK
Altura de pala (valor auxiliar)	P1	m	5,615
Coefficiente de desague	μ	s/Rehbock	0,409
Caudal en caso de descarga libre	Q1 = μ · L · h1 · (2g · h1) ^{1/2}	m ³ /s	1,465
Carga de agua aguas abajo del vertedero	h2	m	0,383
Pérdida de carga en vertedero	h = h1-h2	m	0,017
Cota de solera de cámaras de ozonización (aguas abajo del vertedero)	C1	C-H	675,600
Cota de solera de cámaras de ozonización (agua arriba del vertedero)	C2	C1+h3	675,600
Cota de la cresta del vertedero nº 2	C3	C+h2	681,219
Cota del agua aguas arriba del vertedero nº 2	C	C+h	681,619
* Paso por orificio sumergido nº 1 (deflector)			
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	1.800
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	0,500
Dimensiones del orificio:			
Altura	L	m	0,700
Anchura	W	m	3,200
Sección de paso	S = L · W	m ²	2,240
Velocidad de paso	V = Q/S	m/s	0,223
Pérdida de carga en orificio	h = (V/0,62) ² / (2g)	m	0,007

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE PRE-OZONIZACIÓN				
Cota aguas arriba del orificio nº 2	C	C+h	m	681,626
Vertedero nº 1 sumergido de paso entre cámaras de ozonización				
Catado del depósito (aguas abajo del vertedero)	H2		m	6,026
Diferencia entre cotas de soleras (ag. Arriba ag. Abajo)	h3		m	0,000
* Tipo de vertedero		Sumergido rectangular		
Caudal de diseño	Q		m ³ /h	1,800
Caudal de diseño	Q	Q/3600	m ³ /s	0,500
Longitud de vertedero	L		m	3,200
Carga de agua aguas arriba del vertedero	h1		m	0,400
Comprobación de que h1 es mayor del mínimo				OK
Altura de pala	P		m	5,643
Comprobación de que la pala real y auxiliar coinciden				OK
Altura de pala (valor auxiliar)	P1		m	5,643
Coefficiente de desagüe	μ	s/Rehbock		0,409
Caudal en caso de descarga libre	Q1	μ.L.h1.(2g.h) ^{3/2}	m ³ /s	1,465
Carga de agua aguas abajo del vertedero	h2		m	0,383
Pérdida de carga en vertedero	h	h1-h2	m	0,017
Cota de solera de cámaras de ozonización (aguas abajo del vertedero)	C1	C-H2	m	675,600
Cota de solera de cámaras de ozonización (agua arriba del vertedero)	C2	C1+h3	m	675,600
Cota de la cresta del vertedero nº 2	C3	C-h2	m	681,243
Cota del agua aguas arriba del vertedero nº 2	C	C+h	m	681,643
* Paso por orificio sumergido (compuertas de aislamiento línea)				
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q		m ³ /h	1,800
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q/3600	m ³ /s	0,500
Dimensiones del orificio				
Altura	L		m	1,000
Anchura	W		m	1,000
Sección de paso	S	L.W	m ²	1,000
Velocidad de paso	V	Q/S	m/s	0,500
Pérdida de carga en orificio	h	(V/0,62) ² /(2g)	m	0,033
Cota aguas arriba compuerta de aislamiento línea	C	C+h	m	681,676
Cota de solera de las cámaras de pre-ozonización			m	675,520
1.4.- COMPUERTA DE ENTRADA A CÁMARAS DE PRE-OZONIZACIÓN				
Cota del agua en la entrada a cámaras de pre-ozonización	C		m	681,676
* Orificio sumergido				
Tipo de compuerta				mural
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q		m ³ /h	3,600
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q/3600	m ³ /s	1,000
Dimensiones del orificio				
Altura	φ		m	1,200
Anchura	W		m	1,000
Sección de paso	S	π.φ ² /4	m ²	1,131
Velocidad de paso	V	Q/S	m/s	0,884
Pérdida de carga en orificio	h	(V/0,62) ² /(2g)	m	0,104
Cota de agua al final de la tubería de conexión con arqueta de reunión	C	C+h	m	681,780
Cota eje tubería de conexión con arqueta de reunión	C*		m	678,400
1.5.- PÉRDIDAS EN TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN PRE-OZONIZACIÓN				
Cota de agua al final de la tubería de conexión con arqueta de reunión	C	C+h	m	681,780
Cota eje tubería de conexión con arqueta de reunión	C*		m	679,400
Tramo I Tubería DN 1200				
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q		m ³ /h	3,600
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q x n	m ³ /s	1,000
Díámetro (mm)	φ		mm	1200
Díámetro (m)	φ		m	1,200
Material:				Acero galv
Rugosidad	e		mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	V		m/s	0,88
Viscosidad a 15 ° (10 ⁻⁵)	ν		m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re			9,31E+05
Factor de fricción s/Jain	f			0,016
Factor de fricción s/Colebrook	f			0,0152532
Nº entradas bruscas	n1		Ud.	0

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE PRE-OZONIZACIÓN				
Nº de salidas bruscas	n2		Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3		Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4		Ud.	1
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0		m ² /s	46,24
Nº de válvulas de retención	n5		Ud.	0
Nº de codos a 90 °	n6		Ud.	1
Nº de codos a 45°	n7		Ud.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	m	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	m	0,000
Longitud de tubería recta	L3		m	27,900
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	m	27,900
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0,5.V ² /2g	m	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	V ² /2g	m	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² .10	m	0,005
Pérdida de carga en codos a 90°	h4	0,45.V2/(2g).n6	m	0,018
Pérdida de carga en codos a 45°	h5	0,35.V2/(2g).n7	m	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f(L/n).V ² /(2g)	m	0,034
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6	m	0,037
Cono de ampliación en colector de impulsión				
Caudal	Q		m ³ /h	3,600
Díámetro antes de la ampliación	φ1		mm	1,000
Díámetro después de la ampliación	φ2		mm	1,200
Velocidad en el diámetro inferior	V1	4.Q/π.φ1 ²	m/s	1,27
Relación entre diámetros	rd	φ1/φ2		0,83
Ángulo del cono (doble del semiángulo) (menor de 45°)	alfa			33,4
Factor de fricción s/Cameron	k	2,6.sen(alfa/2).(1-rd) ²		0,024
Pérdida en el cono de expansión	h	k.V ² /2g		0,002
Tramo II Tubería DN 1000				
Tubería de impulsión de cada bomba				
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q		m ³ /h	3,600
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q x n	m ³ /s	1,000
Díámetro (mm)	φ		mm	1000
Díámetro (m)	φ		m	1,000
Material:				Acero galv
Rugosidad	e		mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	V		m/s	1,27
Viscosidad a 15 ° (10 ⁻⁵)	ν		m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re			1,12E+06
Factor de fricción s/Jain	f			0,016
Factor de fricción s/Colebrook	f			0,0155947
Nº entradas bruscas	n1		Ud.	1
Nº de salidas bruscas	n2		Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3		Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4		Ud.	0
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0		m ² /s	25,5
Nº de válvulas de retención	n5		Ud.	0
Nº de codos a 90 °	n6		Ud.	0
Nº de codos a 45°	n7		Ud.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	m	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	m	0,000
Longitud de tubería recta	L3		m	5,000
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	m	5,000
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0,5.V ² /2g	m	0,041
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	V ² /2g	m	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² .10	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 90°	h4	0,45.V2/(2g).n6	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 45°	h5	0,35.V2/(2g).n7	m	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f(L/n).V ² /(2g)	m	0,006
Pérdida de carga Divergencia DN1000/DN1000/DN1000 (Diag 7-21 Klechik)	h7	2,80.V2/2g	m	0,232
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6+h7	m	0,279
Pérdidas en tubería de alimentación pre-ozonización				
				0,316
Cota de agua en el inicio de la tubería de conexión con arqueta de reunión	C	C+h	m	682,098
Cota eje tubería de conexión con arqueta de reunión	C*		m	679,400

2.3 LÍNEA PIEZOMÉTRICA EN TRATAMIENTO DE AFINO

Entre los depósitos de agua tratada y los filtros de arena se intercala un bombeo intermedio, un tratamiento de post-ozonización, una oxidación avanzada por peróxido de hidrógeno y una filtración de carbón activo.

Para la línea de agua diseñada y para elevar la línea piezométrica en el intervalo de funcionamiento desde 80 l/s (288 m³/h) hasta 1000 l/s (3600 m³/h) se necesita la utilización de 2 tipos de bombas. La bomba de menor tamaño tendrá un punto de funcionamiento de 125 l/s (450 m³/h) a una altura de 6,60 m y se compondrá de dos grupos, uno de ellos en reserva. El grupo de mayor tamaño tendrá un punto de funcionamiento de 333,3 l/s (1200 m³/h) a una altura de 6,00 m y se compondrá de cuatro grupos, uno de ellos en reserva.

Para el caudal de diseño de 1,00 m³/s (3600 m³/h), una cota máxima de agua en el depósito de agua tratada existente a 676,81 m.s.n.m. y los grupos de bombeo seleccionados se obtiene un nivel de agua en el canal de salida de filtros de arena a cota 676,99 m.s.n.m., cota inferior a la coronación del vertedero a canal de salida de filtros de arena situado a cota 677,29 m.s.n.m.

En el tratamiento de afino se dispone de dos aliviaderos de seguridad que vierten en una tubería de DN1200 mm que conecta con la tubería de salida de los filtros de carbón activo a depósitos de agua tratada. Los aliviaderos proyectados son los siguientes:

- 1) Aliviadero circular de DN 1200 mm en cámara de aspiración de bombeo con cota de rasante a cota 677,20 m.s.n.m. Este aliviadero conecta con un colector de acero de DN 1200 mm de acero, cota de rasante 676,90 m.s.n.m. y que vierte en la arqueta de salida de filtros de carbón.
- 2) Aliviadero rectangular de pared delgada de 6,60 m de longitud en el edificio de filtración de carbón activo y con umbral del aliviadero a cota 681,50 m.s.n.m. Este aliviadero vierte en el colector que recoge el alivio del bombeo intermedio. Para el caudal máximo de alivio de 1,00 m³/s se tiene una lámina de agua en el umbral del aliviadero a cota 681,69 m.s.n.m.

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE AFINO: BOMBEO INTERMEDIO-POSTOZONIZACIÓN-FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

0.- DATOS DE PARTIDA

* Caudales			
Caudal de entrada a la planta	Q	m ³ /h	3.360
Caudal de recirculación a cabezera	Q*	m ³ /h	240
Caudal de diseño	Q ^d	m ³ /h	3.600
* Cotas de referencia			
Cota de agua en el depósito de agua tratada existente	C1	m	676,810
Cota de agua máxima en canal de salida filtros de arena (actual)	C2	m	677,030
Cota de agua máxima en canal de salida filtros de arena (futura)	C3	m	677,270

1.- FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Cota máxima de agua en depósito de agua tratada (depósito existente)	C	m	676,810
Cota eje tuberías de entrada φ 900	C'	m	675,346

1.1.- PÉRDIDAS EN LA TUBERÍA DE SALIDA HACIA DEPÓSITOS DE AGUA TRATADA

Tramo I: Tubería DN 900

Tubería de entrada a comparimento depósito de agua tratada			
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	3.600
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	1,000
Diámetro (mm)	φ	mm	900
Diámetro (m)	φ	m	0,900
Material:			Acero al carbono
Rugosidad	e	mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	v	m/s	1,57
Viscosidad a 15 ° (10 ⁻³)	ν	m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re		1,24E+06
Factor de fricción s/lain	f		0,016
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,0158309
Nº entradas bruscas	n1	Ud.	0
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	1
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	1
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	23,3
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0
Nº de codos a 90°	n6	Ud.	1
Nº de codos a 45°	n7	Ud.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	42,500
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	42,500
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5.v ² /2g	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v ² /2g	0,126
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² .10	0,018
Pérdida de carga en codos a 90°	h4	0.45.v2/(2g).n6	0,057
Pérdida de carga en codos a 45°	h5	0.35.v2/(2g).n7	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	K(L/φ).v ² /2g	0,094
Pérdida de carga en codo de reducción	h7	k.v ² /2g	0,010
Diámetro después de la reducción	φ1	mm	900
Diámetro antes de la reducción	φ2	mm	1200
Velocidad en el diámetro inferior	v1	Q/(0.785.φ1 ² /4)	1,57
Relación entre diámetros	rd	φ1/φ2	0,75
Ángulo del cono (doble del semiángulo) (menor de 45°)	alfa		26,57
Factor de fricción s/Cameron	k	0.8.sen(alfa/2).X(1+rd ⁴)	0,080
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6+h7	0,306

Tramo II: Tubería DN 1200

Tubería de salida filtros de carbón activo			
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	3.600
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	1,000
Diámetro (mm)	φ	mm	1200
Diámetro (m)	φ	m	1,200
Material:			Acero al carbono
Rugosidad	e	mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	v	m/s	0,88
Viscosidad a 15 ° (10 ⁻³)	ν	m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re		9,31E+05
Factor de fricción s/lain	f		0,015
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,0152532
Nº entradas bruscas	n1	Ud.	2

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE AFINO: BOMBEO INTERMEDIO-POSTOZONIZACIÓN-FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	1
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	2
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	46,25
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0
Nº de codos a 90°	n6	Ud.	0
Nº de codos a 45°	n7	Ud.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	124,000
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	124,000
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5.v ² /2g	0,040
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v ² /2g	0,040
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² .10	0,009
Pérdida de carga en codos a 90°	h4	0.45.v2/(2g).n6	0,000
Pérdida de carga en codos a 45°	h5	0.35.v2/(2g).n7	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	K(L/φ).v ² /2g	0,063
Pérdida de carga Divergencia DN1200/DN1200/DN1200 (Diag 7-21 Idelchik)	h7	2.80.v ² /2g	0,112
Pérdida de carga Divergencia DN1200/DN1200/DN1200 (Diag 7-21 Idelchik)	h8	2.80.v ² /2g	0,112
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6+h7+h8	0,375

Pérdidas en tubería de salida de filtros

Cota de agua al principio del canal de salida hacia depósitos	C	C+h	m	677,491
Cota de solera de canal de salida hacia depósitos	C'	C-ha	m	675,810

1.2. CANAL GENERAL DE SALIDA DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

* Canal de conexión			
Caudal de diseño	Q	m ³ /h	3.600
Caudal de diseño	Q	m ³ /s	1,000
Anchura de canal	B	m	1,500
Altura crítica	hc	m	0,357
Altura de agua en el canal	ha	m	1,681
Comprobación de altura de agua en el canal			OK
Sección mojada	S	m ²	2,5215
Velocidad en el canal	v	m/s	0,397
Radio hidráulico	Rh	m	0,519
Coefficiente ks	ks		75
Pérdida de carga s/Manning	J	{v/ks}/Rh ^{4/3}	0,007%
Longitud del canal	L	m	22,4
Longitud corregida por caudal creciente	Lc	L/3	7,5
Pérdida de carga en el canal	h1	L.J	0,001
Cambios de dirección a 90°	h	h	0,000
Pérdidas en cambios de dirección	h2	2v ² /2g	0,000
Pérdida de carga total	ht	h1+h2	0,001

Cota de agua al principio del canal general de salida de filtros de carbón activo

Cota de solera de canal de salida hacia depósitos	C'	C-ha	m	675,810
Guarda al vertedero de salida de cada filtro	C	C	m	0,150
Cota de la cresta del vertedero de salida del filtro	C'	C+g	m	677,650

1.3. FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

		Filtros en marcha			
		Estado del filtro		Estado del filtro	
		Sucio	Sucio	Limpio	Limpio
Caudal de diseño de la filtración	Qf	m ³ /h	3.600	3.600	3.600
Número de filtros	Nf	Ud.	6	6	6
Filtros de ciclo de lavado en simultáneo:					
Número de celdas por filtro	Nc	Ud.	2	4	2
Superficie de filtración por celda	Soc	m ²	24	24	24
Superficie de filtración por filtro	S	m ²	48	48	48
Espesor de carbón activo	Hc	m	2,1	2,1	2,1
Altura de agua sobre lecho filtrante	Hs	m	1,20	1,20	1,20
Incremento de pérdida de carga que ensuciamiento	hg	m	1,60	1,60	1,60
Cota de la cresta del vertedero de salida de agua filtrada	C	C+g	677,650	677,650	677,650

Cálculo de la pérdida de carga en distintas condiciones de funcionamiento

		Estado del filtro (limpio/sucio)			
		Sucio		Limpio	
		1	0	1	0
Número de filtros fuera de servicio	N	Ud.	5	0	0
Número de filtros en servicio	Nf	Ud.	1	6	6
Caudal a tratar	Qt	m ³ /h	3.600	3.600	3.600
Caudal por filtro	qf	m ³ /h	720,0	600,0	600,0
Caudal por celda	q	m ³ /h	360,0	150,0	150,0
Velocidad de filtración	v	m/h	15,0	12,0	12,0

* Pérdida en vertedero

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE AFINO: BOMBEO INTERMEDIO-POSTOZONIZACIÓN-FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Tipo de vertedero	Pared delgada sin contracción lateral				
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q'	m ³ /h	720,0	600,0	720,0
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	0,200	0,167	0,200
Longitud de vertedero	L	m	1,800	1,800	1,800
Altura de pala	P	m	1,840	1,840	1,840
Tanqueando en la fórmula de Rehbock con: deducimos altura de agua sobre vertedero	h'	m	0,155	0,137	0,155
Coefficiente de desagüe	μ	Rehbock	0,412	0,412	0,412
Calado del depósito	H	P+h	1,995	1,977	1,995
Cota de la cresta del vertedero	C1	C+G	677,650	677,650	677,650
Cota de solera de la arqueta	C2	C1-P	675,810	675,810	675,810
Cota de agua en la arqueta	C'	C1+h	677,805	677,788	677,805
Pérdida en vertedero	h1	m	0,155	0,137	0,155
* Sistema colector de agua filtrada, integrada por falso fondo poroso. Para N-vi filtros en funcionamiento	h2	m	0,150	0,150	0,150
* Medio filtrante carbón activo Pérdida de carga en lecho filtrante	h3	datos fabricante	1,038	0,986	1,038
* Medio filtrante antracita Velocidad de filtración	V	m/h	15,00	12,50	15,00
Pérdida de carga en antracita a 20º	G _a	m/m	0,36	0,33	0,36
Temperatura	T	°C	5	5	25
Factor de corrección por temperatura (°C)	F _t		1,44	1,44	0,90
Valor de G _a corregido	G _a *F _t	m/m	0,518	0,475	0,324
Espesor del lecho filtrante	H	m	0,000	0,000	0,000
Pérdida de carga en antracita a 20º	h4	m	0,000	0,000	0,000
* Ensuciamiento del filtro (lavado equiespaciado en el tiempo)	h5	m	1,600	1,600	0,000
* Estrechamiento en salida del filtro Diámetro de la tubería de salida de filtros	φ2	mm	500	500	500
Velocidad	V	m/s	1,02	0,85	1,02
Pérdida en entrada brusca	h6	0,5·V ² /2g	0,026	0,018	0,026
Comprobación de diámetro superior a válvula			ok	ok	ok
* Convergencia tuberías de salida agua filtrada y lavado DN500/DN500/DN500 a 90º Diagrama 7.4 Idelchik					
Diámetro de la tubería de salida de filtros	φ2	mm	500	500	500
Velocidad	V	m/s	1,02	0,85	1,02
Relación de áreas	F ₂ /F ₁		1,000	1,000	1,000
Relación de caudales	Q ₂ /Q ₁		1,000	1,000	1,000
Coefficiente A	A		0,550	0,550	0,550
Coefficiente de resistencia	k	$k = A \cdot (1 + (Q_2 \cdot F_1 / Q_1 \cdot F_2)^2 - 2 \cdot (1 - Q_2 / Q_1)^2)$	1,100	1,100	1,100
Pérdida de carga convergencia	h7	k·V ² /2g	0,058	0,040	0,058
* Expansión en salida de agua filtrada Diámetro de la tubería de conexión con arqueta o colector de agua filtrada	φ1	mm	500	500	500
Velocidad	V1	m/s	1,02	0,85	1,02
Pérdida en ensanchamiento	h8	V1 ² /2g	0,053	0,037	0,053
Pérdidas de carga en filtro de carbón activo Carga de agua sobre el filtro	h	h1+h2+...+h8	3,080	2,969	1,480
Pérdida de carga a generar por la válvula reguladora	h _{válvula}	m	0,120	0,233	1,720
* Válvula de mariposa reguladora de salida de filtros Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	m ³ /s	0,200	0,167	0,200
Diámetro (mm)	φ	mm	500	500	500
Diámetro (m)	φ	m	0,500	0,500	0,500
Velocidad en la válvula	V	m/s	1,019	0,849	1,019
Kv0 de la válvula de mariposa	Kv0	m ³ /s	7,27	7,27	7,27
Pérdida en válvula de mariposa a 90º	h	(Q/Kv0) ² ·10	0,008	0,005	0,008
Kv requerido para la válvula reguladora	Kv	Q'/(h _{válvula} ·10) ^{0,5}	1,829	1,096	0,482
Kalfa	Kalfa		0,252	0,151	0,066
Ángulo de apertura (comprendido entre 70º-20º)	alfa		48,451	58,132	69,012
Altura de agua sobre lecho filtrante	H4	m	3,200	3,200	1,200
Comprobación de altura de agua sobre lecho filtrante			ok	ok	ok
Cotas del filtro Cota de solera de la parte superior de los falsos fondos	C1	C'-0,1	677,550	677,550	677,550
Cota del carbón activo	C3	C2+H2	679,650	679,650	679,650
Cota del agua en el filtro	C5	C4+H4	680,850	680,850	680,850
Cota de conexión de filtros	C6	C5+0,5	681,350	681,350	681,350

2.- CONEXIÓN POST-OZONIZACIÓN A FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE AFINO: BOMBEO INTERMEDIO-POSTOZONIZACIÓN-FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Cota de agua en el filtro	C	m	680,850
2.1.- VERTEDERO DE ENTRADA A FILTRO DE CARBÓN ACTIVO			
Tipo de vertedero	Pared delgada sin contracción lateral		
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q'	m ³ /h	720
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	0,200
Longitud de vertedero	L	m	0,800
Altura de pala	P	m	1,110
Tanqueando en la fórmula de Rehbock con: deducimos altura de agua sobre vertedero	h'	m	0,263
Coefficiente de desagüe	μ	Rehbock	0,418
Calado del depósito	H	P+h	1,373
Cota de la cresta del vertedero	C1	C+G	681,000
Cota de solera de la arqueta	C2	C1-P	679,890
Cota de agua en la arqueta	C'	C1+h	681,263
2.2.- CANAL DE REPARTO A FILTROS DE CARBÓN ACTIVO (TRAMO CAUDAL DECRECIENTE)			
Cota aguas arriba de compuerta de aislamiento de filtros	C	m	681,263
* Canal de conexión Caudal de diseño	Q'	m ³ /h	2,160
Caudal de diseño	Q	m ³ /s	0,600
Anchura de canal	B	m	1,000
Altura crítica	hc	(Q ² /g) ^{1/3}	0,332
Altura de agua en el canal	ha	m	1,373
Comprobación de altura de agua en el canal			ok
Sección mojada	S	m ²	1,373
Velocidad en el canal	V	m/s	0,437
Radio hidráulico	Rh	m	0,367
Coefficiente Ks	Ks		75
Pérdida de carga s/Manning	I	(V/Ks/Rh) ⁴ (2/3)	0,013%
Longitud del canal	L	m	24,0
Longitud corregida por caudal creciente	L'	m	8,0
Pérdida de carga en el canal	h1	m	0,001
Cota al comienzo de canal (zona caudal decreciente)	C'	C+h1	681,264
Cota de solera de canal	C''	C-ha	679,890
2.3.- CANAL DE REPARTO A FILTROS DE CARBÓN ACTIVO (TRAMO CAUDAL CONSTANTE)			
Cota al comienzo de canal (zona caudal decreciente)	C	m	681,264
* Canal de conexión Caudal de diseño	Q'	m ³ /h	2,160
Caudal de diseño	Q	m ³ /s	0,600
Anchura de canal	B	m	1,000
Altura crítica	hc	m	0,332
Altura de agua en el canal	ha	m	1,374
Comprobación de altura de agua en el canal			ok
Sección mojada	S	m ²	1,374
Velocidad en el canal	V	m/s	0,437
Radio hidráulico	Rh	m	0,367
Coefficiente Ks	Ks		75
Pérdida de carga s/Manning	I	(V/Ks/Rh) ⁴ (2/3)	0,013%
Longitud del canal	L	m	18,0
Pérdida de carga en el canal	h1	m	0,002
Cambios de dirección a 90º	n	vd	1,000
Pérdidas en cambios de dirección	h2	2V ² /2g	0,019
Pérdida de carga total	ht	h1+h2	0,022
Cota al comienzo del canal de reparto filtros (zona caudal constante)	C'	C+h1+h2	681,286
Cota de solera de canal	C''	C-ha	679,890
Check			ok
2.4.- PASO POR ORIFICIO SUMERGIDO EN CANAL SALIDA POST-OZONIZACIÓN			
Cota al comienzo de canal de reparto filtros (zona caudal constante)	C	m	681,286
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q'	m ³ /h	3,600
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	1,000
Dimensiones del orificio			
Altura	L	m	1,400
Anchura	W	m	1,500
Sección de paso	S	LxW	2,100

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE AFINO: BOMBEO INTERMEDIO-POSTOZONIZACIÓN-FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Velocidad de paso	V	Q/S	m/s	0,476
Pérdida de carga en orificio	h	$(V/0,62)^2/(2g)$	m	0,030
Cota aguas arriba orificio sumergido	C	C+h	m	681,316
Cota de solera canal de salida post-ozonización				675,100

2.5.- CANAL DE SALIDA POST-OZONIZACIÓN (TRAMO CAUDAL DECRECIENTE)

Cota aguas arriba de orificio de salida en canal salida post-ozonización	C		m	681,316
--	---	--	---	---------

*** Canal de conexión**

Caudal de diseño	Q		m ³ /h	3,600
Caudal de diseño	Q	Q/3600	m ³ /s	1,000
Anchura de canal	B		m	1,500
Altura crítica	h _c	$(Q^2/B^3/g)^{1/3}$	m	0,357
Altura de agua en el canal	h _a		m	5,638
Comprobación de altura de agua en el canal				>
Sección mojada	S		m ²	8,457
Velocidad en el canal	V		m/s	0,118
Radio hidráulico	R _h		m	0,662
Coefficiente Ks	Ks			75
Pérdida de carga s/Manning	l	$(V/Ks/Rh)^2(2/3)l$		0,000%
Longitud del canal	L		m	6,8
Longitud corregida por caudal creciente	L'	L/2	m	2,3
Pérdida de carga en el canal	h _L	L' * l	m	0,000

Cota al comienzo de canal (zona caudal decreciente)	C	C+h	m	681,316
Cota de solera de canal	C'	C+h _a	m	674,100

3.- CÁMARAS DE POST-OZONIZACIÓN

3.1.- POST-OZONIZACIÓN

Cota de agua al principio de la tubería de salida de post-ozonización	C		m	681,316
Cota de solera de canal de salida de post-ozonización	C'		m	674,100

*** Paso por orificio sumergido (compuertas de aislamiento línea)**

Caudal de diseño (m ³ /h)	Q		m ³ /h	1,800
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q/3600	m ³ /s	0,500
Dimensiones del orificio				
Altura	L		m	1,000
Anchura	W		m	1,000
Sección de paso	S	LxW	m ²	1,000
Velocidad de paso	V	Q/S	m/s	0,500
Pérdida de carga en orificio	h	$(V/0,62)^2/(2g)$	m	0,033

Cota aguas arriba de compuerta de aislamiento línea	C	C+h	m	681,349
Cota de solera de las cámaras de post-ozonización				675,700

*** Vertedero de salida de post-ozonización**

Tipo de vertedero		Pared delgada sin contracción lateral		
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q		m ³ /h	1,800
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q/3600	m ³ /s	0,500
Longitud de vertedero	L		m	3,200
Altura de pala	P		m	5,800
Tanteando en la fórmula de Rehbock con:	h'		m	0,195
deducimos altura de agua sobre vertedero	h	$(Q/\mu(2g)^{0,5})^2(2/3)$	m	0,195
Coefficiente de desague	μ	Rehbock		0,408
Calado del depósito	H	P+h	m	5,995

Cota de la cresta del vertedero	C1	C+G	m	681,500
Cota de solera de la arqueta	C2	C1-P	m	675,700
Cota de agua en la arqueta	C	C1+h	m	681,695

Comprobación desgasificación salida ozonización

Cota del agua aguas arriba del vertedero de salida de postozonización	C		m	681,695
Cota del agua aguas abajo del vertedero de salida de postozonización	C		m	681,349
Comprobación desgasificación				>

*** Paso por orificio sumergido nº 2 (deflector)**

Caudal de diseño (m ³ /h)	Q		m ³ /h	1,800
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q/3600	m ³ /s	0,500
Dimensiones del orificio				
Altura	l		m	0,700

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE AFINO: BOMBEO INTERMEDIO-POSTOZONIZACIÓN-FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Caudal de diseño (m ³ /h)	Q		m ³ /h	1,800
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q/3600	m ³ /s	0,500
Dimensiones del orificio				
Altura	l		m	1,000
Anchura	W		m	1,000
Sección de paso	S	LxW	m ²	1,000
Velocidad de paso	V	Q/S	m/s	0,500
Pérdida de carga en orificio	h	$(V/0,62)^2/(2g)$	m	0,033

Cota de agua en canal de reparto a post-ozonización	C	C+h	m	681,776
Cota de solera del canal de reparto a post-ozonización	C'		m	675,100

3.3.- COMPUERTA DE ENTRADA CANAL DE REPARTO POST-OZONIZACIÓN

Cota de agua en canal de reparto a post-ozonización	C		m	681,776
---	---	--	---	---------

*** Orificio sumergido**

Tipo de compuerta				mural
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q		m ³ /h	3,600
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q/3600	m ³ /s	1,000
Dimensiones del orificio				
Altura	L		m	1,200
Anchura	W		m	1,200
Sección de paso	S	LxW	m ²	1,440
Velocidad de paso	V	Q/S	m/s	0,694
Pérdida de carga en orificio	h	$(V/0,62)^2/(2g)$	m	0,064

Cota de agua al final del canal de reparto a post-ozonización	C	C+h	m	681,840
Cota de solera del canal de reparto a post-ozonización	C'		m	675,100

4.- BOMBEO INTERMEDIO

Cota de agua al comienzo del canal de reparto a postozonización	C		m	681,840
Cota de solera del canal de reparto a postozonización	C'		m	675,700

4.1.- VERTEDERO INDIVIDUAL DE CADA BOMBA

*** Vertedero de salida bombas de 1200 m³/h**

Tipo de vertedero		Pared delgada sin contracción lateral		
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q		m ³ /h	1,200
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q/3600	m ³ /s	0,333
Longitud de vertedero	L		m	2,450
Altura de pala	P		m	0,500
Guarda aguas abajo del vertedero	G		m	0,150
Tanteando en la fórmula de Rehbock con:	h'		m	0,170
deducimos altura de agua sobre vertedero	h	$(Q/\mu(2g)^{0,5})^2(2/3)$	m	0,173
Coefficiente de desague	μ	Rehbock		0,425
Calado del depósito	H	P+h	m	0,673

Cota de la cresta del vertedero	C1	C+G	m	682,000
Cota de solera de la arqueta	C2	C1-P	m	681,500
Cota de agua en la arqueta	C	C1+h	m	682,173

*** Vertedero de salida bombas de 450 m³/h**

Tipo de vertedero		Pared delgada sin contracción lateral		
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q		m ³ /h	450
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q/3600	m ³ /s	0,125
Longitud de vertedero	L		m	2,450
Altura de pala	P		m	0,500
Guarda aguas abajo del vertedero	G		m	0,150
Tanteando en la fórmula de Rehbock con:	h'		m	0,091
deducimos altura de agua sobre vertedero	h	$(Q/\mu(2g)^{0,5})^2(2/3)$	m	0,091
Coefficiente de desague	μ	Rehbock		0,420
Calado del depósito	H	P+h	m	0,591

Cota de la cresta del vertedero	C1	C+G	m	682,000
Cota de solera de la arqueta	C2	C1-P	m	681,500
Cota de agua en la arqueta	C	C1+h	m	682,091

4.2.- PÉRDIDAS EN LAS TUBERÍAS INDEPENDIENTES DE CADA BOMBA

*** Impulsión bombas de 1200 m³/h: Tubería DN 600**

Tubería de impulsión de cada bomba				
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q		m ³ /h	1,200
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	Q x n	m ³ /s	0,333

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE AFINO: BOMBEO INTERMEDIO-POSTOZONIZACIÓN-FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Díametro (mm)	φ	mm	600	
Díametro (m)	φ	m	0,600	
Material:			Acero inox	
Rugosidad	e	mm	0,3	
Velocidad a caudal de diseño	V	m/s	1,18	
Viscosidad a 15 ° (10 ⁻⁵)	v	m ² /s	1,14	
Nº Reynolds	Re		6,20E+05	
Factor de fricción s/lain	f		0,016	
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,017493	
Nº de entradas bruscas	n1	Ud.	0	
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	1	
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0	
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	0	
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	15,4	
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0	
Nº de codos a 90 °	n6	Ud.	0	
Nº de codos a 45°	n7	Ud.	0	
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	m	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	m	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	8,250	
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	m	8,250
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5.v ² /2g	m	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v ² /2g	m	0,071
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² .10	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 90°	h4	0.45.V2/(2g).n6	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 45°	h5	0.35.V2/(2g).n7	m	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	k(L/f).v ² /(2g)	m	0,017
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6	m	0,088

* Impulsión bombas de 450 m³/h: Tubería DN 300

Tubería de impulsión de cada bomba				
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	450	
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	0,125	
Díametro (mm)	φ	mm	300	
Díametro (m)	φ	m	0,300	
Material:			Acero inox	
Rugosidad	e	mm	0,3	
Velocidad a caudal de diseño	V	m/s	1,77	
Viscosidad a 15 ° (10 ⁻⁵)	v	m ² /s	1,14	
Nº Reynolds	Re		4,65E+05	
Factor de fricción s/lain	f		0,015	
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,0202788	
Nº de entradas bruscas	n1	Ud.	0	
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	1	
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0	
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	0	
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	25,5	
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0	
Nº de codos a 90 °	n6	Ud.	1	
Nº de codos a 45°	n7	Ud.	0	
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	m	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	m	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	8,000	
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	m	8,000
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5.v ² /2g	m	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v ² /2g	m	0,160
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² .10	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 90°	h4	0.45.V2/(2g).n6	m	0,072
Pérdida de carga en codos a 45°	h5	0.35.V2/(2g).n7	m	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	k(L/f).v ² /(2g)	m	0,086
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6	m	0,318

Cono de ampliación DN 200/DN 300 en colector de impulsión

Caudal	Q	m ³ /h	450	
Díametro antes de la ampliación	φ1	mm	200	
Díametro después de la ampliación	φ2	mm	300	
Velocidad en el diámetro inferior	v1	4.Q/π.φ1 ²	m/s	3,98
Relación entre diámetros	rd	φ1/φ2	0,67	
Ángulo del cono (doble del semiángulo) (menor de 45°)	alfa		11,31	
Factor de fricción s/cameron	k	2.5.sen(alfa/2).(1-rd) ²	0,079	
Pérdida en el cono de expansión	li	k.V ² /2g	0,064	

Codo 90° tubería DN 200

Tubería de impulsión de cada bomba

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE AFINO: BOMBEO INTERMEDIO-POSTOZONIZACIÓN-FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	450	
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	0,125	
Díametro (mm)	φ	mm	200	
Díametro (m)	φ	m	0,200	
Material:			Acero inox	
Velocidad a caudal de diseño	V	m/s	3,98	
Nº de codos a 90 °	n6	Ud.	1	
Pérdida de carga en codos a 90°	h4	0.45.V2/(2g).n6	m	0,363
Pérdida de carga en codo a 90°			m	0,363

Pérdida de carga total 0,745

Pérdidas en la impulsión de bombas de 1200 m³/h 0,088
Pérdidas en la impulsión de bombas de 450 m³/h 0,745

4.3.- TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN BOMBEO INTERMEDIO (LÁMINA LIBRE-SECCIÓN DE CONTROL A LA SALIDA)

Cota de rasante tubería φ 1200 mm C m 675,900

* Tubería de conexión				
Caudal de diseño	Q	m ³ /h	3.600	
Caudal de diseño	Q	m ³ /s	1,000	
Díametro tubería	φ	m	1,200	
Altura crítica	hc	m	0,541	
Altura de agua en el canal	ha	m	0,800	
Comprobación de altura de agua en el canal			ok	
Ángulo lámina de agua respecto eje	α	radianes	1,911	
Sección mojada	S	m ²	0,801	
Perímetro mojado	Pm	m	2,293	
Superficie libre	T	m ²	1,131	
Velocidad en el canal	V	m/s	1,248	
Velocidad crítica canal	V critica	m/s	2,634	
Radio hidráulico	Rh	m	0,349	
Coefficiente Ks	Ks		90	
Pérdida de carga s/Manning	J	(V/Ks/Rh) ² (2/3) ²	0,00078	
Longitud del canal	L	m	103,0	
Pérdida de carga en el canal	h1	L.J	m	0,081
Cambios de dirección a 90°	n	ud	3,000	
Pérdidas en cambios de dirección	h2	0.45.V ² /2g	m	0,107
Pérdida de carga total	ht	h1+h2	m	0,188

Cota de agua al final tubería de alimentación bombeo intermedio C C+hc m 676,700
Cota de agua al inicio tubería de alimentación bombeo intermedio C' C'+ht1+ht2 m 676,888
Check m ck

4.4.- COMPUERTA DE SALIDA CANAL SALIDA AGUA FILTRADA (FILTROS DE ARENA)

Cota del agua en el inicio tubería de alimentación bombeo intermedio C m 676,888

* Orificio sumergido				
Tipo de compuerta			moral	
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	3.600	
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	1,000	
Dimensiones del orificio				
Díametro	φ	m	1,200	
Anchura	W	m		
Sección de paso	S	π.φ ² /4	m ²	1,131
Velocidad de paso	V	Q/S	m/s	0,884
Pérdida de carga en orificio	h	(V/0,62) ² /(2g)	m	0,104

Cota de agua en canal de salida filtros de arena C C+h m 676,992
Cota de solera del canal de salida filtros de arena C' m 675,340
Cota de rasante en inicio tubería de alimentación bombeo intermedio C' m 676,000
Cota coronación vertedero a canal de salida filtros de arena C m 677,290

4.5.- PASO POR PANTALLA DEFLECTORA (POR ABAJO Y POR ARRIBA)

Se calcula el reparto de caudales para igualar pérdida de carga en el paso por pantalla

Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	3.600
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	1,000

Hueco sumergido

Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	1.680
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	0,467
Dimensiones del orificio			

LÍNEA PIEZOMÉTRICA TRATAMIENTO DE AFINO: BOMBEO INTERMEDIO-POSTOZONIZACIÓN-FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Altura	L	m	0,500
Anchura	W	m	15,000
Sección de paso	S	LxW	7,500
Velocidad de paso	V	Q/S	0,062
Pérdida de carga en orificio	h	$(V/0,62)^2/(2g)$	0,001
Vertedero sumergido			
Calado del depósito (aguas arriba del vertedero)	H2	m	2,612
Diferencia entre cotas de soleras (ag. Arriba ag. Abajo)	h3	m	0,000
* Tipo de vertedero		Sumergido rectangular	
Caudal de diseño	Q	m ³ /h	1,920
Caudal de diseño	Q	Q/3600	0,533
Longitud de vertedero	l	m	16,700
Carga de agua aguas arriba del vertedero	h1	m	0,250
Comprobación de que h1 es mayor del mínimo			OK
Altura de pala	p	m	3,45
Comprobación de que las pala real y auxiliar coinciden			OK
Altura de pala (valor auxiliar)	p1	m	3,45
Coefficiente de desagüe	μ	s/Rehbock	0,410
Caudal en caso de descarga libre	Q1	$\mu \cdot L \cdot h_1^{3/2} (2g \cdot h_1)^{1/2}$	3,787
Carga de agua aguas abajo del vertedero	h2	m	0,249
Pérdida de carga en vertedero	h	h1-h2	0,001
Comprobación igualdad de pérdidas de carga			
Cota de solera aguas arriba de la pantalla deflectora	C1	C-H2	m
Cota de solera aguas abajo de la pantalla deflectora	C2	C1+h3	m
Cota de la cresta de la pantalla deflectora	C3	C-H2	m
Cota del agua aguas abajo de la pantalla deflectora	C	C+h	m
4.6.- BOMBEO INTERMEDIO			
Cálculo de la cota de bombeo			
Cota de agua en pozo de bombeo	C		676,699
Grupos de bombeo de 1200 m³/h			
Cota del agua en la arqueta de descarga de cada bomba	C		682,173
Altura geométrica	Hg	Hg=C-C	m
Pérdidas en la impulsión	ht	ht	m
Altura manométrica requerida	Hm	Hm=Hg+ht	m
Coefficiente de seguridad	Cs		1,08
Altura adoptada para grupos de bombeo de 1200 m ³ /h	Hman	m c.a.	6,000
Grupos de bombeo de 450 m³/h			
Cota del agua en la arqueta de descarga de cada bomba	C		682,091
Altura geométrica	Hg	Hg=C-C	m
Pérdidas en la impulsión	ht	ht	m
Altura manométrica requerida	Hm	Hm=Hg+ht	m
Coefficiente de seguridad	Cs		1,06
Altura adoptada para grupos de bombeo de 450 m ³ /h	Hman	m c.a.	6,500

3. ALIVIADERO LÍNEA DE AFINO

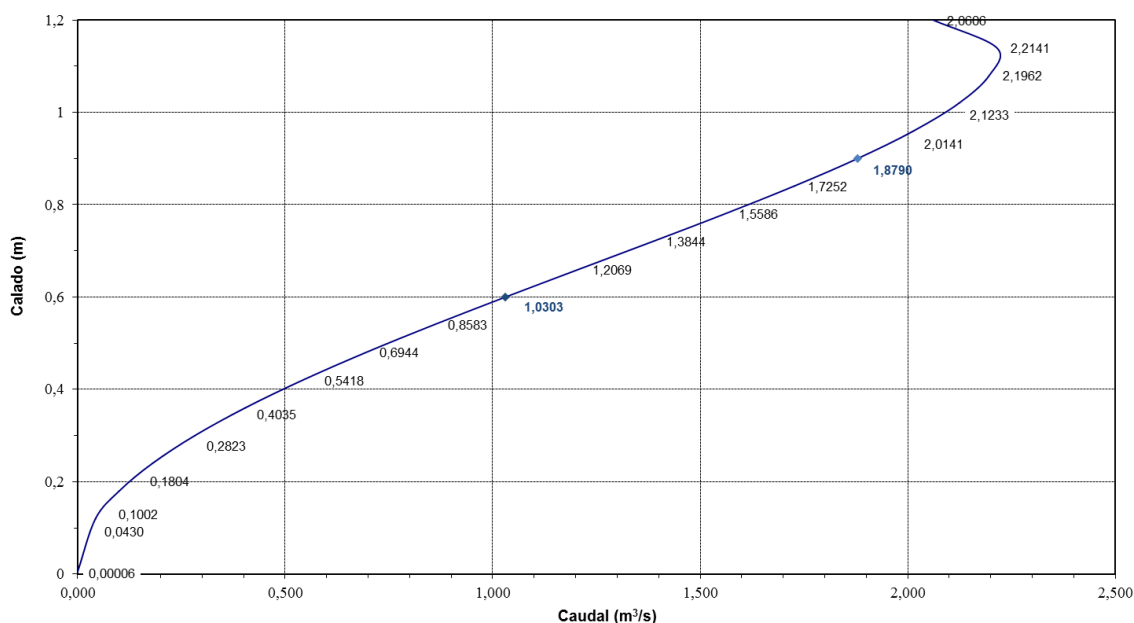
El **depósito de bombeo intermedio** dispone de un aliviadero circular de DN 1200 mm, con una cota de rasante a 677,20 m.s.n.m., 50 cm por encima del nivel de explotación normal en aspiración. Este aliviadero vierte en una tubería de DN 1200 mm que tiene una cota de rasante a 675,90 m.s.n.m. en su tramo inicial y que conecta con la tubería de salida de filtros de carbón activo granular. El calado crítico que se produce en el aliviadero circular para el caudal de diseño de 1,00 m³/s es de 0,541 m, lo que da lugar a un nivel de agua extraordinario a cota 677,741 m.s.n.m.

Las **cámaras de post-ozonización** no disponen de un aliviadero específico. En caso de cierre de la línea de post-ozonización las cadenas de bombeo que no están en funcionamiento actúan de aliviadero al no disponer de válvulas de retención y el medidor de nivel-alarma en el canal de salida del bombeo dará la orden de parada de los grupos en funcionamiento.

En el **canal de entrada a filtros de carbón activo granular** se dispone de un aliviadero de 6,60 m de longitud con un umbral a cota 681,50 m.s.n.m., 23 cm por encima del nivel de agua. Este aliviadero vierte a la tubería de DN1200 mm que tiene una cota de rasante a 675,90 m.s.n.m. y que recoge los alivios del depósito de bombeo intermedio. La altura de agua que se consigue en el aliviadero para el caudal de diseño de 1,00 m³/s es de 0,19 m, lo que da lugar a un nivel de agua extraordinario a cota 681,69 m.s.n.m.

El colector que recoge los caudales de los aliviaderos del bombeo intermedio y filtros de carbón activo es una tubería de acero DN1200 mm, cota de rasante a 676,90 m.s.n.m. y para transportar un caudal de 1,00 m³/s con gradiente hidráulico de 2‰ y número de Manning de 0,011 se obtiene un calado en régimen uniforme de 0,60 m.

Curva de capacidad sección circular DN 1200 mm, i=0,2%,n=0,011

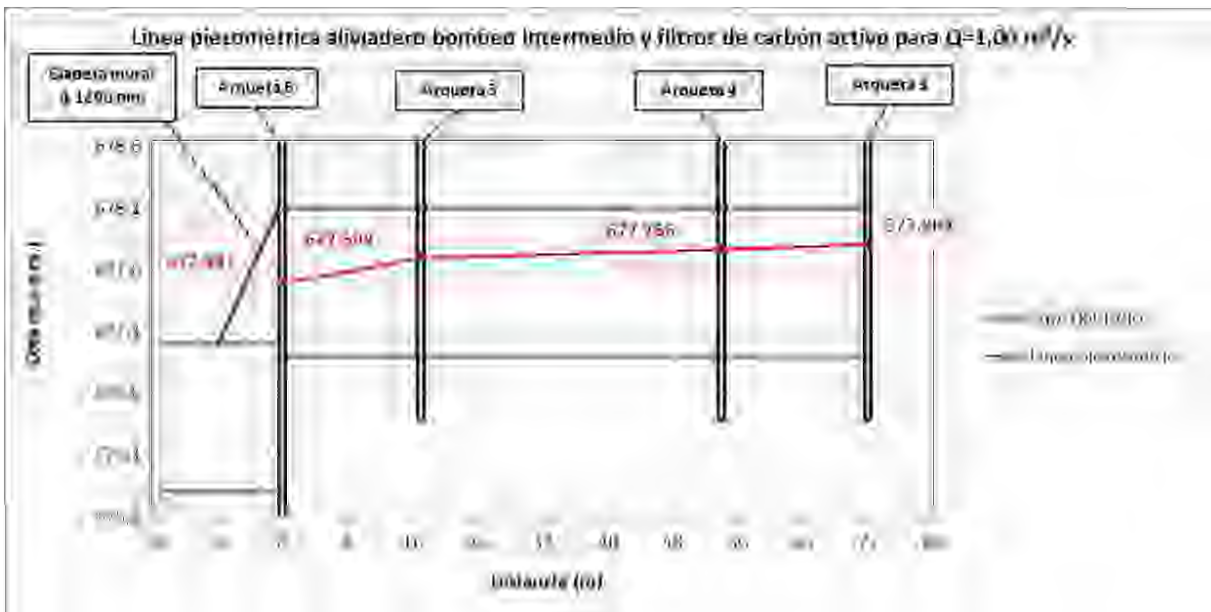


El colector para el alivio de caudales del bombeo intermedio y filtros de carbón activo tiene unas pérdidas de carga lineales igual al gradiente hidráulico y unas pérdidas de carga localizadas en la arqueta 5 donde hay un cambio de alineación de 90°. Entre la arqueta 3 y 6 se tiene una pérdida de carga total de 0,313 m y una lámina de agua en la arqueta 3 a 677,804 m.s.n.m.

$$\Delta h \text{ totales} = \Delta h \text{ lineales} + \Delta h \text{ localizadas} = 0,002 \times L + 1,00 \times \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0,002 \times 72 + 1,00 \times \frac{1,82^2}{2 \cdot g}$$

$$\Delta h \text{ totales} = 0,144 + 0,169 = 0,313 \text{ m}$$

Cota de agua en arqueta 3 = 677,491 + 0,313 = 677,804 m.s.n.m.



La pérdida de carga que se produce en la tubería de alimentación del bombeo intermedio para un caudal de 1,00 m³/s tiene un valor de 0,293 m (676,992-676,699) lo que da lugar a una cota de agua en el canal de salida de filtros de 678,097 m.s.n.m., cota superior al umbral del vertedero de salida de los filtros de arena a cota 677,29 m.s.n.m.

Cuando se produzca el alivio en el depósito de regulación del bombeo intermedio, los aliviaderos de salida de los filtros de arena funcionan de forma sumergida.

4. GRUPOS DE BOMBEO

4.1 BOMBEO INTERMEDIO

La línea de afino tras los filtros de arena requiere de la instalación de un bombeo para elevar la línea piezométrica de la planta tratamiento, hasta unos vertederos con una cresta a cota 682,00 m.

En la actualidad la planta trata un caudal de 500 l/s, un 50% del caudal de diseño de la línea de afino. Se han seleccionado dos tamaños de grupo de bombeo para garantizar una elevación de caudales entre 80 l/s (288 m³/h) y 1000 l/s (3600 m³/h) cuyos puntos nominales de funcionamiento son los siguientes:

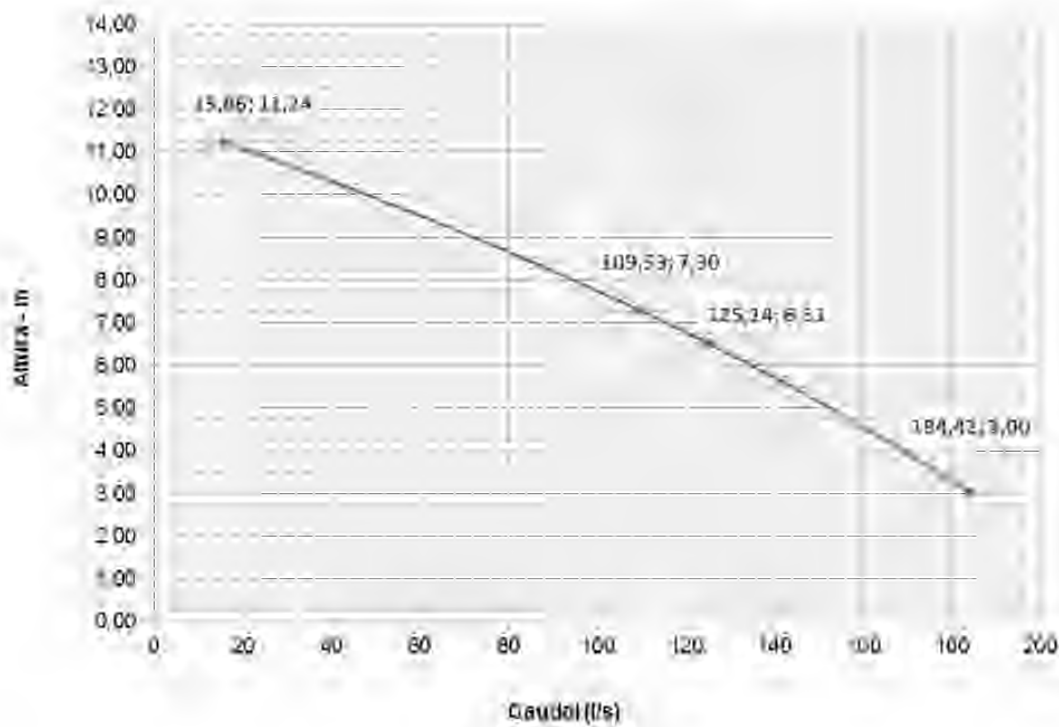
- 1) Bomba sumergible con instalación fija en pedestal, impulsor contrablock de 2 álabes, motor eléctrico de 14 kW y punto nominal de funcionamiento de 450 m³/h a una altura de 6,50 m.c.a. Como base de ensayo de los grupos de bombeo se seguirá la norma ISO 9906 GRADO 1 y se admitirán tolerancias negativas en la medición del rendimiento de hasta -3% (Gr 1B).
- 2) Bomba sumergible de flujo mixto con instalación fija entubada, motor eléctrico de 37 kW y punto nominal de funcionamiento de 1200 m³/h a una altura de 6,00 m.c.a. Como base de ensayo de los grupos de bombeo se seguirá la norma ISO 9906 GRADO 1 y no se admitirán tolerancias en la medición del rendimiento (Gr 1E).

En los siguientes gráficos y figuras se muestran la curva característica caudal-altura de las bombas así como las curvas de NPSH requerido, rendimiento hidráulico, rendimiento total, potencia en el eje y potencia absorbida. Los grupos de bombeo están accionados por variador de frecuencia para elevar el caudal de funcionamiento de la planta de tratamiento.

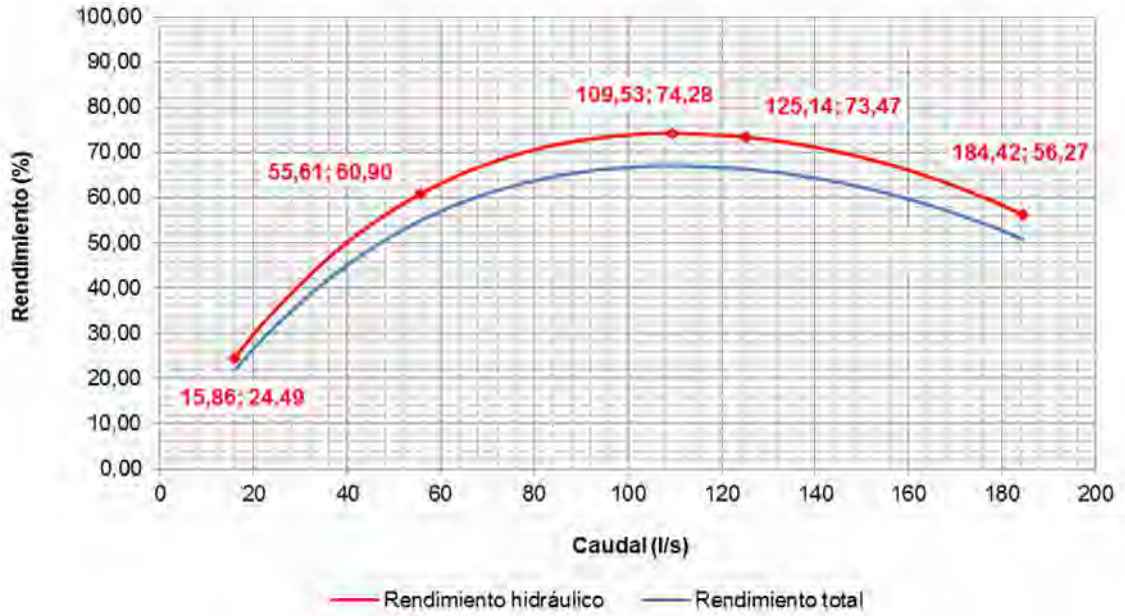
Grupo de bombeo 450 m ³ /h a 6,50 m (Grado 1B)							
Caudal (m ³ /h)	Caudal (l/s)	Altura de impulsión (m)	NPSHr (m)	η hidráulico (%)	η total (%)	P2 (kW)	P1 (kW)
57,1	15,86	11,240	0,958	24,49	21,87	6,74	7,54
80,8	22,44	10,990	1,070	32,75	29,33	7,12	7,95
120,3	33,42	10,570	1,262	44,37	39,87	7,72	8,60
159,8	44,39	10,140	1,442	53,61	48,27	8,29	9,21
200,2	55,61	9,692	1,616	60,90	54,93	8,82	9,78
239,7	66,58	9,238	1,793	66,24	59,79	9,29	10,29
280,1	77,81	8,757	2,008	70,11	63,32	9,70	10,74
319,7	88,81	8,269	2,272	72,57	65,56	10,05	11,12
358,3	99,53	7,774	2,599	73,90	66,76	10,32	11,42
394,3	109,53	7,295	2,972	74,28	67,12	10,51	11,64
440,0	122,22	6,661	3,545	73,74	66,64	10,68	11,82
450,5	125,14	6,510	3,694	73,47	66,39	10,71	11,85
480,4	133,44	6,072	4,196	72,39	65,43	10,75	11,89
519,9	144,42	5,468	4,821	70,33	63,57	10,75	11,89
560,3	155,64	4,820	5,619	67,46	60,97	10,67	11,81
599,8	166,61	4,155	6,549	63,88	57,72	10,54	11,66

Grupo de bombeo 450 m ³ /h a 6,50 m (Grado 1B)							
Caudal (m ³ /h)	Caudal (l/s)	Altura de impulsión (m)	NPSHr (m)	η hidráulico (%)	η total (%)	P2 (kW)	P1 (kW)
640,2	177,83	3,439	7,736	59,36	53,63	10,33	11,43
663,9	184,42	3,002	8,600	56,27	50,84	10,18	11,27

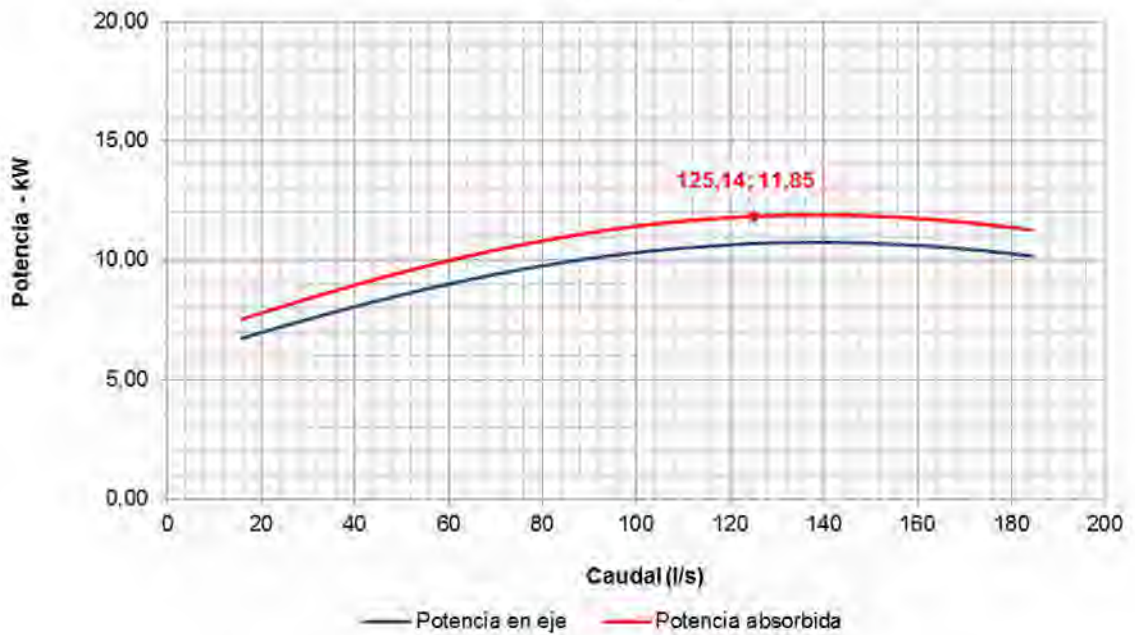
Curva característica grupo de bombeo 450 m³/h a H=6.50 m (Grado 1B)



Rendimiento (%) grupo de bombeo 450 m³/h a H=6.50 m (Grado 1B)



Potencia en eje y absorbida (kW) grupo de bombeo 450 m³/h a H=6.50 m (Grado 1B)



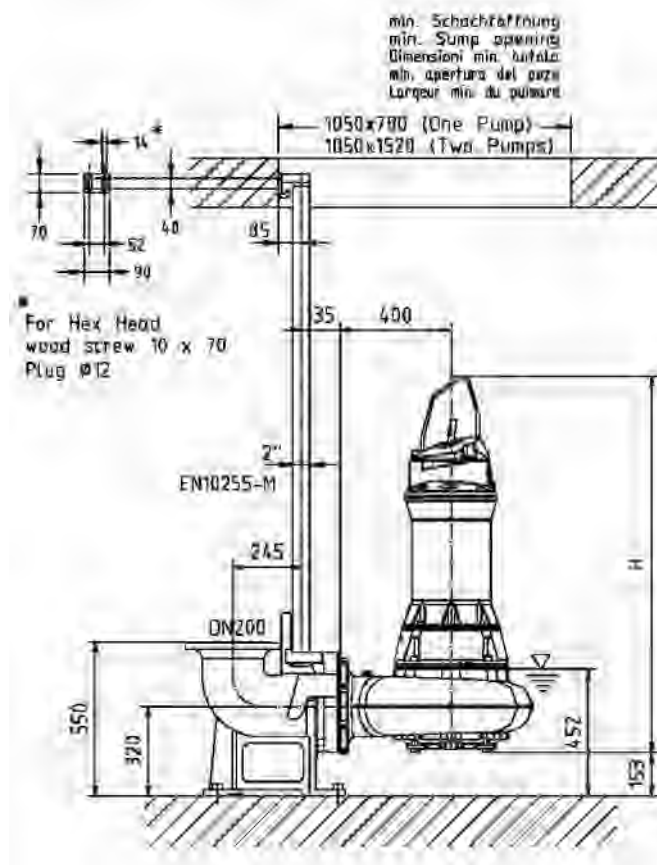
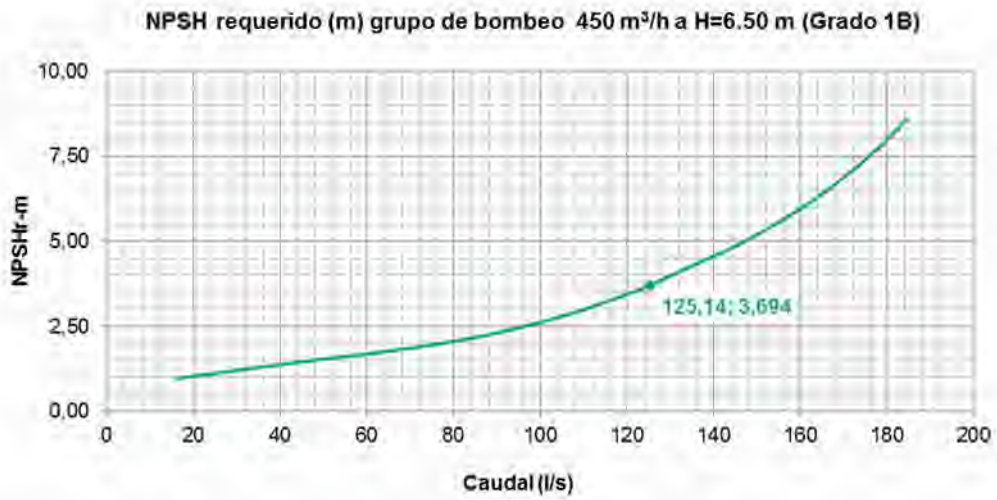
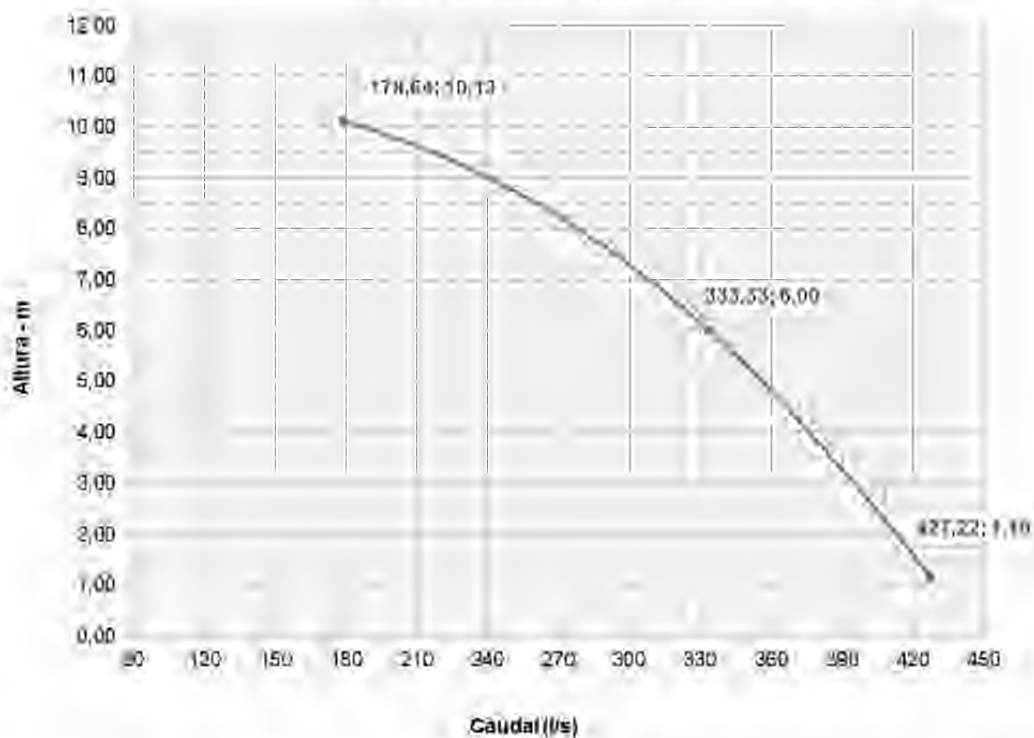


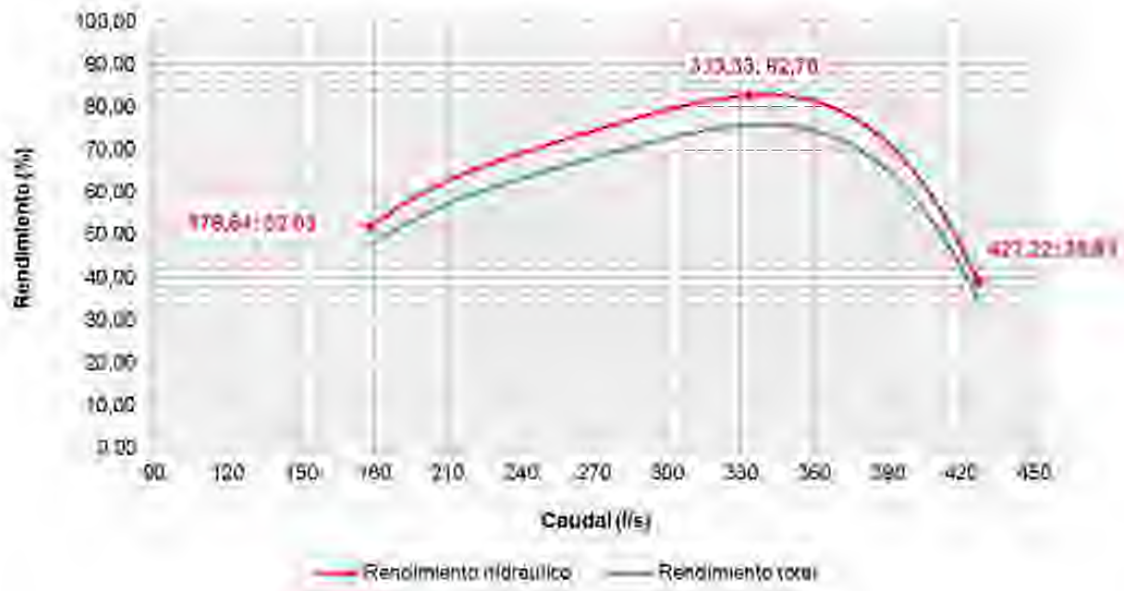
Figura 1. Bomba sumergible con pedestal. H=1348 mm, Peso=464 kg y motor de 14 kW

Grupo de bombeo 1200 m ³ /h a 6,00 m (Grado 1E)							
Caudal (m ³ /h)	Caudal (l/s)	Altura de impulsión (m)	NPSHr (m)	η hidráulico (%)	η total (%)	P2 (kW)	P1 (kW)
643,1	178,64	10,130	3,858	52,03	47,55	34,08	37,30
700,1	194,47	9,890	3,861	58,14	53,15	32,42	35,46
761,8	211,61	9,597	3,855	63,06	57,68	31,56	34,50
799,7	222,14	9,395	3,848	65,52	59,94	31,22	34,12
849,6	236,00	9,104	3,837	68,35	62,55	30,81	33,66
899,4	249,83	8,780	3,826	70,92	64,91	30,31	33,11
961,1	266,97	8,328	3,816	73,95	67,69	29,46	32,19
1001,0	278,06	8,001	3,813	75,87	69,46	28,74	31,39
1051,0	291,94	7,561	3,816	78,14	71,54	27,68	30,24
1101,0	305,83	7,079	3,828	80,19	73,43	26,46	28,89
1149,0	319,17	6,581	3,851	81,76	74,86	25,18	27,50
1200,0	333,33	6,000	3,889	82,78	75,78	23,68	25,86
1251,0	347,50	5,383	3,945	82,73	75,70	22,16	24,22
1301,0	361,39	4,735	4,018	81,26	74,30	20,64	22,57
1350,0	375,00	4,049	4,113	77,91	71,12	19,10	20,92
1400,0	388,89	3,328	4,233	72,16	65,72	17,58	19,30
1450,0	402,78	2,573	4,379	63,45	57,55	16,01	17,65
1500,0	416,67	1,789	4,555	51,16	46,09	14,28	15,85
1538,0	427,22	1,175	4,701	38,99	34,78	12,62	14,14

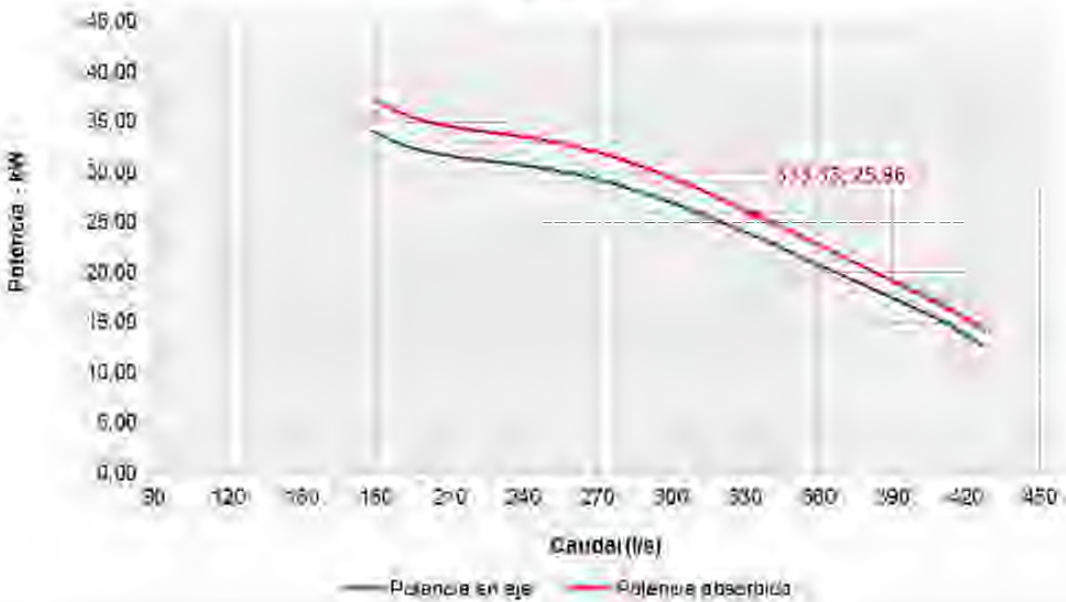
Curva característica grupo de bombeo 1200 m³/h a H=6,00 m (Grado 1E)



Rendimiento (%) grupo de bombeo 1200 m³/h a H=6,00 m (Grado 1E)



Potencia en eje y absorbida (kW) grupo de bombeo 1200 m³/h a H=6,00 m (Grado 1E)



NPSH requerido (m) grupo de bombeo 1200 m³/h a H=6,00 m (Grado 1E)

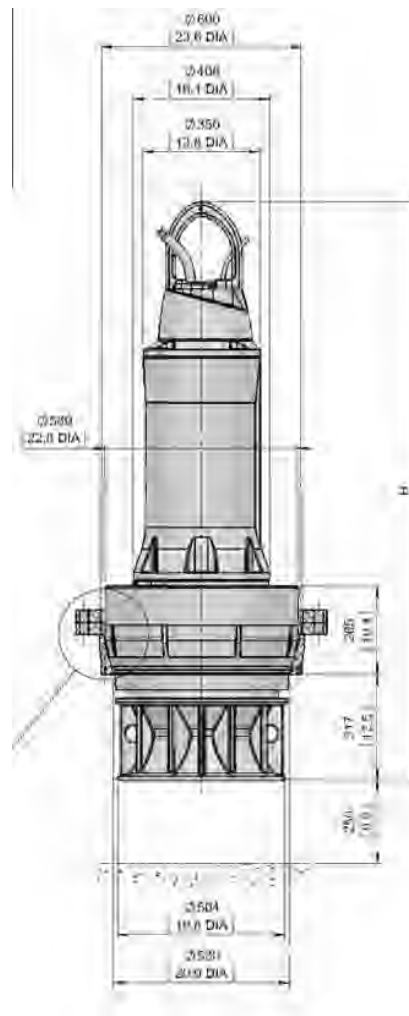
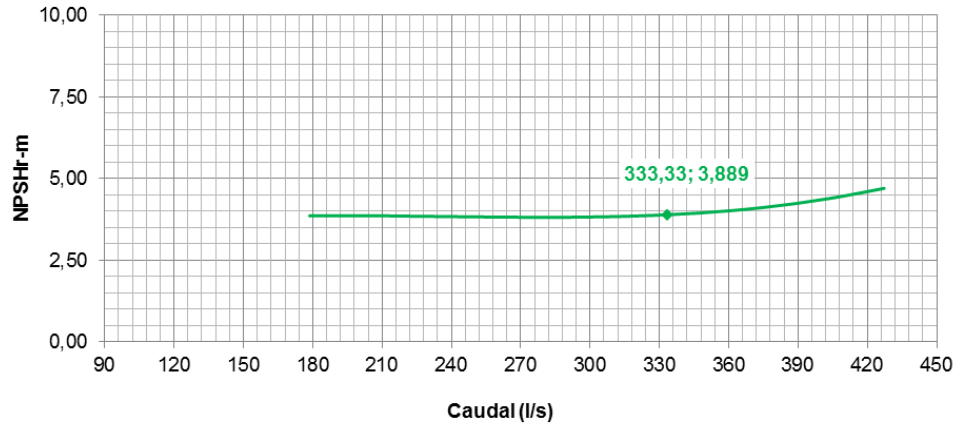


Figura 2. Bomba sumergible de flujo mixto con instalación fija entubada.
H=1736 mm, Peso=715 kg y potencia 37 kW

La cámara de aspiración del bombeo intermedio se diseña con un volumen útil de forma que se pueda regular el bombeo a caudal constante y nivel no muy variable (nivel de agua a cota 676,70 m.s.n.m.).

La estación de tratamiento de agua potable trata en la actualidad un caudal máximo de 500 l/s, lo que supone un 50 % del caudal de diseño de la planta. En primera fase se instalan 2 grupos de 450 m³/h a una altura de 6,50 m, (1+1R) uno de ellos en reserva, y tres grupos de 1200 m³/h a una altura de 6,00 m, (2+1R) uno de ellos en reserva.

Para el tratamiento de caudales mayores de 800 l/s se necesitará la instalación de 1 grupo más de 1200 m³/h a una altura de 6,00 m, para que puedan funcionar cuatro grupos, uno de ellos en reserva.

La cámara de aspiración tiene un volumen útil de 403.27 m³ y un tirante hidráulico útil de 2,95 m, entre la cota hidráulica de funcionamiento normal a 676,70 m y el nivel mínimo de agua que garantiza el NPSH requerido por la bomba sumergible de flujo mixto a cota 673,75 m.

Sección	Niveles de agua		Sección (m ²)	Volumen (m ³)
	Cota inferior (m)	Cota superior (m)		
1	673,75	675,50	128,1356	224,24
2	675,50	676,70	149,1878	179,03
				403,27

El volumen de regulación de la cámara de aspiración, que supone un tiempo de funcionamiento de unos 20 minutos de la bomba de mayor tamaño, la modulación de grupos adoptada y los variadores de frecuencia garantiza un funcionamiento continuo de los grupos de bombeo.

En los siguientes gráficos se indican los puntos de funcionamiento de los dos grupos motor-bomba seleccionados y que se han calculado como intersección de la curva característica del equipo de bombeo con el sistema resistente.

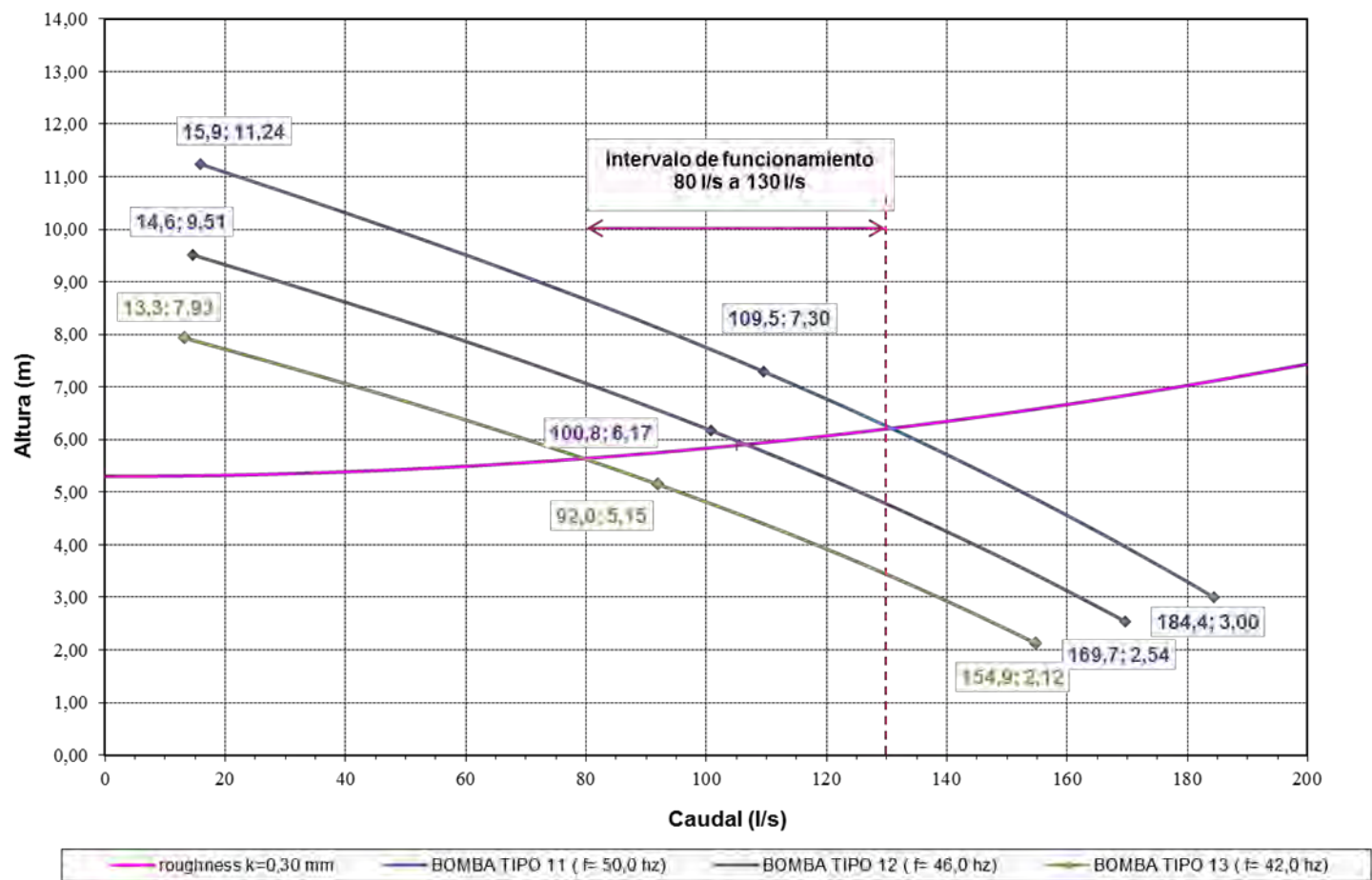
La altura geométrica de bombeo para un nivel de agua constante en la cámara de aspiración asciende a 5,30 m.

Altura geométrica de bombeo=Cota umbral aliviadero descarga-Cota agua en cámara de aspiración

Altura geométrica bombeo intermedio=682,00-676,699=5,301 m

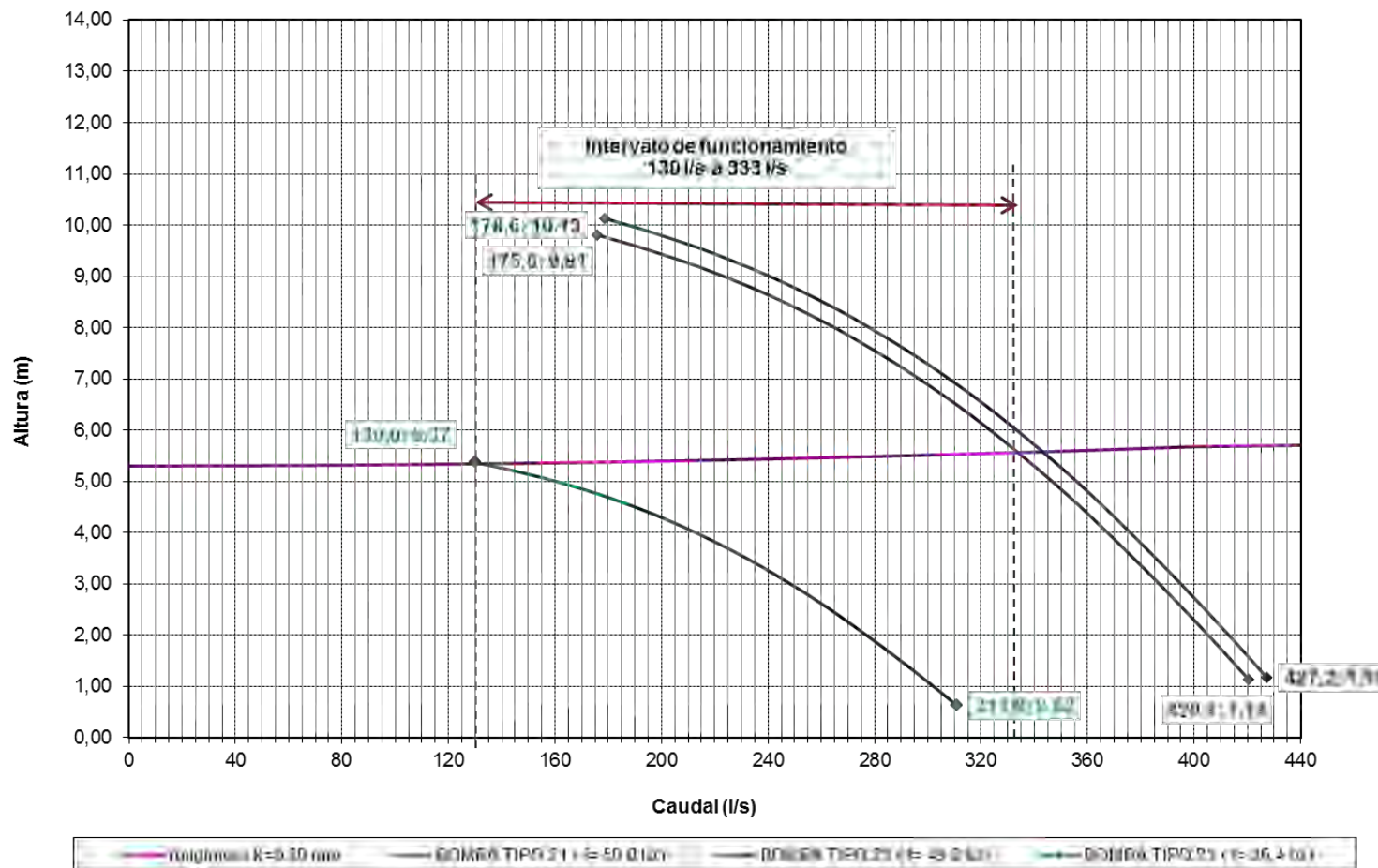


Puntos de funcionamiento bomba de 450 m³/h a 6,50 m
Bombeo intermedio E.T.A.P. de Griñón





Puntos de funcionamiento bomba 1200 m³/h a 6,00 m
Bombeo intermedio E.T.A.P. de Griñón



Los equipos de bombeo seleccionados permiten elevaciones de caudal entre 80 l/s y 1000 l/s. En primera fase se instalarán dos grupos de bombeo con un punto nominal de funcionamiento de 450 m³/h a 6,50 m y tres grupos de bombeo con un punto nominal de funcionamiento de 1200 m³/h a 6,00 m, todos ellos con variador de frecuencia electrónico. En una fase posterior se instalará un grupo adicional de 1200 m³/h para elevar el caudal de diseño de 1,00 m³/s.

Los grupos de bombeo que están activos y los intervalos de funcionamiento son los indicados en los siguientes cuadros:

Instalación	Bomba	Pto nominal de funcionamiento		Número de grupos
		Q unitario (m ³ /h)	Hm (m.c.a.)	
1ª Fase	B1	450 (125 l/s)	6,50	2
	B2	1200 (333,3 l/s)	6,00	3
2ª Fase	B1	450 (125 l/s)	6,50	2
	B2	1200 (333,3 l/s)	6,00	4

Intervalo de caudales	Grupos de bombeo	
	Activos	En reserva
80 l/s a 130 l/s	B1	80 l/s a 130 l/s
130 l/s a 333 l/s	B2	130 l/s a 333 l/s
333 l/s a 666 l/s	2B2	333 l/s a 666 l/s
666 l/s a 796 l/s	B1+2B2	666 l/s a 796 l/s
796 l/s a 1000 l/s	3B2	796 l/s a 1000 l/s

Para el caudal mínimo de tratamiento de la planta de 80 l/s (288 m³/h) se utilizará una de las bombas de 450 m³/h con variador de frecuencia. El caudal máximo de tratamiento de la planta cuando se utilizan recursos de la arteria de Guadarrama está en torno de 2.520 m³/h (700 l/s) por limitación hidráulica de transporte. Para la elevación de 700 l/s se utilizará una bomba de 450 m³/h y dos bombas de 1200 m³/h, lo que se consigue con las bombas instaladas en primera fase.

El **vaciado del depósito de bombeo** entre la cota de agua 676,70 m.s.n.m. y 673,00 m.s.n.m. (499,36 m³), se realizará con una bomba sumergible transportable para elevar una altura geométrica entre 1,30 m y 5,00 m hasta la arqueta nº 3 del colector DN 1200 mm de alivio de las línea de afino y cuyas características principales se incluyen en los siguientes gráficos.

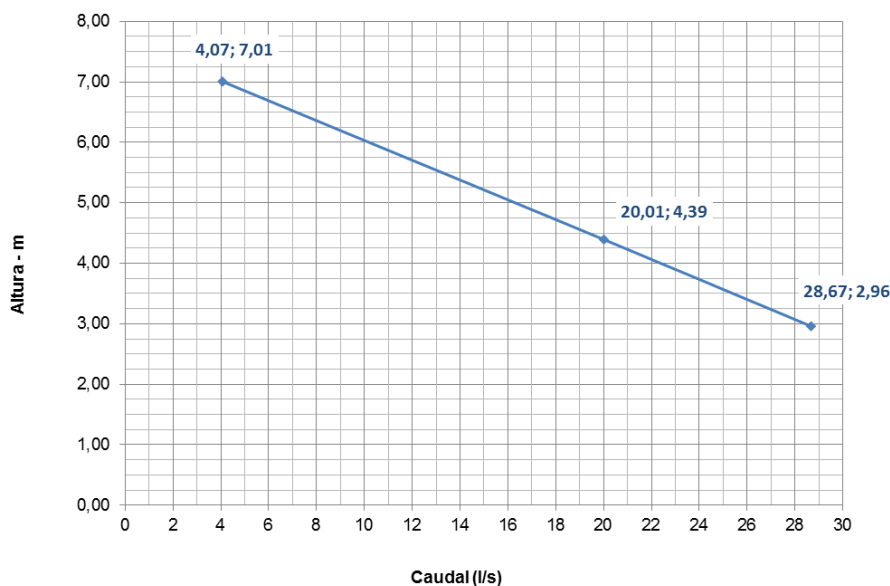
Hgeométrica mínima= 678,00-676,70=1,30 m

Hgeométrica máxima=678,00-673,00=5,00 m

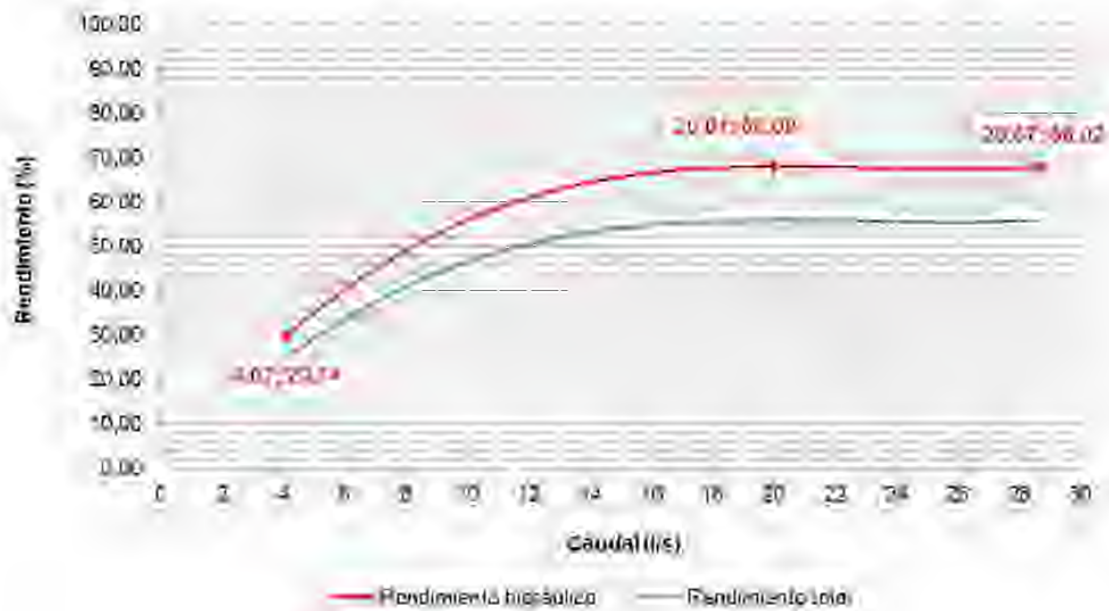
El circuito de impulsión se compone de una tubería de acero inoxidable DN 80 mm de 9,60 m de longitud, que dispone fuera del depósito de bombeo de una válvula de aislamiento de compuerta DN 80 mm. El arranque del bombeo se realizará con válvula cerrada.

Grupo de bombeo 36 m ³ /h a 6,00 m (Grado 1B)							
Caudal (m ³ /h)	Caudal (l/s)	Altura de impulsión (m)	NPSHr (m)	η hidráulico (%)	η total (%)	P2 (kW)	P1 (kW)
14,7	4,07	7,006	0,441	29,74	24,80	0,91	1,09
20,0	5,56	6,761	0,489	38,11	31,81	0,96	1,15
24,1	6,69	6,575	0,531	43,63	36,41	1,00	1,20
28,0	7,79	6,394	0,576	48,34	40,32	1,03	1,24
32,0	8,89	6,214	0,624	52,44	43,68	1,07	1,28
36,1	10,02	6,029	0,675	56,04	46,60	1,09	1,32
40,0	11,12	5,849	0,728	59,00	48,98	1,12	1,35
44,1	12,25	5,664	0,786	61,51	50,97	1,15	1,38
48,1	13,35	5,484	0,846	63,49	52,52	1,17	1,41
52,0	14,45	5,304	0,910	65,04	53,72	1,19	1,44
56,0	15,55	5,124	0,981	66,22	54,61	1,21	1,46
60,0	16,68	4,939	1,062	67,09	55,26	1,22	1,48
64,0	17,78	4,759	1,152	67,64	55,56	1,23	1,50
68,0	18,88	4,579	1,256	67,95	55,58	1,25	1,51
72,0	20,01	4,393	1,379	68,08	55,95	1,25	1,53
76,0	21,11	4,212	1,520	68,05	55,90	1,26	1,54
80,0	22,23	4,026	1,689	67,93	55,79	1,27	1,54
84,0	23,33	3,845	1,882	67,76	55,64	1,27	1,54
88,0	24,43	3,663	2,108	67,61	55,51	1,27	1,55
92,0	25,56	3,475	2,380	67,51	55,42	1,27	1,54
96,0	26,66	3,293	2,688	67,53	55,45	1,26	1,54
103,2	28,67	2,960	3,373	68,02	55,93	1,25	1,52

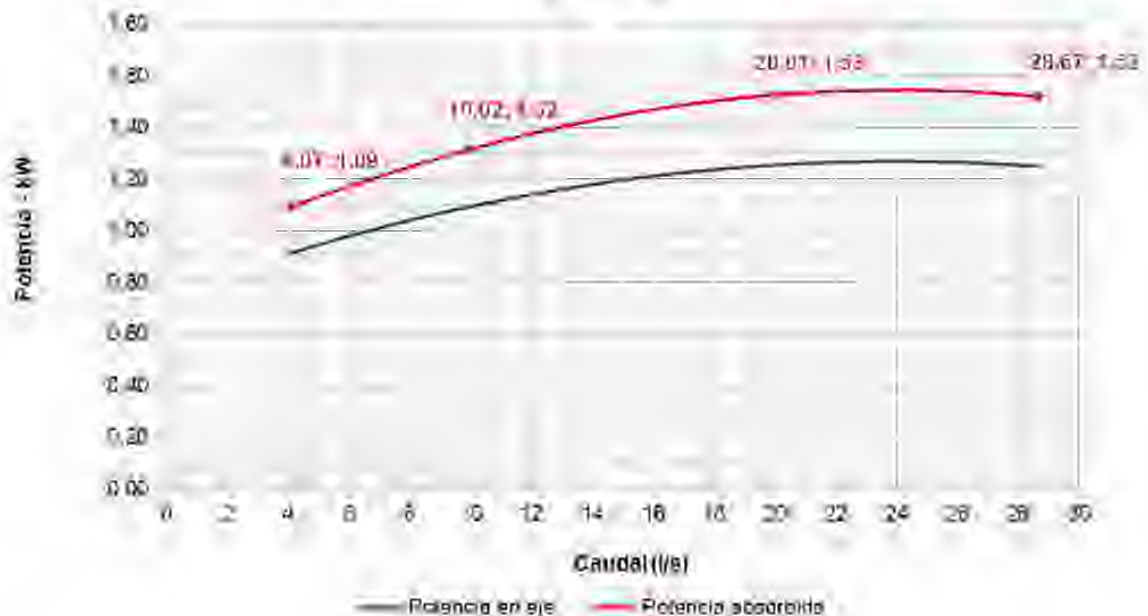
Curva característica grupo de bombeo 36 m³/h a H=6,00 m (Grado 1B)



Rendimiento (%) grupo de bombeo 36 m³/h a H=6,00 m (Grado 1B)



Potencia en eje y absorbida (kW) grupo de bombeo 36 m³/h a H=6,00 m (Grado 1B)



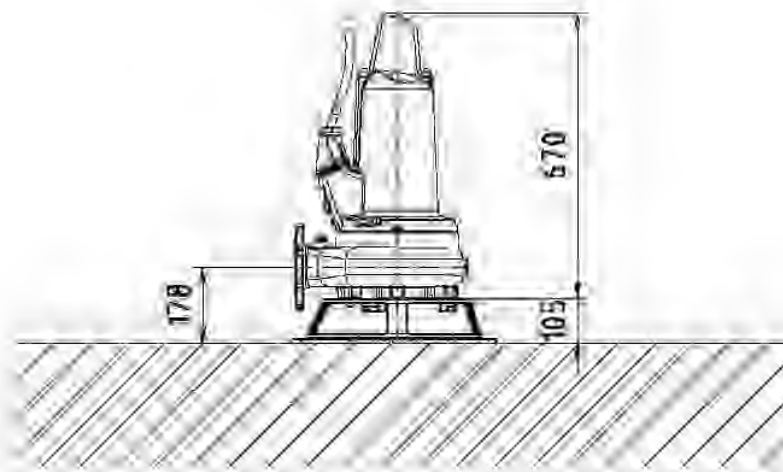
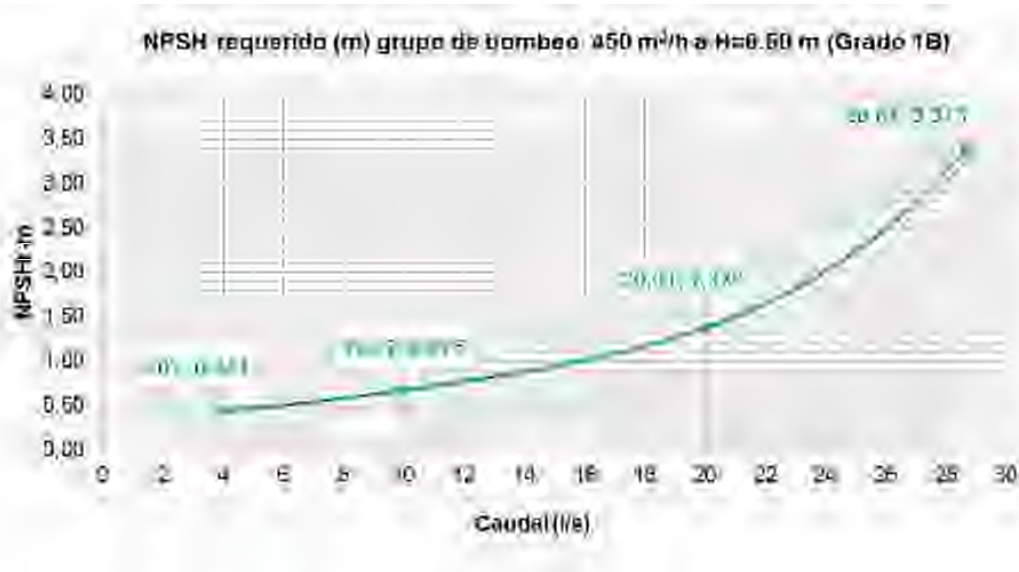
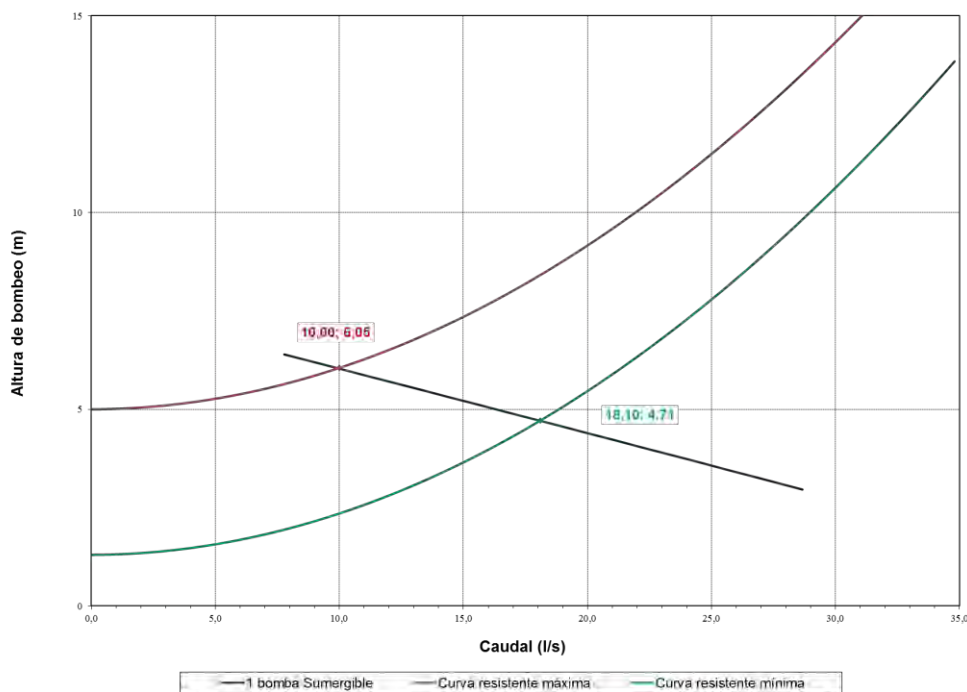


Figura 2-BIS. Bomba sumergible de instalación transportable
H=775 mm, Peso=89 kg y potencia 1,3 kW

El intervalo de funcionamiento del grupo de bombeo sumergible, obtenido como intersección de las curvas resistentes del sistema y la curva característica de la bomba sumergible oscila entre 10,00 l/s y 18,10 l/s y para el vaciado de los 499,36 m³ de agua retenida en la cámara de bombeo se requiere un tiempo de 9,87 horas.

Curvas resistentes de la tubería DN 80 mm de vaciado cámara de bombeo intermedio para una rugosidad $k=0,3$ mm. Puntos de operación de la bomba



La curva resistente del sistema se ha determinado como suma de pérdidas lineales en tubería DN 80 mm y pérdidas de carga localizadas definidas por los siguientes coeficientes de resistencia:

Elemento/pieza especial	Número	K pieza	K total
Codos 90º	2	0,25	0,50
Válvula de compuerta	1	0,25	0,25
Desembocadura arqueta 3	1	1,00	1,00
			1,75

El **vaciado de las cámaras de post-ozonización** entre la cota de agua 681,84 m.s.n.m. y 675,70 m.s.n.m. ($510,60 \text{ m}^3=83,16 \times 6,14 \text{ m}^3$), se realizará al depósito de bombeo de la siguiente manera:

- Escenario A** donde el bombeo intermedio está en funcionamiento y la post-ozonización está cerrada. Se podrá vaciar por gravedad desde la cota 681,84 m.s.n.m. hasta la cota 676,70 m.s.n.m. a través de una tubería DN 150 mm. Para el vaciado entre la cota 676,70 m.s.n.m. y cota 675,70 m.s.n.m. se instala la misma bomba sumergible prescrita para el vaciado del depósito de bombeo en instalación seca y disposición horizontal.
- Escenario B** donde el bombeo intermedio está parado. Se procederá a vaciar el depósito de bombeo por debajo de la cota 675,70 m.s.n.m. a partir de la cual se pueden vaciar por gravedad las cámaras de post-ozonización.

El vaciado por gravedad de las cámaras de post-ozonización entre las cotas 681,84 m.s.n.m. y 675,70 m.s.n.m., a través de una tubería de DN150 mm se realiza en un tiempo de 1,53 horas.

El tiempo de vaciado en un depósito de sección recta si no existe flujo de entrada, tiene la siguiente expresión matemática:

$$t = \frac{2 \times A_T}{c \times A_o \times \sqrt{2 \times g}} \times (h_1^{0.5} - h_2^{0.5})$$

Donde:

AT=Sección recta constante depósito (83,16 m² =1,50x6,80+2x(2,35x4+2,00)x3,20)

A0= Sección desagüe (DN 150 mm)

C= Coeficiente de contracción orificio (0,80)

h1=Altura nivel máximo a eje desagüe.

h2=Altura nivel mínimo a eje desagüe.

En el Escenario 2: bombeo intermedio fuera de servicio se tienen los siguientes valores:

Cota nivel máximo: 681,84 m.s.n.m.

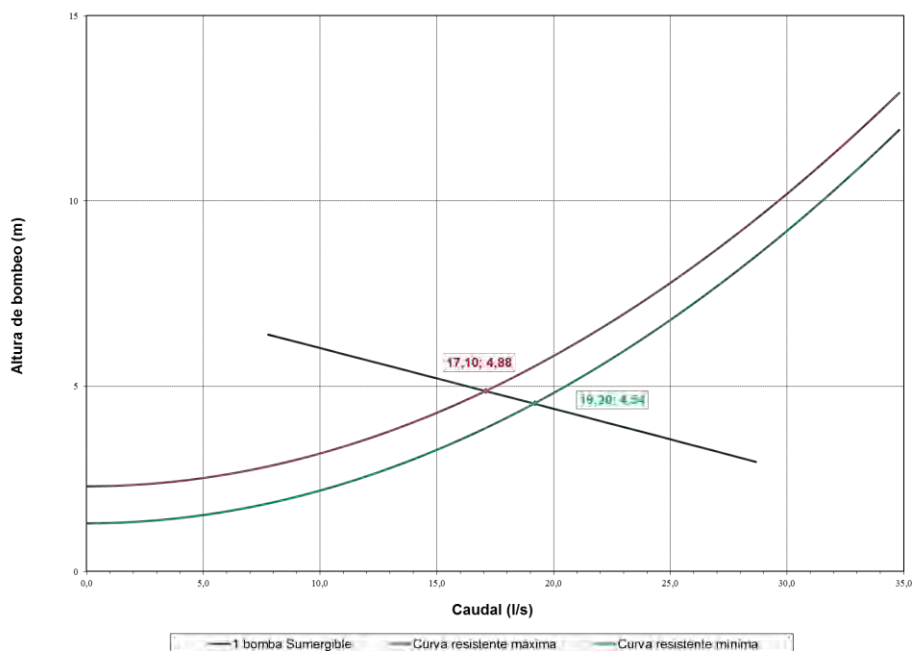
Cota nivel mínimo: 675,70 m.s.n.m.

Cota eje desagüe: 675,50 m.s.n.m.

Tiempo de desagüe=1,53 horas.

El intervalo de funcionamiento del grupo de bombeo, obtenido como intersección de las curvas resistentes del sistema y la curva característica de la bomba sumergible oscila entre 17,10 l/s y 19,20 l/s y para el vaciado de 83,16 m³ de agua retenida en las cámaras de post-ozonización en el escenario A se requiere un tiempo de 1,27 horas.

Curvas resistentes de las tuberías (DN150, DN100 y DN80) de vaciado cámaras de post-ozonización para una rugosidad k=0,3 mm. Puntos de operación de la bomba



La curva resistente del sistema se ha determinado como suma de pérdidas lineales en tubería DN 150, DN100 y DN 80 mm y pérdidas de carga localizadas definidas por los siguientes coeficientes de resistencia:

Tubería DN 150			
Elemento/pieza especial	Número	K pieza	K total
Salida cámaras de post-ozonización	1	0,50	0,50
Codos de 90º	2	0,25	0,50
Válvula de compuerta DN 150	1	0,25	0,25
			1,25

Tubería DN 100			
Elemento/pieza especial	Número	K pieza	K total
Concentrador DN150/DN100	1	0,15	0,15
Válvula de compuerta	1	0,25	0,25
			0,40

Tubería DN 80			
Elemento/pieza especial	Número	K pieza	K total
Codos 90º	3	0,25	0,75
Válvula de compuerta	1	0,25	0,25
Clapeta mural	1	0,25	0,25
Descarga depósito de bombeo	1	1,00	1,00
			2,25

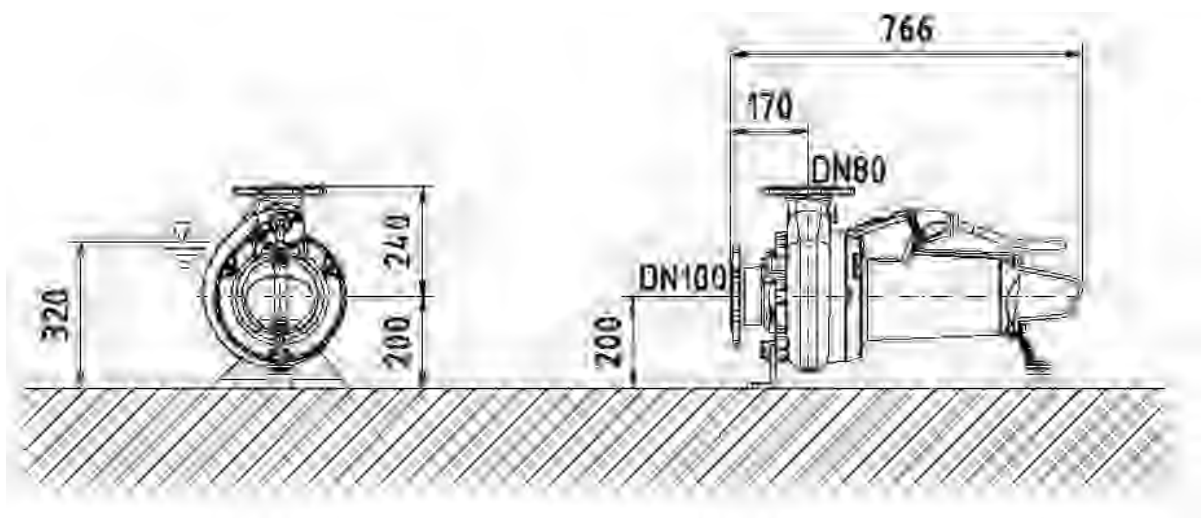


Figura 2-BIS. Bomba sumergible de instalación seca disposición horizontal
H=766 mm, Peso=89 kg y potencia 1,3 kW

4.2 BOMBEO LAVADO DE FILTROS

En el edificio de bombeo de la E.T.A.P. de Griñón, anexo al depósito de agua tratada, hay instalados tres grupos de bombeo para el lavado con agua de los filtros de arena, uno de ellos en reserva, de las siguientes características:

$$Q= 1165 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H=7,5 \text{ m.c.a.}$$

$$\text{Potencia motor}=45 \text{ kW}$$

$$\text{Conexiones aspiración e impulsión}= \text{DN } 300 \text{ mm}$$

$$\text{Cota eje rodete bomba y motor}= 672,19 \text{ m}$$



Foto 1. Grupos de bombeo para lavado de filtros

Las alturas manométricas extremas para el bombeo de lavado de filtros de arena son las siguientes:

$$H \text{ manométrica máxima} = H \text{ geométrica máxima} + \Delta H = (679,44 - 673,06) + 1,65 = 8,03 \text{ m}$$

$$H \text{ manométrica mínima} = H \text{ geométrica mínima} + \Delta H = (679,44 - 676,81) + 1,65 = 4,28 \text{ m}$$

Los grupos de bombeo para el lavado de filtros se alimentan de dos compartimentos iguales, situados en el interior de los dos vasos del depósito de agua tratada de la E.T.A.P. de uso exclusivo y con un volumen de almacenamiento conjunto de 660 m^3 . Las dimensiones en planta y tirante hidráulico de los compartimentos de uso del bombeo de lavado de filtros son las siguientes:

Largo=2x19,80 m

Ancho=6,15 m

Altura útil=2,71 m (Entre cota de coronación compartimento a 675,77 m y solera depósito a 673,06 m)

Para el lavado de filtros de carbón activo, adoptando una velocidad de 25 m/h y una duración de 15 minutos se requiere un volumen de agua de lavado de 300 m³, capacidad inferior a la que se tiene en cada uno de los compartimentos para el lavado de filtros de arena (330 m³). Los compartimentos de almacenamiento de agua utilizados para el lavado de filtros de arena se utilizarán para el lavado de filtros de carbón activo que se ejecutará de manera alternativa.

En la siguiente sección de la estación de bombeo (información proyecto As Built E.T.A.P. de Griñón) se ve la disposición de los grupos de bombeo con respecto a las soleras del depósito de agua tratada (672,06+1,00=673,06 m) y de la estación de bombeo (670,30+1,00=671,30 m).

4.2.1 NPSH DISPONIBLE

Las cadenas de aspiración se componen de un tramo de tubería de acero de DN 600 mm en la que se incluye una válvula de mariposa DN 600 mm y una pieza concentradora DN 600/DN 300 de conexión con la brida de entrada a la bomba. Los elementos que componen la cadena de aspiración están reflejados en la sección de la estación de bombeo incluida anteriormente.

Las pérdidas de carga que se producen en el ramal de aspiración del bombeo de lavado de filtros tiene la expresión siguiente en función del caudal de bombeo.

1) Embocadura en depósito (Idelchick, diagrama 3.4)

Coeficiente de resistencia: $k = 0,50$

Coeficiente de pérdida de carga:

$$C = \frac{8}{g \cdot \pi^2} \cdot \frac{0,50}{0,60^4} = 0,319102$$

Pérdida de carga: $\Delta h_1 = 0,319102 \cdot Q^2$

2) Codo 45º, Codo segmentado de tres tramos (Hydraulic Institute)

Coeficiente de resistencia: $k = 0,35$

Coeficiente de pérdida de carga:

$$C = \frac{8}{g \cdot \pi^2} \cdot \frac{0,35}{0,60^4} = 0,223371$$

Pérdida de carga: $\Delta h_2 = 0,223371 \cdot Q^2$

3) Válvula de mariposa DN 600 mm

$K_v = 41.300 \text{ m}^3/\text{h}/\text{bar}^{1/2}$

Coeficiente de pérdida de carga:

$$C = 10,197 \times \left(\frac{3600}{K_v} \right)^2 = 0,077478$$

Pérdida de carga: $\Delta h_3 = 0,077478 \cdot Q^2$

4) Concentrador DN600/DN300 (s/ cameron)

Coeficiente de resistencia: $k = 0,80 \times \text{seno}(\alpha/2) \times (1 - r_d^2) = 0,113$

Reducción de 0,75 m de longitud, con diámetro de entrada DN 600 mm y diámetro de salida DN 300 mm.

Coeficiente de pérdida de carga:

$$C = \frac{8}{g \cdot \pi^2} \cdot \frac{0,113}{0,30^4} = 1,153872$$

Pérdida de carga: $\Delta h_4 = 1,153872 \cdot Q^2$

5) Pérdidas lineales en tubería DN 600 en 6,00 m

Coeficiente de resistencia:

$$k = f \cdot \frac{L}{D} = 0,017493 \cdot \frac{6,00}{0,60} = 0,175$$

Coeficiente de pérdida de carga:

$$C = \frac{8}{g \cdot \pi^2} \cdot \frac{0,175}{0,60^4} = 0,111641$$

Pérdida de carga: $\Delta h_5 = 0,111641 \cdot Q^2$

6) Pérdidas lineales en concentrador DN600/DN300 en 0,75 m

Coeficiente de resistencia:

$$k = f \cdot \frac{L}{D} = 0,0183283 \cdot \frac{0,75}{0,45} = 0,031$$

Coeficiente de pérdida de carga:

$$C = \frac{8}{g \cdot \pi^2} \cdot \frac{0,031}{0,450^4} = 0,075704$$

Pérdida de carga: $\Delta h_6 = 0,061615 \cdot Q^2$

La suma de pérdidas de carga en los distintos elementos de la cadena de aspiración determinadas anteriormente da la pérdida de carga total en función del caudal captado en el depósito.

$$\Delta H \text{ aspiración} = 1,947078 \cdot Q^2$$

El punto de funcionamiento más desfavorable, para el que se requiere un NPSH mayor, es el punto para el bombeo máximo de 333,3 l/s (1200 m³/h). El nivel más desfavorable en el depósito de aspiración se corresponde con un nivel de agua a cota de la solera del depósito, situada a cota 693,06 m.s.n.m. con la que se obtiene un NPSH disponible mínimo.

- $NPSH_d = (P_{atm} - P_{vapor}) + (C_{dep} - C_{eje}) - \Delta H_{asp}$
- $P_{atm} = 10,33$ m (presión atmosférica)
- $P_{vapor} = 0,33$ m (presión de vapor del agua)
- $C_{dep} = 673,06$ m (cota de agua en el depósito de aspiración)
- $C_{eje} = 672,19$ m (cota del eje del impulsor de la bomba)
- $\Delta H_{asp} = 1,947078 * Q^2 = 1,947078 * 0,333332 = 0,216$ m
- $NPSH_{disponible} = (10,33 - 0,33) + (673,06 - 672,19) - 0,216 = 10,654$ m

4.2.2 ALTURA MANOMÉTRICA LAVADO FILTROS DE CARBÓN

Los grupos de bombeo para el lavado de filtros de arena se sustituyen por otros que permiten el lavado de los filtros de arena y carbón activo.

Se aprovecha el circuito de aspiración y parte de la impulsión en la que se intercala un seccionamiento que permite la limpieza de los filtros de arena o carbón activo. Los tramos de tubería que se utilizan para los lavados a los filtros de arena y carbón activo son los indicados a continuación:

- 1) Conducción de aspiración formado por tubería de acero de DN 600, válvula de mariposa de DN 600 mm, codo de 45° en captación en depósito y pieza concentradora DN 600/DN300 en conexión con grupo de bombeo.
- 2) Cadena de impulsión de los grupos de bombeo formado por pieza difusora DN 300/DN 500, tubería de acero DN 500 mm y válvula de mariposa DN 500.
- 3) Impulsión general dentro del edificio de bombeo formado por tramos de tubería de acero DN 700 y tramo de tubería DN 600 mm en el que se realiza la medida de caudal mediante caudalímetro de tipo electromagnético.

Fuera del edificio de bombeo, en el vial de urbanización de acceso a la instalación se dispone de una arqueta para el seccionamiento de la impulsión de DN 700 mm de limpieza de los filtros de arena y de la impulsión de DN 500 mm de limpieza de los filtros de carbón activo.

La tubería de impulsión de DN 500 mm para el lavado de filtros de carbón activo conecta con el canal colector del agua filtrada en cada uno de los seis filtros y en cuya conexión se intercala una válvula de mariposa DN 500 mm. En el proceso de aclarado, el agua vierte en el canal situado entre las dos celdas de los filtros a través de dos aliviaderos de 8,00 m de longitud y a cota 680,72 m.s.n.m.

A continuación se calcula la altura manométrica de bombeo para dos alturas geométricas de bombeo y un caudal de lavado de filtros de 1200 m³/h (333,33 l/s):

H geométrica máxima = (680,72+0,05)-673,06=7,71 m

H geométrica mínima = (680,72+0,05)-676,81=3,96 m

BOMBAS DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

0.- DATOS DE PARTIDA

* Caudales			
Caudal de lavado fase aclarado	Q	m ³ /h	1.200
Nº de bombas funcionando en fase de aclarado			1
* Cotas de referencia			
Cota de agua mínima en el depósito	C1	m	673,060
Cota de agua máxima en el depósito (aliviadero lavado de filtros)	C2	m	675,770
Cota de agua máxima en el depósito	C3	m	676,810

1. Tubería de aspiración

Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	1.200
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	m ³ /s	0,333
Diámetro (mm)	φ	mm	600
Diámetro (m)	φ	m	0,600
Material:			Acero carb.
Rugosidad	e	mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	V	m/s	1,18
Viscosidad a 15 ° (10 ⁻⁵)	v	m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re		6,20E+05
Factor de fricción s/lain	f		0,018
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,017493
Nº entradas bruscas	n1	Ud.	1
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	1
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	11,37
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0
Nº de codos a 90 °	n6	Ud.	0
Nº de codos a 45°	n7	Ud.	1
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	6,000
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	6,000
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5.v ² /2g	0,035
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v ² /2g	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² .10	0,009
Pérdida de carga en codos a 90°	h4	0.45.v ² /(2g).n6	0,000
Pérdida de carga en codos a 45°	h5	0.35.v ² /(2g).n7	0,025
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f(L/v)(v ² /2g)	0,012
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6	0,081

2. Cono de reducción en colector de aspiración (1)

Caudal	Q	m ³ /h	1.200
Diámetro después de la reducción	φ 1	mm	300
Diámetro antes de la reducción	φ 2	mm	600
Velocidad en el diámetro inferior	v1	Q/((π*φ ²)/4)	4,72
Relación entre diámetros	rd	φ1/φ2	0,5
Ángulo del cono (doble del semángulo) (menor de 45°)	alfa		21,80
Factor de fricción s/cameron	k	0.8.sen(alfa/2)(1-rd ²)	0,113
Pérdida en el cono de reducción	h	k.v ² /2g	0,129

3. Cono de reducción en colector de aspiración (2)

Tubería de impulsión de cada bomba			
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	1.200
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	m ³ /s	0,333
Diámetro (mm)	φ	mm	450
Diámetro (m)	φ	m	0,450
Material:			Acero carb.
Rugosidad	e	mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	V	m/s	2,10
Viscosidad a 15 ° (10 ⁻⁵)	v	m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re		8,27E+05
Factor de fricción s/lain	f		0,018
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,0183283
Nº entradas bruscas	n1	Ud.	0
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	0
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	4,1
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0
Nº de codos a 90 °	n6	Ud.	0
Nº de codos a 45°	n7	Ud.	0

BOMBAS DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	m	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	m	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	0,750	
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	m	0,750
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5.v ² /2g	m	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v ² /2g	m	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² .10	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 90°	h4	0.45.v ² /(2g).n6	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 45°	h5	0.35.v ² /(2g).n7	m	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f(L/v)(v ² /2g)	m	0,007
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6	m	0,007

4. Cono de ampliación en colector de impulsión (1)

Caudal	Q	m ³ /h	1.200
Diámetro antes de la ampliación	φ 1	mm	300
Diámetro después de la ampliación	φ 2	mm	500
Velocidad en el diámetro inferior	v1	Q/((π*φ ²)/4)	4,72
Relación entre diámetros	rd	φ1/φ2	0,6
Ángulo del cono (doble del semángulo) (menor de 45°)	alfa		22,62
Factor de fricción s/cameron	k	2.6.sen(alfa/2)(1-rd ²)	0,209
Pérdida en el cono de reducción	h	k.v ² /2g	0,237

5. Cono de ampliación en colector de impulsión (2)

Tubería de impulsión de cada bomba			
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	1.200
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	m ³ /s	0,333
Diámetro (mm)	φ	mm	400
Diámetro (m)	φ	m	0,400
Material:			Acero inox
Rugosidad	e	mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	V	m/s	2,65
Viscosidad a 15 ° (10 ⁻⁵)	v	m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re		9,31E+05
Factor de fricción s/lain	f		0,019
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,018737
Nº entradas bruscas	n1	Ud.	0
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	0
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	4,1
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0
Nº de codos a 90 °	n6	Ud.	0
Nº de codos a 45°	n7	Ud.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	0,500
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	0,500
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5.v ² /2g	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v ² /2g	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² .10	0,000
Pérdida de carga en codos a 90°	h4	0.45.v ² /(2g).n6	0,000
Pérdida de carga en codos a 45°	h5	0.35.v ² /(2g).n7	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f(L/v)(v ² /2g)	0,008
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6	0,008

6. Colector de impulsión individual de cada bomba

Tubería de impulsión de cada bomba			
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	1.200
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	m ³ /s	0,333
Diámetro (mm)	φ	mm	500
Diámetro (m)	φ	m	0,500
Material:			Acero carb.
Rugosidad	e	mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	V	m/s	1,70
Viscosidad a 15 ° (10 ⁻⁵)	v	m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re		7,45E+05
Factor de fricción s/lain	f		0,023
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,0179948
Nº entradas bruscas	n1	Ud.	0
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	1
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	7,27

BOMBAS DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0
Nº de codos a 90º	n6	Ud.	1
Nº de codos a 45º	n7	Ud.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	8,100
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	8,100
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5.v²/2g	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v²/2g	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0)².10	0,021
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	0.45.v²/(2g).n6	0,066
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	0.35.v²/(2g).n7	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f(L/ff)v²/(2g)	0,043
Pérdida de carga en válvula de doble clapeta	h7	1.00.v²/(2g)	0,147
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6+h7	0,277

7. T flujo a derivación de unión de colector individual con colector general

Caudal	Q	q x n	m³/h	1,200
Caudal	Q		m³/s	0,333
Diámetro colector general (mm)	φ		mm	700
Diámetro colector general (m)	φ		m	0,70
Velocidad en el diámetro conducción principal	v1	Q/(π.φ²/4)	m/s	0,87
Factor de fricción s/Idelchik (Diagram 7-4)	k			1,628
Nº de tes	n1			1
Pérdida de carga en la te	h1	k.v²/2g		0,062

8. Colector general de impulsión a filtros DN 600 mm

Tubería de impulsión de cada bomba				
Caudal de diseño (m³/h)	Q		m³/h	1,200
Caudal de diseño (m³/s)	Q	q x n	m³/s	0,333
Diámetro (mm)	φ		mm	600
Diámetro (m)	φ		m	0,600
Material:				Acero carb
Rugosidad	e		mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	v		m/s	1,18
Viscosidad a 15º (10 ⁻⁵)	v		m²/s	1,14
Nº Reynolds	Re			6,20E+05
Factor de fricción s/Jain	f			0,018
Factor de fricción s/Colebrook	f			0,017493
Nº entradas bruscas	n1		Ud.	0
Nº de salidas bruscas	n2		Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3		Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4		Ud.	0
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0		m²/s	3,61
Nº de válvulas de retención	n5		Ud.	0
Nº de codos a 90º	n6		Ud.	0
Nº de codos a 45º	n7		Ud.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	m	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	m	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m		8,000
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	m	8,000
Ángulo del cono (doble del semiángulo)	α		º	11,421
Relación entre diámetros	rd	φ1/φ2		0,857
Factor de fricción cono de reducción s/Cameron	k	0.8.sen(alfa/2)(1-rd)²		0,021
Factor de fricción cono de ampliación s/Cameron	k	2.6.sen(alfa/2)(1-rd)²		0,018
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5.v²/2g	m	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v²/2g	m	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0)².10	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	0.45.v²/(2g).n6	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	0.35.v²/(2g).n7	m	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f(L/ff)v²/(2g)	m	0,017
Pérdida de carga cono de reducción	h7	k.v²/(2g)	m	0,001
Pérdida de carga cono de ampliación	h8	k.v²/(2g)	m	0,001
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6+h7+h8	m	0,018

9. Colector general de impulsión a filtros DN 700 mm

Tubería de impulsión de cada bomba				
Caudal de diseño (m³/h)	Q		m³/h	1,200
Caudal de diseño (m³/s)	Q	q x n	m³/s	0,333
Diámetro (mm)	φ		mm	700
Diámetro (m)	φ		m	0,700
Material:				Acero carb
Rugosidad	e		mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	v		m/s	0,87

BOMBAS DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Viscosidad a 15º (10 ⁻⁵)	v		m²/s	1,14
Nº Reynolds	Re			5,32E+05
Factor de fricción s/Jain	f			0,018
Factor de fricción s/Colebrook	f			0,017148
Nº entradas bruscas	n1		Ud.	0
Nº de salidas bruscas	n2		Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3		Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4		Ud.	0
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0		m²/s	7,27
Nº de válvulas de retención	n5		Ud.	0
Nº de codos a 90º	n6		Ud.	0
Nº de codos a 45º	n7		Ud.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	m	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	m	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m		25,500
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	m	25,500
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5.v²/2g	m	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v²/2g	m	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0)².10	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	0.45.v²/(2g).n6	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	0.35.v²/(2g).n7	m	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f(L/ff)v²/(2g)	m	0,024
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6	m	0,024

10. Colector general de impulsión a filtros DN 500 mm

Tubería de impulsión de cada bomba				
Caudal de diseño (m³/h)	Q		m³/h	1,200
Caudal de diseño (m³/s)	Q	q x n	m³/s	0,333
Diámetro (mm)	φ		mm	500
Diámetro (m)	φ		m	0,500
Material:				Acero carb
Rugosidad	e		mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	v		m/s	1,70
Viscosidad a 15º (10 ⁻⁵)	v		m²/s	1,14
Nº Reynolds	Re			7,45E+05
Factor de fricción s/Jain	f			0,018
Factor de fricción s/Colebrook	f			0,017994
Nº entradas bruscas	n1		Ud.	0
Nº de salidas bruscas	n2		Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3		Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4		Ud.	1
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0		m²/s	7,27
Nº de válvulas de retención	n5		Ud.	0
Nº de codos a 90º	n6		Ud.	2
Nº de codos a 45º	n7		Ud.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	m	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	m	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m		104,000
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	m	104,000
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5.v²/2g	m	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v²/2g	m	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0)².10	m	0,021
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	0.45.v²/(2g).n6	m	0,132
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	0.35.v²/(2g).n7	m	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f(L/ff)v²/(2g)	m	0,550
Pérdida de carga derivación DN700/DN500 (Diagram 7.21 Idelchik)	h7	3.82.v²/(2g)	m	0,562
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6+h7	m	1,265

11. Colector derivación de impulsión a filtro

Tubería de impulsión de cada bomba				
Caudal de diseño (m³/h)	Q		m³/h	1,200
Caudal de diseño (m³/s)	Q	q x n	m³/s	0,333
Diámetro (mm)	φ		mm	500
Diámetro (m)	φ		m	0,500
Material:				Acero carb
Rugosidad	e		mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	v		m/s	1,70
Viscosidad a 15º (10 ⁻⁵)	v		m²/s	1,14
Nº Reynolds	Re			7,45E+05
Factor de fricción s/Jain	f			0,018
Factor de fricción s/Colebrook	f			0,017994
Nº entradas bruscas	n1		Ud.	0
Nº de salidas bruscas	n2		Ud.	1
Nº de válvulas de compuerta	n3		Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4		Ud.	1

BOMBAS DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	7,27
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0
Nº de codos a 90º	n6	Ud.	1
Nº de codos a 45º	n7	Ud.	0
Nº de T bifurcación	n8	Ud.	3
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	m
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	m
Longitud de tubería recta	L3	m	40,000
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	m
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5.v ² /2g	m
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v ² /2g	m
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² .30	m
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	0.45.v ² /(2g).n6	m
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	0.35.v ² /(2g).n7	m
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f(L/11kv ²)/(2g)	m
Pérdida de carga en T de derivación (diagram 7-21 Idelchik)	h7	2.8.v ² /(2g).n8	m
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6+h7	m
TOTAL PÉRDIDAS DE CARGA			3,790

Cálculo de la lámina de agua sobre vertedero de salida de agua de lavado

Tipo de vertedero	Pared delgada sin contracción lateral		
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	1,200
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	m ³ /s	0,333
Longitud de vertedero	L	m	16,000
Altura de pala	P	m	3,517
Tanteando en la fórmula de Rehbock con: deducimos altura de agua sobre vertedero	h	(Q/μL2g) ^{0,5} /(2/3)	m
Coefficiente de desagüe	μ	Rehbock	0,418
Calado del depósito	H	P+h	m
Cota de la cresta del vertedero	C1	C+G	m
Cota de agua en la arqueta	C	C1+h	m
			680,770
			680,770

CÁLCULO DE LA ALTURA MANOMÉTRICA DE LAS BOMBAS DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Caudal de lavado (m ³ /h)	Q	m ³ /h	1,200
Cota del vertedero de salida de agua de lavado	C	m	680,720
Cota de agua en el vertedero de salida de agua de lavado	C2	m	680,770
Cota mínima de agua en el depósito de agua filtrada	C1	m	673,060
Cota máxima de agua en el depósito de agua filtrada	C0	m	676,810
Altura geométrica máxima de bombeo	hg	C1-C2	m
Altura geométrica mínima de bombeo	hg	C1-C0	m
			7,710
			3,960
Pérdidas de carga en conducciones		m	3,790
Pérdidas de carga en falso fondo Leopold		m	0,270
Pérdidas de carga en lecho filtrante sucio		m	1,600
Altura manométrica requerida para las bombas a filtración	hm	hg+ht	m
			13,370
Coefficiente de seguridad	Cs		1,515
Altura adoptada para las bombas de lavado	hman	m	20,25

4.2.3 GRUPOS DE BOMBEO

Para el lavado de los filtros de arena y carbón activo se van a utilizar unos grupos de bombeo de nueva instalación, que sustituirán a los grupos de bombeo existentes para el lavado de los filtros de arena en el edificio de bombeo, y que garanticen los siguientes puntos de funcionamiento:

Filtros de arena

Q=1125 m³/h (312,5 l/s) a una H=8,03 m

Q=1125 m³/h (312,5 l/s) a una H=4,28 m

Filtros de carbón activo

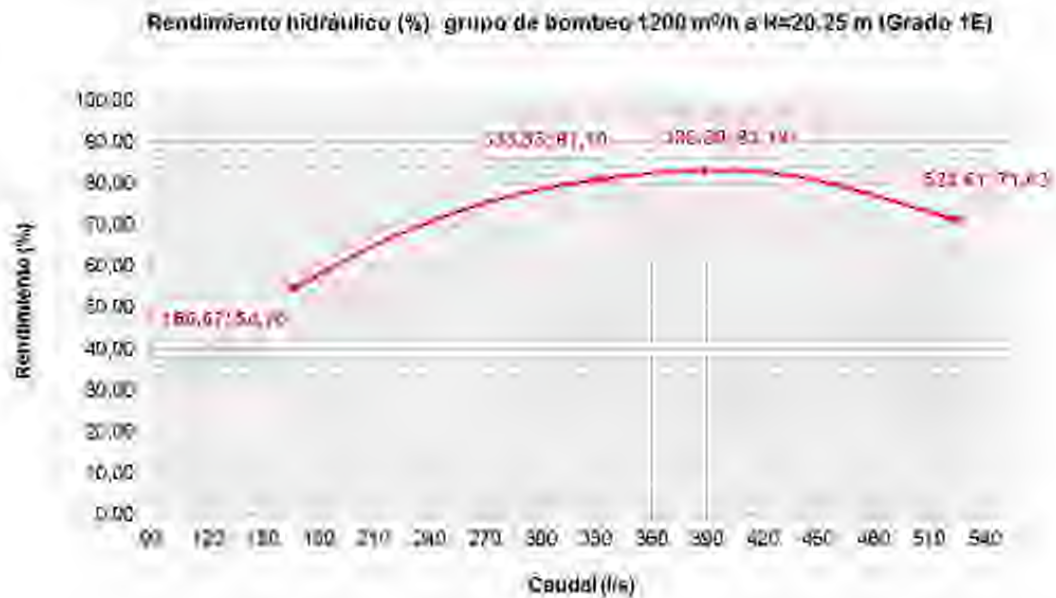
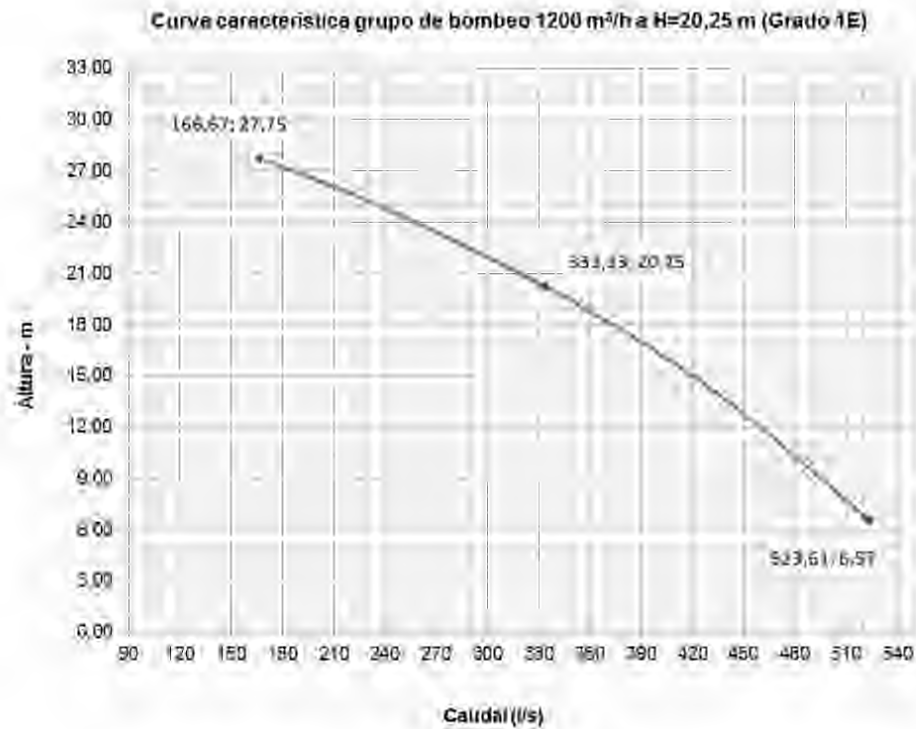
Q=1200 m³/h (333,3 l/s) a una H=13,37 m

Q=1200 m³/h (333,3 l/s) a una H=9,62 m

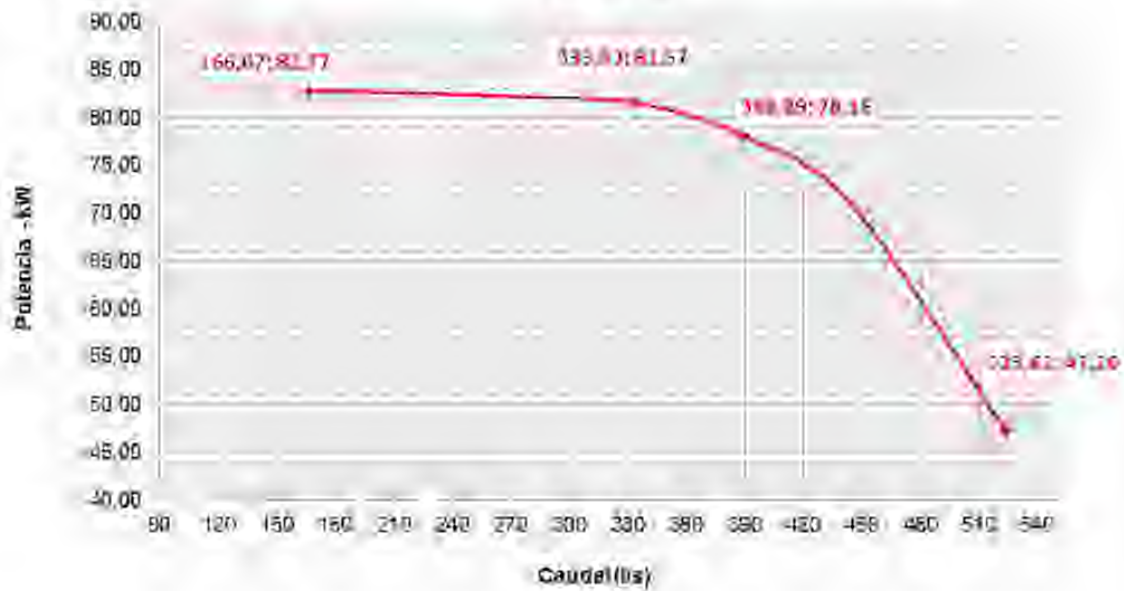
El grupo de bombeo dispondrá de variador de frecuencia para garantizar el caudal de agua durante el proceso de lavado de filtros, es una bomba centrífuga de eje horizontal y tiene un motor eléctrico de 75 kW. Se dispondrá de tres grupos de bombeo, y se utilizarán dos para aportar un caudal de 2250 m³/h para el lavado de filtros de arena y uno para aportar un caudal de 1200 m³/h para el lavado de filtros de carbón activo. Como base de ensayo de los grupos de bombeo se seguirá la norma ISO 9906 GRADO 1 y no se admitirán tolerancias en la medición del rendimiento (Gr 1E).

En los siguientes gráficos y figuras se muestra la curva característica caudal-altura de las bombas así como el gráfico de NPSH requerido, rendimiento hidráulico y potencia en el eje para un diámetro efectivo del rodete de 320 mm y sin el uso de los variadores de frecuencia.

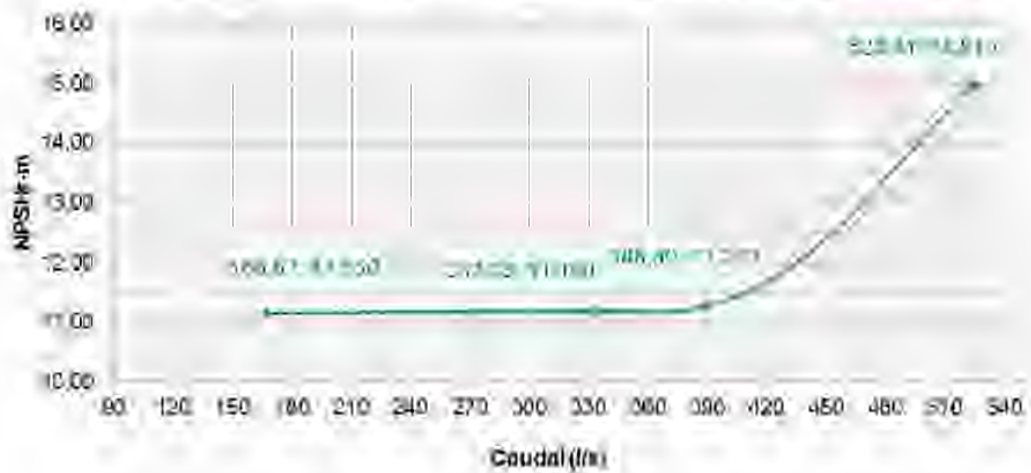
Grupo de bombeo 1200 m ³ /h a 20,25 m (Grado 1E). Rodete de 320 mm sin variación de frecuencia					
Caudal (m ³ /h)	Caudal (l/s)	Altura de impulsión (m)	NPSHr (m)	ηhidráulico (%)	P2 (kW)
600,0	166,67	27,75	11,15	54,76	82,77
800,0	222,22	25,59	11,17	67,50	82,56
1000,0	277,78	23,04	11,18	76,33	82,17
1200,0	333,33	20,25	11,19	81,10	81,57
1400,0	388,89	17,06	11,27	83,19	78,16
1600,0	444,44	13,22	12,24	81,23	70,88
1885,0	523,61	6,57	14,97	71,43	47,20



Potencia en eje (kW) grupo de bombeo 1200 m³/h a H=20,25 m (Grado 1E)



NPSH requerida (m) grupo de bombeo 1200 m³/h a H=20,25 m (Grado 1E)



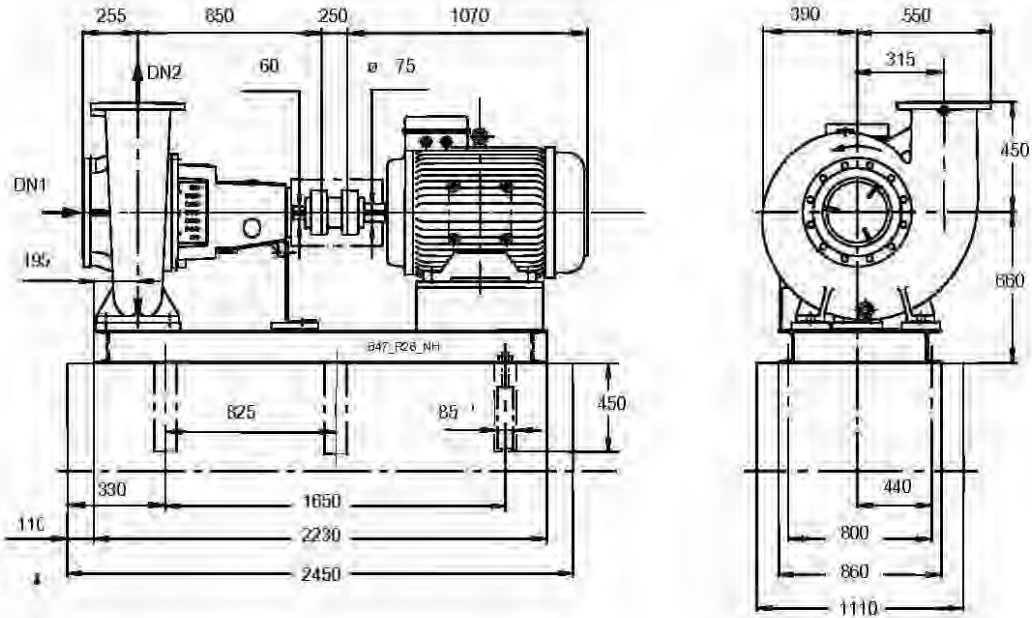
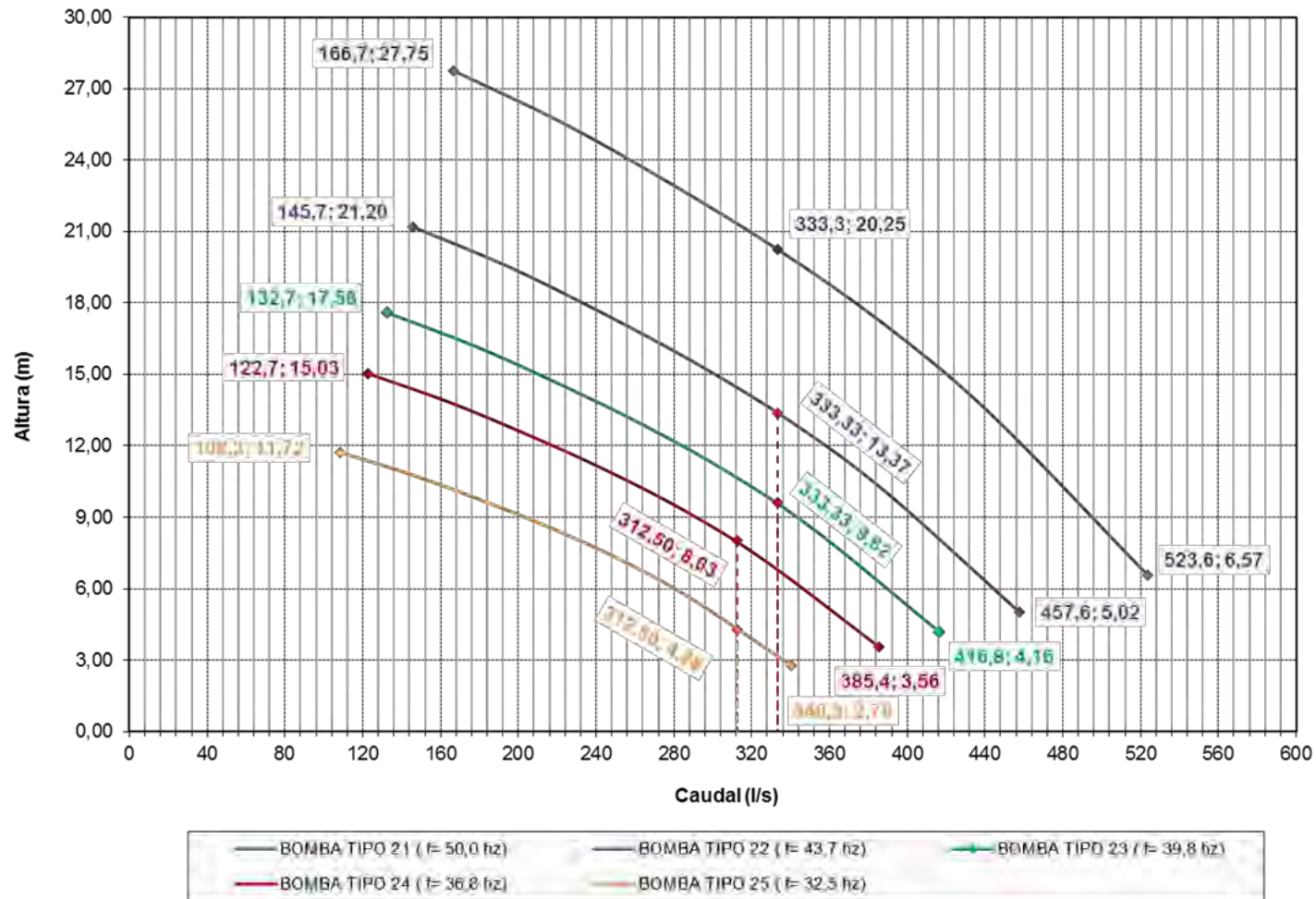


Figura 3. Bomba centrífuga con carcasa espiral para lavado de filtros, peso 1621 kg y motor de 75 kW

En el siguiente gráfico se indica la variación de frecuencia necesaria en la alimentación eléctrica de los grupos de bombeo para obtener los puntos de funcionamiento del bombeo para el lavado de filtros.



Puntos de funcionamiento bomba 1200 m³/h (333,3 l/s) a 20,25 m (1487 r.p.m.)
Bombeo lavado de filtros E.T.A.P. de Griñón



El NPSH disponible en el sistema es mayor que el NPSH requerido por el equipo hidráulico para los puntos de funcionamiento adoptados y se obtienen los siguientes valores y resguardos entre el NPSH disponible y el requerido.

Punto funcionamiento				η total (%)	Potencia absorbida (kW)	NPSH requerido (m)	NPSH disponible (m)	Resguardo (m)
Nº	Caudal (m ³ /h)	H (m)	Velocidad bomba (r.p.m.)					
1	1200	13,37	1294	75,0	58,18	9,98	10,65	0,67
2	1200	9,62	1176	74,2	42,31	8,77	14,40	5,63
3	1125	8,03	1087	73,9	33,20	7,85	10,68	2,83
4	1125	4,28	941	66,4	19,73	7,23	14,43	7,20

Resguardo= NPSH disponible- NPSH requerido

4.3 BOMBEO AGUA DE SERVICIOS Y DILUCIÓN DE REACTIVOS

Los grupos de presión para agua de servicios, para distribución de agua de riego, baldeos y limpieza de instalaciones, y dilución de reactivos están formados por dos bombas, una de ellas en reserva, de un caudal unitario de 10 m³/h y una altura de 80 m.c.a., para la regulación de caudales disponen de calderines de 700 litros.



Foto 2. Grupos de bombeo para agua de servicios y dilución de reactivos en E.T.A.P. de Griñón

En el año 2013 hubo varias actuaciones de ampliación de la instalación, referida a la incorporación de distintos reactivos, como carbón activo, permanganato potásico y dióxido de cloro, sin ampliación de las instalaciones de agua de servicios. Las instalaciones de carbón activo y de dióxido de cloro tienen una demanda importante de agua para preparación y dilución en línea de dosificación que no se puede suministrar con las instalaciones de agua de servicios actuales sin provocar un funcionamiento irregular de los grupos de presión (arranques y paradas constantes) por no disponer de un volumen de regulación suficiente.

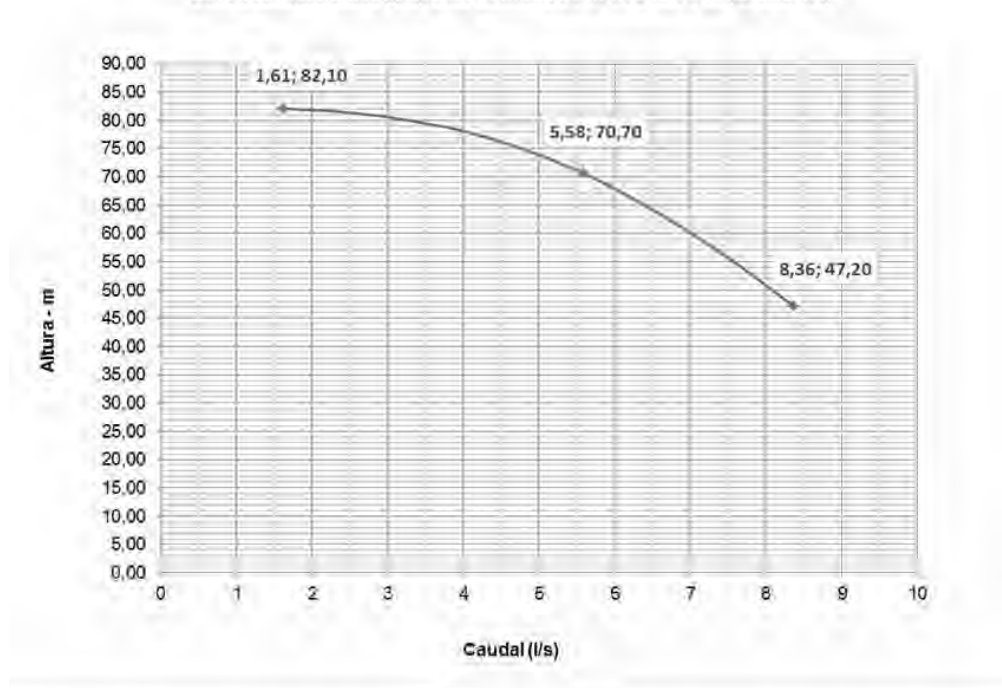
Se prevé la necesidad de sustituir los grupos de impulsión de agua de servicios (línea de dilución de reactivos y de agua de servicios en general) y sus calderines por dos (2) grupos de presión con las características siguientes:

- o Número de grupos de presión: 2
- o Número de bombas por grupo: 2 (1+1)
- o Caudales y presiones a suministrar por grupo: 20 m³/h (5,56 l/s) a 70 m.c.a.
y 8 m³/h (2,22 l/s) a 50 m.c.a.
- o Regulación: Mediante variador de frecuencia.

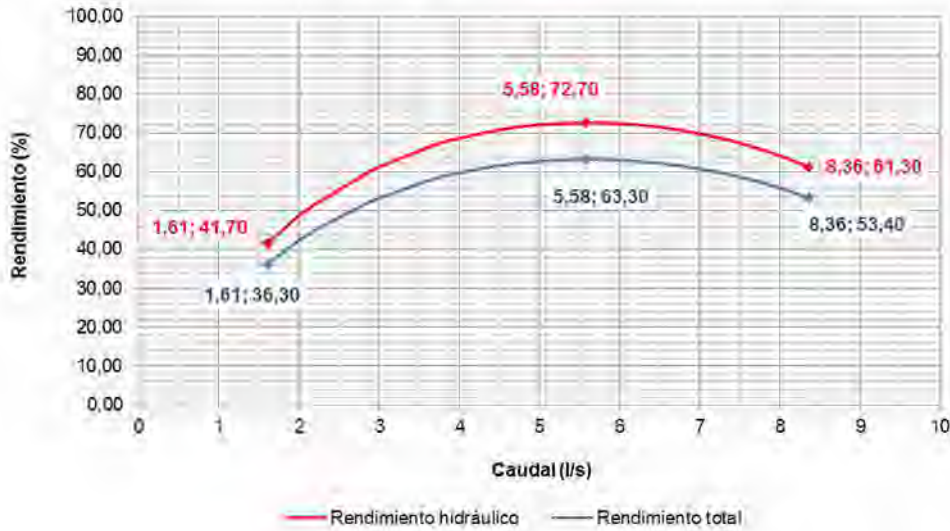
Los grupos de bombeo seleccionados son centrífugos multi-etapa (8) de aspiración radial, motor de 7,5 kW y su ubicación será la misma donde se encuentran actualmente los grupos de presión a sustituir, en el edificio de bombeo de la planta. En los siguientes gráficos se muestran la curva característica caudal-altura de las bombas así como las curvas de NPSH requerido, rendimiento hidráulico, rendimiento total, potencia en eje bomba y potencia absorbida.

Grupo de bombeo 20 m ³ /h a 70 m (Grado 1B)							
Caudal (m ³ /h)	Caudal (l/s)	Altura de impulsión (m)	NPSHr (m)	η hidráulico (%)	η total (%)	P2 (kW)	P1 (kW)
5,8	1,61	82,100	0,576	41,70	36,30	3,07	3,53
7,2	2,00	81,800	0,592	48,80	42,40	3,29	3,78
8,0	2,22	81,700	0,601	51,90	45,20	3,41	3,92
10,1	2,81	80,900	0,633	59,30	51,60	3,75	4,31
10,8	3,00	80,600	0,645	61,30	53,30	3,86	4,44
13,3	3,69	79,000	0,694	67,00	58,30	4,27	4,91
14,4	4,00	78,100	0,718	68,70	59,80	4,45	5,11
16,2	4,50	76,200	0,763	70,90	61,70	4,72	5,43
18,0	5,00	73,900	0,818	72,20	62,80	4,99	5,73
20,1	5,58	70,700	0,896	72,70	63,30	5,27	6,06
21,6	6,00	67,900	0,967	72,50	63,10	5,46	6,28
23,4	6,50	64,200	1,070	71,60	62,30	5,66	6,51
25,2	7,00	60,100	1,200	69,90	60,80	5,84	6,71
27,0	7,50	55,700	1,360	67,50	58,80	5,99	6,88
28,8	8,00	50,800	1,560	64,20	55,90	6,12	7,03
30,1	8,36	47,200	1,730	61,30	53,40	6,19	7,12

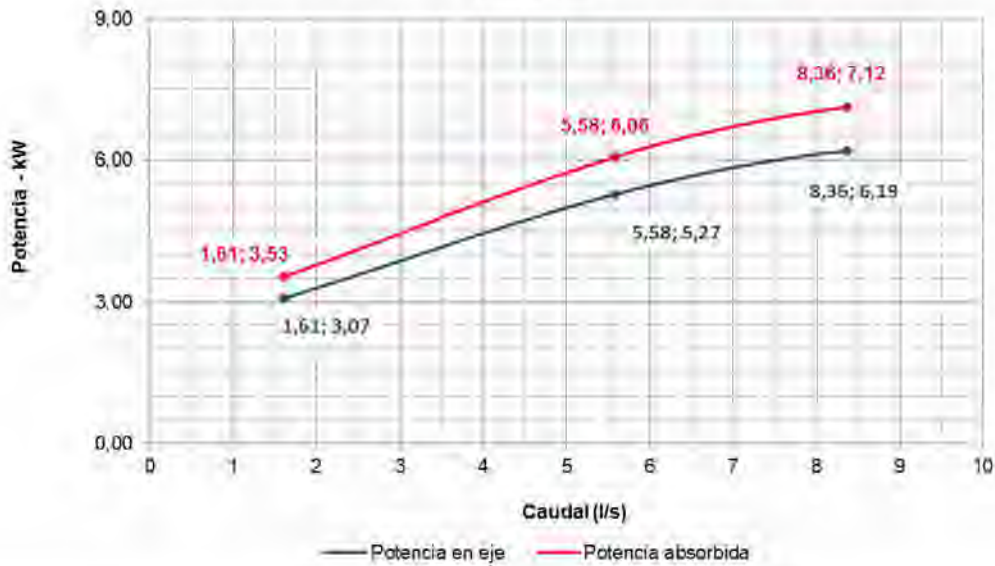
Curva característica grupo de bombeo 20 m³/h a H=70 m (Grado 1B)



Rendimiento (%) grupo de bombeo 20 m³/h a H=70 m (Grado 1B)



Potencia en eje y absorbida (kW) grupo de bombeo 20 m³/h a H=70 m (Grado 1B)



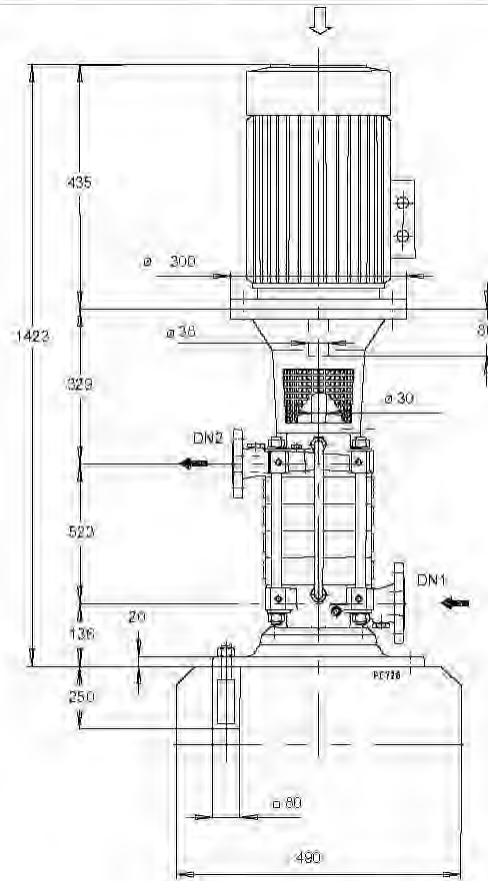
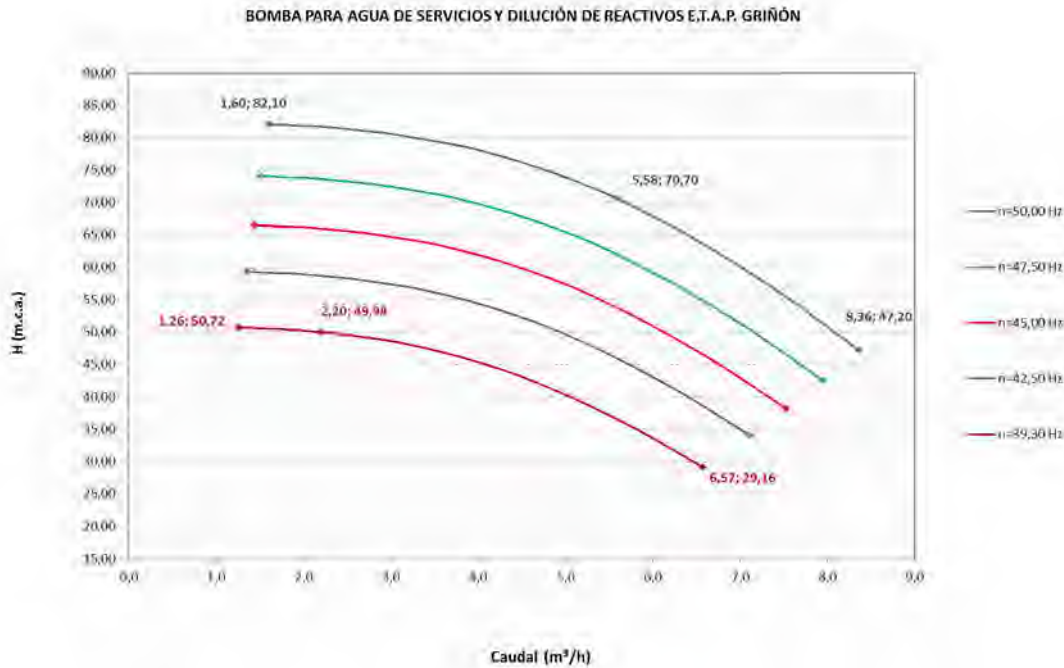


Figura 4. Bomba centrífuga de aspiración radial, peso 229 kg y motor de 7,5 kW

Para la obtención del punto de funcionamiento de 20 m³/h (2,20 l/s) a una altura de 50 m, se necesita operar la bomba con una frecuencia de 39,30 Hz como se indica en el gráfico siguiente:



4.4 BOMBEO REFRIGERACIÓN GENERADORES DE OZONO

La toma de agua para el bombeo de refrigeración de generadores de ozono se realiza en una tubería de DN 200 mm de la estación de bombeo que capta agua para las bombas de agua de servicios y dilución de reactivos.

En una primera fase se instalarán dos grupos de generación de ozono, uno de ellos en reserva, con una producción nominal de 7309 g/h O₃ (10% en peso) a una temperatura de 15 °C, lo que permite tratar un caudal de 500 l/s con una dosis de 4 ppm o un caudal de 667 l/s con una dosis de 3 ppm. Cada grupo de generación de ozono tiene asociado un grupo de bombeo para el sistema de refrigeración en circuito abierto.

El caudal máximo en la tubería de captación asciende a 61,6 m³/h, suma de los caudales de captación de los bombeos de agua para servicios y dilución de reactivos y el caudal de 10,80 m³/h del grupo de refrigeración en circuito abierto de cada uno de los generadores de ozono.

Q máximo en toma depósito=2x10,80+2x20,00=61,60 m³/h

La presión necesaria del agua de refrigeración en la entrada al intercambiador se establece en 5,00 m.c.a.

La altura geométrica máxima de bombeo se establece entre el nivel de agua mínimo en el depósito de agua tratada a cota 673,06 m y la cota de descarga del circuito de refrigeración en el canal de entrada a filtros de arena a cota 680,43 m.

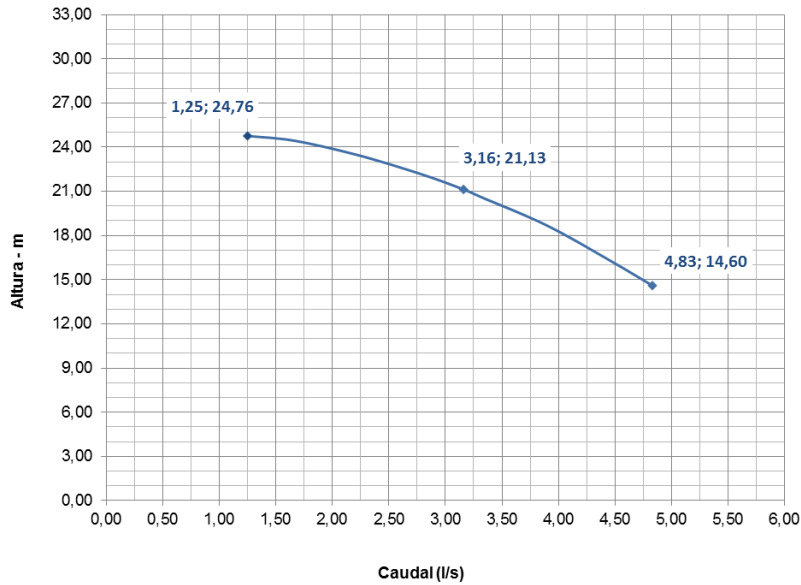
En las siguientes páginas se incluye el cálculo de la altura manométrica de bombeo como suma de la altura geométrica máxima, las pérdidas de carga en el circuito hidráulico y un coeficiente de seguridad del 21%, de lo que resulta la selección de unos grupos de bombeo 10,80 m³/h a una altura de 19 m.

En primera fase se instalarán dos grupos de bombeo para el circuito de refrigeración en abierto, uno de ellos en reserva. Cuando se instale un generador de ozono adicional se instalará dos nuevos grupos de bombeo del sistema de refrigeración para disponer de cuatro 4 (2+2).

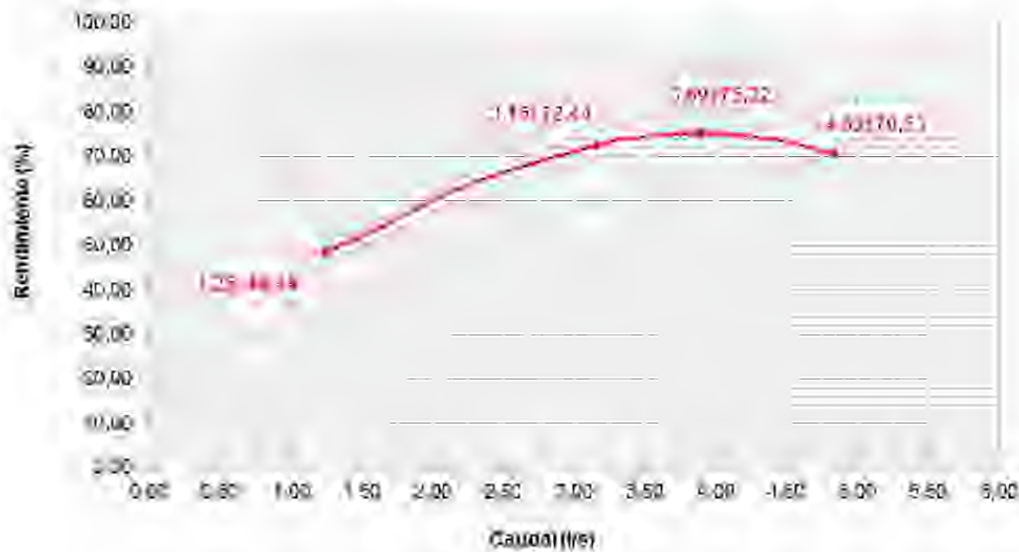
En los siguientes gráficos se muestran la curva característica caudal-altura de las bombas así como las curvas de NPSH requerido, rendimiento hidráulico y potencia en eje bomba.

Grupo de bombeo 11,4 m ³ /h a 21,13 m (Grado 1B)					
Caudal (m ³ /h)	Caudal (l/s)	Altura de impulsión (m)	NPSHr (m)	η hidráulico (%)	P2 (kW)
4,5	1,25	24,760	0,770	48,44	0,63
6,0	1,67	24,430	0,800	54,69	0,73
8,0	2,22	23,470	0,860	63,28	0,81
10,0	2,78	22,180	0,960	69,13	0,87
11,4	3,16	21,130	1,040	72,44	0,90
12,0	3,33	20,560	1,090	73,80	0,91
14,0	3,89	18,710	1,270	75,22	0,95
16,0	4,44	16,370	1,540	73,66	0,97
17,4	4,83	14,600	1,770	70,53	0,98

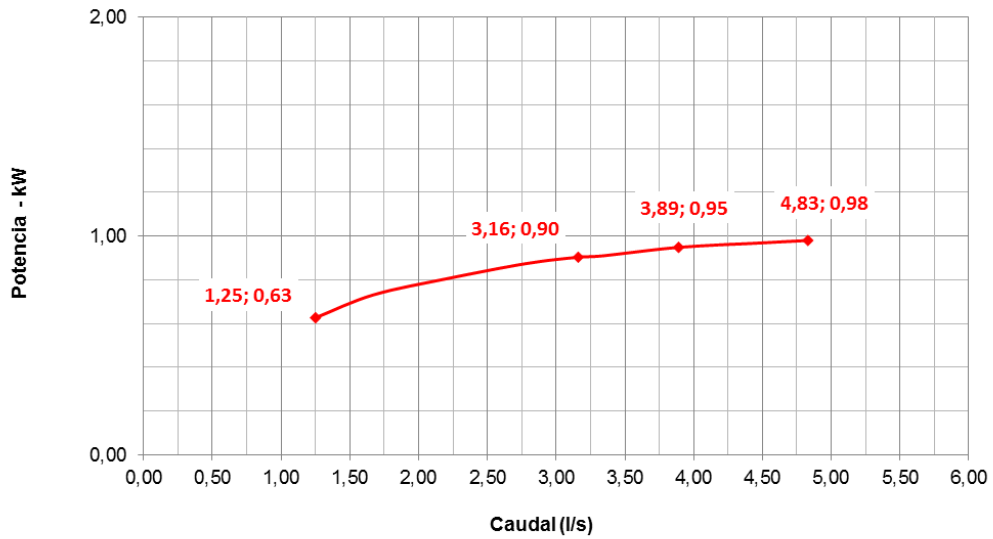
Curva característica grupo de bombeo 11,4 m³/h a H=21,1 m (Grado 1B)



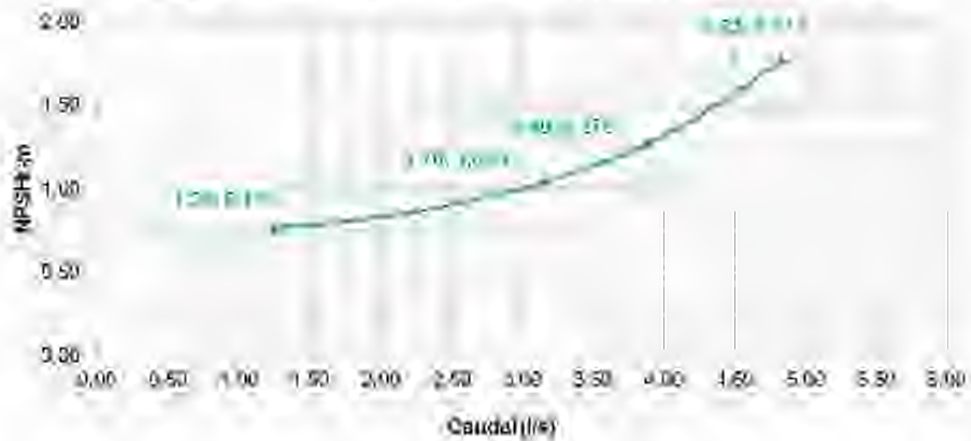
Rendimiento hidráulico (%) grupo de bombeo 11,4 m³/h a H=21,1 m (Grado 1B)



Potencia en eje (kW) grupo de bombeo 11,4 m³/h a H=21,1 m (Grado 1B)



NPSH requerido (m) grupo de bombeo 11,4 m³/h a H=21,1 m (Grado 1B)



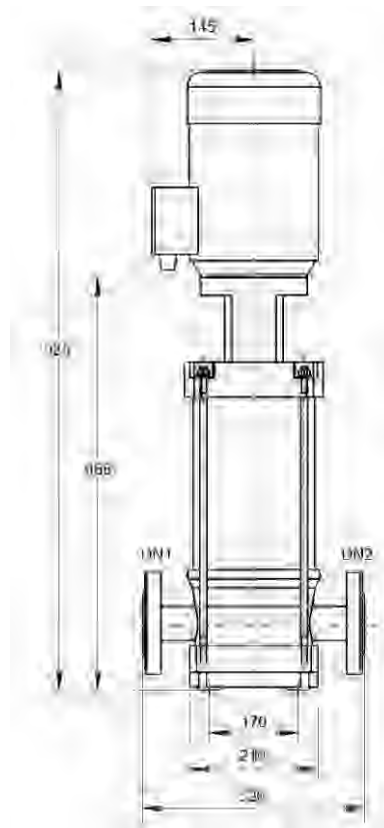


Figura 5. Bomba alta presión Inline de eje vertical, H=925 mm, Peso=77 kg y potencia=1,1 kW.

BOMBAS DE AGUA DE REFRIGERACIÓN DE GENERADORES DE OZONO

0.- Datos de partida

Caudal de agua de refrigeración por generador de ozono	Q	m ³ /h	10,8
Nº de generadores funcionando (futuro)	N		2
Caudal total de agua de refrigeración	Q	m ³ /h	21,6
Nº de bombas funcionando (futuro)	N		2
Presión necesaria del agua de refrigeración en la entrada al intercambiador		m.c.a.	5,000

1. Tubería de aspiración general

La tubería de aspiración se comparte con las bombas para agua de servicios y dilución de la planta

Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	61,6
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	q x n	0,017
Diámetro (mm)	φ	mm	200
Diámetro (m)	φ	m	0,200
Material:			Acero galv.
Rugosidad	e	mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	V	m/s	0,54
Viscosidad a 15 ° (10 ⁻³)	v	m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re		9,56E+04
Factor de fricción s/lain	f		0,022
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,0238201
Nº de entradas bruscas	n1	Ud.	1
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	0
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	1,3
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0
Nº de codos a 90 °	n6	Ud.	0
Nº de codos a 45°	n7	Ud.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	4,000
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	4,000
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5.v ² /2g	0,008
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v ² /2g	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² .10	0,000
Pérdida de carga en codos a 90°	h4	0.45.V2/(2g).n6	0,000
Pérdida de carga en codos a 45°	h5	0.35.V2/(2g).n7	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	h(L/φ).v ² /(2g)	0,007
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6	0,015

2. Cono de reducción en colector de aspiración (1)

Caudal	Q	m ³ /h	21,6
Diámetro después de la reducción	φ1	mm	80
Diámetro antes de la reducción	φ2	mm	200
Velocidad en el diámetro inferior	V1	Q/(π*φ1 ² /4)	1,19
Relación entre diámetros	rd	φ1/φ2	0,4
Ángulo del cono (doble del semiángulo) (menor de 45°)	alfa		24,78
Factor de fricción s/cameron	k	0.8.sen(alfa/2)(1+rd ²)	0,144
Pérdida en el cono de reducción	h	k.V ² /2g	0,010

3. Cono de reducción en colector de aspiración (2)

Tubería de impulsión de cada bomba			
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	21,6
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	q x n	0,006
Diámetro (mm)	φ	mm	140
Diámetro (m)	φ	m	0,140
Material:			Acero galv.
Rugosidad	e	mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	V	m/s	0,39
Viscosidad a 15 ° (10 ⁻³)	v	m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re		4,79E+04
Factor de fricción s/lain	f		0,018
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,0269423
Nº de entradas bruscas	n1	Ud.	0
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	0
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	4,1
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0
Nº de codos a 90 °	n6	Ud.	0
Nº de codos a 45°	n7	Ud.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000

BOMBAS DE AGUA DE REFRIGERACIÓN DE GENERADORES DE OZONO

Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	m	0,000
Longitud de tubería recta	L3		m	0,500
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	m	0,500
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5.v ² /2g	m	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v ² /2g	m	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² .10	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 90°	h4	0.45.V2/(2g).n6	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 45°	h5	0.35.V2/(2g).n7	m	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	h(L/φ).v ² /(2g)	m	0,001
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6	m	0,001

4. Tubería de aspiración bombeo de refrigeración (1)

Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	21,6	
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	q x n	0,006	
Diámetro (mm)	φ	mm	80	
Diámetro (m)	φ	m	0,080	
Material:			Acero galv.	
Rugosidad	e	mm	0,3	
Velocidad a caudal de diseño	V	m/s	1,19	
Viscosidad a 15 ° (10 ⁻³)	v	m ² /s	1,14	
Nº Reynolds	Re		8,38E+04	
Factor de fricción s/lain	f		0,022	
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,0238201	
Nº de entradas bruscas	n1	Ud.	0	
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	0	
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0	
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	0	
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	1,3	
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0	
Nº de codos a 90 °	n6	Ud.	0	
Nº de codos a 45°	n7	Ud.	0	
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000	
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	0,000	
Longitud de tubería recta	L3	m	2,000	
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	2,000	
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5.v ² /2g	m	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v ² /2g	m	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² .10	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 90°	h4	0.45.V2/(2g).n6	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 45°	h5	0.35.V2/(2g).n7	m	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	h(L/φ).v ² /(2g)	m	0,025
Omnipresión a 90° D180/D180, 50% del caudal (Diagrama 7, 22-Artículo)	h7	1.00.V2/(2g)	m	0,025
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6+h7	m	0,079

5. Tubería de aspiración bombeo de refrigeración (2)

Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	10,8	
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q	q x n	0,003	
Diámetro (mm)	φ	mm	80	
Diámetro (m)	φ	m	0,080	
Material:			Acero galv.	
Rugosidad	e	mm	0,3	
Velocidad a caudal de diseño	V	m/s	0,60	
Viscosidad a 15 ° (10 ⁻³)	v	m ² /s	1,14	
Nº Reynolds	Re		4,19E+04	
Factor de fricción s/lain	f		0,022	
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,0238201	
Nº de entradas bruscas	n1	Ud.	0	
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	0	
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0	
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	0	
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	1,3	
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0	
Nº de codos a 90 °	n6	Ud.	0	
Nº de codos a 45°	n7	Ud.	0	
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000	
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	0,000	
Longitud de tubería recta	L3	m	2,000	
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	2,000	
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5.v ² /2g	m	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v ² /2g	m	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² .10	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 90°	h4	0.45.V2/(2g).n6	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 45°	h5	0.35.V2/(2g).n7	m	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	h(L/φ).v ² /(2g)	m	0,014

BOMBAS DE AGUA DE REFRIGERACIÓN DE GENERADORES DE OZONO

Válvula de compuerta DN 80	h7	$0.25 \cdot V^2 / (2g)$	m	0,005
Pérdida de carga total	ht	$h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7$	m	0,018

6. Cono de ampliación en colector de impulsión (1)

Caudal	Q		m ³ /h	10,8
Diámetro antes de la ampliación	φ1		mm	50
Diámetro después de la ampliación	φ2		mm	80
Velocidad en el diámetro inferior	V1	$Q / (\pi \cdot \phi_1^2 / 4)$	m/s	1,53
Relación entre diámetros	rd	ϕ_1 / ϕ_2		0,63
Ángulo del cono (doble del semiángulo) (menor de 45º)	alfa			13,09
Factor de fricción s/Cameron	k	$2.6 \cdot \text{sen}(\text{alfa} / 2) \cdot (1 + \text{rd}^4)^2$		0,110
Pérdida en el cono de reducción	h	$k \cdot V^2 / 2g$		0,013

7. Cono de ampliación en colector de impulsión (2)

Tubería de impulsión de cada bomba				
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q		m ³ /h	10,8
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	$Q \cdot n$	m ³ /s	0,003
Diámetro (mm)	φ		mm	65
Diámetro (m)	φ		m	0,065
Material:				Aceró galv
Rugosidad	e		mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	V		m/s	0,90
Viscosidad a 15 º (10 ⁻⁵)	v		m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re			5,15E+04
Factor de fricción s/Jain	f			0,019
Factor de fricción s/Colebrook	f			0,0314926
Nº entradas bruscas	n1		Ud.	0
Nº de salidas bruscas	n2		Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3		Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4		Ud.	0
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0		m ² /s	4,1
Nº de válvulas de retención	n5		Ud.	0
Nº de codos a 90 º	n6		Ud.	0
Nº de codos a 45º	n7		Ud.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	m	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	m	0,000
Longitud de tubería recta	L3		m	0,250
Longitud equivalente	L	$L1 + L2 + L3$	m	0,250
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	$0.5 \cdot V^2 / 2g$	m	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	$V^2 / 2g$	m	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	$(Q / kv0)^2 \cdot 10$	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	$0.45 \cdot V^2 / (2g) \cdot n6$	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	$0.35 \cdot V^2 / (2g) \cdot n7$	m	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	$f \cdot (L / \phi) \cdot V^2 / (2g)$	m	0,005
Pérdida de carga total	ht	$h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6$	m	0,005

8. Colector de impulsión individual de cada bomba

Tubería de impulsión de cada bomba				
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q		m ³ /h	10,8
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	$Q \cdot n$	m ³ /s	0,003
Diámetro (mm)	φ		mm	80
Diámetro (m)	φ		m	0,080
Material:				Aceró galv
Rugosidad	e		mm	0,3
Velocidad a caudal de diseño	V		m/s	0,60
Viscosidad a 15 º (10 ⁻⁵)	v		m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re			4,19E+04
Factor de fricción s/Jain	f			0,029
Factor de fricción s/Colebrook	f			0,030411
Nº entradas bruscas	n1		Ud.	0
Nº de salidas bruscas	n2		Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3		Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4		Ud.	0
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0		m ² /s	0,52
Nº de válvulas de retención	n5		Ud.	0
Nº de codos a 90 º	n6		Ud.	0
Nº de codos a 45º	n7		Ud.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	m	2,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	m	13,000
Longitud de tubería recta	L3		m	7,000
Longitud equivalente	L	$L1 + L2 + L3$	m	17,000
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	$0.5 \cdot V^2 / 2g$	m	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	$V^2 / 2g$	m	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	$(Q / kv0)^2 \cdot 10$	m	0,000

BOMBAS DE AGUA DE REFRIGERACIÓN DE GENERADORES DE OZONO

Pérdida de carga en codos a 90º	h4	$0.45 \cdot V^2 / (2g) \cdot n6$	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	$0.35 \cdot V^2 / (2g) \cdot n7$	m	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	$f \cdot (L / \phi) \cdot V^2 / (2g)$	m	0,117
Pérdida de carga total	ht	$h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6$	m	0,117

9. T flujo a derivación de unión de colector individual con colector general

Caudal	Q	$q \cdot x \cdot n$	m ³ /h	10,8
Caudal	Q'		m ³ /s	0,003
Diámetro colector general (mm)	φ		mm	80
Diámetro colector general (m)	φ		m	0,08
Velocidad en el diámetro conducción principal	V1	$Q / (\pi \cdot \phi^2 / 4)$	m/s	0,60
Factor de fricción s/Idéichik (Diagram 7-4)	k			1,100
Nº de tes	n1		Ud.	1
Pérdida de carga en la te	h1	$k \cdot V^2 / 2g$		0,020

10. Colector general de impulsión a edificio de ozono

Tubería de impulsión de cada bomba				
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q		m ³ /h	21,6
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	$Q \cdot n$	m ³ /s	0,006
Diámetro (mm)	φ		mm	79,2
Diámetro (m)	φ		m	0,079
Material:				Poliétileno
Rugosidad	e		mm	0,1
Velocidad a caudal de diseño	V		m/s	1,22
Viscosidad a 15 º (10 ⁻⁵)	v		m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re			8,46E+04
Factor de fricción s/Jain	f			0,024
Factor de fricción s/Colebrook	f			0,0233641
Nº entradas bruscas	n1		Ud.	0
Nº de salidas bruscas	n2		Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3		Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4		Ud.	0
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0		m ² /s	1,9
Nº de válvulas de retención	n5		Ud.	0
Nº de codos a 90 º	n6		Ud.	4
Nº de codos a 45º	n7		Ud.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	m	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	m	0,000
Longitud de tubería recta	L3		m	75,000
Longitud equivalente	L	$L1 + L2 + L3$	m	75,000
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	$0.5 \cdot V^2 / 2g$	m	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	$V^2 / 2g$	m	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	$(Q / kv0)^2 \cdot 10$	m	0,000
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	$0.45 \cdot V^2 / (2g) \cdot n6$	m	0,136
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	$0.35 \cdot V^2 / (2g) \cdot n7$	m	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	$f \cdot (L / \phi) \cdot V^2 / (2g)$	m	1,674
Pérdida de carga total	ht	$h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6$	m	1,811

11. Te flujo recto en colector general

Caudal de diseño (m ³ /h)	Q		m ³ /h	21,6
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	$Q \cdot n$	m ³ /s	0,006
Diámetro (mm)	φ		mm	79,2
Diámetro (m)	φ		m	0,079
Velocidad a caudal de diseño	V		m/s	1,22
Factor de fricción	k			0,4
Nº de tes	n1		Ud.	3
Pérdida de carga en la te	h1	$k \cdot V^2 / 2g$	m	0,030
Pérdida de carga total	ht		m	0,091

12. Tubería de entrada individual a cada intercambiador

Tubería de impulsión de cada bomba				
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q		m ³ /h	10,8
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	$Q \cdot n$	m ³ /s	0,003
Diámetro (mm)	φ		mm	79,2
Diámetro (m)	φ		m	0,079
Material:				Poliétileno
Rugosidad	e		mm	0,1
Velocidad a caudal de diseño	V		m/s	0,61
Viscosidad a 15 º (10 ⁻⁵)	v		m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re			4,23E+04
Factor de fricción s/Jain	f			0,024
Factor de fricción s/Colebrook	f			0,0252654
Nº entradas bruscas	n1		Ud.	0
Nº de salidas bruscas	n2		Ud.	0

BOMBAS DE AGUA DE REFRIGERACIÓN DE GENERADORES DE OZONO

Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	1
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	0,113
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0
Nº de codos a 90º	n6	Ud.	1
Nº de codos a 45º	n7	Ud.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	2,000
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	2,000
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5.v ² /2g	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v ² /2g	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² .10	0,007
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	0.45.v2/(2g).n6	0,009
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	0.35.v2/(2g).n7	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f(L/v)xv ² /(2g)	0,012
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6	0,028

13. Pérdida de carga en intercambiador de calor **5,000**

14. Tubería de salida individual a cada intercambiador

Tubería de impulsión de cada bomba			
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	10,8
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	m ³ /s	0,003
Diámetro (mm)	φ	mm	79,2
Diámetro (m)	φ	m	0,079
Material:			Poliétileno
Rugosidad	e	mm	0,1
Velocidad a caudal de diseño	V	m/s	0,61
Viscosidad a 15º (10 ⁻⁵)	v	m ² /s	1,14
Nº Reynolds	Re		4,23E+04
Factor de fricción s/lain	f		0,024
Factor de fricción s/Colebrook	F		0,0252654
Nº entradas bruscas	n1	Ud.	0
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	1
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	0,113
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0
Nº de codos a 90º	n6	Ud.	0
Nº de codos a 45º	n7	Ud.	0
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	13,000
Longitud de tubería recta	L3	m	2,000
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	15,000
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5.v ² /2g	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v ² /2g	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² .10	0,007
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	0.45.v2/(2g).n6	0,000
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	0.35.v2/(2g).n7	0,000
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f(L/v)xv ² /(2g)	0,051
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6	0,098

15. Te flujo recto en colector general

Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	21,6
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	m ³ /s	0,006
Diámetro (mm)	φ	mm	79,2
Diámetro (m)	φ	m	0,079
Velocidad a caudal de diseño	V	m/s	1,22
Factor de fricción	k		0,4
Nº de tes	n1	Ud.	3
Pérdida de carga en la te	h1	k.v ² /2g	0,030
Pérdida de carga total	ht		0,091

16. Colector general de retorno a canal de entrada a filtros

Tubería de impulsión de cada bomba			
Caudal de diseño (m ³ /h)	Q	m ³ /h	21,6
Caudal de diseño (m ³ /s)	Q'	m ³ /s	0,006
Diámetro (mm)	φ	mm	79,2
Diámetro (m)	φ	m	0,079
Material:			Poliétileno
Rugosidad	e	mm	0,1
Velocidad a caudal de diseño	V	m/s	1,22
Viscosidad a 15º (10 ⁻⁵)	v	m ² /s	1,14

BOMBAS DE AGUA DE REFRIGERACIÓN DE GENERADORES DE OZONO

Nº Reynolds	Re		8,46E+04
Factor de fricción s/lain	f		0,024
Factor de fricción s/Colebrook	F		0,0236098
Nº entradas bruscas	n1	Ud.	0
Nº de salidas bruscas	n2	Ud.	0
Nº de válvulas de compuerta	n3	Ud.	0
Nº de válvulas de mariposa	n4	Ud.	0
Kv0 de la válvula de mariposa	kv0	m ² /s	1,9
Nº de válvulas de retención	n5	Ud.	0
Nº de codos a 90º	n6	Ud.	2
Nº de codos a 45º	n7	Ud.	2
Longitud equivalente válvulas de compuerta	L1	s/Cameron	0,000
Longitud equivalente válvulas de retención	L2	s/Cameron	0,000
Longitud de tubería recta	L3	m	40,000
Longitud equivalente	L	L1+L2+L3	40,000
Pérdida de carga en entradas bruscas	h1	0.5.v ² /2g	0,000
Pérdida de carga en salidas bruscas	h2	v ² /2g	0,000
Pérdida en válvulas de mariposa	h3	(Q/kv0) ² .10	0,000
Pérdida de carga en codos a 90º	h4	0.45.v2/(2g).n6	0,068
Pérdida de carga en codos a 45º	h5	0.35.v2/(2g).n7	0,053
Pérdida de carga en tubería equivalente	h6	f(L/v)xv ² /(2g)	0,902
Pérdida de carga total	ht	h1+h2+h3+h4+h5+h6	1,023

TOTAL PÉRDIDAS DE CARGA EN CONDUCCIÓN **8,323**

CÁLCULO DE LA ALTURA MANOMÉTRICA DE LAS BOMBAS DE REFRIGERACIÓN DE OZONO

Pérdidas de carga en conducciones		m	8,323
Cota de agua mínima en depósito de agua tratada		m	673,06
Cota cajero canal de entrada a filtros de arena		m	680,43
Altura geométrica		m	7,370
Altura manométrica requerida para las bombas de refrigeración	hm	hg+ht	15,693
Coefficiente de seguridad	Cs		1,21
Altura adoptada para las bombas de agua de refrigeración	hman		19,00

4.5 BOMBEO DE ARRASTRE DE CARBÓN ACTIVO

La extracción del carbón activo granular de las celdas de filtros (8x3x2,10=50,40 m³) se realiza mediante la utilización de bomba sumergible que transporta la mezcla de agua y carbón granular (tamaño efectivo entre 0,6-0,7 mm) hasta un silo de almacenamiento de 90 m³ situado en las inmediaciones del edificio.

El transporte hidráulico de sólidos se debe realizar bajo unas premisas previas de velocidad mínima de flujo para que no exista riesgo de depósito y obstrucción de la tubería. El aumento de velocidad homogeniza la suspensión y la mezcla tiende a comportarse como un líquido puro.

La bomba se situará en las celdas mediante dos puentes grúa de 1600 kg de capacidad que se desplazan a lo largo de los filtros. En el interior de la celda se conectará la bomba sumergible a través de una manguera de DN 100 mm con un circuito de tubería DN 100 mm de acero inoxidable que descarga en un silo de almacenamiento.

La curva resistente del sistema se determina a partir de los siguientes datos:

- 1) La altura geométrica de bombeo variará entre 15,52 m y 13,42 m, considerando las siguientes cotas en aspiración e impulsión.

Cota superior de los falsos fondos de apoyo carbón activo	677,55 m.s.n.m.
Cota superior capa de carbón activo	679,65 m.s.n.m.
Cota descarga en silo de almacenamiento	693,07 m.s.n.m.

H geométrica máxima= 693,07-677,55=15,52 m

H geométrica mínima=693,07-679,65=13,42 m

- 2) La tubería de impulsión se compone de una tubería flexible de material textil reforzado de DN 100 mm y 12 m de longitud, y un segundo tramo de tubería de acero inoxidable de DN 100 mm y 100 m de longitud.

- 3) La pérdida de carga por rozamiento se calcula con la fórmula de Darcy-Weisbach. Se ha considerado una rugosidad de 0,3 mm para la determinación del coeficiente de rozamiento por la fórmula de Colebrook- White.

Para mezclas de agua y arena con una concentración de hasta el 25%, las pérdidas de carga por rozamiento de la tubería y fluido producidas por un fluido de agua sin sólidos en suspensión se multiplican por un coeficiente de $\gamma = 1,40$.

- 4) Las pérdidas de carga localizadas, se expresan como una fracción (K) de la altura de velocidad inmediatamente aguas abajo del punto donde se produce la pérdida. En circuito se consideran las siguientes:

- Tramo tubería DN 100 de material textil

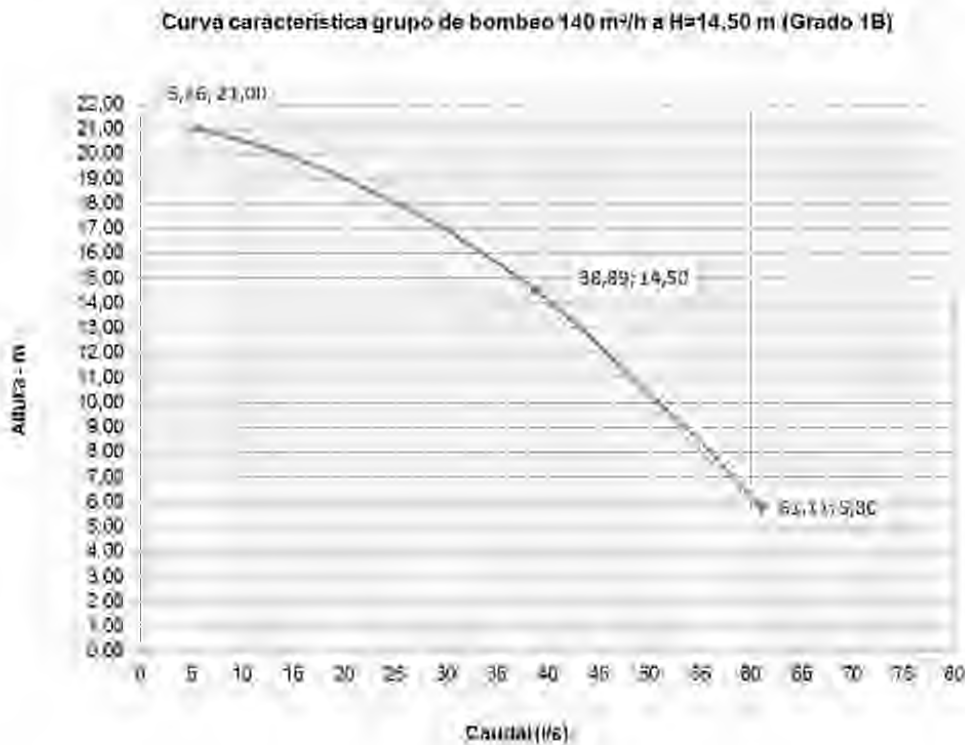
Válvula de compuerta K=0,25 (ϕ 100)

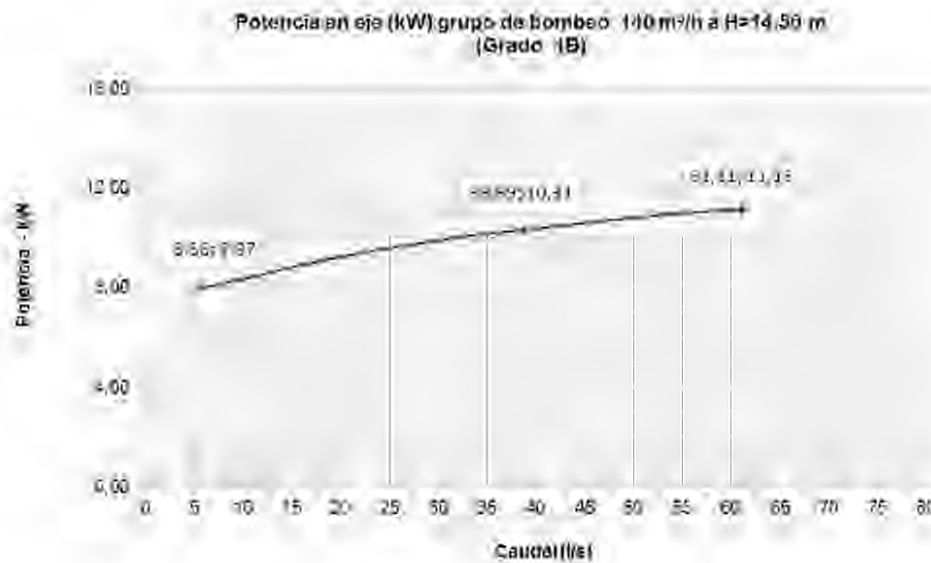
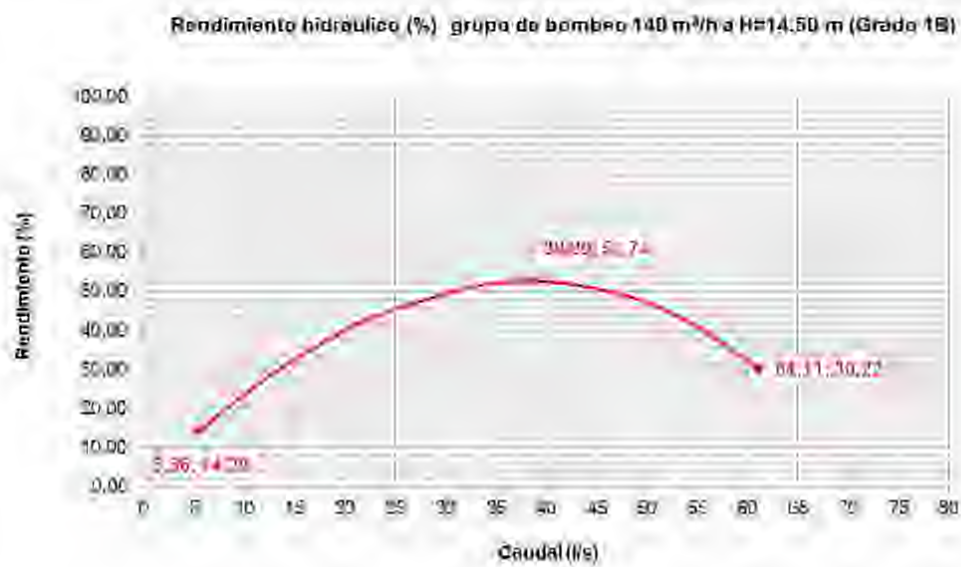
- Tramo tubería DN 100 de acero inoxidable

Convergencia DN100/ DN100 (Diag 7-4 Idelchik) K=1,100 (φ 100)
 Codos a 90º (8 unidades).....K=8x0,45=3,60 (φ 100)
 Desembocadura en siloK=1,00 (φ 100)

En los siguientes gráficos y figuras se muestra la curva característica caudal-altura de las bombas así como las curvas de rendimiento hidráulico y potencia en el eje.

Grupo de bombeo 140 m ³ /h a 14,50 m (Grado 1B)				
Caudal (m ³ /h)	Caudal (l/s)	Altura de impulsión (m)	η hidráulico (%)	P2 (kW)
20,0	5,56	21,00	14,28	7,97
40,0	11,11	20,40	25,82	8,44
60,0	16,67	19,60	35,16	8,96
80,0	22,22	18,60	42,85	9,40
100,0	27,78	17,50	47,80	9,75
120,0	33,33	16,10	51,65	10,09
140,0	38,89	14,50	52,74	10,31
160,0	44,44	12,55	51,10	10,57
180,0	50,00	10,40	47,25	10,79
200,0	55,56	8,20	40,11	11,00
220,0	61,11	5,80	30,22	11,13





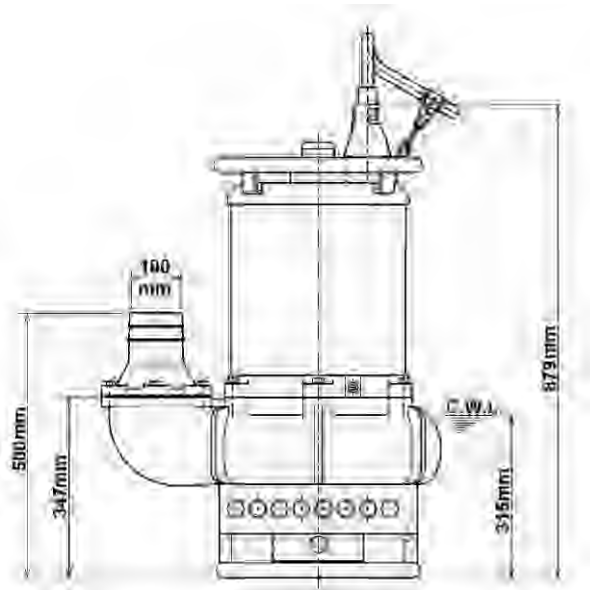
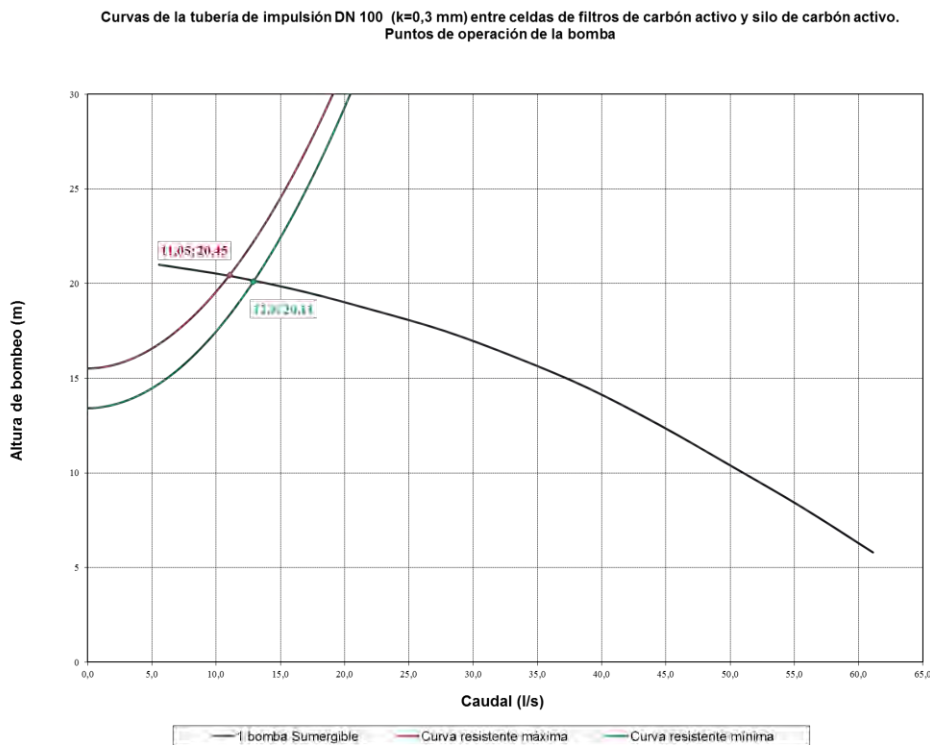


Figura 6. Bomba sumergible con agitador
H=879 mm, Peso=220 kg, Motor=15 kW

Los puntos de funcionamiento del grupo de bombeo varían en el siguiente intervalo:

- 1) $Q=11,05 \text{ l/s}$ ($39,8 \text{ m}^3/\text{h}$) a una altura de $H=20,45 \text{ m}$
- 2) $Q=12,90 \text{ l/s}$ ($46,4 \text{ m}^3/\text{h}$) a una altura de $H=20,11 \text{ m}$



5. VACIADO FILTROS DE CARBÓN ACTIVO GRANULAR

Los canales de salida del agua de lavado de filtros tienen una sección de 2,43x1,00 m y desaguan en un colector de U-PVC de DN 500 mm que transporta el caudal de lavado de filtros (1200 m³/h/ 333,33 l/s) hasta el depósito de homogeneización de la E.T.A.P.

Para el vaciado de los seis (6) filtros se dispone de un red de tubería DN 150 mm que permite el vaciado por gravedad de los filtros entre el nivel de agua 680,85 m.s.n.m. y la solera de apoyo de los falsos fondos a cota 677,21 m.s.n.m.. El ramal de tuberías DN 150 mm conecta con el colector U-PVC DN 500 mm de transporte del agua de lavado de filtros con el depósito de homogeneización de la E.T.A.P.

El tiempo de vaciado en un depósito de sección recta si no existe flujo de entrada, tiene la siguiente expresión matemática:

$$t = \frac{2 \times A_T}{c \times A_0 \times \sqrt{2 \times g}} \times (h_1^{0.5} - h_2^{0.5})$$

Donde:

AT=Sección recta constante depósito (48 m² =2x8,00x3,00)

A0= Sección desagüe (DN 150 mm)

C= Coeficiente de contracción orificio (0,80)

h1=Altura nivel máximo a eje desagüe.

h2=Altura nivel mínimo a eje desagüe.

Para el vaciado de un filtro de carbón activo al colector U-PVC DN500 mm se tienen los siguientes niveles de agua y cota de vertido de la tubería DN 150 mm:

Cota nivel máximo: 680,85 m.s.n.m.

Cota nivel mínimo: 677,21 m.s.n.m.

Cota eje desagüe: 677,15 m.s.n.m.

Tiempo de desagüe=0,71 horas.

6. SOPLANTES LAVADO FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

En lavado de los filtros de carbón activo mediante aire y para los 48 m² de superficie de filtración, tomando como velocidades de lavado 36 Nm³/h de aire, el caudal necesario unitario son 1.728 Nm³/h. El caudal de aire se suministrará mediante dos 2 (1+1R) soplantes de émbolos rotativos de caudal unitario 1.728 Nm³/h y presión 5,2 m.c.a. Además estos equipos estarán dotados de cabinas de insonorización.

A continuación se calcula la presión mínima de impulsión adoptada en soplantes que asciende a 5200 mm CA. La presión mínima se compone de los sumandos:

Presión mínima= Altura estática sobre vertedero + Pérdidas de carga+ ΔP

- Altura estática sobre vertedero=680,72-677,55=3,170m =3170 mm

- Pérdidas de carga

Pérdida de carga en falso fondo+colector interno=1501 mm

Pérdidas lineales en distribución= 92,89 mm

Pérdidas en singularidades en distribución=96,11 mm

$\Delta H= 1501+92,89+96,11=1690$ mm

- Resguardo de presión

$\Delta P= 340$ mm

Presión mínima soplante=3170+1690+340=5200 mm

SOPLANTES DE AIRE DE LAVADO DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

0.- DATOS DE PARTIDA

Factores ambientales y cálculo de la densidad del aire

*** Factor temperatura**

Temperatura en planta	t1	° C	35,0
Incremento de temperatura por la compresión	Δt	° C	55,0
Temperatura del aire tras la compresión	T = t1 + Δt	° C	90,0

*** Factor presión**

Altura sobre nivel del mar	H	m	678,5
Presión atmosférica en planta	Patm	10341 (1-0,0065 * H / 288) * 5,255	mmCA
Cota vertedero de salida de agua de lavado	C1	m	680,720
Cota de la parte superior del falso fondo	C2	m	677,550
Altura estática sobre vertedero	H1 = C1 - C2	mmCA	3170
Pérdida de carga en falso fondo+colector internos/Leopold	H2	mmCA	1501
Pérdida de carga en conductos media	H3	mmCA	0
Pérdida de carga en válvula reguladora y otras	H4	mmCA	0
Presión absoluta del aire comprimido	H5 = Patm + H1 + H2 + H3 + H4	mmCA	14207

*** Cálculo de la densidad del aire comprimido**

Factor de temperatura	Ft = 273 / (273 + T)		0,752
Factor de presión	Fp = H5 / 10341		1,374
Producto de ambos factores	F = Ft x Fp		1,033
Densidad de aire comprimido	ρ0 = 1,2922 x F	kg/m ³	1,335

*** Pérdidas en conexión soplantes-filtro de carbón activo**

Caudal en condiciones de tubería	Q	m ³ /h	1,728
Caudal condiciones de tubería en m ³ /s	Q'	m ³ /s	0,480
Diámetro (mm)	φ	mm	200
Diámetro (m)	φ	m	0,200
Material:			Acero inox
Rugosidad	e	mm	0,1
Velocidad a caudal de diseño	V	m/s	15,28
Viscosidad cinemática a la temperatura T	ν	m ² /s	2,19E-05
Nº Reynolds	Re		1,86E+05
Factor de fricción s/Jain	f		0,020
Factor de fricción s/Colebrook	f		0,019472
Longitud de tubería recta	L	m	60,000
Pérdida de carga en tubería	H1 = $\frac{8}{\pi \cdot \phi^5} \cdot \frac{L \cdot V^3}{\rho} = K' \cdot V^3$	mmCA	92,890

*** Pérdidas en singularidades**

Presión dinámica	Pd = 0,5 * ρ * v ² / g	mmCA	15,89
Número de entradas bruscas	n2	ud	1
Pérdida en entrada brusca	H2 = 0,45 * Pd * n2	mmCA	7,15
Número de ensanchamientos bruscos	n3	ud	1
Pérdida en ensanchamientos bruscos	H3 = Pd * n3	mmCA	15,89
Número de codos a 90º	n4	ud	3
Pérdidas en codos a 90º	H4 = 0,4 * Pd * n4	mmCA	19,06
Número de codos a 45º	n5	ud	0
Pérdidas en codos a 45º	H5 = 0,3 * Pd * n5	mmCA	0,00
Número de válvulas de mariposa/ retención	n6	ud	3
Pérdida en válvulas	H6 = 0,2 * Pd * n6	mmCA	9,53
Te derivación a ramal	n7	ud	1
Pérdida derivación	H7 = 2,8 * Pd * n7	mmCA	44,48
Te asimétrica de reunión de corrientes	n9	ud	0
Caudal en el ramal secundario	Q'	litros/h	0
Relación de caudales	r = Q' / Q		0
Comprobación de relación de caudales			ok
Coefficiente n	n = 0,08r ³ + 0,62r + 0,06		0,06
Pérdidas en T asimétrica de reunión corrientes ramo principal	H9 = 0,4 * Pd * n8	mmCA	0,00
Número de contracciones de sección 45º	n10	ud	0
Pérdida de carga contracción gradual	H10 = 0,32 * Pd * n10	mmCA	0,00
Pérdida en placa orificio	H11	mmCA	0,00

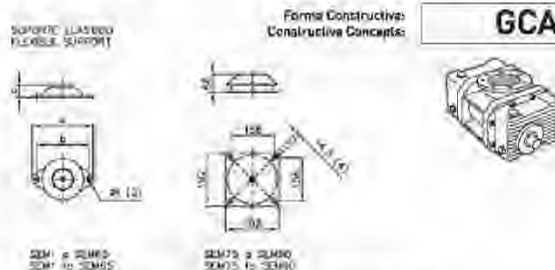


Pérdidas en singularidades			96,11
PÉRDIDAS DE CARGA TOTALES		mmCA	189,00
PRESIÓN EN COLECTOR		mmCA	4860,00
Coefficiente de seguridad	Cs		1,07
PRESIÓN MÍNIMA DE IMPULSIÓN ADOPTADA EN SOPLANTES		mmCA	5200,00

TECHNOLOGY: ROOTS BLOWERS	TECNOLOGÍA: ÉMBOLOS ROTATIVOS	FLUIDO: AIR+	FLUIDO: AIRE+	OPERATING: PRESSURE	FUNCIONAMIENTO: PRESIÓN
-------------------------------------	---	------------------------	-------------------------	-------------------------------	-----------------------------------

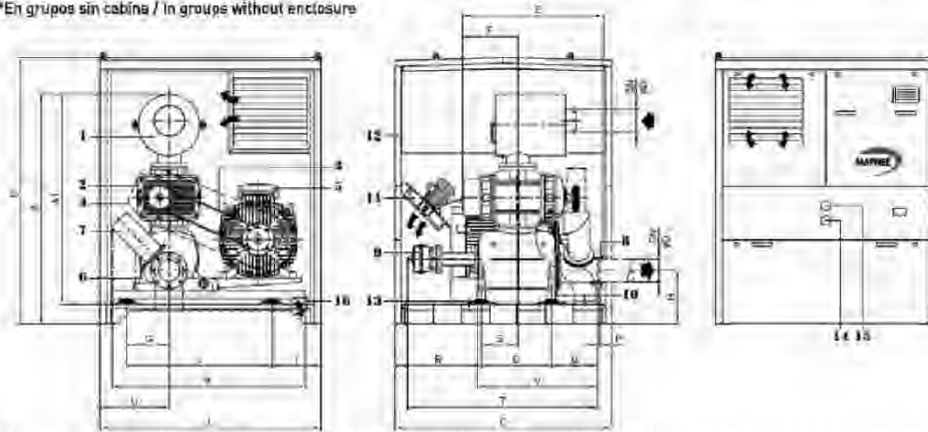
TABLAS DE DIMENSIONES Y PESOS / DIMENSIONS AND WEIGHTS TABLES TIPO: **SEM**

Pos. / Part	Denominación	Description
1	Filtro silencioso asp	Inlet silencer filter
2	Soplante SEM	SEM blower
3	Transmisión	Transmission
4	*Protección de transmisión	*Transmission protection
5	Motor de accionamiento	Drive motor
6	Bancada silencioso	Base silencer
7	Válvula de presión	Pressure valve
8	Manguito flexible	Flexible sleeve
9	Válvula de arranque en vacío	Unloading valve
10	Válvula anti-retorno	Non return valve
11	Extractor	Extractor
12	Cabina insonorizante	Acoustic enclosure
13	Soportes elásticos	Flexible supports
14	Mánometro	Manometer
15	Contralador de calmatción	Filling detector
16	Entrada de cableado	Cables inlet



Disposición de elementos sujetos a modificaciones sin previo aviso
Disposition of elements subject to modifications without prior notice.

*En grupos sin cabina / In groups without enclosure



Modelo Model	DN	BD*	A	A1	B	C	E	F	G	H	I	J	K	L	M	O	P	R	S	T	U	V	a	b	c	d	peso weight kg**
SEM 1	50	60	1070	935	1195	1050	584	206	134	280	354	430	670	950	165	280	15	408,5	130	472	300	454	120	100	27	6,5	70
SEM 2	50	60	1070	935	1195	1050	606	222	134	280	354	430	670	950	165	280	15	408,5	130	472	300	454	120	100	27	8,5	105
SEM 4	80	89	1070	935	1195	1050	672	245	134	280	354	430	670	950	212	280	15	408,5	130	529	300	502	120	100	27	16,5	120
SEM 6	80	89	1165	1030	1450	1250	1145	247	155	298	285	725	970	1200	220	415	15	558,5	251	1102	345	650	148	124	25	10	140
SEM 8	80	89	1224	1089	1450	1250	1242	256	155	298	285	725	970	1200	222	415	15	558,5	251	1102	345	652	148	124	25	10	220
SEM 10	80	89	1224	1089	1450	1250	729	278	155	298	285	725	970	1200	222	415	15	558,5	251	1102	345	652	148	124	25	10	235
SEM 11	80	89	1224	1089	1450	1250	757	306	155	298	285	725	970	1200	222	415	15	558,5	251	1102	345	652	148	124	25	10	250
SEM 11,5	100	114	1224	1089	1450	1250	847	344	213	306	343	725	970	1200	240	445	15	508,5	284	1135	345	745	148	124	25	10	275
SEM 11,6	100	114	1259	1120	1450	1250	777	276	219	305	343	725	970	1200	240	445	15	508,5	284	1135	345	745	148	124	25	10	310
SEM 11,7	100	114	1256	1120	1450	1250	813	312	213	305	343	725	970	1200	240	445	15	508,5	284	1135	345	745	148	124	25	10	335
SEM 12	100	114	1335	1178	1450	1250	823	322	213	305	343	725	970	1200	240	445	15	508,5	284	1135	345	745	148	124	25	10	375
SEM 11,8	150	168	1457	1512	1932	1570	1027	368	308	389	353	1055	1400	1600	352	508	15	625	265,5	1397	500	887	214	182	35	12	510
SEM 15	150	168	1465	1520	1932	1570	1042	402,5	308	389	353	1055	1400	1600	352	508	15	625	265,5	1397	500	887	214	182	35	12	500
SEM 25	150	168	1497	1552	1932	1570	1049	390	308	389	353	1055	1400	1600	352	508	15	625	265,5	1397	500	887	214	182	35	12	675
SEM 35	200	219	1630	1650	2014	1600	1265	455	273	275	368	1055	1400	1700	403	660	15	412	388,5	1340	550	1110	280	240	44	14,5	490
SEM 36	200	219	1662	1682	2019	1600	1244	434	273	275	368	1055	1400	1700	403	660	15	412	388,5	1340	550	1110	280	240	44	14,5	745
SEM 41	200	219	1662	1682	2019	1600	1339	529	273	275	368	1055	1400	1700	403	660	15	412	388,5	1340	550	1110	280	240	44	14,5	1085
SEM 41	250	273	2030	2030	2270	1950	1567	529	331	325	451	1220	1490	2000	428	800	22	515	340	1593	660	1363	280	240	44	14,5	1580
SEM 45	250	273	1742	1742	2018	1600	1275	446	273	275	368	1055	1400	1700	403	660	15	412	388,5	1340	550	1110	280	240	44	14,5	815
SEM 55	250	273	2053	2053	2270	1950	1591	552	331	325	451	1220	1490	2000	428	800	22	515	340	1593	660	1363	280	240	44	14,5	1625
SEM 60	250	273	2073	2073	2270	1950	1463	625	331	325	451	1220	1490	2000	428	800	22	515	340	1593	660	1363	280	240	44	14,5	1495
SEM 65	250	273	2201	2201	2270	1950	1603	565	331	325	451	1220	1490	2000	428	800	22	515	340	1593	660	1363	280	240	44	14,5	2000
SEM 75	300	324	2291	2331	2520	2150	1865	684	437	420	507	1400	1600	2150	555	1025	22	512	504	1897	680	1667	-	-	-	-	2300
SEM 80	300	324	2326	2326	2520	2150	1974	775	437	420	507	1400	1600	2150	555	1025	22	512	504	1897	680	1667	-	-	-	-	2800
SEM 90	300	324	2576	2576	2770	2150	1941	740	437	420	507	1400	1600	2150	555	1025	22	512	504	1897	680	1667	-	-	-	-	2700

* Tubería ISO / Pipe ISO

** Excluido motor y cabina / Motor and acoustic enclosure excluded

Dimensiones en mm. sujetas a modificaciones sin previo aviso.

Dimensions in mm. subject to modifications without prior notice.

7. GRUPOS DE BOMBEO DE AGUA TRATADA

7.1 SITUACIÓN ACTUAL

La E.T.A.P. de Griñón dispone de tres bombes para la distribución del agua tratada con los siguientes puntos nominales de funcionamiento y potencia de motor eléctrico.

Bombeo	Nº de bombas	Q bombeo		H bombeo (m.c.a.)	Potencia motor (kW)
		l/s	m ³ /h		
A red de Griñón	4	83.3	300	50	75
A depósito 5900 m ³	3	111.1	400	14	22
A Arteria Fundación Sur (*)	4	277.8	1000	26	110

(*) El bombeo a la Arteria Fundación Sur, tiene instalados 4 grupos en paralelo y espacio para la instalación de un grupo adicional.

Canal de Isabel II durante la redacción del proyecto ha realizado una prueba “in situ” de los grupos de bombeo de agua tratada para determinar las potencias absorbidas, y los puntos de caudal y altura de bombeo para tres escenarios de tratamiento y caudales de bombeo de las estaciones elevadoras de agua tratada.

De las pruebas se determinaron las curvas resistentes de los bombes, que relacionan el caudal expresado en l/s con la altura de bombeo H expresada en m.

Bombeo de Griñón	$H(m)=27.00+0.00086379xQ^2$
Bombeo Depósito 5900 m ³	$H(m)=8.93+7.35117x10^{-5}xQ^2$
Bombeo Arteria Fundación Sur	$H(m)=7.40+3.96735x10^{-5}xQ^2$

Durante la medida de datos en campo, se ha detectado que los grupos de bombeo de la Arteria de la Fundación Sur tienen presión insuficiente para el escenario de bombeo intermedio de 670 l/s con el número de horas de bombeo de 11 horas/día que se tienen en la explotación actual y que se podría solucionar con el incremento de las horas de bombeo hasta 18,50 horas/día. Por otra parte, el bombeo de 71.107 m³/día (823 l/s), demanda estimada para el escenario de tratamiento de 1000 l/s en la E.T.A.P. de Griñón, requiere la sustitución de los grupos actuales por otros de mayor altura manométrica y con motor de 160 kW.

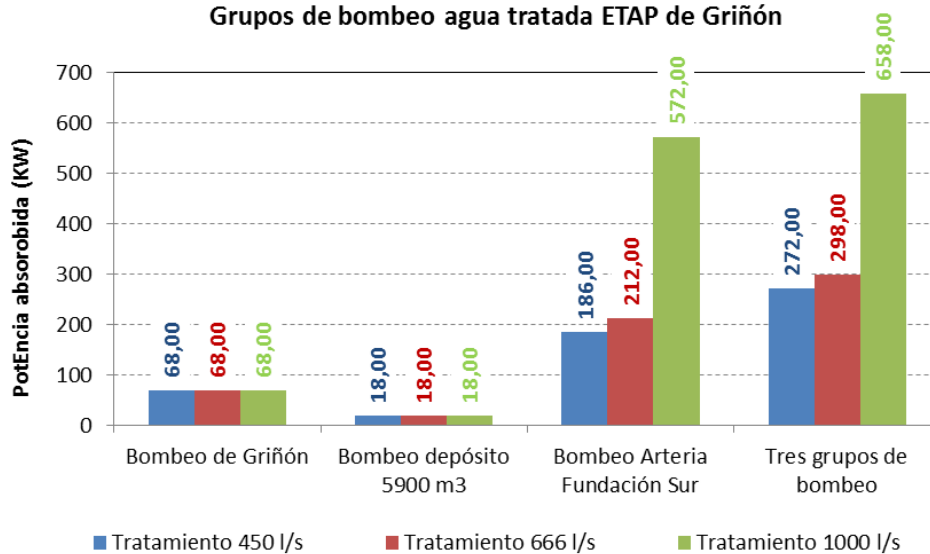
Para la distribución del agua tratada por la planta: 450 l/s, 666 l/s y 1000 l/s, se necesita los siguientes grupos de bombeo y potencia absorbida según lo indicado en las siguientes tablas para garantizar las demandas de la red de Griñón, depósito 5900 m³ y Arteria Fundación Sur.

Tratamiento E.T.A.P. de Griñón 450 l/s (38.880 m ³ /día)						
Bombeo	Q _{demanda} (l/s)	Q _{bombeo} (l/s)	H _{bombeo} (m.c.a.)	Nº de bombas	Horas bombeo diarias	Potencia absorbida (kW)
Griñón	130.00	130.00	41.6	1	24	68
Depósito 5900 m ³	31.15	115.00	9.9	1	6.5	18
Arteria Fundación Sur	286.46	625.00	22.9	2	11	186
	447.60					272

Tratamiento E.T.A.P. de Griñón 666 l/s (57.542 m ³ /día)						
Bombeo	Q _{demanda} (l/s)	Q _{bombeo} (l/s)	H _{bombeo} (m.c.a.)	Nº de bombas	Horas bombeo diarias	Potencia absorbida (kW)
Griñón	130.00	130.00	41.6	1	24	68
Depósito 5900 m ³	31.15	115.00	9.9	1	6.5	18
Arteria Fundación Sur	516.46	670.00	25.2	2	18.50	212
	677.60					298

Tratamiento E.T.A.P. de Griñón 1000 l/s (86.400 m ³ /día)						
Bombeo	Q _{demanda} (l/s)	Q _{bombeo} (l/s)	H _{bombeo} (m.c.a.)	Nº de bombas	Horas bombeo diarias	Potencia absorbida (kW)
Griñón	130.00	130.00	41.6	1	24	68
Depósito 5900 m ³	47.92	115.00	9.9	1	10	18
Arteria Fundación Sur	823.33	988.00	46.1	4	20	572
	1001.25					658

Grupos de bombeo agua tratada ETAP de Griñón



**BOMBEO ACTUAL CON HORAS DE FUNCIONAMIENTO AMPLIADAS PARA $Q \geq 450$ l/s Y
NUEVAS MOTOBOMBAS ARTERIA SUR**

	Red Griñón	Dep. 5900	Arteria F. Sur	Gasto diario [m ³]	Caudal medio diario [l/s]	kW total
Nº bombas	4	3	5			
Q N bomba [l/s]	83,4	112	278			
H N bomba [mca]	50	14	26			
P N motor bomba [kW]	75	22	110			
Prueba para determinar K						
Q bombeo [l/s]	104,87	120,73	516,96			
Nº bombas	1	1	2			
horas/día	24	6,5	11			
Gasto [m ³ /día]	9.061	2.825	20.472	32.358	375	
H aspiración [mca]	2,5	2,5	2,5			
H impulsión A [mca]	38	11,5	19,5			
H impulsión B [mca]	36,5	10,0	18,0			
H _{imp Q=0} ≤ H _q	27	8,93	7,40			
H _f [m.c.a.]	9,5	1,1	10,6			
ΔH _{bomba} [m.c.a.]	36,5	10,0	18,0			
K	0,00086379	7,35117E-05	3,96735E-05			
QSCADA [l/s]	45	115	160			
HSCADA [mca]	35,1	5,6	14,6			
Factor Q	2,33	1,05	3,23			
Factor H	1,04	1,79	1,23			
Factor Q*H	2,42	1,87	3,98			
R _{hidr_450 l}	82%	70%	73%			
R _{elect_450 l}	88%	90%	89%			
W bombas + VF [kW]	48	19	121			188
W una bomba [kW]	47	18	59			
Q= 450 l/s				38.880		
Q % _{450 l}	130	115	625			
Nº bombas	1	1	2			
horas/día	24	6,5	11			
Gasto [m ³ /día]	11.232	2.691	24.750	38.673	448	
H aspiración [mca]	3	3	3			
H impulsión [mca]	41,6	9,9	22,9			
H _g [m.c.a.]	27,0	8,9	7,4			
H _f [m.c.a.]	14,6	1,0	15,5			
Δ H_bombeo [m.c.a.]	41,6	9,9	22,9			

**BOMBEO ACTUAL CON HORAS DE FUNCIONAMIENTO AMPLIADAS PARA Q_≥450 l/s Y
NUEVAS MOTOBOMBAS ARTERIA SUR**

	Red Griñón	Dep. 5900	Arteria F. Sur	Gasto diario [m ³]	Caudal medio diario [l/s]	kW total
R _{mecano-hidráulico}	85%	70%	83%			
R _{elect_bomba + VF}	92%	90%	91%			
W _{bombas + VF} [kW]	68	18	186			272
W _{una bomba} [kW]	66	17	90			
Q = 666 l/s				57.542		
Q _{%_666 l}	130	115	670			
Nº bombas	1	1	2			
horas/día	24	6,5	18,5			
Gasto [m ³ /día]	11.232	2.691	44.622	58.545	678	
H _{aspiración} [mca]	3	3	3			
H _{impulsión} [mca]	41,6	9,9	25,2			
H _q [m.c.a.]	27,0	8,9	7,4			
H _f [m.c.a.]	14,6	1,0	17,8			
Δ H _{bombeo} [m.c.a.]	41,6	9,9	25,2			
R _{mecano-hidráulico}	85%	70%	85%			
R _{elect_bomba + VF}	92%	90%	92%			
W _{bombas + VF} [kW]	68	18	212			298
W _{una bomba} [kW]	66	17	103			
Q = 1000 l/s				86.400		
Q _{%_1000 l}	130	115	988			
Nº bombas	1	1	4			
horas/día	24	10	20			
Gasto [m ³ /día]	11.232	4.140	71.136	86.508	1.001	
H _{aspiración} [mca]	3	3	3			
H _{impulsión} [mca]	41,6	9,9	46,1			
H _q [m.c.a.]	27,0	8,9	7,4			
H _f [m.c.a.]	14,6	1,0	38,7			
Δ H _{bombeo} [m.c.a.]	41,6	9,9	46,1			
R _{mecano-hidráulico}	85%	70%	85%			
R _{elect_bomba+VF}	92%	90%	92%			
W _{bombas + VF} [kW]	68	18	572			658
W _{una bomba} [kW]	66	17	139			

Para Arteria Sur, valen las bombas actuales

7.2 GRUPOS DE BOMBEO ARTERIA FUNDACIÓN SUR

Los grupos existentes de bombeo de la Arteria de la Fundación Sur tienen un motor eléctrico de 110 kW, dos grupos con variador de frecuencia y dos grupos con arrancador estático y se seleccionaron para un punto nominal de funcionamiento de 1000 m³/h (227,8 l/s) a una altura de 26 m.c.a.

Los grupos instalados actualmente para el bombeo a la Arteria de Fundación Sur, pueden impulsar el caudal del escenario intermedio de tratamiento (666 l/s) incrementando el número de horas de bombeo de 11 horas/día que se tienen en la actualidad hasta 18,5 horas al día. La demanda de la Arteria de la Fundación Sur en el escenario intermedio asciende a 44.622 m³/día (516,46 l/s) y el bombeo se diseña para un caudal de 670 l/s.

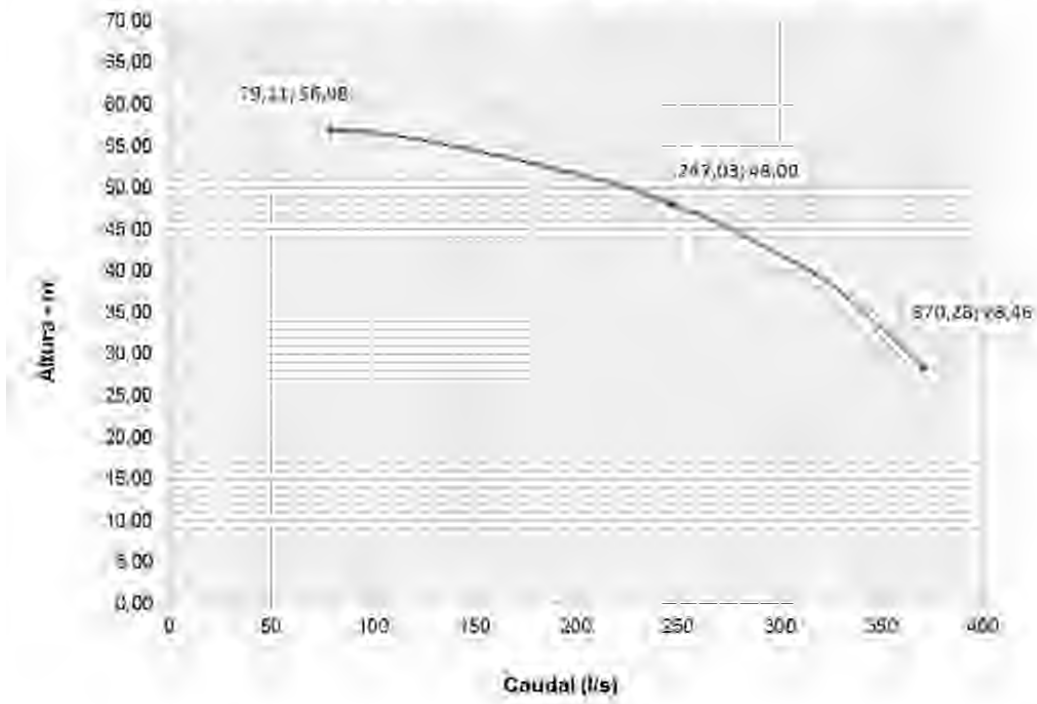
Para caudales demandados de 823,33 l/s, correspondiente al escenario de tratamiento de 1000 l/s, es necesario sustituir los cuatro grupos actuales del bombeo a la Arteria Fundación Sur. Esta actuación no entra dentro del alcance del presente proyecto, si bien se ha estudiado una posible solución, y se ha dejado la instalación eléctrica preparada con disyuntores graduables entre 277 y 110 kW para que la instalación admita distintas alternativas.

A continuación se desarrolla la solución estudiada de instalación de cinco grupos (4+1R) con variadores de frecuencia asociados con motor de 160 kW. La estación de bombeo se diseña para un caudal de 988 l/s a una altura de 46,10 m.c.a. y con un funcionamiento de 20 horas al día. En el presente proyecto se ha tenido en cuenta la potencia requerida en los grupos de bombeo nuevos en cuanto a la potencia de los nuevos trafos de la E.T.A.P., y cuya renovación se acometerá en una fase posterior cuando se amplíen la capacidad de los generadores de ozono y el bombeo intermedio para la filtración de carbón activo hasta el caudal de diseño de la planta de 1,00 m³/s.

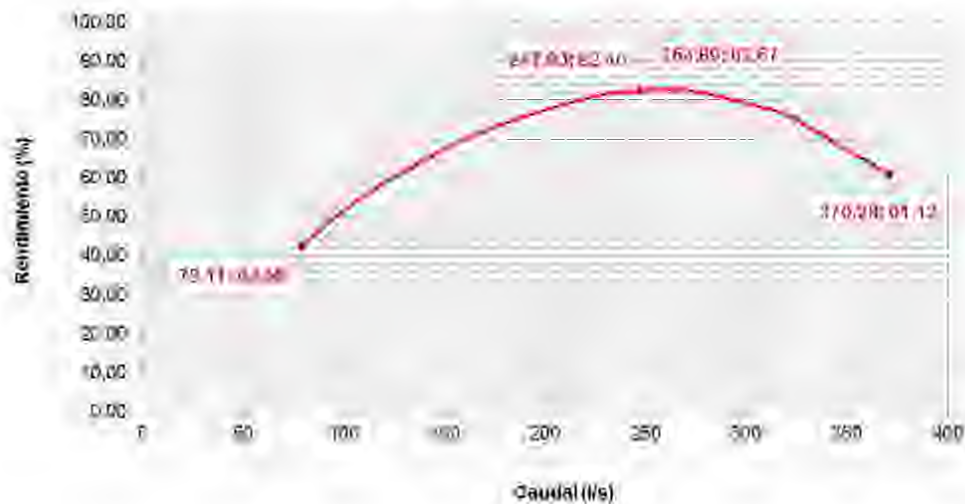
En los siguientes gráficos y figuras se muestra la curva característica caudal-altura así como las curvas de rendimiento hidráulico, NPSH requerido y potencia en el eje de las bombas necesarias para el escenario de producción de 1000 l/s en la E.T.A.P. de Griñón.

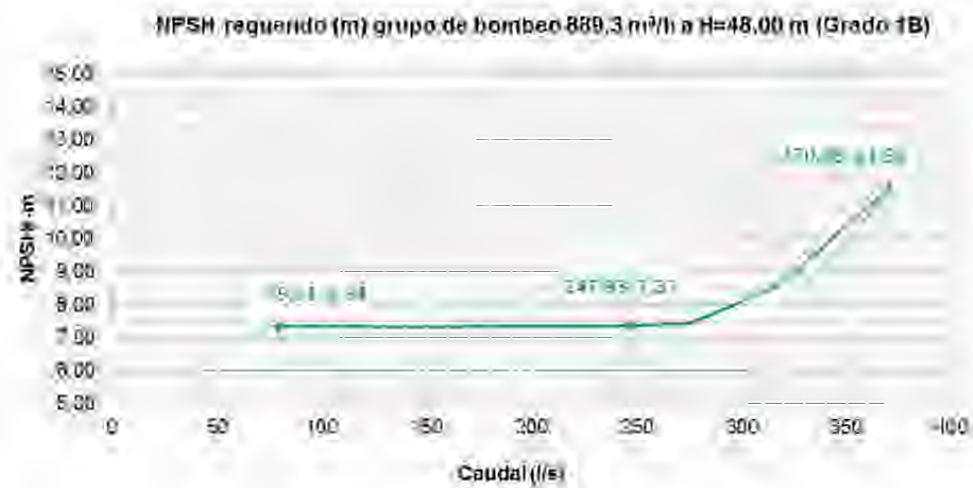
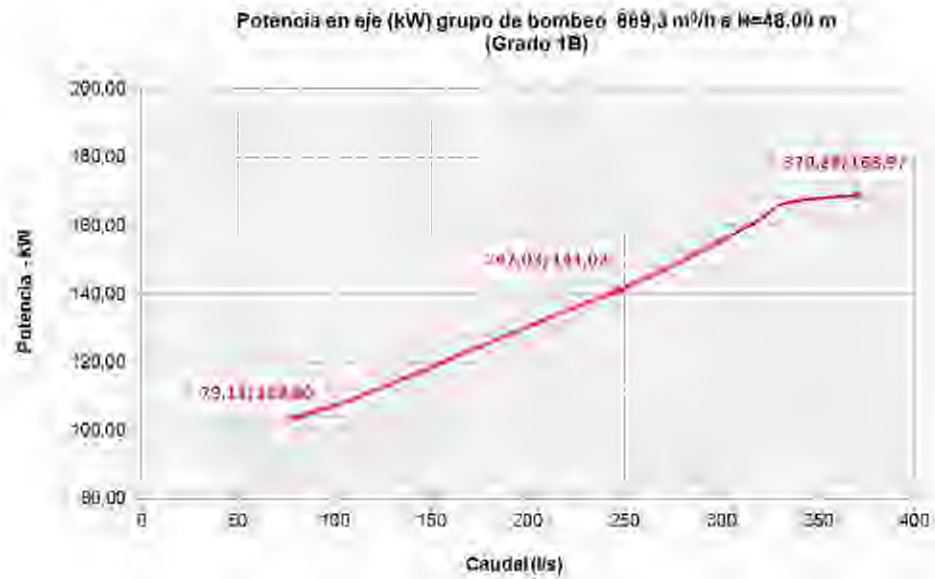
Grupo de bombeo 889,3 m ³ /h a 48,00 m (Grado 1B). Rodete de 405 mm sin variación de frecuencia					
Caudal (m ³ /h)	Caudal (l/s)	Altura de impulsión (m)	NPSHr (m)	h hidráulico (%)	P ₂ (kW)
284,8	79,11	56,98	7,34	42,56	103,80
400,0	111,11	56,30	7,34	55,96	109,55
600,0	166,67	53,62	7,34	71,43	122,61
800,0	222,22	50,27	7,36	80,71	135,64
889,3	247,03	48,00	7,37	82,40	141,02
950,0	263,89	46,47	7,42	82,67	145,37
1000,0	277,78	44,90	7,51	81,94	149,17
1142,0	317,22	39,70	8,63	76,75	160,80
1200,0	333,33	36,85	9,47	72,26	166,59
1333,0	370,28	28,46	11,55	61,12	168,97

Curva característica grupo de bombeo 889,3m³/h a H=48,00 m (Grado 1B)



Rendimiento hidráulico (%) grupo de bombeo 889,3 m³/h a H=48,00 m (Grado 1B)





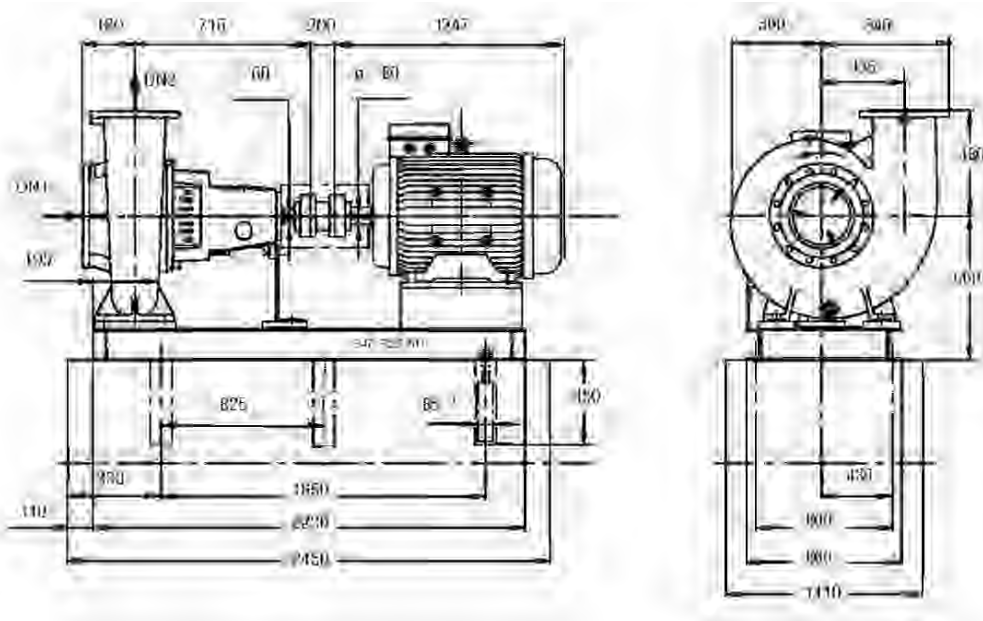
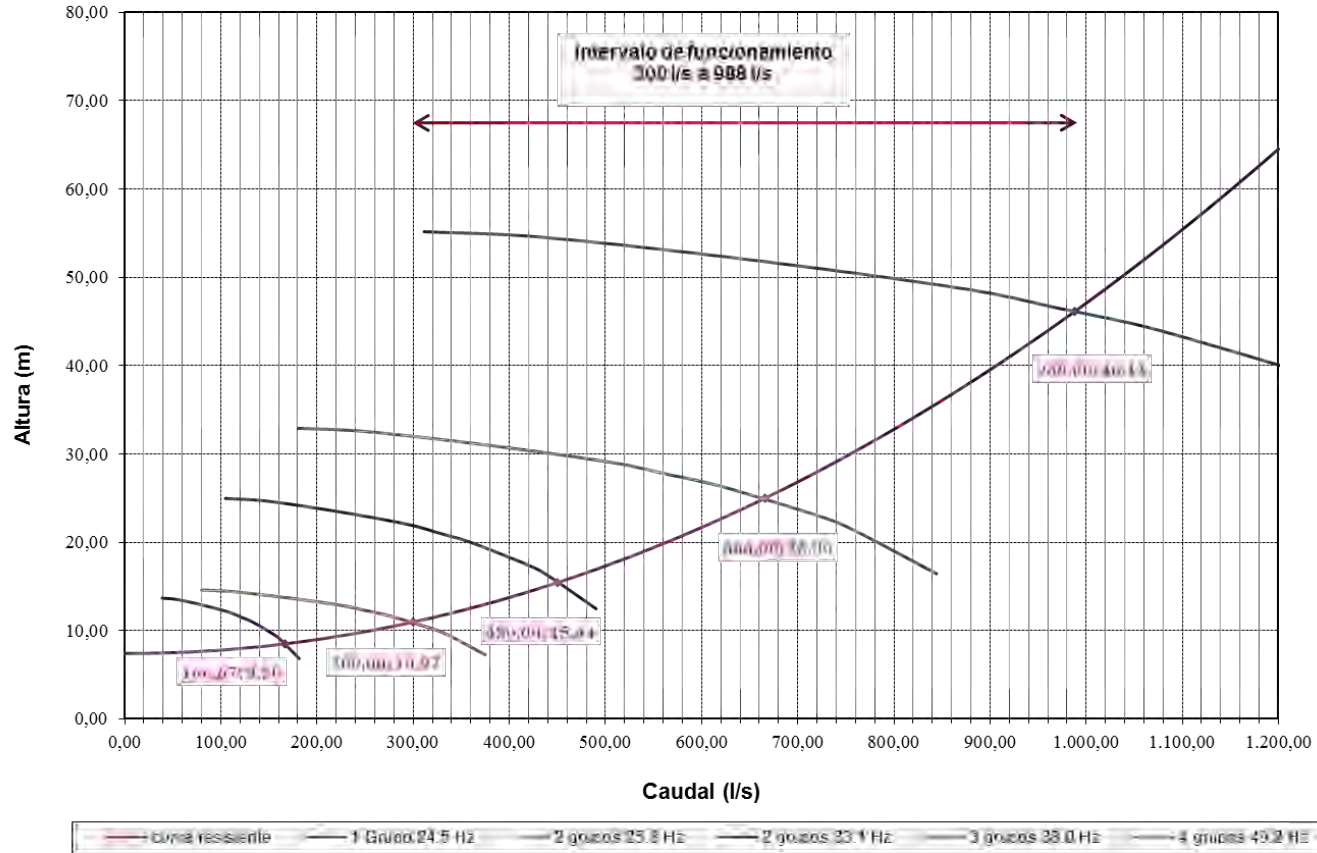


Fig. 7. Bomba centrífuga con carcasa espiral para elevación a la Arteria Fundación Sur, peso 1875 kg y motor de 160 KW

En el siguiente gráfico se indica el número de grupos en funcionamiento y la variación de frecuencia necesaria en la alimentación eléctrica de los grupos de bombeo para obtener un intervalo de funcionamiento entre 300 l/s y 988 l/s.



Puntos de funcionamiento grupos de bombeo nuevos Arteria Fundación Sur
E.T.A.P. de Griñón



8. RED DE PLUVIALES URBANIZACIÓN

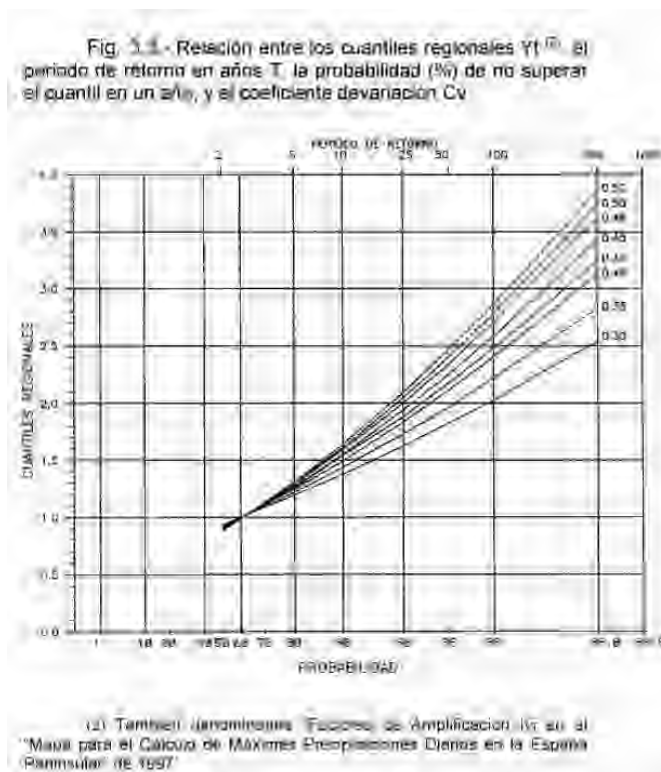
El agua de lluvia en las zonas impermeables de la E.T.A.P. de Griñón es recogida por imbornales y a través de tubería de U-PVC de 300 mm de diámetro se conduce hasta un colector general de U-PVC de 500 mm de diámetro, 250 m de longitud y una pendiente media del 4 ‰ vierte en un colector de la red de Griñón que discurre por la calle Olivar del Patrón.

Las superficies impermeables de la E.T.A.P. existente y ampliada, excluyendo la cubierta del depósito de agua tratada tienen los siguientes valores:

- 1) Superficie a drenar en E.T.A.P. existente: 9403,74 m²
- 2) Superficie a drenar en E.T.A.P. ampliada: 12534,19 m²

La intensidad de lluvia se determina a partir de la publicación de “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular” (Ministerio de Fomento-1999). El proceso operativo de obtención de los cuantiles para distintos períodos de retorno a partir de los mapas incluidos en la publicación es el siguiente:

- 1) Localización en los mapas del punto geográfico deseado.
- 2) Estimación mediante las isolíneas representadas en el mapa de la zona de actuación, del coeficiente de variación Cv y del valor medio P de la máxima precipitación diaria anual.
- 3) La obtención del cuantil regional Yt , para el período de retorno deseado T y el valor de Cv, mediante la figura 3.3 o el uso de la tabla 7.1.



Factor de Amplificación K_t (T.C.)

Cv	Período de Retorno (T) [Años]								
	1	5	10	25	50	100	200	500	1000
0,00	0,000	0,100	0,177	1,623	1,923	2,021	2,251	2,340	
0,01	0,000	0,108	0,185	1,740	1,954	2,066	2,306	2,397	
0,02	0,000	0,200	0,300	1,871	1,984	2,109	2,347	2,440	
0,05	0,000	0,200	0,315	1,900	1,993	2,114	2,386	2,481	
0,00	0,004	0,203	0,320	1,907	1,999	2,120	2,391	2,487	
0,02	0,021	0,247	0,339	1,923	1,980	2,120	2,391	2,487	
0,05	0,030	0,253	0,346	1,931	1,980	2,121	2,391	2,487	
0,07	0,037	0,257	0,350	1,936	1,982	2,121	2,391	2,487	
0,08	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
0,10	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
0,15	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
0,20	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
0,30	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
0,40	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
0,50	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
0,75	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
1,00	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
1,50	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
2,00	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
3,00	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
5,00	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
10,00	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
15,00	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
20,00	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
30,00	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
50,00	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
100,00	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
150,00	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
200,00	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
300,00	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
500,00	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	
1000,00	0,038	0,258	0,350	1,937	1,982	2,121	2,391	2,487	

Fuente: V de la Ley 30/1994, de 1 de diciembre, sobre determinados factores de amplificación (I, II y III). Mapa Nacional de Valores de Amplificación Distribuidos en la España Peninsular (1997).

En el método regional adoptado, la variable del cuantil regional “Yt” resulta de dividir en cada estación los valores máximos anuales por su media siguiendo idéntica distribución de frecuencia en toda la región considerada.

La estimación de los cuantiles locales Xt, en un determinado punto, se reduce a re-escalar los cuantiles regionales Yt con la media local P según la siguiente expresión:

$$X_t = Y_t \times P$$

Así, la precipitación diaria máxima en Tres Cantos para un período de retorno de 25 años:

- En el mapa de isóneas se obtiene P=35 mm/día y Cv=0,34
- Para Cv=0,34 y T=25 años en la tabla se obtiene K25=1,717
- P25=K25 x 35=1,717 x 35=60,095 mm/día

Los valores de la curva IDF se determinan usando la curva IDF de la Instrucción 5.2.-I.C. que se basa en una propuesta de J.R. Témez, según la cual la intensidad media de precipitación se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$\frac{I_t}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,1-t^{0,1}}}{28^{0,1}-1}}$$

Siendo:

I_t (mm/h) : Intensidad media de precipitación correspondiente al período de retorno considerado, y a un intervalo de tiempo.

I_d (mm/h) : Intensidad diaria de la precipitación total diaria para un período de retorno, que se determina a partir de datos de lluvias procedentes preferiblemente del INM ($I_d = P_d/24$).

I_1 (mm/h) : Intensidad horaria de precipitación correspondiente a dicho período de retorno. El valor de la razón I_1/I_d se toma de un mapa de isolíneas de España y que para la zona tiene un valor menor de 10,0. Se adopta 10,0.

t (h) : Duración del intervalo al que se refiere I_t .

A partir de los valores de la precipitación diaria para un período de retorno de 25 años, se obtienen las siguientes intensidades y precipitaciones específicas para un aguacero de 5 minutos.

Período de retorno (años)	P_d (mm/día)	I_d (mm/h)	I_1/I_d	I para aguacero de 0,083 horas (mm/h)
25	60,095	2,504	10,00	90,158

Para la determinación de los caudales recogidos en la cubierta se emplea la expresión:

$$Q = C \cdot I \cdot A$$

Donde,

Q = Caudal máximo previsible en la sección de estudio, correspondiente a un período de retorno considerado (l/seg).

C =Coeficiente de escorrentía, en edificios sin cubierta ecológica se considera un valor de 1,00.

I_t =Intensidad pluviométrica máxima previsible para un período de retorno considerado y correspondiente a una precipitación de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca (l/s/m²).

S = Superficie de la cuenca (m²).

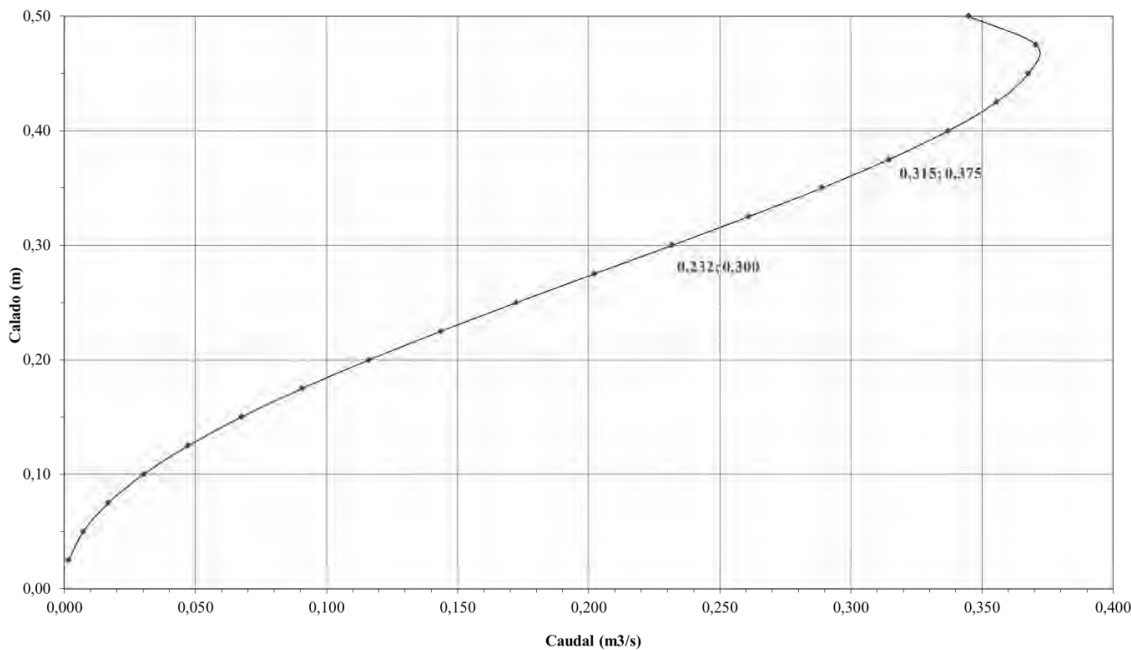
El caudal de pluviales de la E.T.A.P. de Griñón en el entronque con la red de saneamiento de Griñón tiene los siguientes valores,

Q recogido red de drenaje situación actual = $90,158 / (60 \cdot 60) \cdot 9403,74 = 235,51$ l/s.

Q recogido red de drenaje E.T.A.P. ampliada = $90,158 / (60 \cdot 60) \cdot 12534,19 = 313,91$ l/s.

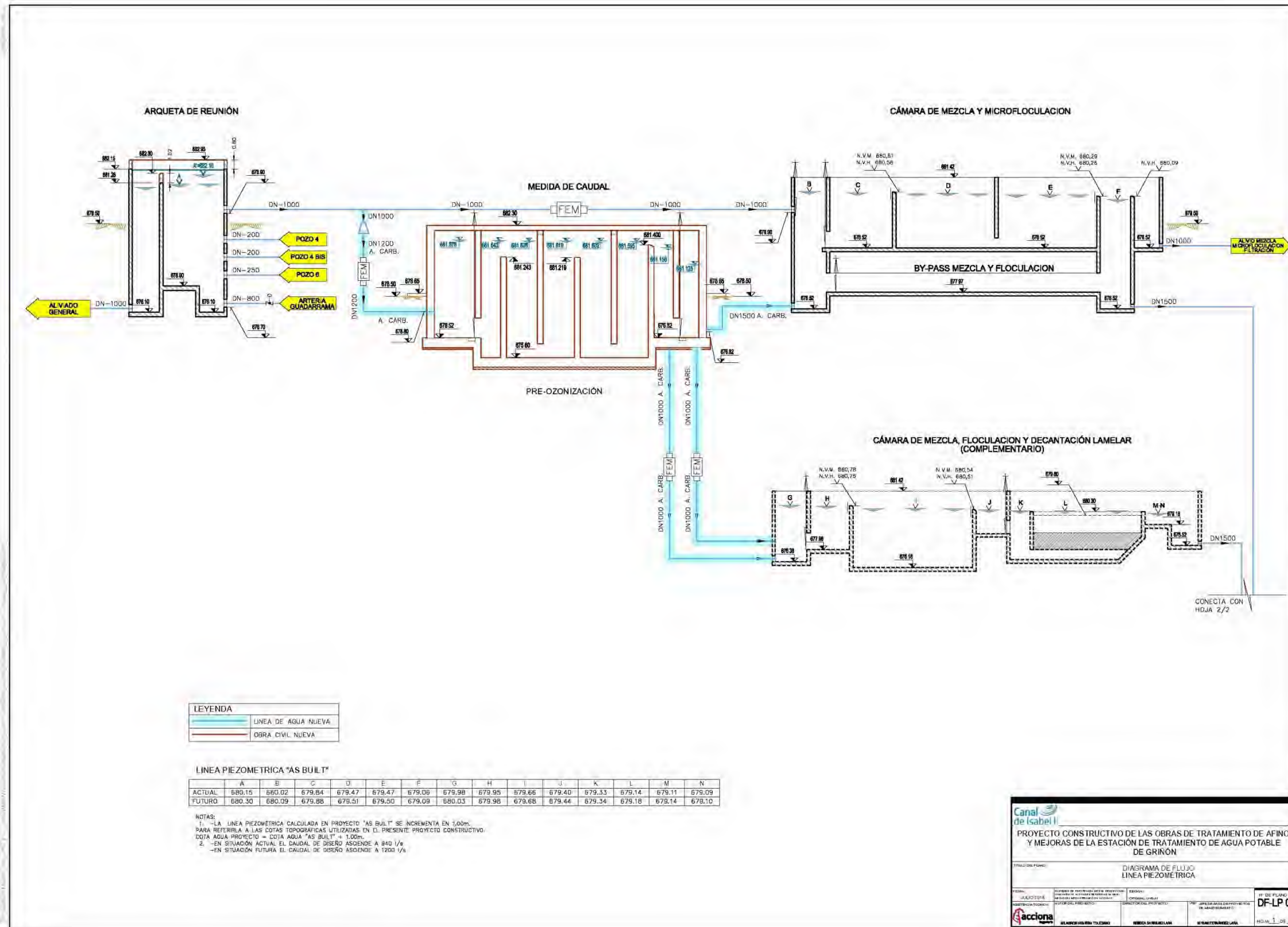
Para un colector de sección circular de diámetro 500 mm en régimen uniforme, pendiente de la solera del 0,40% y un número de Manning de 0,009 se obtiene la siguiente curva de capacidad caudal-calado.

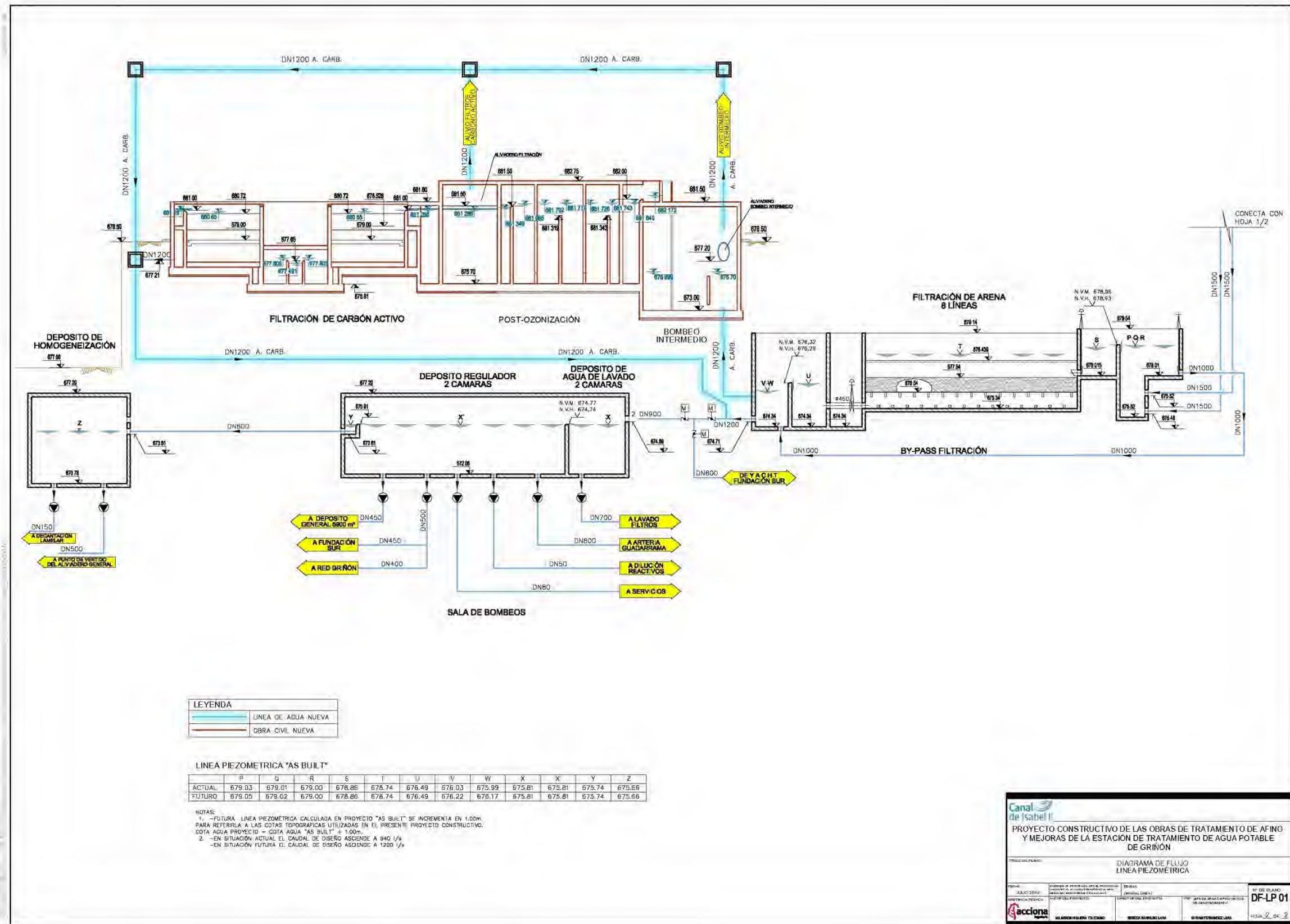
Curva de capacidad colector de pluviales sección circular Φ 500 mm, $n=0,009$ e $i=4 \text{ ‰}$



Para el caudal de lluvia determinado para un período de retorno de 25 años y una superficie de escorrentía de la E.T.A.P. ampliada se obtiene un calado en el colector ϕ 500 mm de 0,375 m lo que representa un grado de llenado sobre el diámetro de tubería del 75%.

APÉNDICE Nº 1.- LÍNEA PIEZOMÉTRICA E.T.A.P. DE GRIÑÓN





Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534029. Inscripción 1ª. Denominación en inscripción 34, NIF A8648087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Canal de Isabel II

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO DE AFINO Y MEJORAS DE LA ESTACION DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE GRIÑÓN

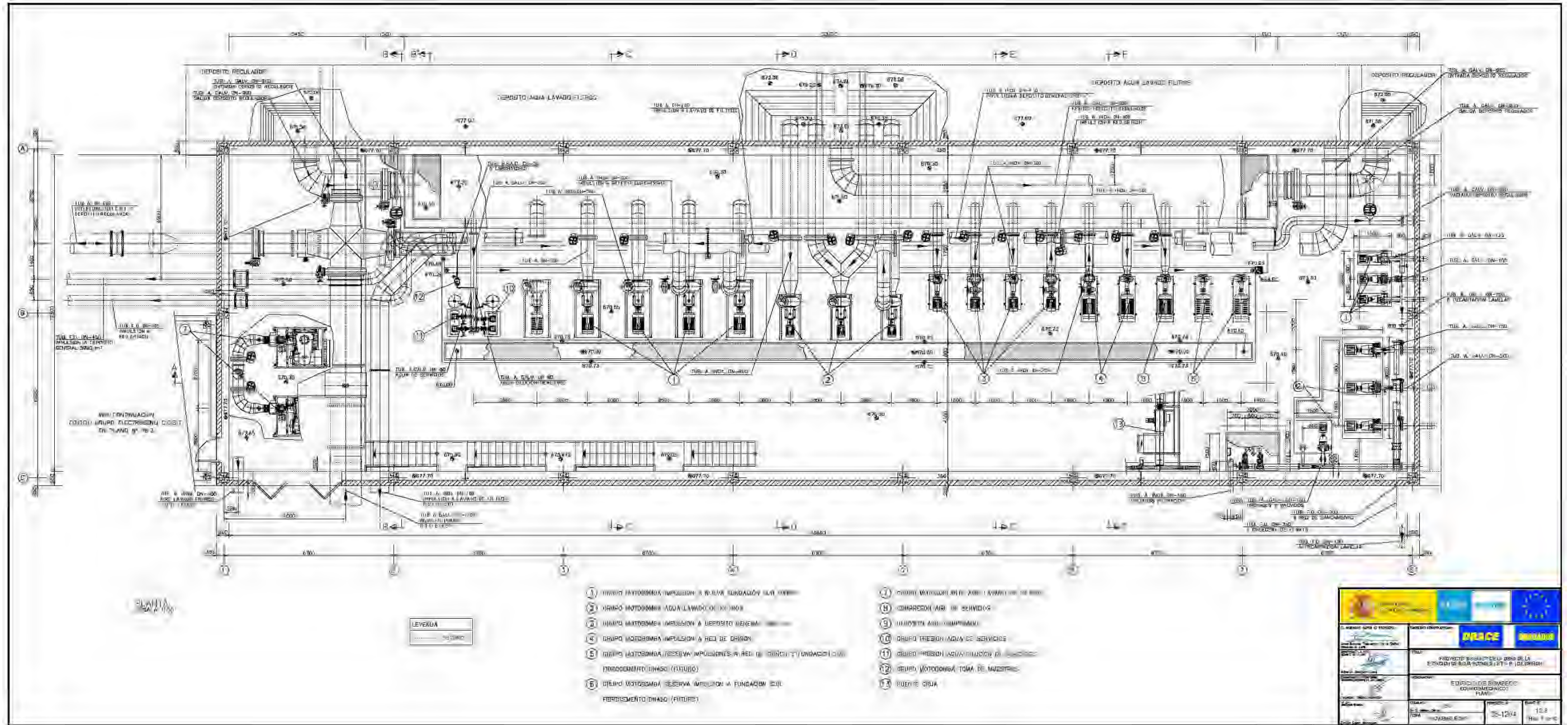
DIAGRAMA DE FLUJO LINEA PIEZOMETRICA

NO. DE PLANO: DF-LP 01

HOJA 2 OF 2



APÉNDICE Nº 2.- ESTACIÓN ELEVADORA EXISTENTE



Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 inscripción 1ª Denominación en inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid



1. Bombeo Fundación Sur



2. Bombeo lavado de filtros



3. Bombeo a depósito general 5900 m³



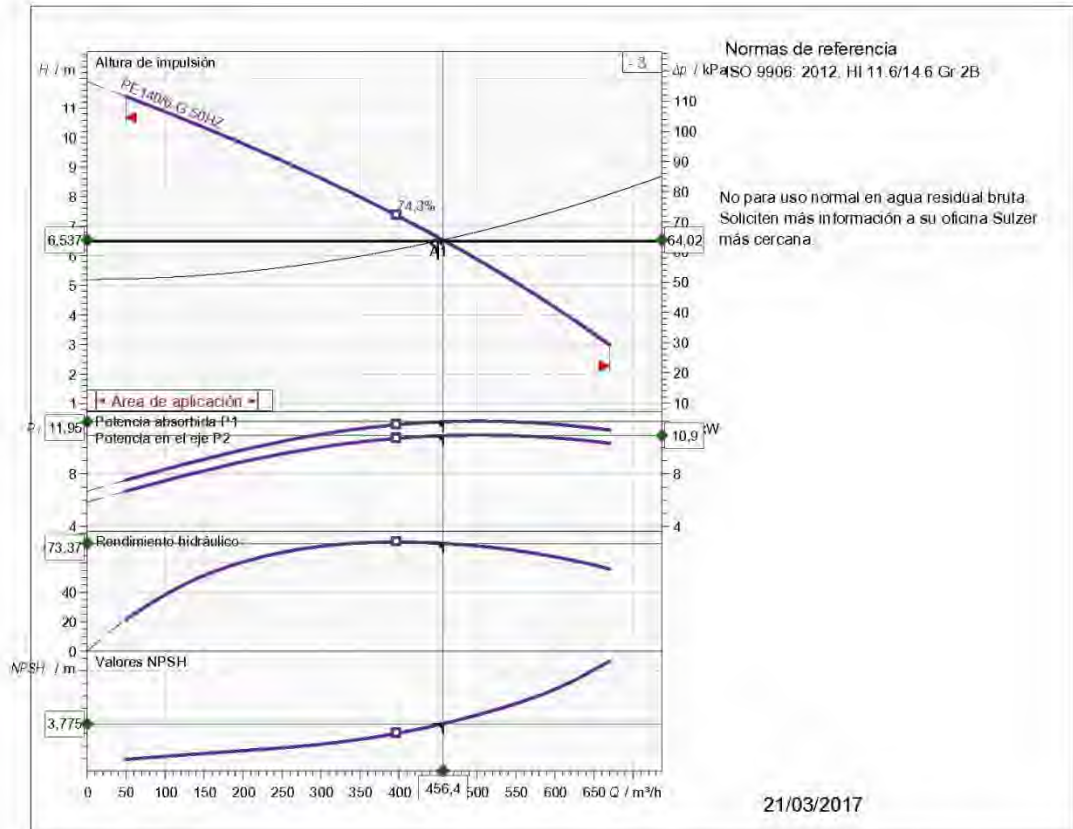
4. Bombeo a red de Griñón



5. Bombeo agua de servicios, dilución de reactivos y Toma muestras

APÉNDICE Nº 3.- GRUPOS MOTOR-BOMBA

AP 3.1- BOMBEO INTERMEDIO

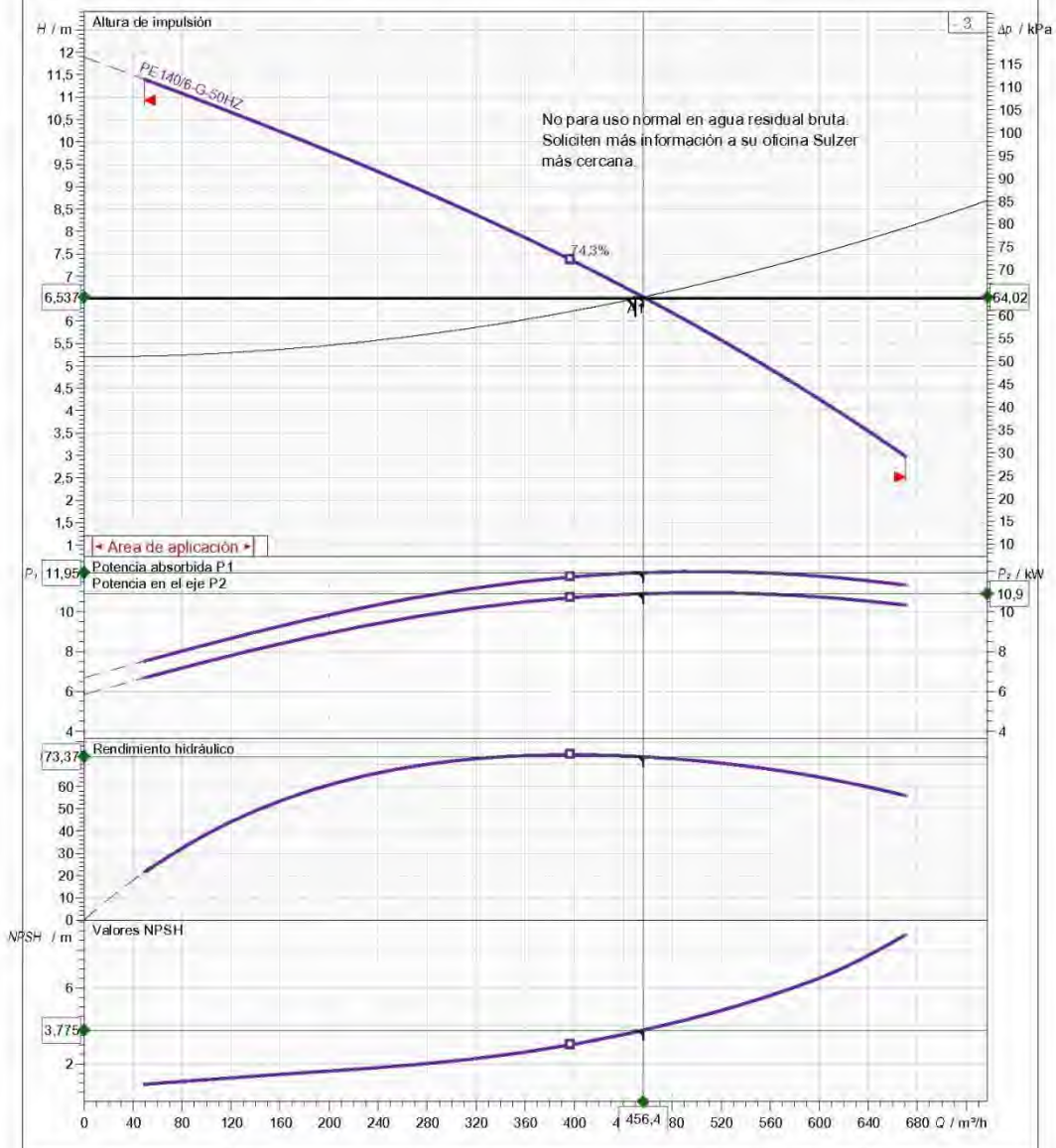


Datos de diseño			
Caudal	456 m ³ /h	Altura	6,54 m
Rendimiento	73,4 %	Potencia absorbida en el eje	10,9 kW
NPSH	3,77 m	Fluido	Agua
Temperatura	20 °C	Tipo de instalación	Bomba simple
Nº de bombas	1		
Datos de la bomba			
Tipo	XFP201G CB2 50HZ	Marca	SULZER
Serie	XFP PE1-PE3	Impulsor	Impulsor contrablock 2 álabes
Nº de álabes	2	Diámetro de impulsor	300 mm
Paso de sólidos	125 mm	Boca aspiración	DN200
Boca impulsión	DN200	Tipo de instalación	Wet Well installation with pedestal (without cooling jacket)
Datos del motor			
Tensión nominal	400 V	Frecuencia	50,0 Hz
Pot. absorbida en el eje P2	14 kW	Velocidad nominal	980 1/min
Nº de polos	6	Rendimiento	90,8 %
Factor de potencia	0,758	Corriente nominal	29,4 A
Intensidad de arranque	225 A	Par nominal	136 Nm
Par de arranque	420 Nm	Grado de protección	IP 68
Clase de aislamiento	H	Nº arranques/hora	15

Sulzer se reserva el derecho de cambiar cualquier dato u dimensiones sin notificación previa y

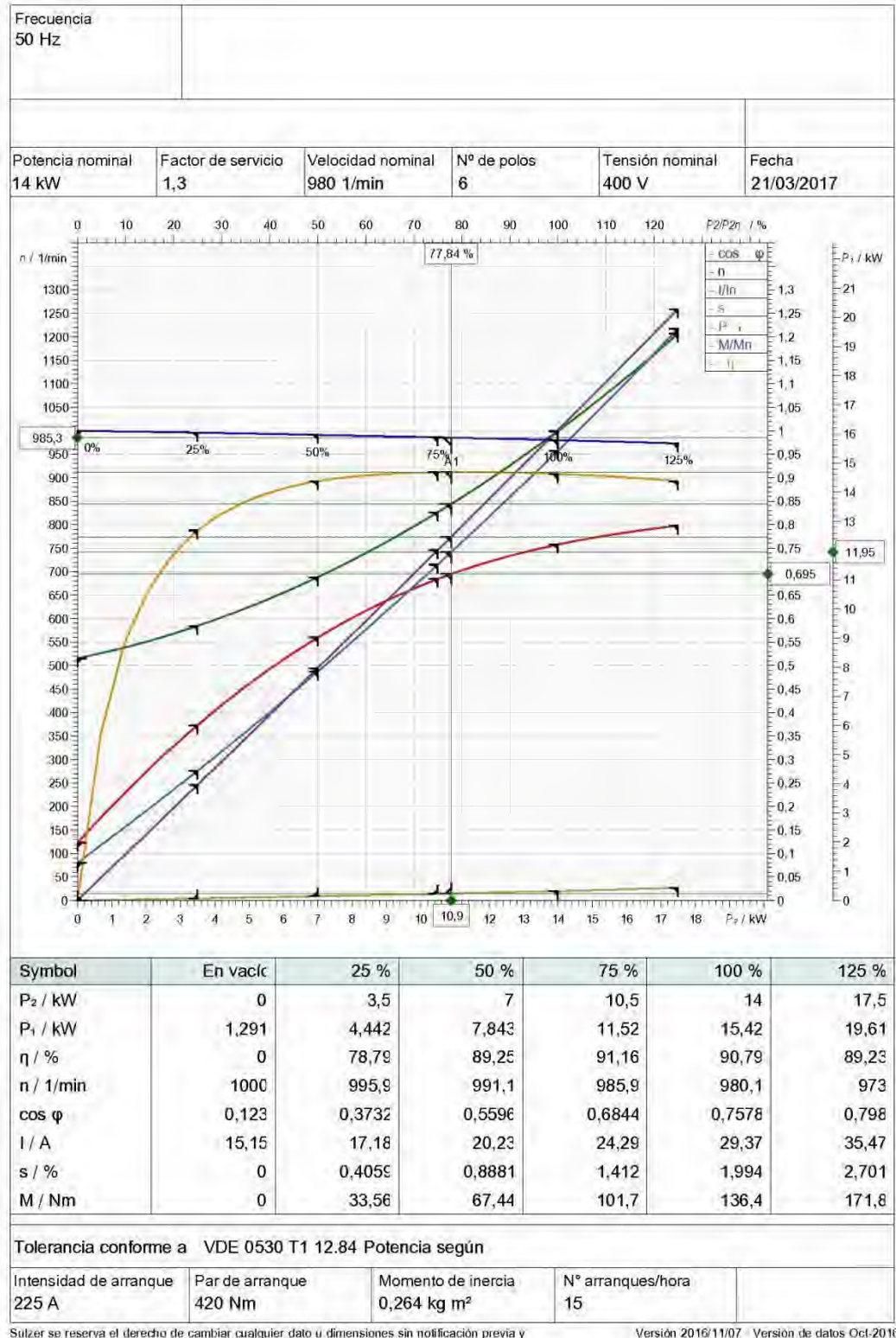
Versión 2016/11/07 = Versión de datos Oct-2016

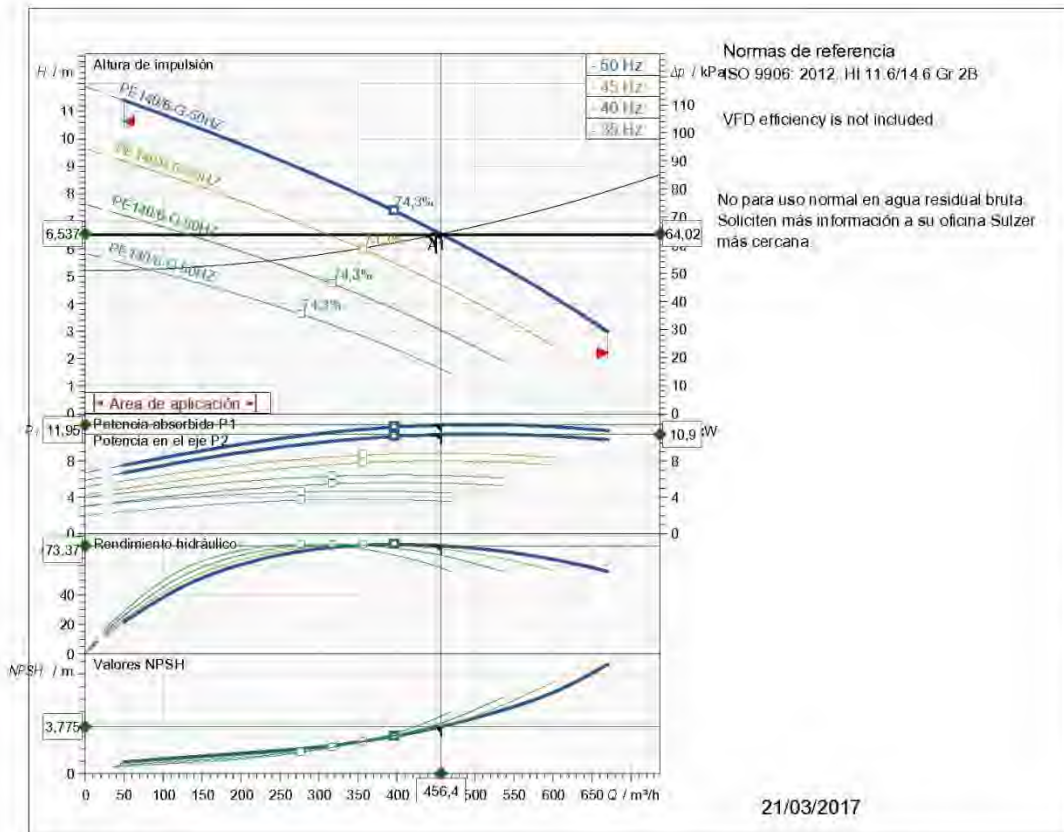
Nº curva				
Curva de referencia XFP201G CB2 50HZ				
		Boca impulsión DN200	Frecuencia 50 Hz	
Densidad 998,3 kg/m³	Viscosidad 1,005 mm²/s	Normas de referencia ISO 9906: 2012, HI 11.6/14.6 Gr 2B	Velocidad nominal 985,3 1/min	Fecha 21/03/2017
Caudal 456 m³/h	Altura 6,54 m	Potencia nominal 10,9 kW	Rendimiento hidráulico 73,4 %	NPSH 3,77 m



Diámetro de impulsor 300 mm	Nº de álabes 2	Impulsor Impulsor contrablock 2 álabes	Tamaño de sólidos 125 mm	Revisión
--------------------------------	-------------------	---	-----------------------------	----------

Sulzer se reserva el derecho de cambiar cualquier dato u dimensiones sin notificación previa y no será respons. Versión 2016/11/07 - Versión de datos Oct-2016

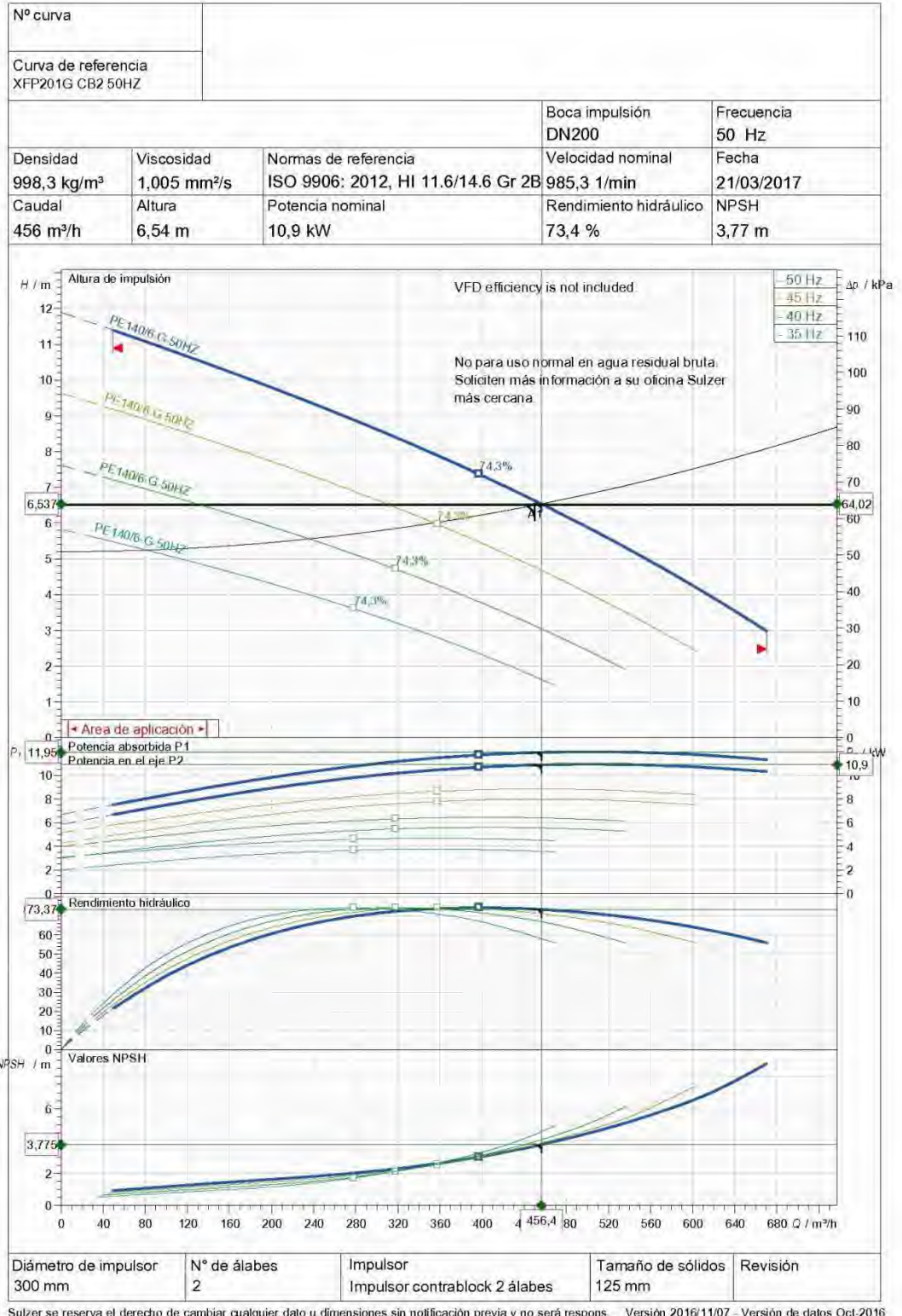


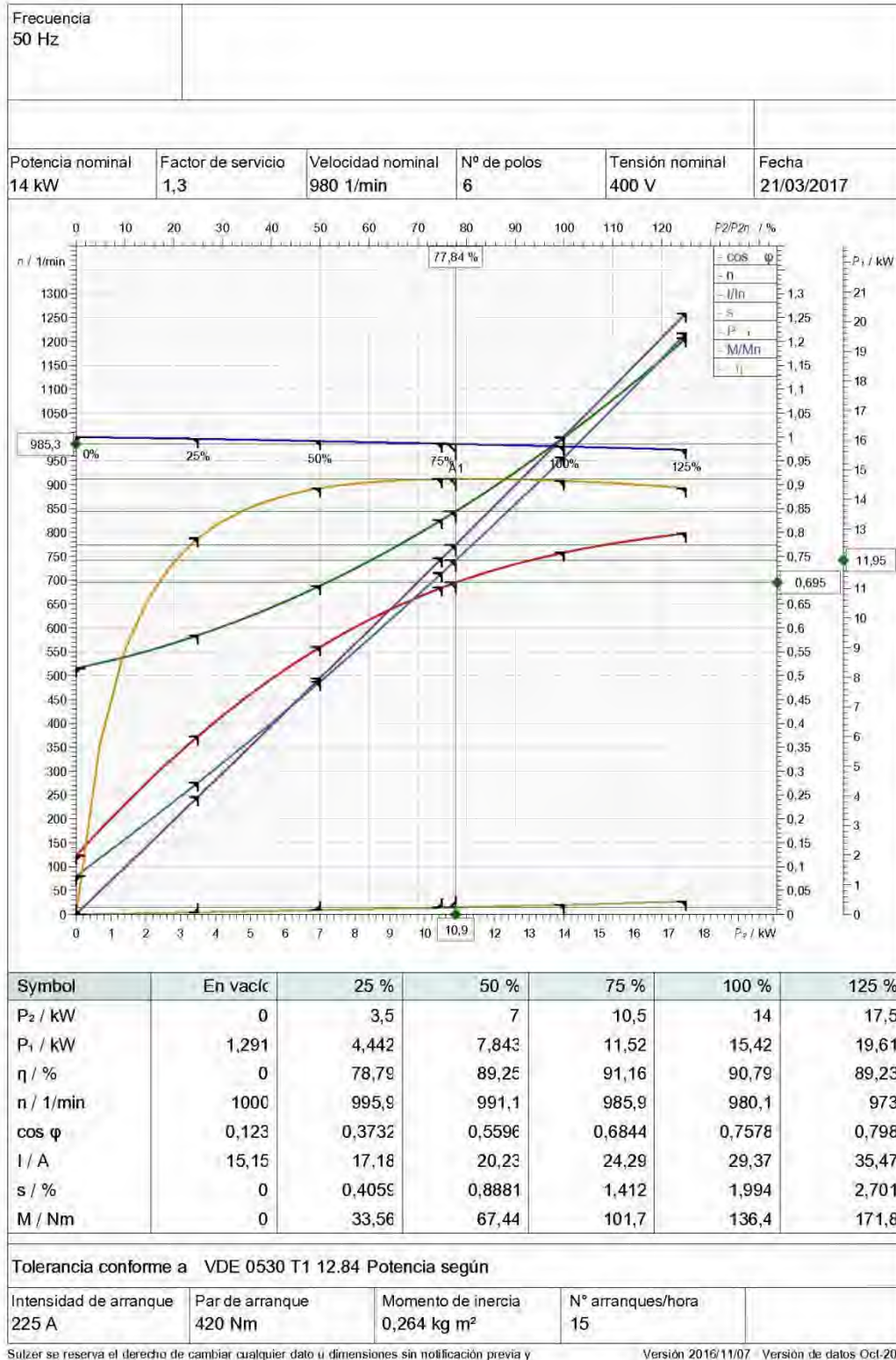


Datos de diseño			
Caudal	456 m ³ /h	Altura	6,54 m
Rendimiento	73,4 %	Potencia absorbida en el eje	10,9 kW
NPSH	3,77 m	Fluido	Agua
Temperatura	20 °C	Tipo de instalación	Bomba simple
Nº de bombas	1		
Datos de la bomba			
Tipo	XFP201G CB2 50HZ	Marca	SULZER
Serie	XFP PE1-PE3	Impulsor	Impulsor contrablock 2 álabes
Nº de álabes	2	Diámetro de impulsor	300 mm
Paso de sólidos	125 mm	Boca aspiración	DN200
Boca impulsión	DN200	Tipo de instalación	Wet Well installation with pedestal (without cooling jacket)
Datos del motor			
Tensión nominal	400 V	Frecuencia	50,0 Hz
Pot. absorbida en el eje P2	14 kW	Velocidad nominal	980 1/min
Nº de polos	6	Rendimiento	90,8 %
Factor de potencia	0,758	Corriente nominal	29,4 A
Intensidad de arranque	225 A	Par nominal	136 Nm
Par de arranque	420 Nm	Grado de protección	IP 68
Clase de aislamiento	H	Nº arranques/hora	15

Sulzer se reserva el derecho de cambiar cualquier dato u dimensiones sin notificación previa y.

Versión 2016/11/07 = Versión de datos Oct-2016





	No: AN-M.22.604 - 03
Dimension sheet WET-WELL Installation	Drawn: 05/09/10 D.Wheelan
Dimensioni installazione sommersa	Issue Date: 09/05/2011
Hoja de dimensiones instalación sumergida	Änderungen vorbehalten
Plan d'encombremet installation noyee	Technical changes reserved
	Con riserva di modifiche
	Con reserva de modificaciones
	Sous réserve de modification

50 Hz

Type Type Typ	Gewicht Weight Poids N.C.J. (kg)	Gewicht Weight Poids W.C.J. (kg)	Height H (mm)
PE 90/6	404	454	1348
PE 110/6	404	454	1348
PE 140/6	424	464	1348

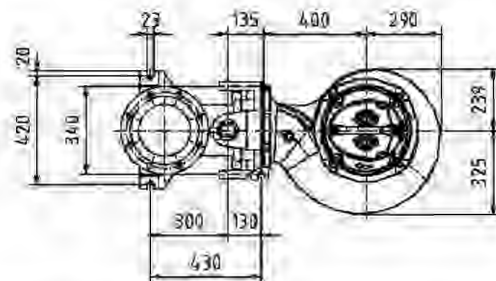
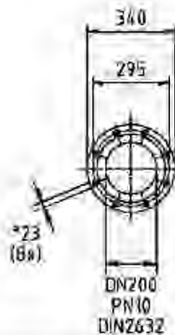
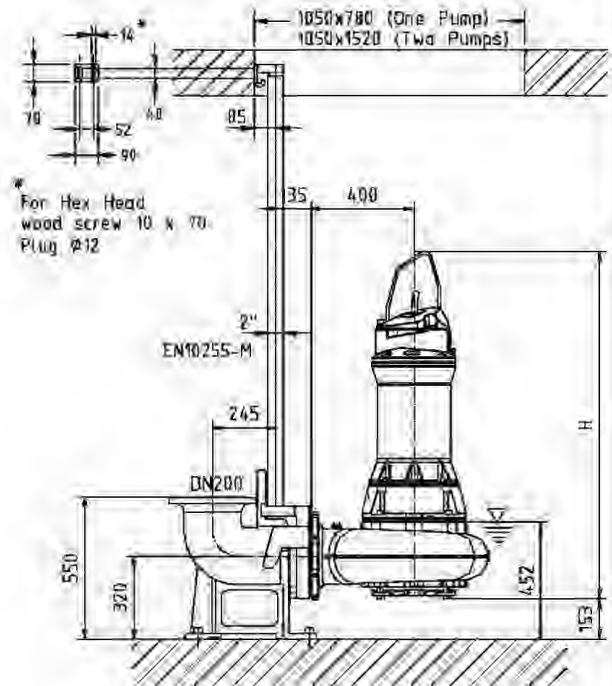
60 Hz

Type Type Typ	Gewicht Weight Poids N.C.J. (kg)	Gewicht Weight Poids W.C.J. (kg)	Height H (mm)
PE 130/6	410	454	1348
PE 160/6	424	464	1348
PE 200/6	480	524	1388
PE 120/8	420	464	1348

N.C.J. = No Cooling Jacket
W.C.J. = With Cooling Jacket

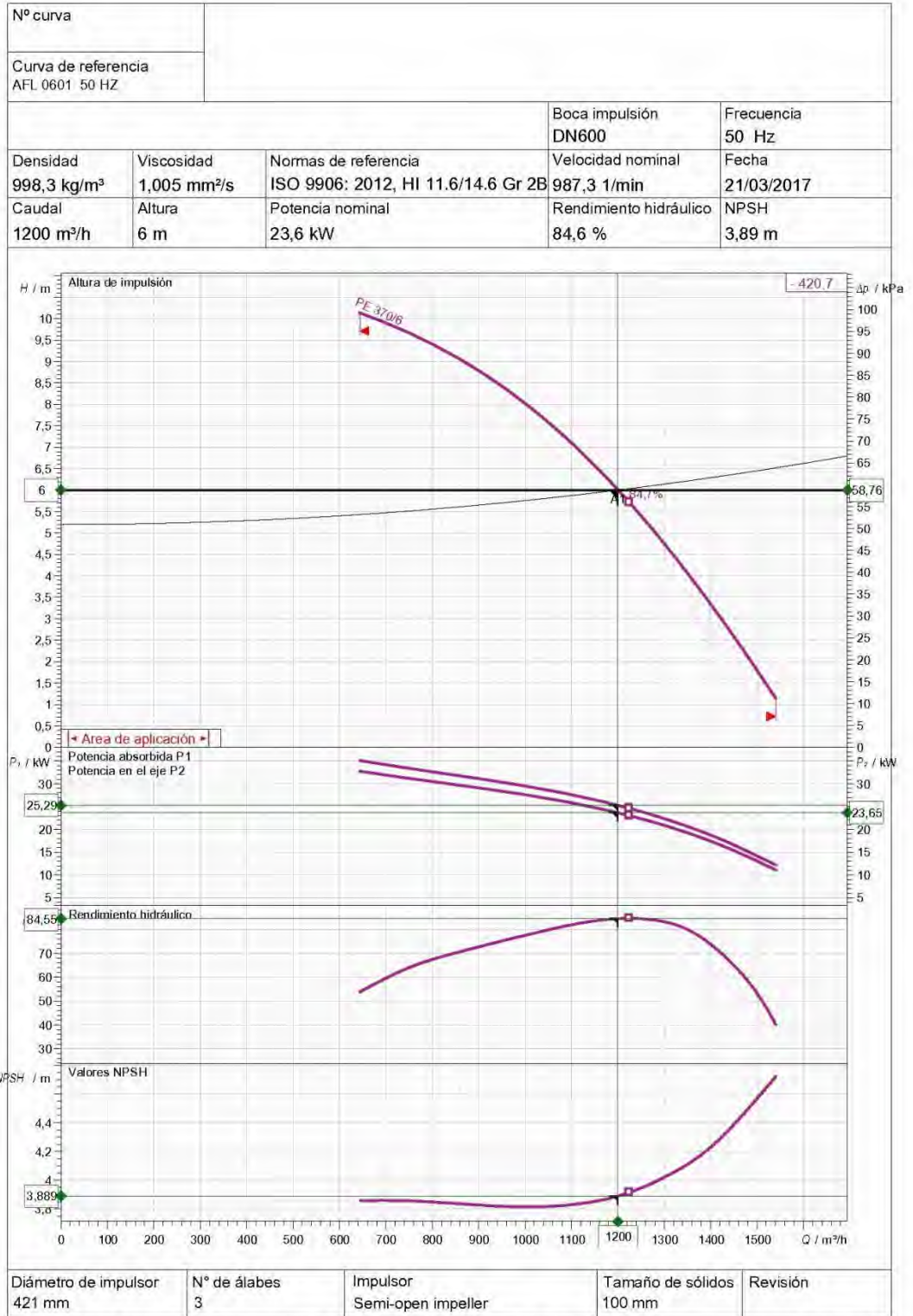
S.I.

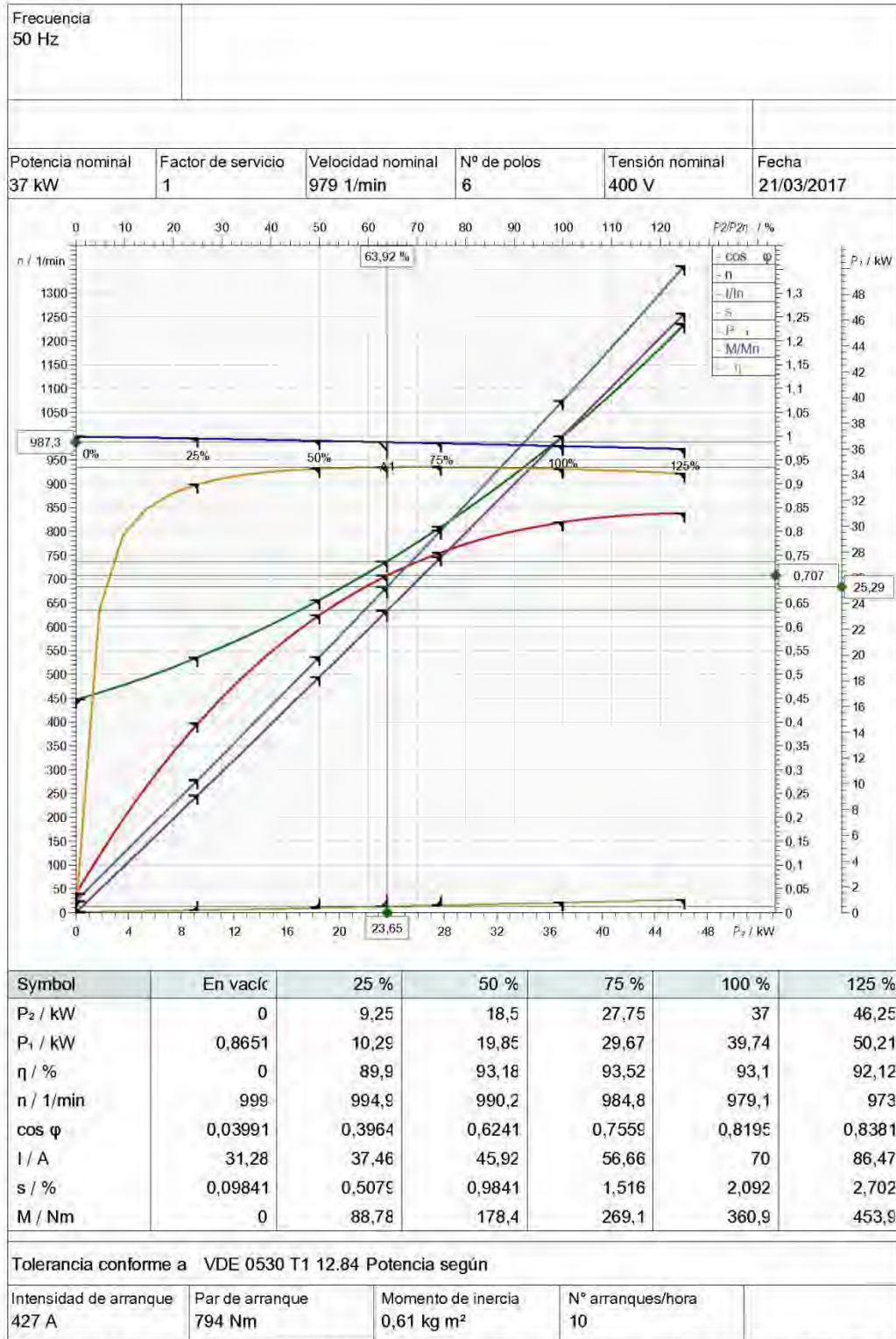
min. Schächöffnung
min. Sump opening
Dimensioni min. botola
min. apertura del pozo
Largeur min. du puits



Gewichte: Behälter Pump, Aufhängelassen und Kabel 50 Hz = 10 m, 60 Hz = 15 m
Weight: includes pump, slider bracket and cable 50 Hz = 10 m, 60 Hz = 15 m
Peso: incluye bomba, pieza intermedia a cava 50 Hz = 10 m, 60 Hz = 15 m
Peso: incluye bomba, soporte deslizante y cable 50 Hz = 10 m, 60 Hz = 15 m
Poids: Incluant la pompe, le calesseau et le câble 50 Hz = 10 m, 60 Hz = 15 m

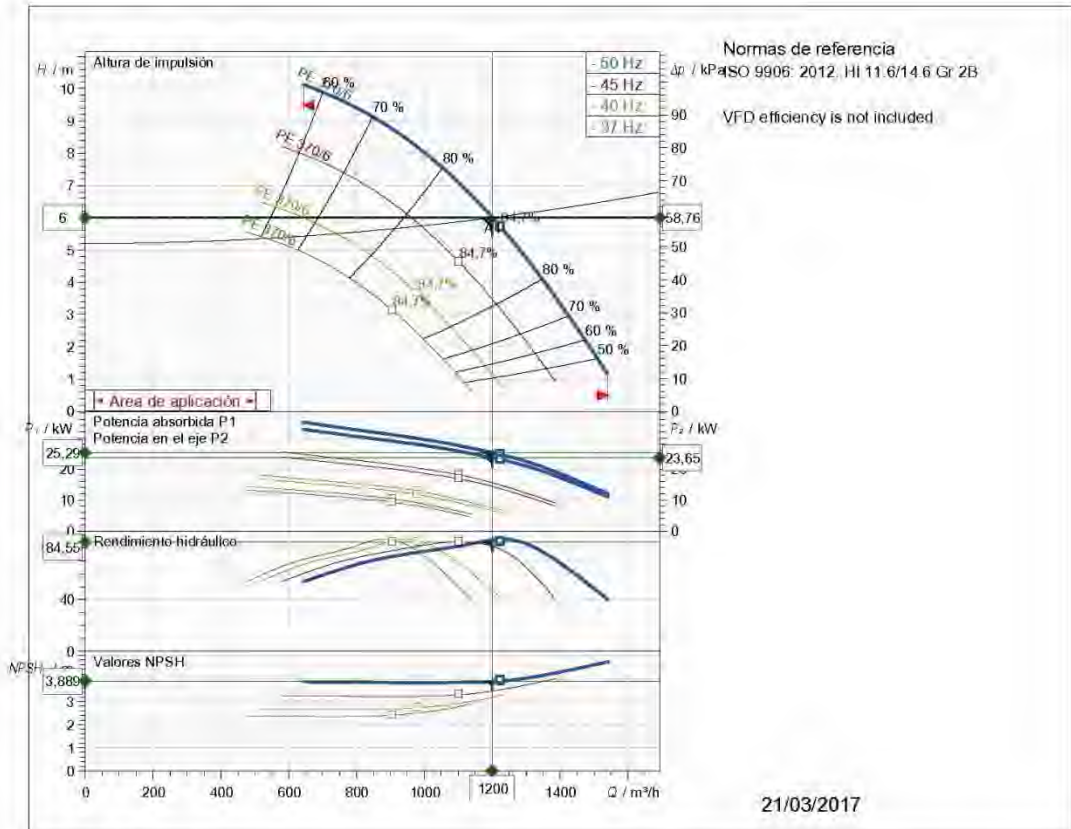
Guss-Allgemeintoleranzen nach DIN1680 - GTB16
General tolerances for castings in acc. to DIN1680-GTB16
Tolleranze generali delle fusioni secondo DIN1680-GTB16
Tolerancias generales para la fundición seg. de DIN1680-GTB16
Tolérance générale de la fonderie selon DIN1680-GTB16





Sulzer se reserva el derecho de cambiar cualquier dato u dimensiones sin notificación previa y

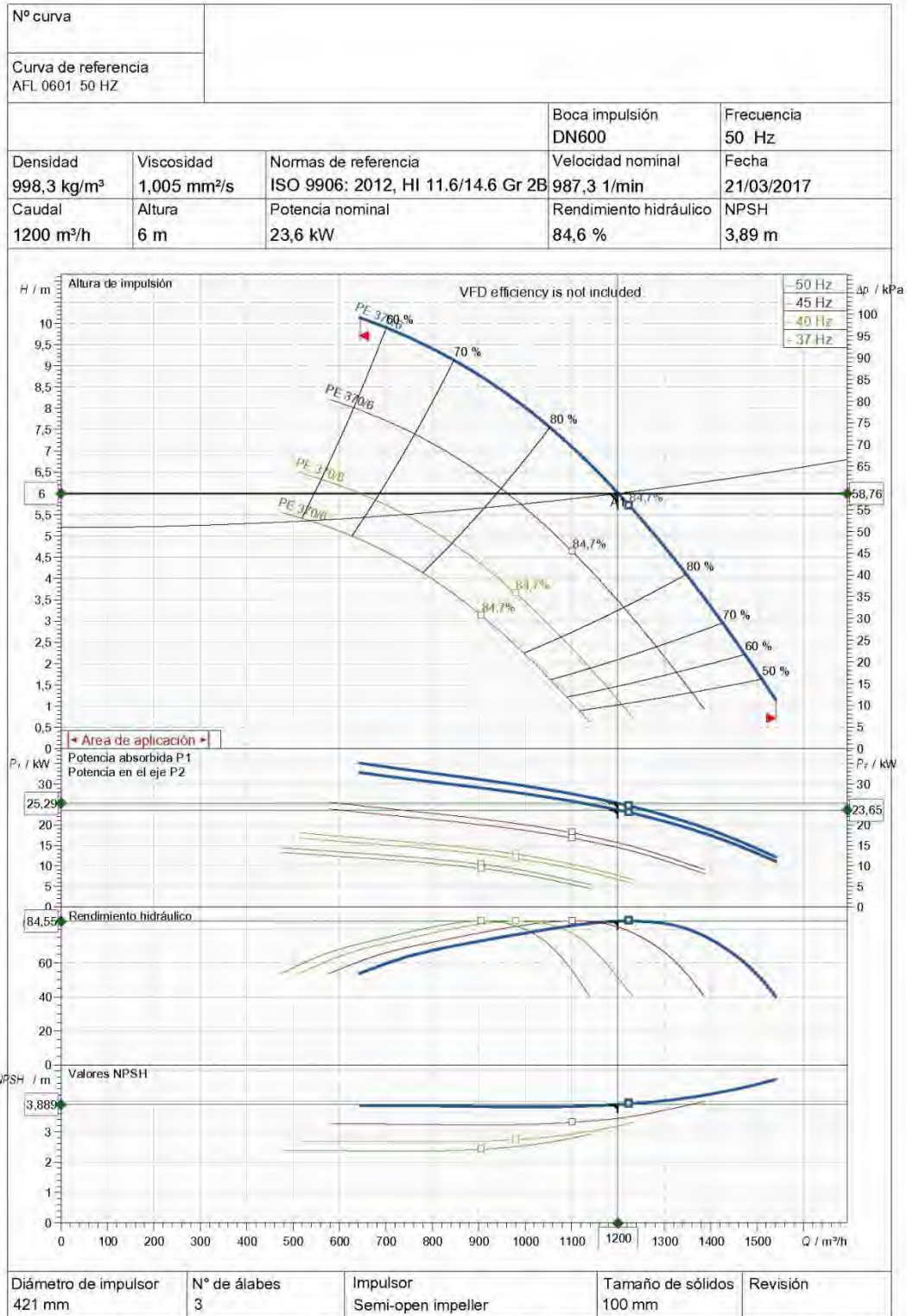
Versión 2016/11/07 Versión de datos Oct-2016

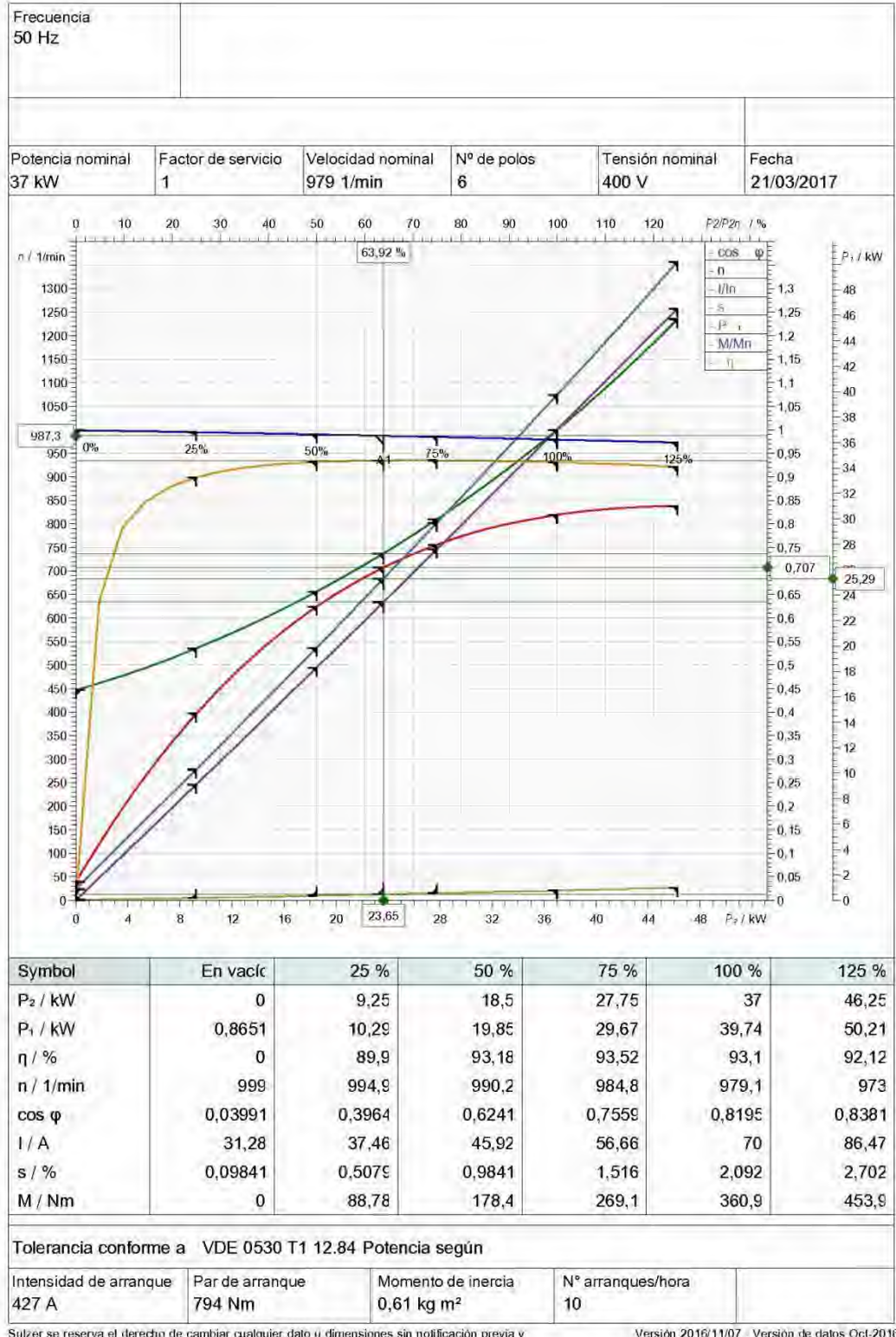


Datos de diseño			
Caudal	1200 m³/h	Altura	6 m
Rendimiento	84,6 %	Potencia absorbida en el eje	23,6 kW
NPSH	3,89 m	Fluido	Agua
Temperatura	20 °C	Tipo de instalación	Bomba simple
Nº de bombas	1		
Datos de la bomba			
Tipo	AFLX 0601 50 HZ	Marca	SULZER
Serie	AFLX	Impulsor	Semi-open impeller
Nº de álabes	3	Diámetro de impulsor	421 mm
Paso de sólidos	100 mm	Boca aspiración	
Boca impulsión	DN600	Tipo de instalación	installation with steel riser pipe PE
Datos del motor			
Tensión nominal	400 V	Frecuencia	50,0 Hz
Pot. absorbida en el eje P2	37 kW	Velocidad nominal	979 1/min
Nº de polos	6	Rendimiento	93,1 %
Factor de potencia	0,818	Corriente nominal	70 A
Intensidad de arranque	427 A	Par nominal	361 Nm
Par de arranque	794 Nm	Grado de protección	IP 68
Clase de aislamiento	F	Nº arranques/hora	10

Sulzer se reserva el derecho de cambiar cualquier dato u dimensiones sin notificación previa y

Versión 2016/11/07 = Versión de datos Oct-2016



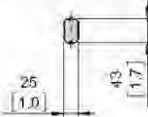


No: M-10.2100 - 06	2	
Dat/Nam: 02.05.2016 / K. Srb		
Cad Code: M_102100		Dimension sheet PE4
Technical changes reserved Änderungen vorbehalten Sous réserve de modifications		Maßblatt PE4
		Plan d'encombrement PE4

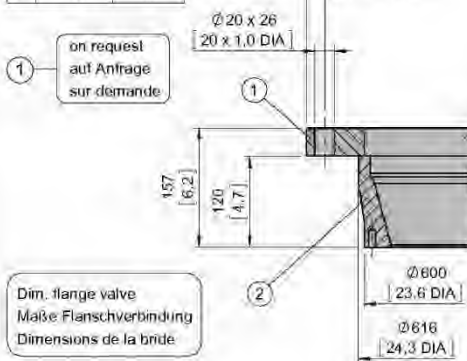
Type Typ Type	Type Typ Type	Weight Gewicht Poids		H		Size
		(~kg)	(~lb)	(mm)	(inch)	
50Hz	60Hz					
PE 90/6		610	1345			
PE 110/6		610	1345			
PE 150/6		610	1345	1656	65.2	A
PE 185/6	PE 210/6-60	610	1345			
PE 220/6	PE 250/6-60	655	1444			
PE 300/6	PE 350/6-60	700	1544	1736	68.3	B
PE 370/6	PE 430/6-60	715	1577			
PE 75/8		625	1378			
PE 90/8		625	1378	1658	65.2	A
PE 110/8		625	1378			
PE 150/8	PE 170/8-60	625	1378			
PE 185/8	PE 210/8-60	670	1477			
	PE 250/8-60	700	1544	1736	68.3	B
	PE 350/8-60	715	1577			

Weight: Includes pump and 10m cable
Gewicht: Beinhaltet Pumpe und 10m Kabel
Poids: Pompe et 10m de câble
For different cable length see IOM, chapter 1.5
Für abweichende Kabellänge siehe EBA, Kapitel 1.5
Pour des longueurs supérieures, voir la section 1.5 du manuel

Lifting hoop cross section
Fangbügel-Querschnitt
Section de l'anse de levage

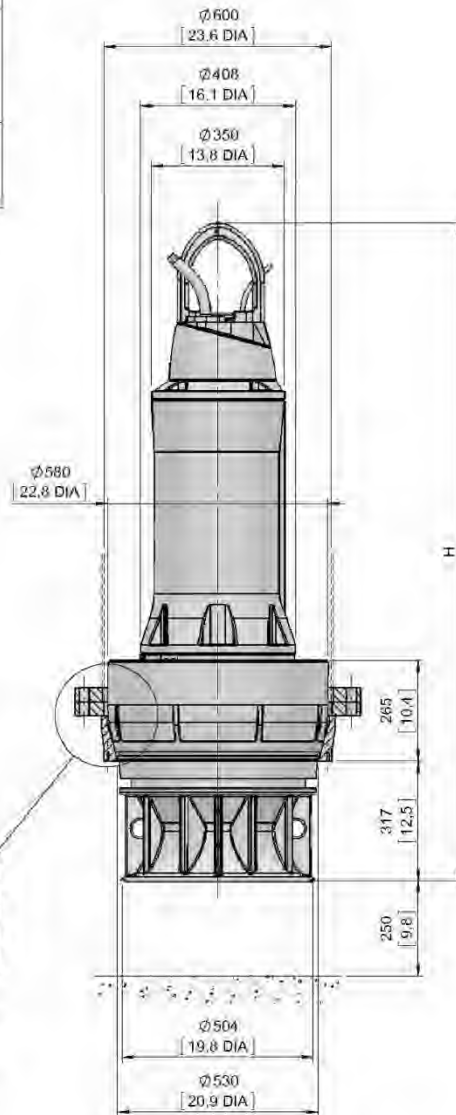


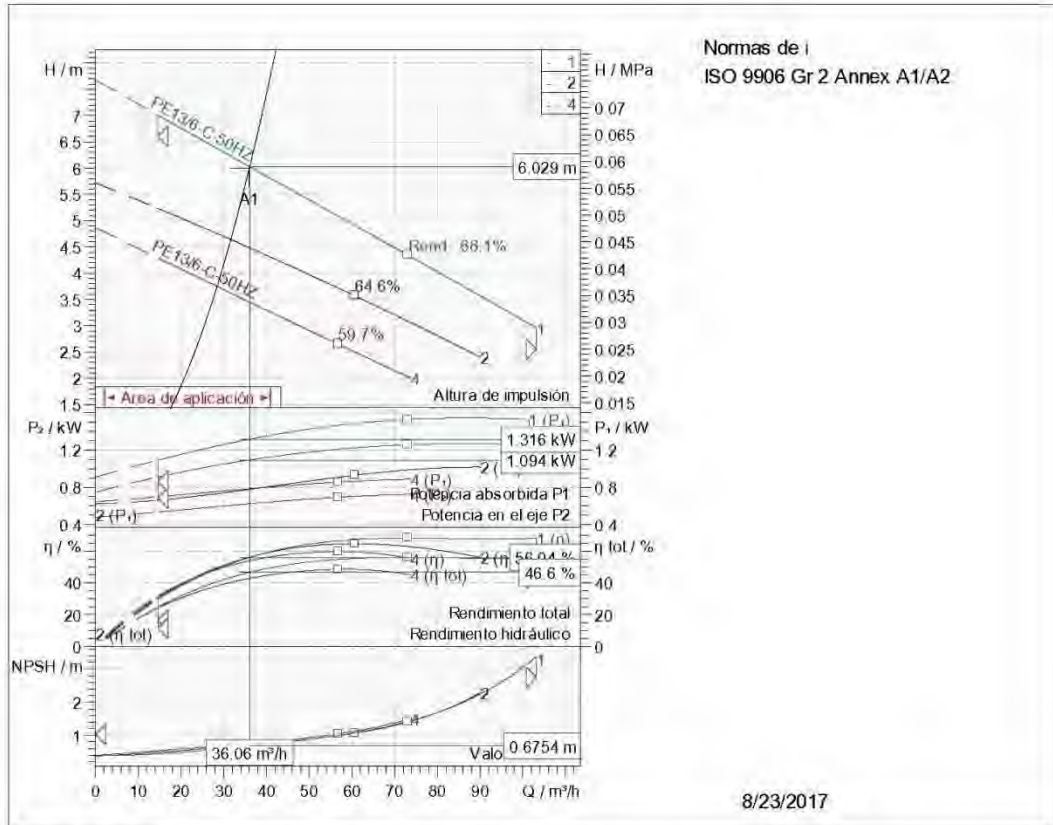
	Weight Gewicht Poids	Weight Gewicht Poids
	(~kg)	(~lb)
1	45	99
2	40	88



Dim. flange valve
Maße Flanschverbindung
Dimensions de la bride

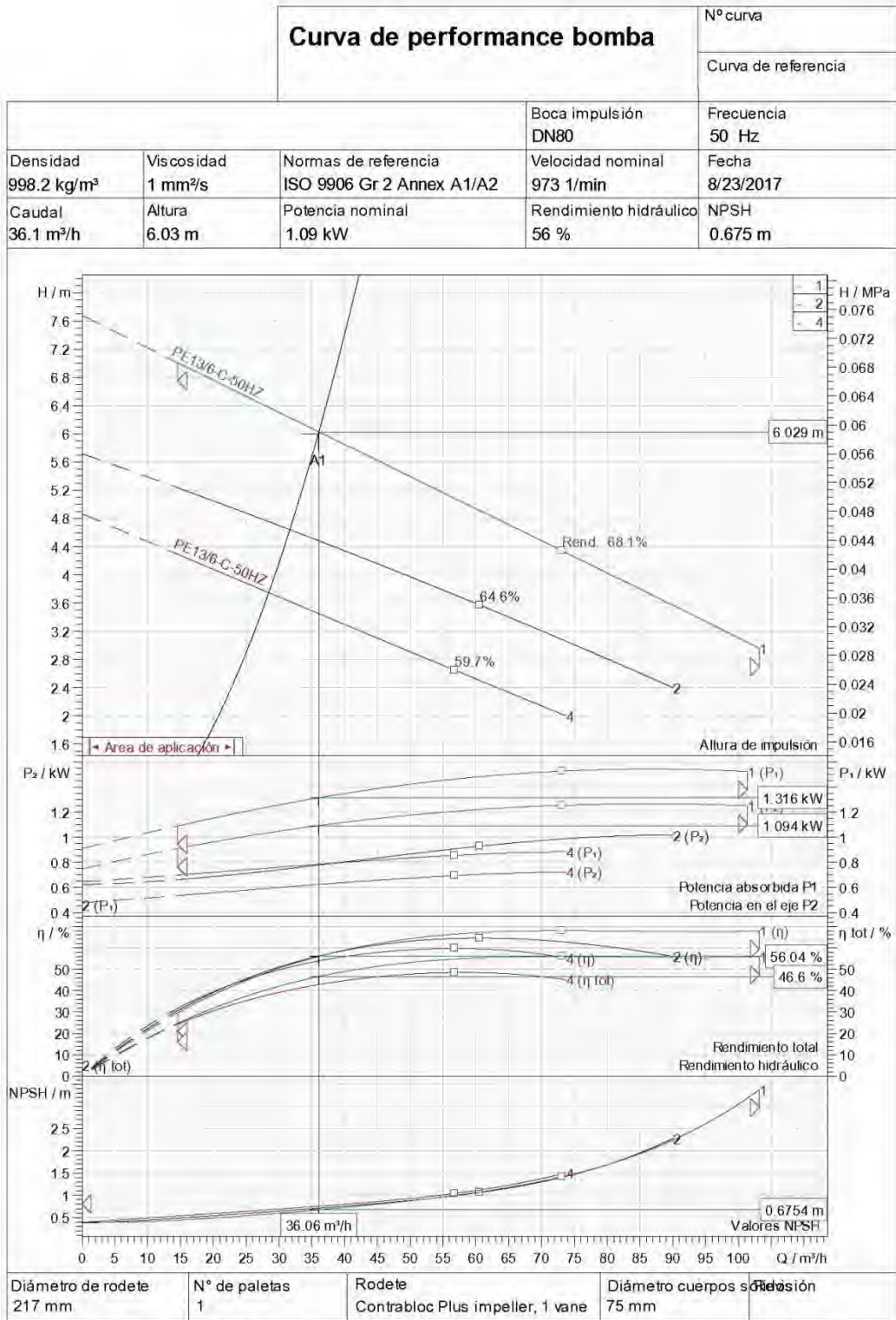
[mm
(inch)]





Punto de diseño		Altura	
Caudal	36.1 m ³ /h	6.03 m	
Rendimiento	56 %	Potencia absorbida	1.09 kW
NPSH	0.675 m	Fluido	Agua limpia
Temperatura	20 °C	Tipo de instalación	Bomba simple
Nº de bombas	1		
Datos de la bomba		Marca	
Tipo	XFP 80C CB1 50HZ	Contrabloc Plus impeller, 1 vane	ABS
Serie	XFP PE1-PE3	Rodete	217 mm
Nº de paletas	1	Diámetro de rodete	DN80
Paso de sólidos	75 mm	Boca aspiración	
Boca impulsión	DN80		
Datos del motor		Frecuencia	
Tensión nominal	400 V	50.0 Hz	
Potencia nominal P2	1.3 kW	Régimen nominal	968 1/min
Nº de polos	6	Rendimiento	81.8 %
Factor de potencia	0.63	Corriente nominal	3.6 A
Corriente de arranque	25.2 A	Par nominal	12.8 Nm
Par de arranque	37.3 Nm	Grado de protección	<IP 66>
Clase de aislamiento	H		

ABS reserves the right to change any data and dimensions without prior notice and can not be held responsible for the use of information contained in this software.

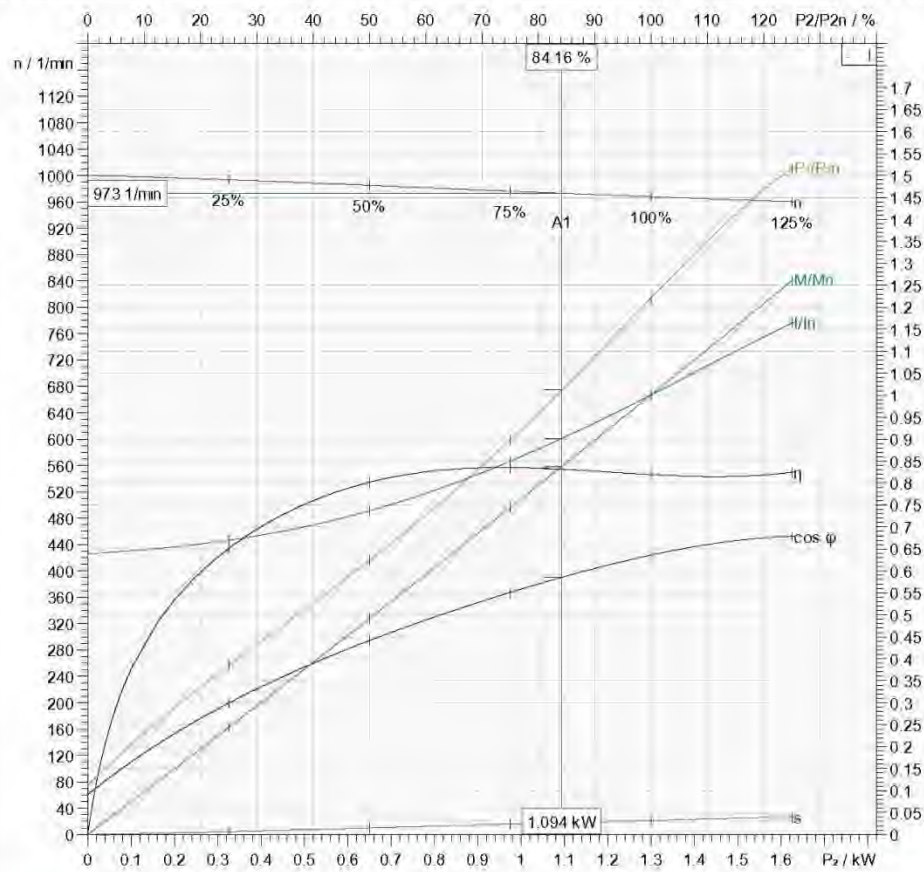


ABS reserves the right to change any data and dimensions without prior notice and can not be held SPAIX® 4.0.2 - 09.01.2012 (Build 1008) responsible for the use of information contained in this software.

Curvas motor

Frecuencia
50 Hz

Potencia nominal 1.3 kW	Factor de servicio 1	Régimen nominal 968 1/min	Nº de polos 6	Tensión nominal 400 V	Fecha 8/23/2017
----------------------------	-------------------------	------------------------------	------------------	--------------------------	--------------------



Symbol	En vacío	25 %	50 %	75 %	100 %	125 %
P_1 / kW	0.1451	0.4994	0.8107	1.167	1.587	1.971
P_2 / kW	0	0.325	0.65	0.975	1.3	1.625
I / A	2.3	2.411	2.652	3.058	3.602	4.191
$\cos \phi$	0.09103	0.299	0.4413	0.551	0.6359	0.6788
n / 1/min	1000	993.6	985	976.1	967.8	960.2
s / %	0.003876	0.6442	1.499	2.39	3.222	3.984
η / %	0	65.08	80.18	83.52	81.92	82.46

Tolerancia la VDE 0530 T1 12.84 potencia según

Corriente de arranque 25.2 A	Par de arranque 37.3 Nm	Momento de inercia 0.08 kg m ²		
---------------------------------	----------------------------	--	--	--

ABS reserves the right to change any data and dimensions without prior notice and can not be held responsible for the use of information contained in this software. SPAIX® 4.0.2 - 09.01.2012 (Build 1008)

	Massblatt Nassinstallation Dimension sheet WET-WELL Installation Dimensioni Installazione sommersa Hoja de dimensiones instalación sumergida Plan d'encombremet installation noyee	No: Drawn: 11.05.09 / J. J. Whelan Issue Date: 29/03/2011 Änderungen vorbehalten Technical changes reserved Con riserva di modifiche Con reserva de modificaciones Sous réserve de modification
--	---	---

50 Hz

S.I.

Typ Type Tipo	Gewicht Weight Poids Peso (kg)
PE 13/6	89
PE 22/4	91
PE 29/4	93,5

60 Hz

Typ Type Tipo	Gewicht Weight Poids Peso (kg)
PE 18/4	89
PE 28/4	91
PE 28/4W	91
PE 20/6	93,5
PE 20/6W	93,5
PE 35/4	93,5

DN80
PN16
DIN2633

	Düse-Allgemeintoleranzen nach DIN1680 - GTB16 General tolerances for castings in acc. to DIN1680-GTB16 Tolleranze generali delle fusioni secondo DIN1680-GTB16 Tolerancias generales para la fundición seg. de DIN1680-GTB16 Tolerancia générale de la fundición según DIN1680-GTB16
--	--

AP 3.2- BOMBEO LAVADO DE FILTROS

Hojas de datos

Nº de posición del cliente: Item 3
Pedido fechado: 17/03/2017
Doc. no.: CYII - Remodelación ETAP Griñón
Cantidad: 3

Número: 4003019517
Nº de artículo: 300
Desde: 28/04/2017
Página: 15

Versión nº: 6

Carcasa espiral en ejecución de proceso

Datos de trabajo Número de punto 1

Caudal bombeado requerido	1200,00 m ³ /h	Corriente volumétrica	1200,00 m ³ /h
Altura de bombeo requerida	13,37 m	Altura de bombeo	13,37 m
Medio bombeado	agua	Eficiencia	75,0 %
	Agua limpia	IEM (índice de eficiencia mínima)	≥ 0,70
	No contiene sustancias químicas o mecánicas que afecten a los materiales	Absorción de potencia	58,18 kW
Temperatura ambiente	20,0 °C	Velocidad de rotación de la bomba	1294 rpm
Temperatura del medio a bombear	20,0 °C	NPSH requerido	9,98 m
Densidad del fluido	998 kg/m ³	Presión permitida de trabajo	10,00 bar.r
Viscosidad del medio a bombear	1,00 mm ² /s	Pres. descarga	1,81 bar.r
Máx presión de aspiración	0,50 bar.r	Min gasto másico permitido para funcionamiento estable continuo	101,04 kg/s
Rata de caudal de masa	332,67 kg/s	Caudal de masa máximo admisible	470,73 kg/s
Min. caudal permitido para funcionamiento estable continuo	364,46 m ³ /h	Marcha de prueba hidráulica	Si
Altura de bombeo en el punto de caudal cero	25,51 m		

Número de punto 2

Caudal bombeado requerido	1200,00 m ³ /h	Corriente volumétrica	1200,00 m ³ /h
Altura de bombeo requerida	9,62 m	Altura de bombeo	9,62 m
Temperatura ambiente	20,0 °C	Eficiencia	74,2 %
Temperatura del medio a bombear	20,0 °C	IEM (índice de eficiencia mínima)	≥ 0,70
Densidad del fluido	998 kg/m ³	Absorción de potencia	42,31 kW
Viscosidad del medio a bombear	1,00 mm ² /s	Velocidad de rotación de la bomba	1176 rpm
Máx presión de aspiración	0,50 bar.r	NPSH requerido	8,77 m
Rata de caudal de masa	332,67 kg/s	Presión permitida de trabajo	10,00 bar.r
Potencia máxima de curva	41,50 kW	Pres. descarga	1,44 bar.r
Min. caudal permitido para funcionamiento estable continuo	331,07 m ³ /h	Min gasto másico permitido para funcionamiento estable continuo	91,78 kg/s
Altura de bombeo en el punto de caudal cero	21,05 m	Caudal de masa máximo admisible	427,61 kg/s

Número de punto 3

Caudal bombeado requerido	1125,00 m ³ /h	Corriente volumétrica	1125,00 m ³ /h
Altura de bombeo requerida	8,03 m	Altura de bombeo	8,03 m
Temperatura ambiente	20,0 °C	Eficiencia	73,9 %
Temperatura del medio a bombear	20,0 °C	IEM (índice de eficiencia mínima)	≥ 0,70
Densidad del fluido	998 kg/m ³	Absorción de potencia	33,20 kW
Viscosidad del medio a bombear	1,00 mm ² /s	Velocidad de rotación de la bomba	1087 rpm
Máx presión de aspiración	0,50 bar.r	NPSH requerido	7,85 m
Rata de caudal de masa	311,88 kg/s	Presión permitida de trabajo	10,00 bar.r

Hojas de datos

Nº de posición del cliente: Item 3
Pedido fechado: 17/03/2017
Doc. no.: CYII - Remodelación ETAP Griñón
Cantidad: 3

Número: 4003019517
Nº de artículo: 300
Desede: 28/04/2017
Página: 16

Versión nº - 6

Carcasa espiral en ejecución de proceso

Potencia máxima de curva 32,80 kW
Mín. caudal permitido para funcionamiento estable continuo 306,09 m³/h
Altura de bombeo en el punto de caudal cero 17,99 m

Pres. descarga 1,29 bar.r
Mín. gasto másico permitido para funcionamiento estable continuo 84,85 kg/s
Caudal de masa máximo admisible 395,34 kg/s

Número de punto 4

Caudal bombeado requerido 1125,00 m³/h
Altura de bombeo requerida 4,28 m
Temperatura ambiente 20,0 °C
Temperatura del medio a bombear 20,0 °C
Densidad del fluido 998 kg/m³
Viscosidad del medio a bombear 1,00 mm²/s
Máx. presión de aspiración 0,50 bar.r
Rata de caudal de masa 311,88 kg/s

Corriente volumétrica 1125,00 m³/h
Altura de bombeo 4,28 m
Eficiencia 66,4 %
IEM (índice de eficiencia mínima) ≥ 0,70
Absorción de potencia 19,73 kW
Velocidad de rotación de la bomba 941 rpm
NPSH requerido 7,23 m
Presión permitida de trabajo 10,00 bar.r

Potencia máxima de curva 21,27 kW
Mín. caudal permitido para funcionamiento estable continuo 264,95 m³/h
Altura de bombeo en el punto de caudal cero 13,48 m

Pres. descarga 0,92 bar.r
Mín. gasto másico permitido para funcionamiento estable continuo 73,45 kg/s
Caudal de masa máximo admisible 342,21 kg/s

Ejecución

Bomba estándar EN 733
Diseño Para montaje sobre la placa de base
Orientación Horizontal
Diam. Nominal de aspiración DN 300
Presión nominal de aspiración PN 10
Posición de aspiración axial
Brida de aspiración taladrada de acuerdo con norma EN 1092-2
Diam. nominal descarga DN 300
Presión nominal de descarga PN 10
Posición de la tubuladura de presión arriba (0° / 360°)
Vista sobre la tubuladura de aspiración
Brida de descarga taladrada de acuerdo con la norma EN 1092-2
Cierre del eje GLRD de efecto sencillo
Fabricante KSB
Type 4EB

Código de material Q1BEGG
Plan de estanqueidad A cierre mecánico de acoplón sencilla (tapa tipo A)
A liquid free of solids is assumed
Cámara de montaje de la junta Cámara cónica de junta (Tapa A)
Protección contra contactos involuntarios con
Anillo rozante Anillo partido
Diámetro del rodete 320,0 mm
Dirección de rotación del arrastre Sentido agujas del reloj
Construcción de la abrazadera de sujeción estándar (normal)
Tamaño del soporte del cojinete WE65
Junta de cojinete Hueco liso
Tipo de cojinete Rodamiento
Tipo de lubricación Grasa
Color Azul ultramarino (RAL 5002)
Azul KSB

Hojas de datos

Nº de posición del cliente: Item 3
Pedido fechado: 17/03/2017
Doc. no.: CYII - Remodelación ETAP Griñón
Cantidad: 3

Número: 4003019517
Nº de artículo: 300
Desde: 28/04/2017
Página: 17

Versión nº: 6

Carcasa espiral en ejecución de proceso

Accionamiento, accesorios

Fabricante	Flender	Frecuencia	50 Hz
Tipo de acoplamiento	EupeX HN	Voltaje de régimen	400 V
Tamaño nominal	180	Potencia dimensionada P2	75,00 kW
Longitud espaciador	250,0 mm	Reserva disponible	28,91 %
Tipo de protección de acoplamiento	Ligero, no resistente a las pisadas (ZN79)	Corriente de régimen	133,0 A
Tamaño de la protección de acoplamiento	B254	Relación de la corriente de arranque	9
Material de la protección de acoplamiento	ST TZN	Clase de aislamiento	F según IEC 34-1
Tipo de placa de base	Etanorm R placa de base	Clase de protección del motor	IP 55
Tamaño de la placa base	E8	Coseno phi a plena carga (4/4)	0,85
Tipo de accionamiento	Motor eléctrico	Rendimiento del motor a plena carga (4/4)	96,0 %
Accionamiento mecán. estándar	IEC	Órgano sensorio de temperatura	3 termistores
Modelo (marca)	Siemens	Posición de la caja de bornes	0° (arriba)
Accionamiento suministrado por	Motor estándar suministrado por KSB - montado por KSB	Vista sobre la tubuladura de aspiración	
Formato constructivo del motor	B3	Bobinado del motor	400 / 690 V
Tamaño del motor	280S	Nº de polos	4
Clase de rendimiento	Clase de rendimiento IE4 según IEC60034-30-1	Cojinete del motor aislado	Si
Selección del control de velocidad	Ajuste de velocidad	Clase de conexión	triángulo
Diseñado para trabajar con variador de frecuencia	Si	Método de refrigeración del motor	Enfriamiento de la superficie
		Material del motor	Fundición gris GG/CAST IRON
		Operación con inversor de frecuencia permitida	FI permitido
		Nivel de presión acústica del motor	69 dBa

Materiales G

Indicaciones		Rodete (230)	Fundición gris EN-GJL-250
Criterios generales para un análisis de agua: pH-valor >=7; contenido cloruro (Cl) <= 250 mg/kg. Cloro (Cl2) <= 0.6 mg/kg		Soporte de cojinete (330)	Fundición gris EN-GJL-250
Caja espiral (102)	Fundición gris EN-GJL-250	Retén (411)	Placa de cierre DPAF sin amianto
Tapa del cárter (161)	Fundición gris EN-GJL-250	Anillo partido (502.1)	Fundición gris GG/CAST IRON
Eje (210)	Acero bonificado C45+N	Anillo partido (502.2)	Fundición gris GG/CAST IRON

Certificados

Prueba del rendimiento hidráulico

Estándar de aceptación	ISO 9906 Clase 1E	Participación en el ensayo	sin cliente
Cantidad de puntos de medición Q-H	5	Piezas comprobadas sin el cliente	3
Certificado	Certificado de ensayo 3.1 según EN 10204	Piezas comprobadas con el cliente	0

Hojas de datos

Nº de posición del cliente: Item 3
Pedido fechado: 17/03/2017
Doc. no.: CYII - Remodelación ETAP Griñón
Cantidad: 3

Número: 4003019517
Nº de artículo: 300
Desede: 28/04/2017
Página: 18

Versión nº: 6

Carcasa espiral en ejecución de proceso

Documentación del pedido

Los documentos siguientes se suministrarán con el pedido
Declaración de conformidad o del fabricante
Plano de disposición general
Plano de conexiones de tubos
Instrucciones de trabajo

Protocolos / certificados de ensayo constructivo

Hoja de curvas

Hoja técnica de datos

Lenguajes

Procedimiento para idiomas
no contemplados

Español, Inglés

Suministrar el documento en
inglés en su lugar

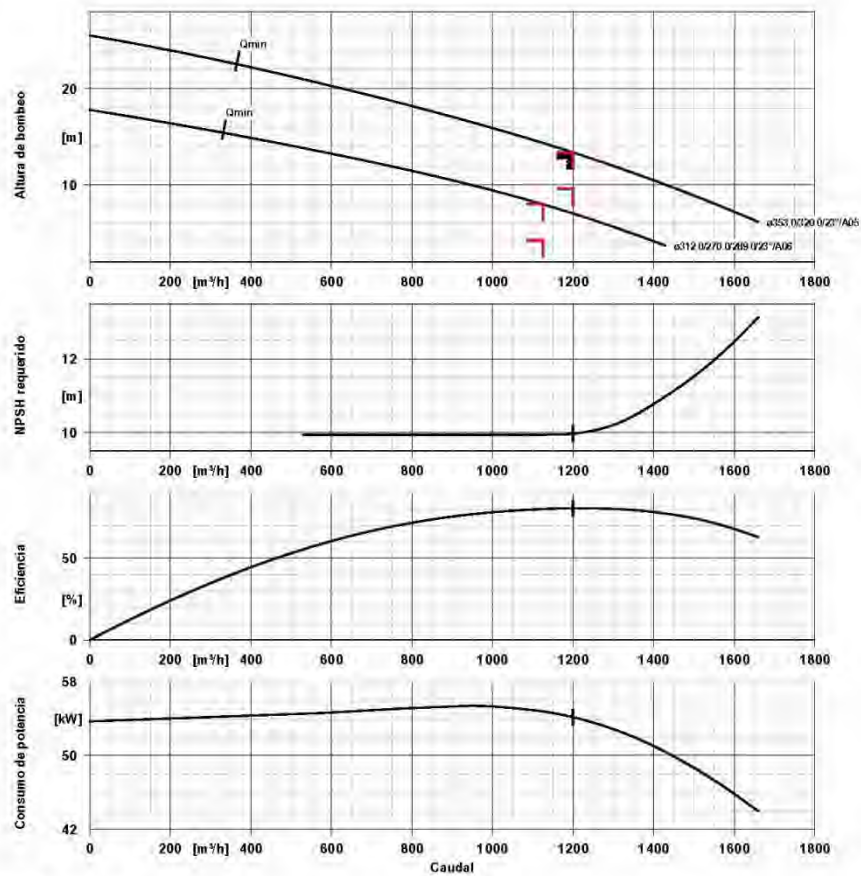
Hoja de curvas

Nº de posición del cliente: Item 3
Pedido fechado: 17/03/2017
Doc. no.: CYII - Remodelación ETAP Griñón
Cantidad: 3

Número: 4003019517
Nº de artículo: 300
Desde: 28/04/2017
Página: 19

Versión nº: 6

Carcasa espiral en ejecución de proceso



Datos de curvas

Velocidad de giro	1294 rpm	Eficiencia	75,0 %
Densidad del fluido	998 kg/m ³	IEM (índice de eficiencia mínima)	≥ 0,70
Viscosidad	1,00 mm ² /s	Absorción de potencia	58,18 kW
Corriente volumétrica	1200,00 m ³ /h	NPSH requerido	9,98 m
Caudal bombeado	1200,00 m ³ /h	Número de curva	K34706
Caudal bombeado requerido	1200,00 m ³ /h	Diámetro efectivo del rodete	320,0 mm
Altura de bombeo	13,37 m	Estándar de aceptación	ISO 9906 Clase 1B
Altura de bombeo requerida	13,37 m		

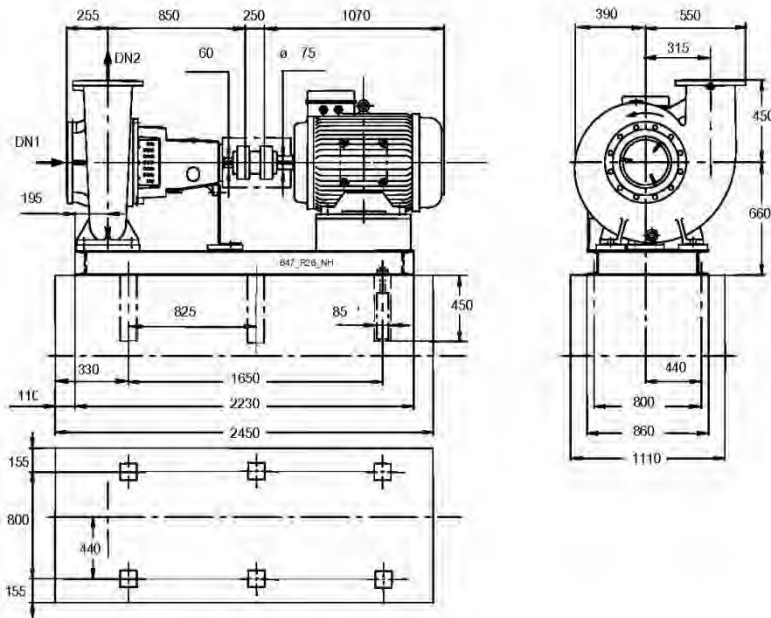
Plano de instalación

Nº de posición del cliente: Item 3
Pedido fechado: 17/03/2017
Doc. no.: CYII - Remodelación ETAP Griñón
Cantidad: 3

Número: 4003019517
Nº de artículo: 300
Desede: 28/04/2017
Página: 20

Versión nº 6

Carcasa espiral en ejecución de proceso



El plano no es para medir

Dimensiones en mm

Plano de instalación

Nº de posición del cliente: Item 3
Pedido fechado: 17/03/2017
Doc. no.: CYII - Remodelación ETAP Griñón
Cantidad: 3

Número: 4003019517
Nº de artículo: 300
Desde: 28/04/2017
Página: 21

Version nº 6

Carcasa espiral en ejecución de proceso

Motor

Fabricante del motor	Siemens
Tamaño del motor	280S
Potencia del motor	75,00 kW
Nº de polos	4
Velocidad de giro	1493 rpm
Posición de la caja de bornes	0° (arriba)
	Vista sobre la tubuladura de aspiración

Placa de base

Ejecución	Etanorm R placa de base
Tamaño	E8
Material	Acero ST
Placa base drenaje fugas (8B)	Rp1, Sin
Pernos de anclaje	M20x400 (No en ámbito de suministro)

Conectar tuberías sin tensión o resistencia

Tolerancias dimensionales para altura de eje : DIN 747
Dimensiones sin tolerancias, tolerancias medias según :
Dimensiones de conexión para bombas :
Dimensiones sin tolerancias - partes soldadas:
Dimensiones sin tolerancias - partes de hierro fundido gris:

Conexiones

Diámetro nominal aspiración DN1	DN 300 / EN 1092-2
Tamaño descarga nominal DN2	DN 300 / EN 1092-2
Presión nominal de aspiración	PN 10
Régimen presión de descarga	PN 10

Acoplamiento

Fabricante de acoplamiento	Flender
Tipo de acoplamiento	Eupex HN
Tamaño de acoplamiento	180
Pieza de separación	250,0 mm

Peso neto

Bomba	547 kg
Placa de base	378 kg
Acoplamiento	23 kg
Protección del acoplamiento	3 kg
Motor	670 kg
Total	1621 kg

Ver plano extra para las conexiones auxiliares

ISO 2768-m
EN735
ISO 13920-B
ISO 8062-CT9

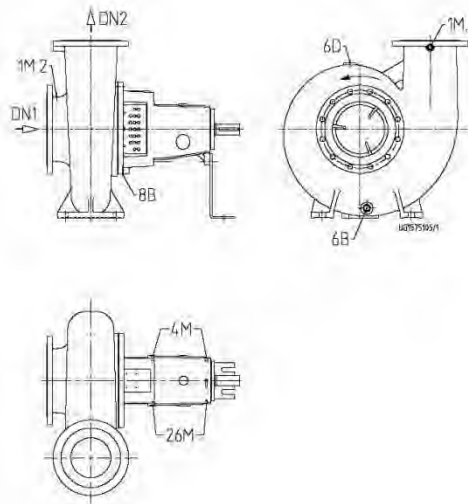
Esquema de conexiones

Nº de posición del cliente: Item 3
Pedido fechado: 17/03/2017
Doc. no.: CYII - Remodelación ETAP Griñón
Cantidad: 3

Número: 4003019517
Nº de artículo: 300
Desede: 28/04/2017
Página: 22

Versión nº 6

Carcasa espiral en ejecución de proceso



Conexiones

1M.1 Conexión de aparato medidor de la presión	G 1/2	Taladrado y cerrado
1M.2 Conexión de aparato medidor de la presión	G 1/2	Taladrado y cerrado
6B Vaciado de líquido bombeado	G 3/4	Taladrado y cerrado
6D Líquido de bombeo - Llenar / purgar	G 3/4	Taladrado y cerrado
8B Vaciado de líquido de fugas	G 3/4	Taladrado
Conexión medición de impulsos de choque 26M		No ejecutado
4M Conexión medición temperatura		No ejecutado

AP 3.3- BOMBEO AGUA DE SERVICIOS Y DILUCIÓN DE REACTIVOS

Hojas de datos

Nº de posición del cliente: Item 1
Pedido fechado: 17/03/2017
Doc. no.: CYII - Remodelación ETAP Griñón
Cantidad: 4

Número: 4003019517
Nº de artículo: 100
Desde: 28/04/2017
Página: 1 / 22
Versión nº: 6

Datos de trabajo Número de punto 1

Caudal bombeado requerido 20,00 m³/h
Altura de bombeo requerida 70,00 m
Medio bombeado agua
Agua limpia
No contiene sustancias químicas o mecánicas que afecten a los materiales
Contenido sólidos máx. 50 ppm
Temperatura ambiente 20,0 °C
Temperatura del medio a bombear 20,0 °C

Densidad del fluido 998 kg/m³
Viscosidad del medio a bombear 1,00 mm²/s
Máx presión de aspiración 0,00 bar.r
Presión del vapor 0,02 bar.a
Rata de caudal de masa 5,54 kg/s
Potencia máxima de curva 6,70 kW
Mínimo caudal para curva estable 11,59 m³/h
Mín. caudal permitido para funcionamiento continuo 3,06 m³/h
Mínimo caudal permitido para funcionamiento de corta duración 3,06 m³/h

Número de punto 2

Caudal bombeado requerido 8,00 m³/h
Altura de bombeo requerida 50,00 m
Temperatura ambiente 20,0 °C
Temperatura del medio a bombear 20,0 °C
Densidad del fluido 998 kg/m³
Viscosidad del medio a bombear 1,00 mm²/s
Máx presión de aspiración 0,00 bar.r
Presión del vapor 0,02 bar.a

Rata de caudal de masa 2,22 kg/s
Potencia máxima de curva 3,29 kW
Mínimo caudal para curva estable 9,15 m³/h
Mín. caudal permitido para funcionamiento continuo 2,42 m³/h
Mínimo caudal permitido para funcionamiento de corta duración 2,42 m³/h
Min gasto másico permitido para funcionamiento continuo 0,67 kg/s
Min gasto másico permitido 0,67 kg/s

Corriente volumétrica 20,00 m³/h
Altura de bombeo 70,03 m
Eficiencia 66,4 %
Absorción de potencia 5,73 kW
Velocidad de rotación de la bomba 1453 rpm
NPSH requerido 1,41 m
Presión permitida de trabajo 40,00 bar.r
Pres. descarga 6,85 bar.r
Presión en el punto de caudal cero 8,08 bar.r
Min gasto másico para curva estable 3,21 kg/s
Min gasto másico permitido para funcionamiento continuo 0,85 kg/s
Min gasto másico permitido para funcionamiento de corta duración 0,85 kg/s
Altura de bombeo en el punto de caudal cero 82,58 m
Caudal máximo admisible 24,50 m³/h
Caudal de masa máximo admisible 6,79 kg/s
Diseño Bomba individual 1 x 100%
Marcha de prueba hidráulica Si

Corriente volumétrica 8,00 m³/h
Altura de bombeo 50,10 m
Eficiencia 54,0 %
Absorción de potencia 2,02 kW
Velocidad de rotación de la bomba 1146 rpm
NPSH requerido 0,94 m
Presión permitida de trabajo 40,00 bar.r
Pres. descarga 4,90 bar.r

Hojas de datos

Nº de posición del cliente: Item 1
Pedido fechado: 17/03/2017
Doc. nº: CYII - Remodelación ETAP Griñón
Cantidad: 4

Número: 4003019517

Nº de artículo: 100

Desede: 28/04/2017

Página: 2 / 22

Versión nº: 6

para funcionamiento de corta
duración

Presión en el punto de caudal
cero 5,03 bar.r
Min.gasto másico para curva
estable 2,54 kg/s
Altura de bombeo en el punto
de caudal cero 51,41 m
Caudal máximo admisible 19,33 m³/h
Caudal de masa máximo
admisible 5,36 kg/s
Diseño Bomba individual 1 x 100%

Ejecución

Variante V
Número de etapas 8
Tambor de compensación
con pistón
Diseño de acoplamiento directo
Orientación Vertical
Diam. Nominal de aspiración DN 80
Presión nominal de
aspiración PN 16
Posición de aspiración radial
Brida de aspiración taladrada
de acuerdo con norma EN 1092-2
Diám.nominal descarga DN 50
Presión nominal de descarga PN 40
Posición de la tubuladura de
presión 180° offset
Vista sobre la tubuladura de
aspiración
Brida de descarga taladrada
de acuerdo con la norma EN 1092-2
Cierre del eje GLRD de efecto sencillo
Fabricante KSB
Type 5B

Código de material BQ1EGG
Código 167
Plan de estanqueidad Mecánico de simple efecto E
(circulación externa)
Pumped liquid without abrasive solids
Cámara de montaje de la
junta Cámara estándar de juntas
Diámetro del rodete 173,0 mm
Diámetro mínimo del impulsor 155,0 mm
Diámetro completo del rodete 173,0 mm
Tamaño paso libre 10,0 mm
Dirección de rotación del
arrastre Sentido agujas del reloj
Construcción de la
abrazadera de sujeción de acoplamiento directo
Tamaño del soporte del
cojinete 50
Tipo de cojinete (orientado
hacia adentro) Cojinete de fricción
Tipo de lubricación (a bordo) lubricado con medio
Sonda térmica PT100 lado
del motor Sin
Color Azul ultramarino (RAL 5002)
Azul KSB

Hojas de datos

Nº de posición del cliente: Item 1
Pedido fechado: 17/03/2017
Doc. no.: CYII - Remodelación ETAP Griñón
Cantidad: 4

Número: 4003019517
Nº de artículo: 100
Desde: 28/04/2017
Página: 3 / 22

Versión nº: 6

Accionamiento, accesorios

Tipo de placa de base	Placa base de acero para Multitec	Relación de la corriente de arranque	8
Tamaño de la placa base	-	Clase de aislamiento	F según IEC 34-1
Tipo de accionamiento	Motor eléctrico	Clase de protección del motor	IP 55
Accionamiento mecán estándar	IEC	Coseno phi a plena carga (4/4)	0.81
Modelo (marca)	Siemens	Rendimiento del motor a plena carga (4/4)	92,6 %
Accionamiento suministrado por	Motor estándar suministrado por KSB - montado por KSB	Órgano sensorio de temperatura	3 termistores
Formato constructivo del motor	V1	Posición de la caja de bombes	0º misma orientación Vista sobre la tubuladura de aspiración
Tamaño del motor	132M	Bobinado del motor	400 / 690 V
Clase de rendimiento	Clase de rendimiento IE4 según IEC60034-30-1	Nº de polos	4
Selección del control de velocidad	Ajuste de velocidad	Funcionamiento en dispositivo de arranque suave	no
Diseñado para trabajar con variador de frecuencia	Sí	Clase de conexión	triángulo
Frecuencia	50 Hz	Método de refrigeración del motor	Enfriamiento de la superficie
Voltaje de régimen	400 V	Material del motor	Aluminio
Potencia dimensionada P2	7,50 kW	Operación con inversor de frecuencia permitida	FI permitido
Reserva disponible	30,78 %	Nivel de presión acústica del motor	64 dBa
Corriente de régimen	14,4 A		

Materiales 10

Indicaciones		Alojamiento del cojinete (381)	SSiC cerámico
Criterios generales para un análisis de agua pH-valor \geq 7; contenido cloruro (Cl) \leq 250 mg/kg. Cloro (Cl2) \leq 0.6 mg/kg.		Junta tórica (412)	EPDM 80
Carcasa de aspiración (106)	Fundición gns EN-GJL-250	Revestimiento cierre del eje (441)	Fundición gris EN-GJL-250
Carcasa de descarga (107)	Fundición gns EN-GJL-250	Casquillo del eje (523)	Acero al cromo 1.4057+QT800
Cuerpo de etapa (108)	Fundición gns EN-GJL-250	Casquillo de cojinete (529)	SSiC cerámico
Eje (210)	Acero bonificado G45+N	Cojinete (540)	Fundición gris EN-GJL-250
Rodete (230)	Fundición gns EN-GJL-250	Disco (550.1)	Acero CrNi 1.4301
Rodete de aspiración (231)	Fundición gns EN-GJL-250	Pistón (59.4)	Acero al cromo 1.4021QT700+SR
Caja del cojinete (350)	Fundición gns EN-GJL-250	Tirante (905)	42CrMo4

Certificados

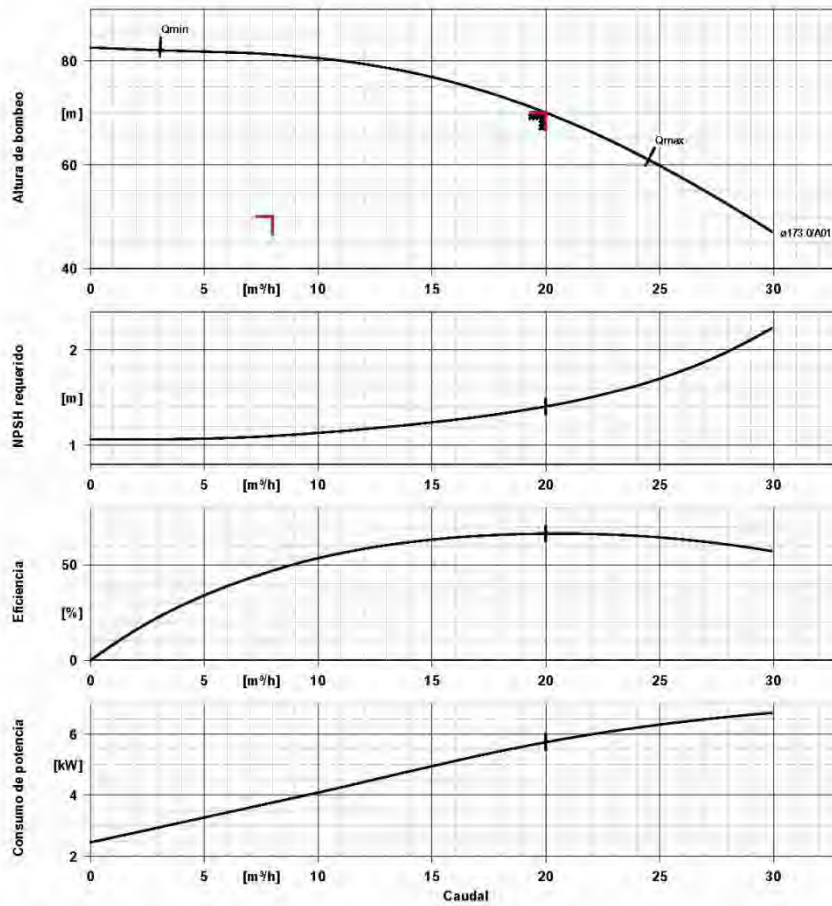
Prueba del rendimiento hidráulico

Estándar de aceptación	ISO 9906 Clase 1B; Por debajo de 10kW de acuerdo con el párrafo 4.4.2	Participación en el ensayo	sin cliente
Cantidad de puntos de medición Q-H	5	Piezas comprobadas sin el cliente	4
Certificado	Certificado de ensayo 3.1 según EN 10204	Piezas comprobadas con el cliente	0

Hoja de curvas

Nº de posición del cliente: Item 1
Pedido fechado: 17/03/2017
Doc. no.: CYII - Remodelación ETAP Griñón
Cantidad: 4

Número: 4003019517
Nº de artículo: 100
Desede: 28/04/2017
Página: 5
Versión nº: 6



Datos de curvas

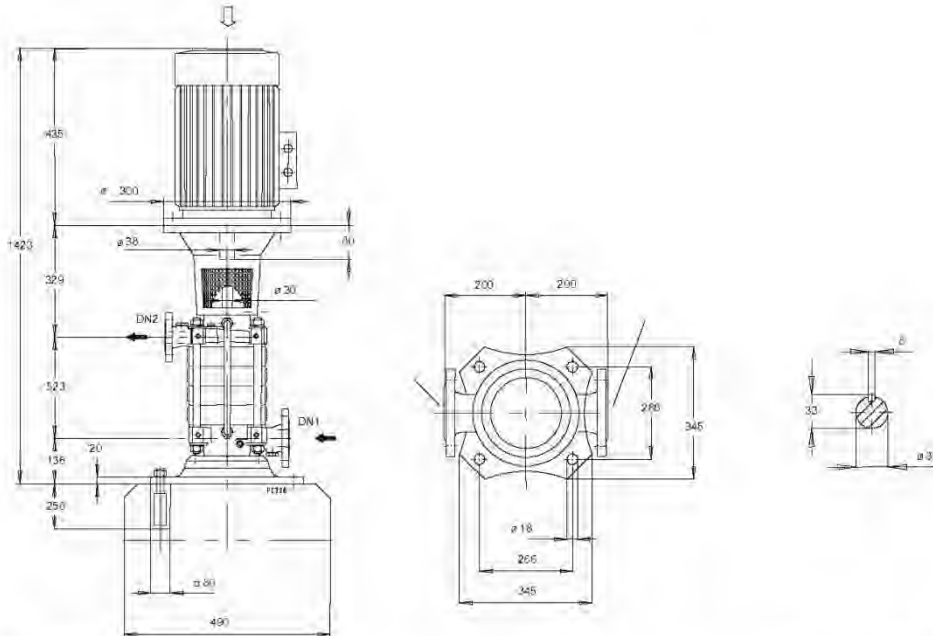
Velocidad de giro	1453 rpm	Eficiencia	66,4 %
Densidad del fluido	998 kg/m ³	Absorción de potencia	5,73 kW
Viscosidad	1,00 mm ² /s	NPSH requerido	1,41 m
Corriente volumétrica	20,00 m ³ /h	Número de curva	1777.407541/03 GG
Caudal bombeado	20,00 m ³ /h	Diámetro del rodete	173,0 mm
Caudal bombeado requerido		Estándar de aceptación	ISO 9906 Clase 1B
Altura de bombeo	70,03 m		
Altura de bombeo requerida	70,00 m		

Plano de instalación

Nº de posición del cliente: Item 1
Pedido fechado: 17/03/2017
Doc. no.: CYII - Remodelación ETAP Griñón
Cantidad: 4

Número: 4003019517
Nº de artículo: 100
Desde: 28/04/2017
Página: 6

Version nº 6



El plano no es para medir

Dimensiones en mm

Motor

Fabricante del motor Siemens
Tamaño del motor 132M
Potencia del motor 7,50 kW
Nº de polos 4
Velocidad de giro 1477 rpm
Posición de la caja de bornes 0º misma orientación
Vista sobre la tubuladura de aspiración

Conexiones

Diámetro nominal aspiración DN 80 / EN 1092-2
DN1
Tamaño descarga nominal DN 50 / EN 1092-2
DN2
Presión nominal de aspiración PN 16
Régimen presión de descarga PN 40

Placa de base

Ejecución Placa base de acero para Multitec
Tamaño -
Placa base drenaje fugas Rp1, Sin (8B)
Pernos de anclaje M16x320 (No en ámbito de suministro)

Peso neto

Bomba 180 kg
Placa de base
Motor 49 kg
Total 229 kg

Conectar tuberías sin tensión o resistencia

Ver plano extra para las conexiones

Plano de instalación

Nº de posición del cliente: Item 1
Pedido fechado: 17/03/2017
Doc. no.: CYII - Remodelación ETAP Griñón
Cantidad: 4

Número: 4003019517
Nº de artículo: 100
Desede: 28/04/2017
Página: 7

Versión nº: 6

Tolerancias dimensionales para altura de eje : DIN 747
Dimensiones sin tolerancias, tolerancias medias según : ISO 2768-m
Dimensiones de conexión para bombas : EN735
Dimensiones sin tolerancias - partes soldadas : ISO 13920-B
Dimensiones sin tolerancias - partes de hierro fundido gris: ISO 8062-CT9

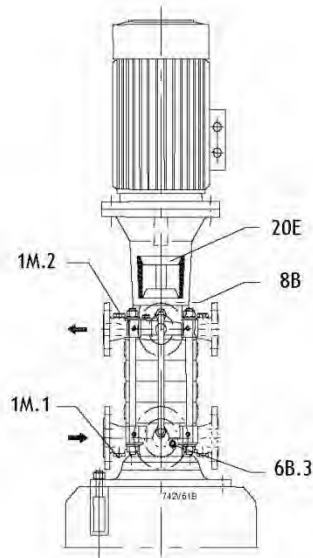
auxiliares

Esquema de conexiones

Nº de posición del cliente: Item 1
Pedido fechado: 17/03/2017
Doc. no.: CYII - Remodelación ETAP Griñón
Cantidad: 4

Número: 4003019517
Nº de artículo: 100
Desde: 28/04/2017
Página: 8

Versión nº 6



Conexiones

1M.1 Conexión de aparato medidor de la presión	G 1/2	Taladrado y cerrado
1M.2 Conexión de aparato medidor de la presión	G 1/2	Taladrado y cerrado
6B.3 Drenaje líquido bombeado	G 1/4	Taladrado y cerrado
8B Vaciado de líquido de fugas	Rp 3/8	Taladrado
20E Conector para engrasar a presión		No ejecutado

AP 3.4- BOMBEO REFRIGERACIÓN GENERADORES DE OZONO

Hojas de datos

Nº de posición del cliente: Item 2
Pedido fechado: 17/03/2017
Doc. no.: CYII - Remodelación ETAP Griñón
Cantidad: 1

Número: 4003019517
Nº de artículo: 200
Desde: 28/04/2017
Página: 9

Versión nº: 6

Bomba de alta presión In-line

Datos de trabajo

Caudal bombeado requerido	10,80 m ³ /h	Corriente volumétrica	11,39 m ³ /h
Altura de bombeo requerida	19,00 m	Altura de bombeo	21,13 m
Medio bombeado	agua	Eficiencia	72,4 %
	Agua limpia	Absorción de potencia	0,90 kW
	No contiene sustancias químicas o mecánicas que afecten a los materiales	Velocidad de rotación de la bomba	1456 rpm
Temperatura ambiente	20,0 °C	NPSH requerido	1,04 m
Temperatura del medio a bombear	20,0 °C	Presión permitida de trabajo	25,00 bar.r
Densidad del fluido	998 kg/m ³	Pres. descarga	2,07 bar.r
Viscosidad del medio a bombear	1,00 mm ² /s	Min gasto másico permitido para funcionamiento estable continuo	0,61 kg/s
Máx presión de aspiración	0,00 bar.r	Altura de bombeo en el punto de caudal cero	26,09 m
Rata de caudal de masa	3,16 kg/s	Caudal de masa máximo admisible	4,87 kg/s
Potencia máxima de curva	0,98 kW	Diseño	Bomba individual 1 x 100%
Min. caudal permitido para funcionamiento estable continuo	2,20 m ³ /h	Marcha de prueba hidráulica	Si

Ejecución

Bomba estándar	Ejecución internacional in-line	Fabricante	DP
Diseño	KSB alta presión	Type	RMG-AC
Orientación	de acoplamiento directo	Código de material	Q1BEGG-WRC
Diam. Nominal de aspiración	Vertical	Código	13
Presión nominal de aspiración	DN 65	Plan de estanqueidad	I GLRD de efecto sencillo (circulación interior)
Posición de aspiración	PN 25	A liquid free of solids is assumed	
Descarga norma de conexión	90° (derecha)	Cámara de montaje de la junta	Cámara estándar de juntas
Diám. nominal descarga	EN 1092-2	Protección contra contactos involuntarios	con
Presión nominal de descarga	DN 65	Diámetro del rodete	124,0 mm
Posición de la tubuladura de presión	PN 25	Dirección de rotación del arrastre	Sentido agujas del reloj
Brida redonda (F)	270° (izquierda 90°)	Color	Negro grafito (RAL 9011)
Cierre del eje	GLRD de efecto sencillo		

Hojas de datos

Nº de posición del cliente: Item 2
Pedido fechado: 17/03/2017
Doc. no.: CYII - Remodelación ETAP Griñón
Cantidad: 1

Número: 4003019517
Nº de artículo: 200
Desde: 28/04/2017
Página: 10

Versión nº - 6

Bomba de alta presión Inline

Accionamiento, accesorios

Tipo de accionamiento	Motor eléctrico	Clase de aislamiento	F según IEC 34-1
Accionamiento mecán. estándar	IEC	Clase de protección del motor	IP 55
Modelo (marca)	KSB (DMW)	Coseno phi a plena carga (4/4)	0,78
Accionamiento suministrado por	Motor estándar suministrado por KSB - montado por KSB	Rendimiento del motor a plena carga (4/4)	84,4 %
Formato constructivo del motor	V18	Organo sensorio de temperatura	Sin
Tamaño del motor	90S	Posición de la caja de bornes	90° (derecha) visto desde el accionamiento
Clase de rendimiento	Clase de rendimiento IE3 según IEC60034-30-1	Bobinado del motor	230 / 400 V
Velocidad del motor	1454 rpm	Nº de polos	4
Frecuencia	50 Hz	Cojinete fijo reforzado	axial
Voltaje de régimen	400 V	Clase de conexión	estrella
Potencia dimensionada P2	1,10 kW	Método de refrigeración del motor	Enfriamiento de la superficie
Límite de comportamiento P2máx.	1,51 kW	Material del motor	Aluminio
Reserva disponible	87,23 %	Operación con inversor de frecuencia permitida	FI permitido
Corriente de régimen	2,4 A	Nivel de presión acústica del motor	58 dBa
Relación de la corriente de arranque	6,5		

Materiales V

Rosca de bomba (10-6)	Acero CrNi 1.4301	Junta tórica (412)	EPDM WRc / ACS Aprobado
Carcasa de bomba (101)	Acero inoxidable 1.4308	Tapa de la junta (471)	Acero inoxidable 1.4308
Cuerpo de etapa (108)	Acero CrNi 1.4301	Casquillo de cojinete (529)	Carbido tungsteno
Tapa (160)	Acero CrNi 1.4301	Brida (723)	Fundición esferulítica EN-GJS-400-15
Difusor (171)	Acero CrNi 1.4301	Placa de base (890)	Fundición gris EN-GJL-250
Eje (210)	Acero al cromo 1.4057+QT800	Tomillo tapón (903)	Acero CrNi 1.4301
Rodete (230)	Acero CrNi 1.4301	Tirante (905)	Acero al cromo 1.4057+QT800
Linterna del accionamiento (341)	Fundición gris EN-GJL-250	Tuerca (920)	Acero CrNi 1.4301

Certificados

Prueba del rendimiento hidráulico

Estándar de aceptación	ISO 9906 clase 3B; Por debajo de 10KW de acuerdo con el párrafo 4.4.2
Cantidad de puntos de medición Q-H	7
Certificado	Certificado de ensayo 3.1 según EN 10204

Participación en el ensayo	sin cliente
Piezas comprobadas sin el cliente	1
Piezas comprobadas con el cliente	0

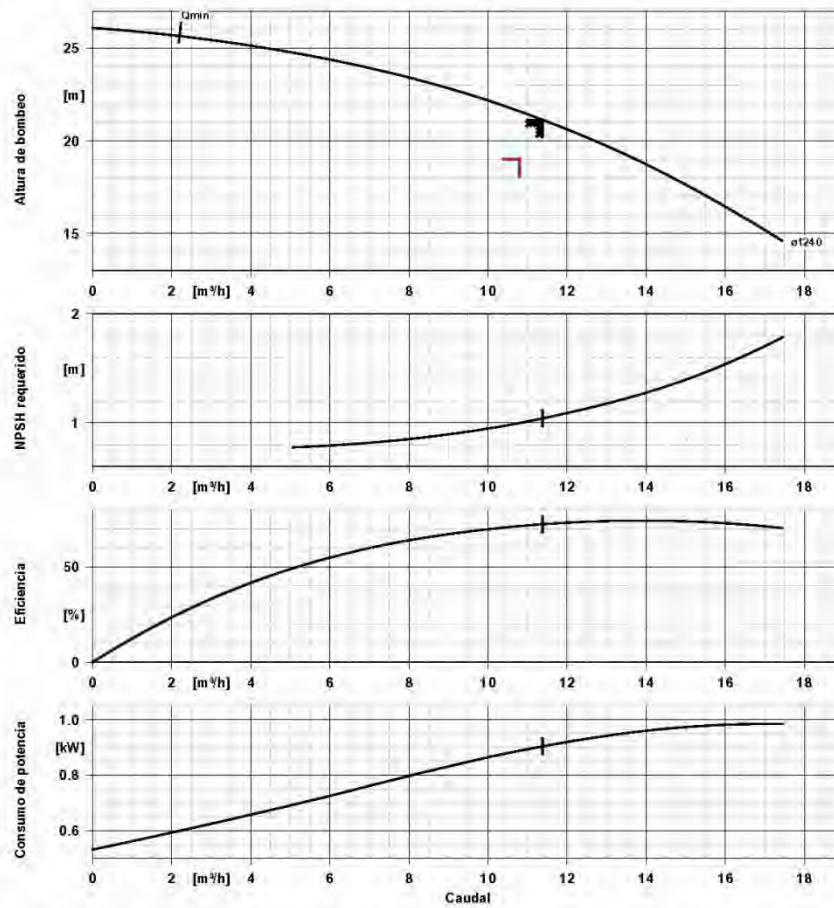
Hoja de curvas

Nº de posición del cliente: Item 2
Pedido fechado: 17/03/2017
Doc. no.: CYII - Remodelación ETAP Griñón
Cantidad: 1

Número: 4003019517
Nº de artículo: 200
Desede: 28/04/2017
Página: 11

Versión nº: 6

Bomba de alta presión Inline



Datos de curvas

Velocidad de giro	1456 rpm	Eficiencia	72,4 %
Densidad del fluido	998 kg/m ³	Absorción de potencia	0,90 kW
Viscosidad	1,00 mm ² /s	NPSH requerido	1,04 m
Corriente volumétrica	11,39 m ³ /h	Número de curva	K2974715
Caudal bombeado requerido	10,80 m ³ /h	Diámetro efectivo del rodete	124,0 mm
Altura de bombeo	21,13 m	Estándar de aceptación	ISO 9906 clase 3B
Altura de bombeo requerida	19,00 m		

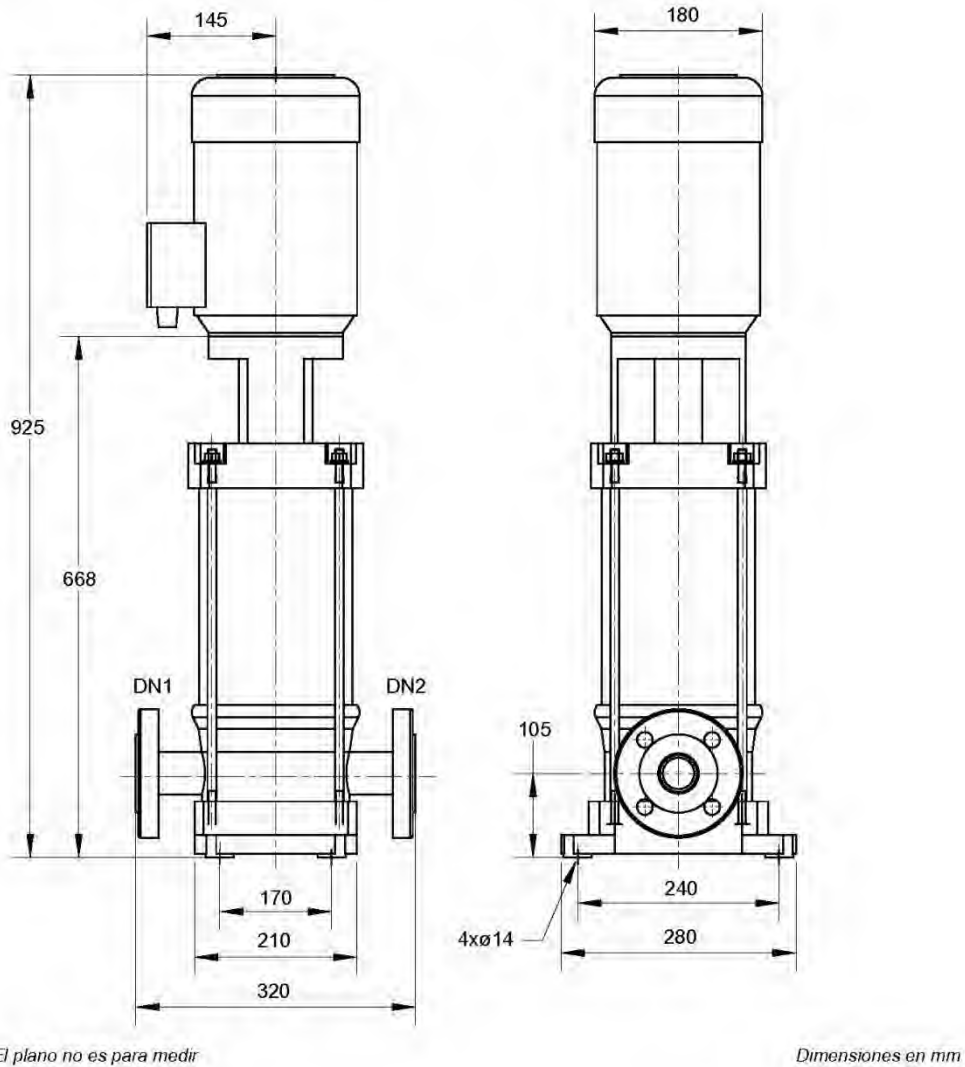
Plano de instalación

Nº de posición del cliente: Item 2
Pedido fechado: 17/03/2017
Doc. no.: CYII - Remodelación ETAP Griñón
Cantidad: 1

Número: 4003019517
Nº de artículo: 200
Desde: 28/04/2017
Página: 12

Versión nº 6

Bomba de alta presión Inline



Plano de instalación

Nº de posición del cliente: Item 2
Pedido fechado: 17/03/2017
Doc. no.: CYII - Remodelación ETAP Griñón
Cantidad: 1

Número: 4003019517
Nº de artículo: 200
Desede: 28/04/2017
Página: 13

Versión nº 6

Bomba de alta presión Inline

Motor

Fabricante del motor	KSB (DMW)
Tamaño del motor	90S
Potencia del motor	1,10 kW
Nº de polos	4
Velocidad de giro	1454 rpm
Posición de la caja de bornes	90º (derecha)
	visto desde el accionamiento
Revestimiento de cojinete roscado	no

Conexiones

Diámetro nominal aspiración DN1	DN 65 / EN 1092-2
Tamaño descarga nominal DN2	DN 65 / EN 1092-2
Presión nominal de aspiración	PN 25
Régimen presión de descarga	PN 25
Brida redonda (F)	

Peso neto

Bomba	60 kg
Motor	17 kg
Total	77 kg

Conectar tuberías sin tensión o resistencia

Ver plano extra para las conexiones auxiliares

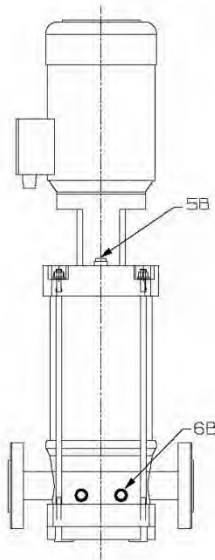
Esquema de conexiones

Nº de posición del cliente: Item 2
Pedido fechado: 17/03/2017
Doc. no.: CYII - Remodelación ETAP Griñón
Cantidad: 1

Número: 4003019517
Nº de artículo: 200
Desede: 28/04/2017
Página: 14

Versión nº: 6

Bomba de alta presión Inline

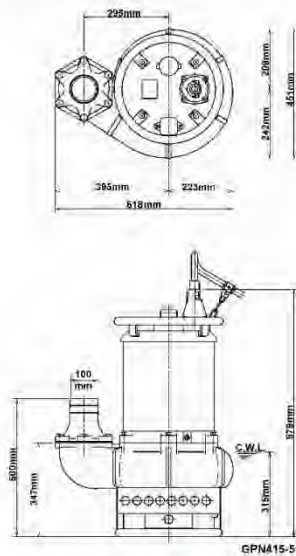


Conexiones

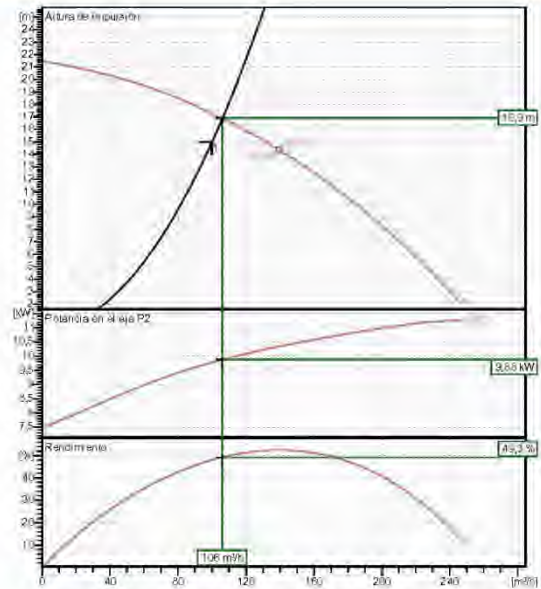
5B Purgado	G 3/8
6B Vaciado de líquido bombeado	G 1/4

Cerrado con tapón de purgado
Taladrado y cerrado

AP 3.5- BOMBEO ARRASTRE DE CARBÓN ACTIVO



CWL: Continuous running water level



Specification

Electric submersible pump
Grado de protección IP 68
Pressure resistance max. 20 m
Type of impeller Abierto
Max. solid handling 30 mm
Suitable for:
sludge, slurry, liquids containing sand

Electric motor

Dry-type submersible induction motor
Clase de aislamiento 4Polos 1450 1/min
Tipo de arranque Directo
Tensión nominal 400 V 50 Hz 3~
Potencia absorbida 15,81 kW
Potencia nominal 15,00 kW
Intensidad absorbida 25,8 A
Start current 163,1 A

Cable

20m NSSHÖU 4Cx6mm²

Motor Protection

Circle thermal protector
(snap-action bi-metal device)

Cierre del eje

Double inside mechanical seal in oil bath
additional lubrication by oil lifting device

Primary seal

Silicon carbide on silicon carbide

Secondary seal

SUS420J2 (EN-X30Cr13)

Bearings

Shielded ball bearings, maintenance-free

Materials

Impulsor	Chromium iron casting
Agitator	Chromium iron casting
Bomba caja	FC200 (EN-GJL-200)
Suction cover	FC200 (EN-GJL-200)
Motor Frame	FC150 (EN-GJL-150)
Shaft	DIN 1.7220 (chromium molybdenum)

Impulsión

4" (100mm) BS-coupling (threaded flange)

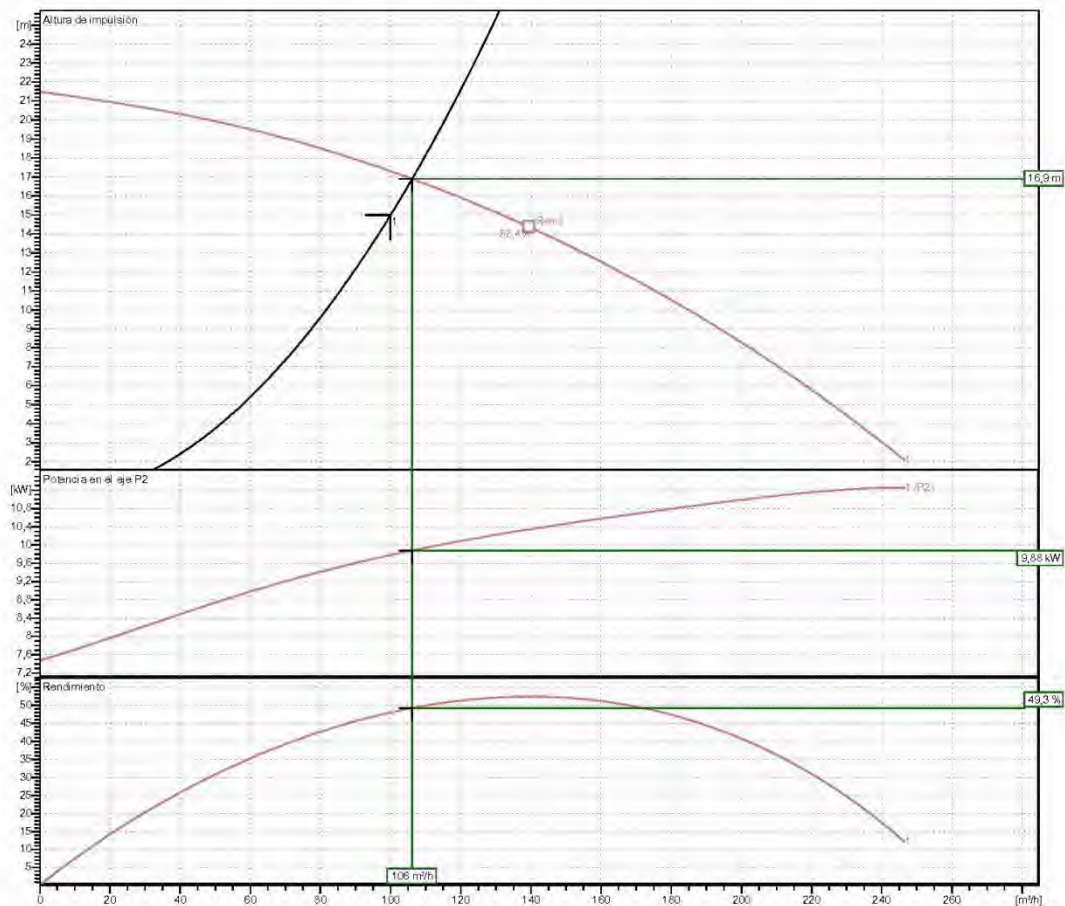
S

Weight

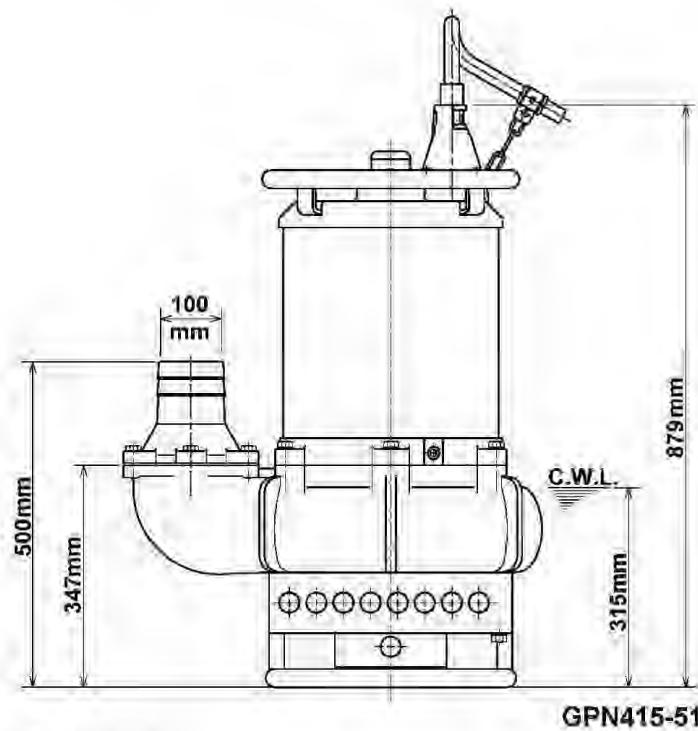
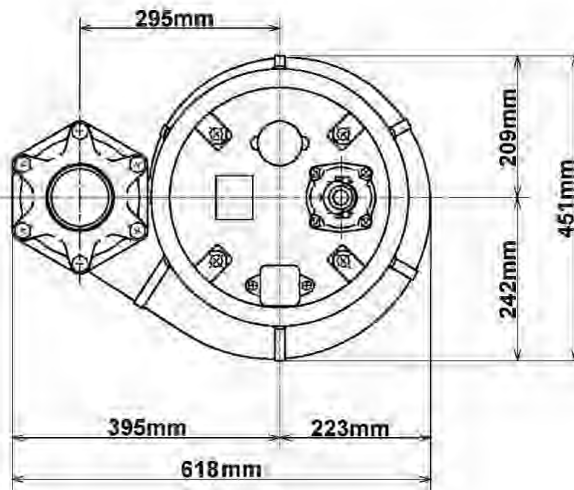
220 kg (dry weight of the pump only without cable)

Performance curve

Boca impulsión	4"
Altura de impulsión	21,5 m
Caudal	246,6 m ³ /h
Potencia nominal	15,00 kW
Potencia absorbida	15,81 kW
Fases	3~
Tensiones	400 V
Frecuencia	50 Hz
Intensidad absorbida	25,8 A
Corriente de arranque	163,06 A
Nº de polos	4
Velocidad	1450 1/min
Tipo de arranque	Directo
Clase de aislamiento	B

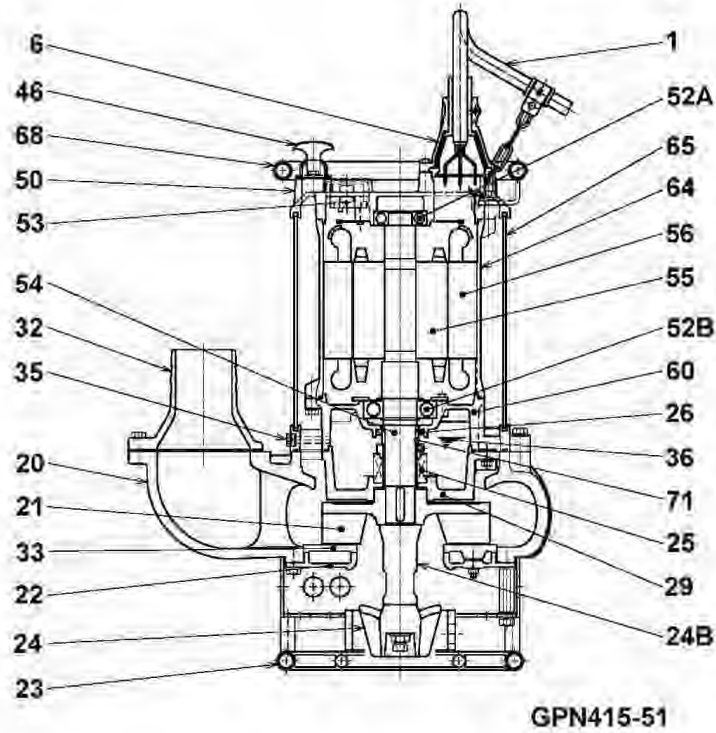


Dimensions



CWL: Continuous running water level
LWL: Lowest running water level

Sectional drawing



GPN415-51

Nº	Denominación	Nota	Nº	Denominación	Nota
1	Cable	20m NSSH0U	50	Motor cover	FC150 (EN-GJL-150)
6	Stuffing box	FC200 (EN-GJL-200)	52A	Upper bearing	6307ZZC3
20	Bomba caja	FC200 (EN-GJL-200)	52B	Lower bearing	6310ZZC3
21	Impulsor	Chromium iron casting	53	Circle thermal protector (3x)	.
22	Suction cover	FC200 (EN-GJL-200)	54	Shaft	DIN 1.7220 (chromium molybdenum)
23	Sitainer	Steel plate / steel pipe	55	Rotor	.
24	Agitator	Chromium iron casting	56	Stator	.
24B	Connection rod	Black malleable cast iron hardened	60	Bearing Housing	FC150 (EN-GJL-150)
25	Mechanical seal	NH-50	64	Motor Frame	FC150 (EN-GJL-150)
26	Oil seal	TC-55729	65	Outer Cover	Steel plate SPOC
29	Oil casing	FC200 (EN-GJL-200)	68	Carrier handle	SUS304 (EN-X5CrNi18-10)
32	Discharge coupling	FC200 (EN-GJL-200)	71	Camisa del eje	SUS408 (EN-X8Cr13)
33	Suction cover	Chromium iron casting			
35	Oil screw	SUS304 (EN-X5CrNi18-10)			
36	Lubricant	Turbine oil (ISO VG32)			
46	Air vent valve	Steel plate			

Canal 
de Isabel II

www.canaldeisabelsegunda.es

Santa Engracia, 125 28003
Madrid