

## MEMORIA

## ÍNDICE

1. ANTECEDENTES .....	3
2. OBJETO .....	3
3. TRABAJOS PREVIOS .....	3
3.1. CAUDALES Y CARGAS CONTAMINANTES.....	3
3.2. UNIFICACIÓN DE VERTIDOS.....	4
3.3. CONEXIONES EXTERNAS.....	5
3.4. GEOTECNIA .....	5
4. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	5
4.1. PROYECTO MODIFICADO BASE .....	5
5. EDAR- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	6
5.1. LÍNEA DE AGUA .....	9
LLEGADA Y SOBREPASE.....	9
POZO DE GRUESOS Y DESBASTE FINO.....	9
BOMBEO DE AGUA BRUTA.....	10
TAMIZADO .....	10
TANQUE DE TORMENTAS .....	10
DESARENADOR-DESENGRASADOR.....	11
MEDIDA Y REGULACIÓN DE CAUDAL .....	11
REACTOR BIOLÓGICO.....	12
5.2. LÍNEA DE FANGOS .....	14
EXTRACCIÓN DE FANGOS.....	14
ESPESADO DEL FANGO.....	15
ACONDICIONAMIENTO DE FANGOS .....	15
DESHIDRATACIÓN DE FANGOS .....	15
ALMACENAMIENTO .....	16
5.3. PRODUCCIÓN DE AIRE.....	16
5.4. COMPLEMENTOS DE DISEÑO .....	16
OLORES .....	17
AISLAMIENTO PARA EL RUIDO .....	17
AGUA INDUSTRIAL .....	17
AGUA POTABLE.....	18
VACIADOS Y DRENAJES .....	18
5.5. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL INSTRUMENTACIÓN .....	18
CONTROL .....	18
5.6. ELECTRICIDAD .....	19
5.7. VERTIDOS INDUSTRIALES .....	19
6. CONEXIÓN EL PROVENCIO .....	20
6.1. BOMBEO .....	20
6.2. IMPULSIÓN.....	21
7. CONEXIONES EXTERNAS EDAR.....	22
7.1. COLECTOR .....	22
7.2. AGUA POTABLE .....	22
7.3. RED ELÉCTRICA.....	22
8. DISEÑO .....	22
8.1. HIDRÁULICO .....	22
8.2. TIERRAS Y EXPLANACIONES.....	25
8.3. OBRA CIVIL .....	25
HORMIGONES.....	25

ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO .....	25
URBANIZACIÓN .....	26
EDIFICACIÓN .....	27
TUBERÍAS .....	29
8.4. ELECTRICIDAD .....	29
EL PROVENCIO .....	30
8.5. INSTRUMENTACIÓN .....	30
8.6. CONTROL.....	30
8.7. OTROS .....	30
OLORES .....	30
AGUA DE SERVICIOS.....	31
RED DE VACIADOS Y DRENAJES.....	31
AISLAMIENTO ACÚSTICO .....	31
ELEMENTOS DE TRANSPORTE.....	31
9. CALIDADES.....	31
9.1. OBRA CIVIL .....	31
9.2. EQUIPOS.....	31
10. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	32
11. COMPLEMENTOS DEL DISEÑO .....	32
11.1. SEGURIDAD Y SALUD .....	32
11.2. REVISIÓN DE PRECIOS.....	32
11.3. EXPROPIACIONES.....	33
11.4. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA .....	33
11.5. PLAZO DE EJECUCIÓN .....	33
11.6. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTE PROYECTO .....	33
12. PRESUPUESTOS .....	35
13. CONCLUSIÓN .....	36

## 1. ANTECEDENTES

El Proyecto original estaba diseñado con dos depuradoras independientes asociadas a cada núcleo: una para *San Clemente* y otra para *El Provencio*. Cada una de ellas es una planta integral de depuración con tratamiento del agua y extracción de fangos. Antes de comenzar las obras se realizaron estudios de analítica del agua bruta que permitieron caracterizar con más precisión las cargas contaminantes y los caudales.

La solución que se contempla en este Proyecto es una única depuradora para los dos municipios, y las obras de interconexión entre ambas. Como el núcleo mayor es el de San Clemente la Edar se localiza en éste y el efluente de El Provencio se bombea hasta la Edar conjunta. Esta solución tiene un coste de explotación menor que la solución prevista en el Proyecto Inicial (*Proyecto original*) por las sinergias que representa una planta única.

## 2. OBJETO

El objeto del presente *Proyecto* es definir las obras necesarias para construir una Edar con capacidad para depurar las aguas residuales hasta los límites establecidos por la normativa vigente con unos costes de explotación moderados, lo que se justifica y resuelve con la solución adoptada, que precisa de unos medios humanos asumibles para su mantenimiento adecuados a las características del municipio.

También incluye las obras de interconexión entre El Provencio y San Clemente para lo que se amplía la Estación de Bombeo y se diseña una impulsión de 11,8 km; y las de conexiones generales con San Clemente para lo que es necesario prolongar el emisario, la línea de media tensión y la acometida de agua potable.

## 3. TRABAJOS PREVIOS

### 3.1. Caudales y cargas contaminantes

Campaña de analíticas y caudales: durante los días 26 de octubre a 1 de noviembre de 2016, ambos incluidos, se procedió a la toma de datos en esta nueva campaña.

Analizados todos los datos obtenidos durante la campaña de toma de datos, se procedió a comparar estos resultados con los obtenidos en las campañas anteriores (Apéndice 3 del anejo 06) realizadas durante la elaboración de los anteriores proyectos. Durante esta interpretación también se consideraron otros datos disponibles como han sido: datos del censo poblacional, datos de consumo de agua potable, etc.

A partir de la interpretación de los resultados de caudal y contaminación obtenidos, se concluye que se pueden mantener vigentes los datos de partida para el dimensionamiento de ambas instalaciones que se emplearon en los anteriores proyectos. Si bien en el caso de San Clemente el caudal registrado en esta última campaña supera al de diseño se pueden

constatar a partir de los resultados problemas de aguas parásitas en la red de saneamiento municipal que desvirtúan la realidad.

En el cuadro siguiente se incluyen los caudales y las cargas contaminantes de diseño distribuidos por municipios, y para la Edar.

### Caudales

		San Clemente	Provencio	Planta única
Caudal medio diario	m <sup>3</sup> /d	2.910	840	<b>3.750</b>
Caudal medio horario (Qm)	m <sup>3</sup> /h	121,00	35,00	<b>156,25</b>
Coeficiente punta diario	k1	2,40	2,40	<b>2,40</b>
Coeficiente tormentas	k2	5,00	3,00	<b>4,41</b>
Coeficiente q máximo de llegada	k3	10,00	10,00	<b>8,28</b>
Coeficiente caudal mínimo	k4	0,40	0,40	<b>0,40</b>
Caudal punta seco	m <sup>3</sup> /h	290,40	84,00	<b>374,40</b>
Caudal punta lluvia	m <sup>3</sup> /h	605,00	84,00	<b>689,00</b>
Caudal mínimo	m <sup>3</sup> /h	48,40	14,00	<b>62,40</b>
Caudal máx. llegada	m <sup>3</sup> /h	1210,00	84,00	<b>1294,00</b>
Caudal máx. pretratamiento	m <sup>3</sup> /h	605,00	84,00	<b>689,00</b>
<b>Caudal máx. tratamiento biológico</b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>	<b>290,40</b>	<b>84,00</b>	<b>374,40</b>

### Contaminación

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA BRUTA	SAN CLEMENTE	PROVENCIO	CONJUNTA	UNIDAD
DBO Afluente	60,0	60,0	60,0	[grDBO/hab/dia]
	400	400	400	[mg/l]
SST Afluente	300	300	300	(mg/l)
	873	252	1.125	(kg/d)
DQO Afluente	800	800	800	[mg/l]
Nitrógeno NTK afluente	60	60	60	[mg/l]
	175	50	225	[Kg/dia]
Fósforo P-total Afluente	13.5	13.5	13.5	[mg/l]
	39.3	11.3	50.6	[Kg/dia]

### 3.2. Unificación de vertidos

Se ha proyectado un bombeo de agua residual en El Provencio y una impulsión para transportar el efluente al pozo de bombeo de la Edar. El caudal punta de bombeo es de 105 m<sup>3</sup>/h, y la impulsión es de Ø 250 con 11.879,89 m de longitud.

### 3.3. Conexiones externas

El colector general existente de San Clemente se prolonga hasta llegar a la Edar.

Es necesario dotar al emplazamiento de suministro eléctrico y agua potable para lo que se han establecido las oportunas conexiones que se explican en esta memoria, y se justifican en los anejos.

### 3.4. Geotecnia

Se incluye el Informe Geotécnico en el Anejo nº 3, se trata de suelos con capacidad portante media dependiendo de la capacidad del suelo, y con un nivel freático situado a 2,00 m de la explanación (687,50).

La cota de explanación será 689,50 y la cota de urbanización de los viales será 690,25.

## 4. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

### 4.1. Proyecto Modificado base

Como se ha mencionado ya en el apartado anterior, el Proyecto Modificado contempla la unificación de los vertidos de El Provencio y San Clemente, con lo cual la planta en caudal trazado por la planta es mayor. La solución propuesta en este proyecto contempla un pretratamiento exigente que está constituido por un pozo de gruesos y un desbaste fino, además de un tamizado. El pretratamiento finaliza con el desarenador que está constituido por dos líneas independientes y que está ejecutado en hormigón con los equipos correspondientes.

El emplazamiento es el mismo que el de la Edar de San Clemente (proyecto original) y se localiza en el polígono 42, parcela 95.

El tratamiento biológico es del tipo *Biocos*, con lo cual en un único recinto están integrados el reactor y la decantación, y el tratamiento de fangos está constituido por un espesador y dos centrífugas para la deshidratación de fangos.

Se localizan dos zonas industriales de trabajo: una en el pretratamiento en donde se sitúa prácticamente toda la extracción de residuo inicial y otra zona para la producción de aire y la deshidratación, además del almacenamiento del fango deshidratado.

También incorpora un tratamiento de olores a base de una torre de carbón activo, y las redes de agua industrial y vaciados.

## **5. EDAR- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS**

### **RESUMEN DEL ESTADO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

A fecha 31 de diciembre de 2011 las obras paralizadas se encontraban en el siguiente estado de ejecución:

- Movimiento de tierras general de la EDAR realizado 100 %
- Reactor Biocos: solera 100 %, alzados hasta altura de 3 m, rellenando trasdós con material procedente de la excavación.
- Edificios de explotación y control ejecutados al 77 y 65 % respectivamente.
- Vallado perimetral ejecutado al 100 %.



F-01 Panorámica EDAR



F-02 Tanque Biocos



F-03 Tanque Biocos: losa 100% y alzados 50 %



F-04 Tanque Biocos. Armaduras 2ª fase alzados



F-05 Tanque Biocos. Armaduras solape





F-06 Tanque Tormentas



F-07 Tanque Tormentas: losa 100 %



F-08 Edificio industrial



F-09 Edificio industrial: guarnecido



F-10 Aspiración y caja amortiguador



F-11 Edificio de control



F-12 Alicatados



F-13 canalizaciones

## SISTEMA DE DEPURACIÓN

El sistema de depuración adoptado es un tratamiento biológico en baja carga (aeración prolongada u oxidación total), donde se realiza la oxidación de la materia orgánica, nitrificación, desnitrificación y estabilización del fango, todo ello de manera conjunta. La eliminación del fósforo se realiza por vía química añadiendo cloruro férrico al reactor biológico, y también por vía biológica.

En el *Anejo nº 10.-Cálculos funcionales*, se describen y calculan los parámetros de diseño que se completan con los del *Anejo nº 12.- Diseños complementarios*.

Los elementos que componen el proceso son los siguientes:

### *Línea de agua*

- Llegada y by-pass
- Pozo de gruesos y desbaste fino
- Bombeo agua bruta
- Tamizado
- Desarenador-desengrasador
- Tanque de tormentas
- Medida y regulación del caudal
- Reactor *Biocos*
- Arqueta de presentación

### *Línea de fangos*

- Bombeo de fangos en exceso
- Espesador de fangos
- Deshidratación
- Almacenamiento fango deshidratado

Además se incluye en esta descripción *la producción de aire*, y como diseños complementarios el tratamiento de olores, la red de agua de servicios y la red de vaciados.

## 5.1. Línea de agua

### Llegada y sobrepase

El colector general llega a una arqueta de 3,00 x 1,50 m<sup>2</sup> en donde se inicia el sobrepase general por medio de un tamiz de 4 mm y 3,00 m de longitud, cuya altura de lámina es de 45 cm. Está diseñado para el caudal máximo de llegada.

### Pozo de gruesos y desbaste fino

El pozo de gruesos se localiza a la llegada del colector para un tiempo de retención superior a 2 minutos a q<sub>med</sub>. Éste tiene unas dimensiones en planta de 2,00 x 6,00 m<sup>2</sup>, con una altura de agua 1,00 m para el q<sub>max</sub>.

Está equipado con una cuchara anfibia de 150 l, comandada desde poli- pasto eléctrico. Los residuos extraídos se envían a contenedor de 3000 l. En la salida se ha colocado una reja de gruesos de 100 mm de paso y  $1,00 \times 0,80 \text{ m}^2$ .

El pozo de gruesos comunica directamente con el desbaste fino que se ha diseñado con dos líneas independientes, capaz de tratar cada una de ellas el 100% del control de llegada; el paso libre es de 15 mm y el ancho de canal 1,00 m, y la altura de descarga es de 4,90 m. Cada línea se aísla con sendas compuertas manuales aguas arriba y aguas abajo.

### **Bombeo de agua bruta**

El bombeo incorpora dos circuitos independientes: uno al tamizado y otro al tanque de tormentas. El primero está diseñado para el caudal punta de lluvia ( $689,00 \text{ m}^3/\text{h}$ ), mientras que el segundo complementa el caudal hasta llegar al caudal máximo de llegada ( $1.294,00 \text{ m}^3/\text{h}$ )

El bombeo a tamizado se materializa con 4 grupos motobombas sumergibles (1 de reserva) de  $229,67 \text{ m}^3/\text{h}$  y la regulación es con variador de frecuencia; las salidas de los grupos se interconectan en un único colector  $\varnothing 500$  desde donde salen las conexiones al tamiz y al sobrepase. Cada grupo lleva una válvula de aislamiento y una de retención de clapeta.

El segundo bombeo es al tanque de tormentas y está constituido por dos grupos motobomba de  $302,50 \text{ m}^3/\text{h}$  que se conectan con una tubería de impulsión el  $\varnothing 400$ ; cada grupo se aísla con válvula de mariposa y retención.

### **Tamizado**

Los dos ramales de  $\varnothing 350$  que parten colector común  $\varnothing 500$  de bombeo descargan en dos tamices rotativos de 2,40 m y  $\varnothing 630$  de 1 mm de paso; cada tamiz incorpora un sistema de limpieza por boquillas de agua, un aliviadero a la cántara de bombeo y un sistema automático de limpieza. El aislamiento es con compuerta tajadera motorizada en la admisión y el caudal de admisión es de  $465 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Existe una línea de sobrepase a los tamices en  $\varnothing 500$  con válvula de aislamiento y la salida del tamiz es por tubería individual  $\varnothing 400$  a un colector general en  $\varnothing 600$ .

El residuo del tamizado se recoge mediante *tornillo transportador- compactador* enviándolo a un contenedor de recogida de 1100 l.

### **Tanque de tormentas**

El tanque de tormentas se ha diseñado para poder almacenar el exceso de caudal que se produce entre el máximo de llegada a la planta (10 qm) y el máximo de pretratamiento (5 qm), durante un periodo mínimo de 1 hora. Esto permite almacenar el primer flujo de agua que es el más contaminado pues recoge el arrastre de los sedimentos que suelen tener los colectores tras un periodo sin lluvias. También recoge los excedentes del pretratamiento que no pueden pasar al tratamiento biológico, por lo que en total

dispone de 1.058,75 m<sup>3</sup>. El tiempo de retención es de 1,75 h con objeto de que se pueda disponer de un volumen de regulación para agua pretratada, y el agua bruta.

El tanque se concibe como un recinto rectangular sin recogida de flotantes. Tiene unas dimensiones de 25,40 x 11,00 m<sup>2</sup> en planta y un calado de 4,00 m. La salida de agua se realiza por un vertedero perimetral el cual funciona como aliviadero de seguridad conectado con el sobrepase general.

La llegada de agua al tanque se realiza mediante una tubería Ø 400 impulsada por los grupos motobomba específicos para el tanque, y mediante una tubería Ø 300 después del pretratamiento y antes del tratamiento biológico.

El retorno del proceso del agua almacenada se realiza mediante tubería Ø 300 aislada con compuerta tajadera motorizada hacia la cántara de bombeo desde donde el agua vuelve al pretratamiento.

### **Desarenador-desengrasador**

Se han diseñado 2 líneas de desarenado-desengrasado. Éstas tienen un ancho total unitario de 2,20 m y una longitud de 8,00 m. La altura de agua total es de 2,50 m. Con estas dimensiones se tienen unos tiempos de retención de 30,9 minutos qmed y de 7,00 minutos a qmax.

La agitación y aireación necesaria, se realiza mediante turbinas de aire tipo aeroflotts, instalando 2 unidades de 0,65 kW por tanque, resultando una potencia específica de agitación de 31 W/m<sup>3</sup>.

Las arenas se extraen mediante bomba de 12 m<sup>3</sup>/h hasta un canal lateral común y desde éste y por gravedad se envían a un separador de tornillo, y de éste a su vez el producto sólido a un contenedor.

Las grasas son arrastradas por un barredor superficial hasta un canal de grasas de donde se extraen mediante un vertedero motorizado. Después un canal de recogida las conduce hasta una arqueta donde se colocan dos grupos motobomba (1 de reserva) de 2,50 m<sup>3</sup>/h, que lo impulsa al separador concentrándolos como flotante y arrastrándolo a un contenedor. El paso de las grasas al canal de recogida se realiza mediante un vertedero de regulación 0-350 mm accionado por un interruptor de proximidad del puente.

El desarenador se localiza junto al edificio de pretratamiento, alojando en su interior los equipos de concentración de grasas y los de separación de arenas, así como los respectivos contenedores. La salida del agua tratada es por vertedero hacia la regulación del caudal.

### **Medida y regulación de caudal**

La medida y regulación de caudal está localizada al final del desarenador; pues el caudal máximo admisible en el tratamiento biológico es de 374,40 m<sup>3</sup>/h. La regulación se lleva a cabo mediante medidor electromagnético en tubería Ø 400, asociado a una compuerta motorizada con *posicionador*. Ésta provoca la pérdida de carga necesaria para que la

lámina de aguas arriba aumente y se realice el vertido del caudal sobrante por el aliviadero de seguridad que comunica con el tanque de tormentas.

### Reactor biológico

El reactor biológico adoptado para esta planta es el del sistema patentado BIOCOS, y más que un reactor se puede considerar como un tratamiento biológico completo, ya que en el recinto que se explica a continuación, entra el agua bruta para iniciar el tratamiento de eliminación de la contaminación por medios aerobios, y sale ya el agua decantada con un nivel de depuración semejante a la que produce un tratamiento biológico convencional.

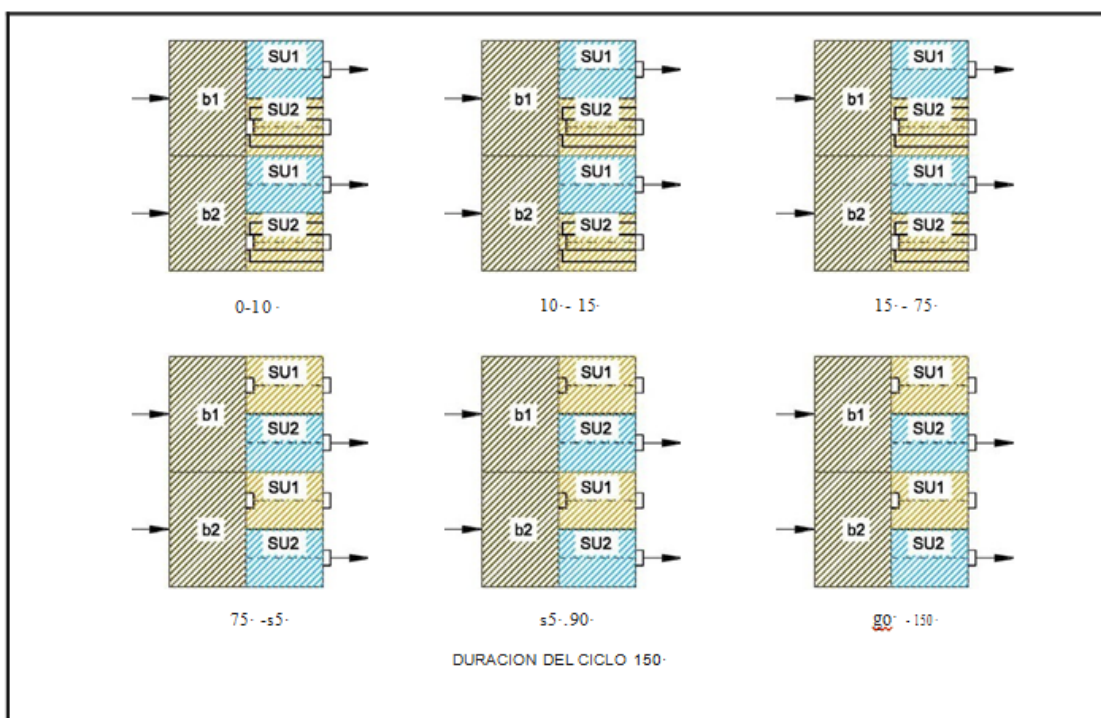
El sistema BIOCOS no es un tratamiento biológico continuo, sino que pertenece a los tratamientos biológicos *discontinuos*, y dentro de ellos se puede clasificar como *secuencial*, pues en todo momento se produce la entrada del agua bruta, y la salida del efluente depurado, y además el nivel de agua es prácticamente constante en el reactor.

El sistema propuesto tiene dos líneas independientes, y con objeto de describir el funcionamiento se analiza un reactor genérico de una línea; consta de tres recintos: uno de ellos es el reactor aerobio (B), y los otros dos son iguales y constituyen los reactores anóxico-anaerobio-decantadores (Su).

El reactor B está siempre en funcionamiento y aporta el oxígeno necesario para la degradación biológica de manera que todo él es capaz de suministrar el aire que precisa el sistema. Los dos reactores SU se complementan en una secuencia establecida de 150 min (2,5 h) de manera que cuando uno de los SU está funcionando como decantador, el otro está funcionando básicamente como reactor *anaerobio*, con pequeños ciclos de recirculación y agitación. De esta forma se consigue un funcionamiento continuo en la salida del agua tratada, una eliminación de los nitratos en parte de tipo anóxico y en parte de manera endógena, y una recirculación del reactor SU al B, con objeto de controlar la concentración de fangos en el reactor.

Funcionamiento secuencial: Al objeto de describir con mayor precisión el funcionamiento de este reactor se han dibujado los siguientes esquemas gráficos que representan la situación de cada uno de los tres elementos, reactor (B), y los dos reactores (SU) en la que se indica la situación de cada uno de los recintos para un ciclo que se repite cada 150 m y que se adjunta en la página siguiente.





Dimensiones: la altura de agua de este recinto es de 4,5 m y las dimensiones en planta son:

Reactor (B):  $18,50 \times 25,40 \text{ m}^2$  con un volumen de  $4.204 \text{ m}^3$  y 2 recintos Reactor (SU):  $9,00 \times 16,75 \text{ m}^2$  con un volumen de  $2.673 \text{ m}^3$  y 4 recintos

Aireación (recinto B): El recinto de aireación tiene para cada una de las dos líneas unas dimensiones interiores de  $25,40 \times 18,50 \text{ m}^2$  y está todo él cubierto por cuatro parrillas de 300 difusores cada una que cubren toda la superficie y además de insuflar aire producen la agitación del medio. Cada parrilla está formada por 15 filas, teniendo cada una de ellas 20 difusores y siendo la separación 0,84 m, entre líneas de difusores, y de 0,86 m entre cada dos difusores por cada línea.

Reactores SU: Cada uno de los cuatro recintos SU tiene unas dimensiones de  $9,00 \times 16,75 \text{ m}^2$  y en el interior y en el fondo se dispone unas placas deflectoras para canalizar el circuito de recirculación de fangos cuya duración por cada ciclo de 150 min es de 9 min . Este circuito es perimetral y confluye en una arqueta donde se localiza un eyector, que utiliza como recurso energético el aire producido por las so- plantes; el caudal recirculado pasa al reactor B. Además del circuito de recirculación se disponen unas tuberías de acero inoxidable en  $\varnothing 150$  cuyo objeto es producir la agitación del manto de fangos existente durante 3 min por cada ciclo y que tiene por objeto agitar el manto de fangos para producir una homogeneización en el mismo.

Los recintos SU tienen una fase del ciclo que llega hasta los 75 min (50% de duración del ciclo) en el cual funcionan como decantador. El agua se filtra a través del manto de fangos favoreciendo la eficacia de la decantación, y la salida es por tubería colectora con 11 tomas

individuales por cada recinto. Esta tubería colectora y las tomas se asocian a una válvula eléctrica de salida que es la que regula el funcionamiento del ciclo. Las 11 tomas de la aspiración disponen de una válvula de bola que obturan la salida a válvula cerrada y permite el paso del agua a válvula abierta.

En cada uno de los recintos su también se coloca una bomba para purgar los fangos.

**Eliminación de fósforo:** Con objeto de realizar la eliminación de fósforo, se ha diseñado una instalación de cloruro férrico ( $\text{Cl}_3\text{Fe}$ ). La instalación permite la eliminación del fósforo por vía química de forma completa. El tanque de almacenamiento del reactivo se ha situado junto al reactor biológico y es de doble pared; junto a él se han dispuesto las tres bombas dosificadoras pistón-membrana.

El depósito de almacenamiento es de  $5 \text{ m}^3$  en PRFV de  $\varnothing 1,80 \text{ m}$ . Se dosifica con  $2 + 1$  bombas dosificadoras (una por línea) de  $8 \text{ l/h}$ .

Además de la eliminación química, el Biocos elimina gran parte del P por medios biológicos en el recinto SU en donde se producen condiciones anaerobias.

**Arqueta de presentación:** Se trata de una arqueta de  $3,90 \times 2,00 \text{ m}^2$  de dimensiones interiores en las cuales se ha preparado un vertedero cuya superficie se remata con plaqueta de gres azul de  $2 \times 2 \text{ cm}^2$ . Previo a este vertedero existe una arqueta de la cual se toma el agua tratada para uso industrial para lo que se ha dispuesto una arqueta de  $2,50 \times 3,90 \text{ m}^2$  de dimensiones en planta y  $3,30 \text{ m}$  de altura. En la placa superior de esta arqueta se localiza el grupo de presión.

De esta arqueta de presentación el agua sale ya al cauce circuito de by-pass y de ahí al cauce del río Rus.

## 5.2. Línea de fangos

El proceso de tratamiento de fangos consta de las siguientes etapas:

- Extracción de fangos
- Espesado
- Acondicionamiento
- Deshidratación
- Almacenamiento

### Extracción de fangos

El fango se toma desde cada uno de los 4 recintos SU descritos en el apartado anterior, en donde se coloca un grupo de  $40 \text{ m}^3/\text{h}$ . Éstos se interconexionan en una única impulsión  $\varnothing 100$  al espesador. La purga de fangos se diseña con un tiempo de 2,86 horas por día.

### **Espesado del fango**

El espesado del fango se ha diseñado con 1 espesador por gravedad, de  $\varnothing$  10,00 m, y 3,50 m de altura cilíndrica total. La solera tiene una pendiente hacia el centro del espesador (0,85 m), donde se encuentra un tronco de cono central desde donde se extrae el fango espesado con una concentración de cálculo del 3%. La purga de fangos se realiza mediante tubería in- dependiente hasta el bombeo de fangos a deshidratación.

La parte superior del espesador dispone de una pasarela donde se sustenta el puente y el motor. Apoyado en el puente y en el perímetro el de- pósito se cubre mediante una cubierta de poliéster. En el interior del espesador se instala un aliviadero de sobrenadante, que se envía a la red de vaciados; el vaciado es a través de la purga de fangos.

La cubierta dispone de una toma de aire para desodorización.

### **Acondicionamiento de fangos**

El fango espesado que se deshidrata se acondiciona con polielectrolito, para lo que se ha diseñado una instalación capaz de suministrar 8 kg por cada tonelada de fango seco.

La instalación consta de una zona para almacenamiento de sacos de 14 sacos de 20 kg, sobre solera; el equipo de preparación en continuo consta

de una tolva de 150 l que cubre las necesidades 1 d a consumo punta, y un dosificador volumétrico para regular el consumo en continuo.

La preparación del reactivo es a 5 g/l en un equipo de 1000 l dividido en tres compartimentos y con un tiempo de preparación que siempre es superior a 1,5 h, y en donde la aportación de *agua potable* se controla con una válvula de flotador.

La dosificación se realiza con dos grupos (más uno de reserva) de tornillo helicoidal de 300 l/h regulador con variador de frecuencia, y con líneas (2 ud) independientes para cada centrífuga.

Al final de la impulsión se diluye la concentración a 1 g/l con agua potable y un rotámetro de regulación.

### **Deshidratación de fangos**

Se inicia con el bombeo de fango espesado para un caudal máximo 5,0 m<sup>3</sup>/h, regulable a un mínimo de 2 m<sup>3</sup>/h. el caudal se regula con un moto- variador o con un variador de frecuencia, y los grupos son de tornillo helicoidal.

Cada grupo se acopla directamente a una centrífuga, y el de reserva a cada una de las dos líneas ya que existe una línea independiente por centrífuga.



La deshidratación del fangos e produce en 2 centrífugas de 4,5 m<sup>3</sup>/h de capacidad, con fango acondicionado, y produce una sequedad superior al 23%.

### Almacenamiento

La salida de la torta deshidratada es directa a una bomba específica para fangos deshidratados situada bajo cada centrífuga (2 ud en total). Estas bombas tienen capacidad de bombeo regulable entre hasta 1,70 m<sup>3</sup>/h y dotadas de motovariador, además de una cámara de alimentación.

La impulsión es independiente para cada grupo con Ø 150 y finaliza en el silo.

El fango deshidratado se almacena en un silo de 50 m<sup>3</sup> de capacidad. Este silo se ha situado al exterior junto a la sala de deshidratación, entre el edificio industrial y el espesador de fangos y admite la descarga directa a la tolva del camión.

### 5.3. Producción de aire

El equipo de producción de aire se incrementa un 20% para atender la demanda de la agitación de los recintos SU, y de la recirculación; por ello se han adoptado 3 grupos de 3.000 Sm<sup>3</sup>/h (1 de reserva) regulados con variador de frecuencia.

El colector general es un Ø 450 en AISI y disminuye hasta Ø 200 y Ø 110 en los sucesivos repartos a parrillas, o a los recintos de agitación en los SU.

La regulación del caudal depende de la demanda de aire en el reactor, por lo que se ha colocado una válvula de regulación en cada parrilla (4 ud), asociada a un medidor de oxígeno; y el variador de frecuencia de la soplante está asociado a un sensor de presión colocado en el colector general de reparto de aire.

La tubería general de reparto de aire es Ø 450 y pasa a Ø 400 después del reparto a dos parrillas; en el tramo final es un Ø 200.

La tubería general de reparto de aire en cada parrilla es Ø 300, y se reparte en dos de Ø 250 que a su vez se reparten en una general de Ø 160 ya que los ramales de dos difusores son de Ø 110.

Las tuberías de agitación son de Ø 150 y las de recirculación de Ø 125.

El reparto de difusores en cada parrilla ya se ha explicado en el apartado 5.1; en total hay 1200 difusores y el caudal medio es de 3,36 m<sup>3</sup>/h, mientras que el máximo es de 4,66 m<sup>3</sup>/h.

### 5.4. Complementos de diseño

Se trata de diseños que complementan el diseño fundamental y están explicados en el Anejo nº 12.- *Diseños complementarios Edar*. Comprenden los olores, el aislamiento para el ruido y las redes de servicios y vaciado.

## Olores

Se tratan específicamente los recintos del pretratamiento, de la deshidratación de fangos, el del silo de fangos y el del espesador. De acuerdo con las condiciones de diseño se ha establecido un criterio de dimensionamiento en base a renovaciones hora, que son 3 en el pretratamiento, la sala de deshidratación y silo y 2 en las restantes.

Complementariamente al diseño de caudal por número de renovaciones, se ha adoptado otro criterio de relación de los puntos de toma. Se trata de tomar el aire a tratar de los puntos en donde se encuentran los olores.

El sistema de tratamiento de olores, consta de unas tuberías de captación de aire y de un ventilador-extractor para impulsar el aire a un tratamiento de contacto mediante carbón activo. Se han dispuesto tres ventiladores: uno en el espesador de 236 m<sup>3</sup>/h, otro en la sala de deshidratación de 2.600 m<sup>3</sup>/h, y el último en el pretratamiento de 4.990 m<sup>3</sup>/h.

Las tuberías de admisión de aire son de diámetro variable en la sala de deshidratación, ya que llegan hasta cada una de las centrífugas y con tomas para el resto de la sala. El sistema es igual para la sala de pretratamiento, concentrando las tomas en las zonas de desbaste y de almacenamiento de residuos.

En el caso del espesador y del silo de fangos, se tienen tomas independientes.

La capacidad total del sistema es de 7.825 m<sup>3</sup>/h. La torre de carbón activo, es de doble lecho y Ø 2.000 mm, almacenando un total de 1.800 kg de carbón del tipo de base bituminosa con impregnación de NaOH.

## Aislamiento para el ruido

Con objeto de que en el interior del edificio de las soplantes el nivel de ruido se sitúe por debajo de los 55 db se han adoptado las siguientes medidas:

- a) Las soplantes se integran en un cajón aislante del ruido
- b) La sala de soplantes se diseña con doble fábrica de ladrillo macizo y filtro de fibra de vidrio intermedia
- c) Las puertas y ventanas son de paneles aislantes, antirruido
- d) La toma de entrada de aire y la salida de aire de ventilación incorporan cajas aislantes al ruido (silenciadores).

## Agua industrial

Se ha diseñado una red de agua industrial para dar servicio a la planta, a partir del agua tratada, y que puede ser alimentada por agua potable, en emergencias.

La captación se localiza en el depósito situado junto a la arqueta de presentación, y las necesidades que tiene que satisfacer son las de limpieza de los rototamices, más esporádicamente la limpieza de las centrifugas, el baldeo de edificios, y el riego de algún elemento de la planta.

Para ello se ha diseñado una red en PEAD  $\varnothing$  65 que llega a todos los elementos de la instalación, y en la que se han dispuesto acometidas a edificios y bocas de tomas externas.

Se inicia con un grupo de presión de 15 m<sup>3</sup>/h y 75 mca, y un filtro automático en continuo de 500  $\mu$ m, localizado encima del depósito de almacenamiento.

### **Agua potable**

Procede de la red municipal y da servicio permanente al edificio de control y a la preparación de polielectrolito. Esporádicamente puede alimentar a la red de agua industrial.

### **Vaciados y drenajes**

Se ha diseñado una red para el vaciado de todos los elementos de la planta, cuyo diseño está incluido en el *Anejo nº 3*; los diámetros están comprendidos entre el  $\varnothing$  200 y el  $\varnothing$  300 en PEAD y a ella se conecta además la red de aguas pluviales de los viales. Finaliza en el pozo de bombeo de agua bruta.

## **5.5. Instrumentación y control Instrumentación**

El detalle de la instrumentación adoptada está incluido en el *Anejo nº 14*, fundamentalmente está formada por medidores de caudal y medidores transitorios de datos de parámetros de calidad en agua bruta, en tratamiento biológico, etc. Además se incorporan medidores de nivel de depósitos y canales de desbaste para limpieza.

### **Control**

La justificación del control de planta y de la utilización está incluida en el *Anejo nº 17*. En principio el control proyectado consta básicamente de los siguientes elementos:

- PLC asociados a cuadros de control de motores.
- Conexión en red de todos los PCs
- Sinóptico
- Ordenador central de gestión
- Software tipo SCADA

El sistema se estructura de manera que cada PLC gestione las órdenes de su cuadro de control y tenga capacidad de almacenamiento y transmisión de datos al central. Además el PCL central transmite la información al cuadro sinóptico y al PC en donde se instala el programa de gestión.

Desde el programa de gestión se pueden variar los puntos de consigna de todos los PLCs y se almacena toda la información del funcionamiento de planta, así como de las alarmas. Los periféricos del PC central permiten suministrar información sobre todo el sistema.

También se incluye una información sobre el funcionamiento de los parámetros fundamentales de la estación depuradora, remitidos a la sala de control de la entidad pública de saneamiento de aguas, este control se aplica en los siguientes puntos:

- Posición de mando por máquina
- Alarmas
- Señalizaciones de caudalímetros
- Señalizaciones de medidas de oxígeno disuelto y potencial redox
- Posicionamiento de niveles máximos y extremos y finales de carrera
- Disparo de térmico de motores
- Señalización de vertidos por el by-pass
- Disparo de térmico de motores
- Señalización de vertidos por el by-pass

Se ha diseñado un sinóptico de metacrilato no animado porque la materialización gráfica de los esquemas de funcionamiento de la planta se ha realizado con una pantalla de plasma de 52'' asociada al PC de control.

También se ha incorporado un sistema de telecontrol para comunicaciones de datos con una estación central externa.

## 5.6. Electricidad

El diseño eléctrico está incluido en el *Anejo nº 10* en el que se justifican las instalaciones adoptadas. La instalación dispone de:

- Acometida en media tensión
- Centro de transformación
- Cuadro general de distribución
- Cuadros de Control de Motores
- Red de llegada a receptores

Se explica con más detalle en el *apartado 6.4*.

## 5.7. Vertidos industriales

En el municipio de San Clemente existen vertidos industriales que no se incorporan a la red de agua residual; se ha dotado a la implantación de espacio para poder realizar un tratamiento físico-químico y la deshidratación de fangos, e incorporando el efluente al tratamiento biológico antes del vertido al río.

## 6. CONEXIÓN EL PROVENCIO

### 6.1. Bombeo

La estación de bombeo de El Provencio se localiza en el mismo emplazamiento donde en la actualidad se bombean las aguas al colector de vertido por falta de cota geométrica; pero esta estación de bombeo se adapta a las nuevas condiciones en las cuales se ha diseñado, de acuerdo con los datos incluidos en el *Anejo nº 11*, y que suponen una ampliación de la superficie para un tanque de tormentas, por ello se ha ampliado la superficie disponible expropiando la parte de la parcela 23, polígono 37.

Los caudales de diseño de este bombeo:

Caudal medio (m <sup>3</sup> /h) .....	35,00
Caudal punta seco (m <sup>3</sup> /h) .....	84,00
Caudal de tormentas (m <sup>3</sup> /h) .....	105,00

Además para las grandes tormentas que excedan del caudal anterior, existe ya y se mantienen 3 grupos motobomba que elevan el agua al objeto de poder verterlas al cauce.

La altura de bombeo depende del caudal bombeado ya que la impulsión es larga (11.879 m) y la diferencia geométrica es de 20 m de columna de agua; por lo tanto la altura de energía tiene por objeto compensar las pérdidas internas en la impulsión. Así y tal como figura en el *Anejo nº 9*, la altura de bombeo para el caudal de tormentas (105 m<sup>3</sup>/h) es de 70,56 mca, pero para un 50% del caudal la altura de bombeo es de 32,93 mca.

Como las circunstancias en las cuales se tenga que bombear el caudal punta son esporádicas, y la diferencia de presiones existentes es notable, se ha optado por diseñar una estación de bombeo con 2 bombas que den el caudal del 50% individualmente, y una que de individualmente el caudal del 100 %; de esta forma se tiene un grupo motobomba de reserva para la mayor parte del tiempo de bombeo y el mantenimiento de la bomba mayor, se pueda realizar en la época seca.

La remodelación de la estación de bombeo existente es muy profunda, puesto que se diseña un pozo de gruesos de 8,10 x 2,35 m<sup>2</sup> en planta, y la altura necesaria para que se depositen los sólidos a partir de la rasante de los tres colectores existentes; este pozo de gruesos incorpora un contenedor además de una cuchara bivalva y un polipasto. La anchura del pozo es de 2,35 m, dejando 0,70 m para la cuchara, la altura del tronco es de 1,00 m, y hasta la rasante la zona prismática es de 0,10 m, y la altura total del foso es de 5,25 m.

La cántara de bombeo, al objeto de que pueda comportarse como un acumulador de agua de lluvia en las tormentas, se ha diseñado para un almacenamiento mínimo de 1 h entre el caudal máximo de llegada (350 m<sup>3</sup>/h) y el bombeado. Al objeto de disponer de este volumen adicional, se ha ampliado la cántara en un recinto de 10,10 x 7,00 m<sup>2</sup> y 4,25 m de altura total, en el cual se han establecido unos rellenos para favorecer el vaciado del tanque hacia las bombas de pluviales y de residuales.

Mantiene la parte de edificación existente, porque es donde se colocan las bombas de pluviales existentes y los grupos motobombas de aguas residuales, y además en el colector

de llegada hasta el caudal punta se ha diseñado un dilacerador para evitar obstrucciones en los grupos motobomba.

Se ha proyectado un pequeño edificio de una altura anexo al bombeo, en donde se localiza el cuadro eléctrico, ya que el centro de transformación es aéreo adosado al poste existente.

## 6.2. Impulsión

La impulsión de El Provencio hasta la Edar conjunta es larga, tiene un total de 11.879 m en tubería de Ø 250 PEAD PE 100 y PN-10 con un espesor de 9,8 mm. El trazado discurre principalmente junto a caminos pero es necesario cruzar algunos puntos singulares que se interponen en el trazado; éste es muy llano, por lo cual el trazado del perfil longitudinal ha sido estudiado con detalle al objeto de evitar que haya acumulaciones de aire. Por ello se han dispuesto purgadores en todos los puntos altos de la conducción y a distancias máximas de 500 m, y donde se han detectado puntos altos claros se han colocado ventosas trifuncionales. Además los puntos bajos se han colocado desagües asociados a unos pozos independientes para vaciado y válvulas de corte a unas distancias que no deben de superar los 1000 m, y además siempre en los extremos de cualquier obra singular.

Las obras de paso son:

- Cruce con el arroyo Záncara
- Cruce con la N-301 en hinca (37,13 m)
- Cruce con el arroyo Charrión
- Cruce con la AP-36

El cruce con el arroyo Záncara es sobre la estructura existente y el de la N-301 es con una hinca para evitar ninguna interferencia sobre esta carretera. La hinca se realiza mediante el hincado de una tubería de Ø 400, a modo de camisa protectora, en cuyo interior se coloca la tubería de impulsión e incorpora sendas válvulas de corte aguas arriba y aguas abajo.

El arroyo Charrión se cruza en zanja y la autopista AP-36 por un paso del arroyo existente.

Se han establecido las arquetas para la colocación de los elementos de maniobra:

- Purgadores
- Ventosas
- Desagües
- Válvulas de corte

Y anclajes asociados a los quiebras de la conducción en planta y alzado.

## 7. CONEXIONES EXTERNAS EDAR

El esquema de interconexión de colectores ha sido explicado en el *apartado* Se detallan las obras del proyecto.

### 7.1. Colector

El colector existente se prolonga con una longitud de 1.680 m y  $\varnothing$  600 en PVC corrugado SN8. Se han colocado pozos de registro en todos los quiebros y a una distancia máxima de 80 m.

La pendiente es del 3‰ (por mil).

### 7.2. Agua potable

La conexión de agua potable es mediante tubería de  $\varnothing$  75 en 1.585 m, desde la red de abastecimiento del núcleo de la población y a través del camino de acceso.

Las tuberías son de PEAD y PN-10.

### 7.3. Red eléctrica

La justificación de la conexión eléctrica está detallada en el *Anejo*. Es necesario realizar una conexión aérea de 483 m desde la red de media tensión, y 160 m de canalización subterránea.

## 8. DISEÑO

### 8.1. Hidráulico

El flujo hidráulico de la línea de agua de la depuradora exige un cálculo hidráulico para determinar la línea piezométrica de los diferentes elementos del proceso; esta línea está incluida en los planos, y sus cotas están justificadas en el *Anejo nº 9*.

La Edar conjunta se ha diseñado para un caudal diario de 3.750 m<sup>3</sup>, y los caudales de diseño siguientes:

Caudal máximo de llegada (m <sup>3</sup> /h) .....	1.294,00
Caudal máximo pretratamiento (m <sup>3</sup> /h) .....	689,00
Caudal máximo de tratamiento biológico (m <sup>3</sup> /h).....	374,40

Estos caudales proceden en su mayor parte del colector general de San Clemente, y en menor medida del bombeo de El Provencio.

La línea de agua de proceso se inicia en la conexión con el colector de llegada de San Clemente, allí se inicia también el aliviadero general de by-pass hasta el cauce del río Rus,

con un tamizado previo. Después de la obra de llegada el agua pasa por gravedad, por el pozo de gruesos, el desbaste fino y la cántara del bombeo, con sus correspondientes quiebros, compuertas y elementos de funcionamiento.

El bombeo de agua bruta está diseñado con 4 grupos de 230 m<sup>3</sup>/h en total, y se bombea directamente a 2 tamices rotativos con incorporación directa desde las tuberías de impulsión; la salida de los 2 tamices rotativos es a un colector general en Ø 600 y de éste directamente al desarenador.

Las pérdidas de carga son superiores a 6,77 m motivadas por su disposición funcional.

La tubería de Ø 600 de salida de los tamices llega al canal de reparto del desarenador que está constituido por dos líneas independientes y con una arqueta inicial en canal de reparto. El nivel de agua del desarenador está fijado por un vertedero situado en la salida del mismo, y con el ancho total del elemento (2,20 m); a la salida del desarenador está la conexión con el tratamiento biológico mediante una tubería de Ø 400, pero como el caudal punta en este proceso es de 374,40 m<sup>3</sup>/h menor que el de pretratamiento (689,00 m<sup>3</sup>/h) se regula el caudal mediante una compuerta mural que produce una sobreelevación de lámina, y mediante un vertedero conduce el caudal excedente al tanque de tormentas. En el *Anejo nº 2* están incluidos los cálculos justificativos de esta situación, en la cual se puede apreciar que en ningún caso la elevación de lámina es tal que sobrepase el nivel del vertedero del desarenador, aunque se produce realmente una oscilación de lámina cuando los caudales de pretratamiento son superiores a los admisibles por el tratamiento biológico.

En la llegada al tratamiento biológico es mediante una cámara con dos compuertas y dos aliviaderos, ya que el tratamiento biológico está dividido en dos líneas independientes; las pérdidas de carga en cada línea son muy pequeñas dado que el paso del compartimento aireado (B) al anaerobio (SU) se produce mediante unos orificios en la pared de hormigón que producen unas pérdidas mínimas, sin embargo el nivel de la salida del agua tratada en cada línea es independiente de cada uno de los recintos anaerobios (SU) y por cada uno de los recintos se han colocado 11 tomas independientes cada una de ellas con una válvula antirretorno esférica, y todas ellas unidas por un colector único Ø 300 y unidas a un vertedero que es el que mantiene el nivel del reactor, previo paso por una válvula motorizada que es la que permite el cambio de funcionamiento de estos dos recintos SU.

Una tubería Ø 400 conecta la salida del reactor biológico con la arqueta de presentación, y en esta última se ha dispuesto un vertedero que aguas abajo está diseñado con un talud 1H:1V al objeto de que la lámina se acople a este talud y se pueda observar el agua tratada.

Desde la arqueta de presentación, y mediante una tubería Ø 400 el agua tratada se conecta con el by-pass y se lleva desde allí se conduce al cauce.

La línea piezométrica de esta planta está condicionada por un lado por la rasante del río Rus que es la 688,40, y a partir de la cual se establecen las cotas de agua tanto del by-pass como de la línea de agua. Pero además dado que en la planta el nivel freático está situado 2,00 m bajo el nivel de explanación (687,50 m) el reactor biológico se ha colocado por encima de este nivel, por lo que la lámina de agua en este elemento es la 692,40, y



esta cota condiciona todos los elementos aguas arriba de ellos hasta el tamizado del agua bruta.

#### *Tanque de tormentas*

Se ha dispuesto un tanque de tormentas, que es capaz de recibir los excesos producidos entre el pretratamiento y el tratamiento biológico, y los excesos de caudal entre el de llegada y el pretratado; de ambos orígenes se alimenta el tanque de tormentas, el cual, cuando los caudales que llegan a la planta disminuyen o son menores de los que puede admitir el tratamiento biológico, porque ha pasado la punta de lluvias, los retorna al bombeo de agua bruta para ser asimilados por la planta.

#### *Sobrepase*

El circuito de by-pass general comienza en la arqueta de llegada y tiene una rasante inicial que es la 689,87 que es la necesaria para que el caudal total que pueda llegar a la planta se pueda descargar en el río Rus en condiciones normales. Este circuito de sobrepase además admite los excesos del caudal que se puedan producir en el tanque de tormentas cuando éste se llene, al haber alcanzado su capacidad, de esta forma el agua puede ser vertida al cauce en mejores condiciones que el agua bruta. Este sobrepase lleva una tubería Ø 600 hasta el by-pass. Otra conexión ya mencionada es la del agua tratada aguas abajo de la anterior y en tubería de Ø 400.

#### *Fangos*

El circuito de fangos se inicia en los recintos anaerobios del tratamiento biológico que son 4, en cada uno de ellos se ha dispuesto un bombeo que con una impulsión única llega hasta el espesador. Desde el espesador, donde se concentra el fango, se bombea de nuevo al circuito de deshidratación y el fango deshidratado a su vez se transporta a su vez por tubería al silo de fangos que es donde se llega al exterior.

#### *Bombeos*

El conjunto de la instalación dispone de numerosos bombeos para poder realizar las funciones que se le exigen y que son:

- Agua bruta
- Tormentas
- Grasas
- Arenas
- Fangos biológicos
- Fangos espesados
- Fangos deshidratados
- Polielectrolito
- Cloruro férrico
- Hipoclorito

## 8.2. Tierras y explanaciones

La parcela en la que se emplaza esta depuradora es muy llana, prácticamente está situada en la 689,50, y se ha definido una cota de explanada 75 cm por encima de la cota de explanación al objeto de tener un margen de seguridad frente a las grandes lluvias y evitar que éstas puedan afectar a las instalaciones.

Tal y como se ha indicado anteriormente esta unidad ya se encuentra ejecutada, aun así se ha estimado cierto volumen de excavación y rellenos para cubrir las necesidades de más movimientos.

## 8.3. Obra civil

La obra civil de este proyecto está compuesta por elementos hidráulicos fundamentalmente existiendo tuberías, arquetas y depósitos de contención de agua y edificios. Se entiende por obra civil la realización de elementos hidráulicos de hormigón armado, la urbanización del conjunto y los edificios.

### Hormigones

Se han utilizado hormigones armados de 30 MPa de resistencia característica, y la depuradora se ha diseñado para un ambiente IV+QB de exposición a la corrosión de las armaduras pues son condiciones normales con humedad alta; como clase específica de una exposición distinta a la corrosión se considera que hay una agresividad química del agua tipo medio correspondiente al Q<sub>b</sub> y el recubrimiento de cálculo es de 5 cm.

### Elementos de hormigón armado

Los elementos de hormigón armado son los que albergan los circuitos de agua de proceso o fangos, y se describen a continuación por elementos in- dependientes:

*Bombeo de agua bruta:* Es la zona más profunda de la planta y se ha diseñado con una solera uniforme para todos los elementos que van desde la obra de llegada hasta el bombeo. Esta solera es de 50 cm y los alzados exteriores tienen un espesor de 40 cm. y muros interiores entre 30 y 40 cm. Es una obra civil de realización compleja porque existen numerosos conductos interiores, agujeros, que es necesario dejar para situar pasos de agua, compuertas, elementos mecánicos, rejillas, pendienteados y demás elementos cuyas formas se aprecian bien en los planos.

*Desarenador:* El desarenador constituye un elemento de hormigón armado dividido en dos líneas independientes con una longitud de 8,00 m y un ancho por cada línea de 2,20 m. Los espesores medios son en su mayoría de 30 cm, aunque hay otros que se ejecutan en 25 cm de espesor. También se ha recurrido por sencillez de ejecución a una solera uniforme desde la cual parten los diversos alzados y se rellenan interior- mente con hormigón para darle la forma requerida. Estos elementos son semejantes a los descritos en el apartado anterior, y necesitan de canales de re- parto para recogida, reparto de caudales, recogida de los mismos, y concretamente el desarenador tiene en la zona final

un elemento de regulación que exige unos vertederos independientes y colocación de compuertas murales, además de un bombeo específico para las grasas.

*Biocos y tanque de tormentas:* El *Biocos* junto con el tanque de tormentas, constituye el elemento más grande de esta planta, 38,50 m de ancho por 43,40 m de largo en su dimensión mayor; es rectangular en cuanto al elemento propio del biocos, el punto de vista de obra civil pierde esta forma al adosarle el tanque de tormentas en el largo del reactor y con un ancho de 11,50 m. El *Biocos* necesita de juntas de dilatación intermedias para evitar la aparición de fisuras de retracción dadas sus dimensiones, se ha diseñado con una solera uniforme de 40 cm de espesor, de la cual parten alzados de espesor variables, con un ancho que van de 50 cm en la base y 25 cm en la coronación; se acoplan los diversos muros intermedios de varias formas y se mantiene la inclinación de las paredes en el tanque de tormentas aunque la altura de agua sea de 0,50 m menos. Además necesita también de arquetas interiores para el diseño funcional, que se resuelven con espesores de 20 o 30 cm en función de sus dimensiones.

El muro exterior de salida de los recintos SU es de 50 cm de espesor constante que está obligado por la colocación de las válvulas antirretorno de salida de agua tratada.

*Arqueta de presentación:* Es una obra civil reducida, con espesores de muros de 25 cm y solera de 35 cm, que sirve para que se visualice el agua tratada, y además dispone de una arqueta pequeña de agua tratada que se utiliza para el circuito de agua industrial. Se ha ejecutado con alzados de 25 cm de espesor y soleras de 35 cm.

*Espesador:* Es un depósito circular de hormigón armado de  $\varnothing$  10 m y 3,50 m de alzado total, cuya soleras son inclinadas y tiene un cuenco central de  $\varnothing$  1,5 m. Se ejecuta sin juntas y con alzados de 30 cm de espesor y solera de 35 cm; incorpora arquetas de vaciados y tomas de agua así como una pasarela de hormigón armado que sustenta la maquinaria y al que se accede mediante una escalera metálica. Entre el puente de hormigón armado y la periferia del depósito se instala una cubierta de PRFV de manera que constituye un depósito cerrado.

## Urbanización

El recinto urbanizado incluye un acondicionamiento de los siguientes elementos:

- Cerramiento
- Drenaje de pluviales
- Viales de acceso y aparcamientos
- Aceras peatonales
- Ajardinamiento

El cerramiento es de malla metálica apoyada en postes metálicos cimentados en hormigón en masa, de 2,20 m de altura y se aplica a toda la superficie expropiada, además esta configuración se interrumpe con una puerta corredera de 5,00 m de ancho para acceso.

El drenaje de pluviales está constituido por una tubería de  $\varnothing$  200 asociadas a la red de vaciados, y de esta forma el agua pluvial llega hasta el pozo de bombeos de agua bruta, con longitudes relativamente cortas, dado que la red de vaciados y drenaje se extiende por toda la planta.

El recinto de esta planta requiere de unos viales que garanticen el acceso y la funcionalidad de la planta, para ello se ha diseñado un vial que des- de la llegada y pasando junto al edificio de control, envuelva al edificio de control que es el biocos, y pasa junto a los elementos de fangos, edificio industrial y de pretratamiento; también permite acceder en el futuro a la planta de tratamiento de aguas industriales cuando ésta se realice. Los viales están diseñados con una anchura mínima de 5,00 m y aumentando hasta

7,00 m en función de las zonas donde tengan que dar servicio. La sección tipo es de 25 cm zahorra artificial y 6 cm de aglomerado asfáltico en caliente.

Los aparcamientos están situados en frente del edificio de control, y están constituidos por el mismo material que los viales, y todo el conjunto está encintado con bordillos para separar el vial de la zona ajardinada.

Existen aceras peatonales en las proximidades del *Biocos* al objeto de facilitar el acceso a todos los elementos perimetrales del sistema, pero todos los edificios están rodeados por una acera de baldosa que sanea la solera y facilita la explotación y evacuación clara de las pluviales.

El ajardinamiento considerado en la planta, se realiza con plantaciones autóctonas que no exigen dotaciones específicas de riego y se localizan cerca del edificio de control. Además se cubrirá la superficie de la parcela libre con una lámina antihierba y grava sobre la misma.

## Edificación

Existen fundamentalmente dos tipologías de edificios en esta depuradora, uno que es un edificio de oficinas y otros, que son edificios industriales. El primero es un único edificio que se denomina edificio de control, y los segundos son 3 y son:

- Edificio de pretratamiento
- Edificio industrial
- Edificio de servicios

*Edificio de control:* Es un edificio estructuralmente diseñado en una planta y de hormigón armado, con estructura de pórticos reticulados y forjados de viguetas y bovedillas; sus dimensiones en planta son de 12 x 10,50 m<sup>2</sup> y la distribución interior permite aloja recintos para la futura explotación y las visitas que puedan aparecer. Los recintos en los que se ha dividido son:

- Sala de control
- Sala de reuniones
- Laboratorio
- Almacén
- Vestuarios y aseos

El edificio está cubierto con teja y tiene unos acabados adecuados a su función, con aislamientos térmicos exteriormente y terminaciones en función de la función que van a tener.

*Edificio pretratamiento:* Es un edificio en planta es 19,00 x 17,60 m<sup>2</sup> entre ejes, y sus dimensiones vienen de la necesidad de extraer residuos (tiene 5 puntos de extracción de residuos) y además de dotar funcionalidad al recinto de la llegada del pretratamiento excepto el desarenador. La altura es de 6,50 m está condicionada por la localización del tamizado, que inicia la línea de agua de proceso. En el tamizado se ha colocado una plataforma a la 693,90, que tiene una altura sobre la solera de 3,55 m, siendo ésta una plataforma amplia pero necesaria para el mantenimiento de los equipos de tamizado. (la estructura es de vigas y pilares de hormigón armado in si-tu y forjado de viguetas y bovedillas en cubierta plana).

También se sitúa en su interior el tratamiento de olores de toda la planta. Estructuralmente se ha resuelto con pórticos de hormigón armado y forjados de viguetas y bovedillas, aunque la estructura es irregular al objeto de facilitar la colocación de los forjados, se ha jugado con diversas luces en los pórticos puesto se ejecutan en hormigón in situ, y se ha uniformizado las luces de los forjados.

La solera de este edificio incorpora además de la red de vaciados, todas las llegadas y retornos del tanque de tormentas, el bombeo de El Provencio y de la red general de vaciados.

Las calidades adoptadas para este edificio son las propias de un edificio industrial, con un zócalo, una pintura pétreo de terminación y cubiertas planas.

Tres puertas de 4,00 m de ancho permiten la entrada de camiones para la retirada de residuos.

*Edificio industrial:* Es un edificio más pequeño que el de pretratamiento, tiene 18,95 x 10,80 m<sup>2</sup> en una única planta. En su interior está dividido en varios recintos funcionales:

- Deshidratación
- Producción de aire
- Electricidad
- Taller

El recinto de deshidratación es rectangular y en él se instala todo el equipamiento necesario para tener un fango deshidratado que pueda ser incorporado al silo de fangos. La altura de esta zona como la de todo el edificio libre, es de 5,00 m, y dispone una arqueta sótano para la recepción y colocación de las bombas de fango a deshidratar. Tiene una zona independiente para el almacenamiento del polielectrolito.

La zona de producción de aire también es rectangular con 10,80 m de largo y 5,00 m de ancho, que está específicamente preparado para la atenuación del ruido que generan los equipos, por eso el cerramiento es de doble fábrica ½ pie de ladrillo macizo y lana de fibra de vidrio entre fábricas, además de tener ventanas antirruído (hormigón traslúcido).

Los recintos eléctrico y de taller son rectangulares y adecuados para su función. La terminación es la misma que el edificio de pretratamiento.

*Edificio de servicios:* Está situado junto a la arqueta de presentación, diseñado con muros de carga, fábrica de ladrillo macizo de  $\frac{1}{2}$  pie y de cubierta plana; las dimensiones en planta son de 3,00 x 4,40 m<sup>2</sup>.

El edificio se sitúa sobre la arqueta almacén de agua tratada y es rectangular cuya misión es de los elementos necesarios para la red de agua de servicios y la des- infección.

### **Tuberías**

Las tuberías de las interconexiones se han diseñado en PVC liso y estructurado de rigidez SN 8 y en polietileno de alta densidad (PEAD) y están apoyadas en zanjas sobre el terreno; las tuberías de las impulsiones se han diseñado en tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD), y con una presión nominal de 10 que equivale a 0,98 MPa.

## **8.4. Electricidad**

El diseño eléctrico está incluido en el *Anejo nº 7* y en él se justifican las instalaciones adoptadas. El centro de transformación se ha situado junto a las soplantes del reactor, habiéndose adoptado 1 transformador de 630 kVA, con relación 20.000/400.

La acometida en tensión se realiza subterránea desde una línea eléctrica aérea de IBERDROLA en media tensión.

Se han diseñado 2 *cuadros de control de motores* a lo largo de la planta que son:

Pretratamiento ..... CCM-1  
Producción de aire y deshidratación ..... CCM-2

También se han dispuesto cuadros de alumbrado y fuerza para todos los edificios, asociados a un único Cuadro General de alumbrado y fuerza (CAF).

El cuadro general de distribución (CGD) incorpora su propia batería de condensadores 360 kVAr.

También se ha incluido una red de tierras para todos los elementos de la planta, otra independiente para el neutro de los transformadores y un asilamiento del recinto de transformación.

El alumbrado interior de edificios se ha realizado con equipos fluorescentes y lámpara de VASP.

### *Alumbrado exterior*

Se han diseñado lámparas VSAP de 125 w soportadas en báculos de 6,00 m.

### *Alumbrado interior*

Se ha diseñado con lámparas fluorescentes en el edificio de control, y en la sala de servicios, y con lámparas de 250 w en el edificio industrial y de pre- tratamiento.

### *Fuerza*

Se ha previsto línea de fuerza de 25 A tripolar y 16 A bipolar con las zonas industriales.

## **El Provencio**

Se utiliza la acometida aérea existente y se sustituye el transformador aéreo, por otro de 100 kVA. también aéreo. Un cuadro de control de nueva ejecución gobierna todos los receptores diseñados además de los grupos motobombas existentes.

## **8.5. Instrumentación**

El detalle de la instrumentación adoptada está incluido en el *Anejo nº 17*, fundamentalmente está formada por medidas que controlan los procesos o que informan de las magnitudes tratadas. También sirven como señal de alarma para malfuncionamientos.

## **8.6. Control**

La justificación del control de planta y de la utilización está incluida en el *Anejo nº 17*. En principio el control proyectado, consta básicamente de los siguientes elementos:

- PLC asociados a los cuadros de control de motores
- PC central
- Software tipo SCADA

Se incluye una información sobre el funcionamiento de los parámetros fundamentales de la estación depuradora:

- Posición de mando por máquina
- Alarmas
- Señalizaciones de caudalímetros
- Posicionamiento de niveles máximos y extremos y finales de carrera
- Disparo de térmico de motores

## **8.7. Otros**

### **Olores**

Se ha diseñado una instalación para tratar olores a base de carbón activo, y que trata la sala de deshidratación, el espesador, el silo de fangos y el pre- tratamiento.

### **Agua de servicios**

Se ha dispuesto una red de agua potable, que llega al edificio industrial y al resto de la parcela, que procede de la red pública municipal.

### **Red de vaciados y drenajes**

La red de vaciados y drenajes permite el vaciado de todos los elementos de la planta, recogen los escurridos y sobrenadantes de todos los procesos, así como los baldeos y limpiezas del edificio, y vertidos de saneamiento; se conducen hasta el pretratamiento.

### **Aislamiento acústico**

Se han incluido en la sala de soplantes elementos para la atenuación del ruido como:

- Cajas cerradas para las soplantes
- Armarios aislantes en la entrada y salida de aire

### **Elementos de transporte**

Se han dispuesto dos instalaciones para polipastos en el edificio de pretratamiento, una en el pozo de gruesos y otra en los tamices, con capacidad para 2 t. También se ha colocado un polipasto en el recinto de aire para 2t, siendo éste intercambiable con el de los tamices.

## **9. CALIDADES**

### **9.1. Obra civil**

Los hormigones se han dimensionado de acuerdo a la EHE y los de la edificación de acuerdo al Código Técnico. Las tuberías de saneamiento y las de presión según guía y recomendaciones técnicas del CEDEX.

### **9.2. Equipos**

Se incluye en este apartado un resumen de las características de los equipos utilizados en esta planta, referidos principalmente a elementos de calderería, válvulas y tuberías; no se incluyen los equipos más complejos ya que la descripción detallada de los mismos está incluida en la especificación técnica de los presupuestos y de las fichas. Para más detalles se refiere a estas unidades incluidas en el Cuadro de Precios.

#### **COMPUERTAS**

Accionamiento ..... manual y automático  
Cuerpo (marco) ..... AISI-304 L



Tablero .....	AISI-304 L
Husillo .....	AISI-304 L
Tornillería .....	AISI-316 L
Correderas, puente, etc .....	chapa 6 mm
Obturación .....	latón laminado TUBERÍAS VISTA
Pasamuros .....	AISI-316 L
Tornillería tuberías .....	AISI-316 L
Tuberías agua de proceso .....	AISI-316 L
Tuberías recirculación fangos .....	AISI-316 L
Tuberías fangos .....	AISI-316 L
Tuberías aire servicios auxiliares .....	cobre/nylon TAMICES
Lamas .....	AISI-304
Elementos móviles .....	AISI-304 CONTENEDORES
Elemento .....	acero al carbono chorreado y pintado

## 10. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En el *Anejo nº 16* se adjunta la documentación ambiental de la Edar. El bombeo del Provencio no la necesita porque se trata de una instalación existente.

## 11. COMPLEMENTOS DEL DISEÑO

### 11.1. Seguridad y salud

El *Anejo nº 14* incluye el *Estudio de Seguridad y Salud* de las obras proyectadas.

### 11.2. Revisión de precios

De acuerdo al contenido del Título IV de la revisión de precios en los contratos de la Administración, de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, se aplica la siguiente fórmula polinómica, que corresponde a la número 9 del Decreto 3650/1970 del 19 de diciembre:

$$K_t = 0,33 H_t / + 0,16 E_t/E_o + 0,20 C_t/C_o + 0,16 S_t/S_o + 0,15$$

Siendo:

$K_t$ : Coeficiente teórico de revisión para el momento de ejecución t.  $H_o$ : Índice del coste de la mano de obra en la fecha de licitación.

$H_t$ : Índice del coste de la mano de obra en el momento de ejecución t.  $E_o$ : Índice del coste de la energía en el momento de la ejecución t.

$C_o$ : Índice del coste del cemento en la fecha de licitación.

$C_t$ : Índice del coste del cemento en el momento de la licitación.  $E_t$ : Índice del coste de la energía en el momento de la ejecución t.  
 $S_0$ : Índice del coste de materiales siderúrgicos en la fecha de la licitación.  $S_t$ : Índice del coste de materiales siderúrgicos en el momento de la ejecución t.

### 11.3. Expropiaciones

Las expropiaciones y servicios afectados se incluyen en el *Anejo nº 19*. Se necesitan realizar las siguientes expropiaciones:

- Línea aérea de conexión con Edar
- Red de agua potable
- Impulsión de El Provencio
- Emisario de San Clemente
- Ampliación del bombeo *El Provencio*

La Edar se localiza en el polígono 42, parcela 95 y parcela 301; y la ampliación del bombeo de El Provencio en el polígono 37, parcela 23.

### 11.4. Clasificación del contratista

Para la ejecución de las obras incluidas en el presente Proyecto se requiere la siguiente clasificación:

- Grupo K, Subgrupo 8, categoría e

### 11.5. Plazo de ejecución

Dada la naturaleza y alcance de los trabajos a realizar, se considera suficiente un plazo en 15 meses incluyendo 3 meses para pruebas de funcionamiento, más veinticuatro de explotación.

### 11.6. Documentos de que consta este proyecto

Documento nº 1 – Memoria y Anejos

- Memoria
- Anejos a la memoria
  - o Anejo nº 0.- Ficha técnica
  - o Anejo nº 1.- Antecedentes
  - o Anejo nº 2.- Cartografía y topografía
  - o Anejo nº 3.-Geología y geotecnia
  - o Anejo nº 4.-Cálculo hidrológico e hidráulico
  - o Anejo nº 5.-Autorización de vertido y estudio hidrogeológico
  - o Anejo nº 6.-Estudio de población, caudales y cargas
  - o Anejo nº 7.-Estudio de Alternativas
  - o Anejo nº 8.-Reportaje fotográfico

- Anejo nº 9.-Cálculo hidráulico
- Anejo nº 10.- Cálculos funcionales
- Anejo nº 11.- Estructuras
- Anejo nº 12.- Cálculos complementarios
- Anejo nº 13.-Justificación de precios
- Anejo nº 14.-Estudio de seguridad y salud
- Anejo nº 15.- Plan de garantía de calidad
- Anejo nº 16.- Evaluación ambiental
- Anejo nº 17.- Instrumentación y control
- Anejo nº 18.- Plan de obra
- Anejo nº 19.- Expropiaciones y servicios afectados
- Anejo nº 20.- Estudio de explotación
- Anejo nº 21.- Gestión de Residuos

Documento nº 2 – Planos

Documento nº 3 – Pliego de prescripciones técnicas particulares

Documento nº 4 – Presupuesto

- Mediciones
- Cuadro de precio nº 1
- Cuadro de precio nº 2
- Presupuestos parciales
- Resumen de presupuestos
- Presupuesto general

## 12. PRESUPUESTOS

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO			
01.	OBRA CIVIL	51.92%	3,003,012.13
02.	EQUIPOS MECÁNICOS	23.16%	1,339,175.39
03.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	10.33%	597,588.29
04.	INSTRUMENTACIÓN, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL	2.51%	144,988.46
05.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	0.74%	42,740.00
06.	SEGUIMIENTO ARQUEOLOGICO	0.25%	14,448.40
07.	GESTION DE RESIDUOS	0.09%	5,417.46
08.	SEGURIDAD Y SALUD	1.89%	109,246.17
09.	PLAN DE GARANTÍA DE CALIDAD	0.59%	34,386.06
10.	EXPLOTACIÓN	8.52%	492,462.00
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL			5,783,464.36
<b>1</b>	<b>PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN</b>		<b>7,618,514.30</b>
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		5,291,002.36
	Gastos generales	13.00%	687,830.31
	Beneficio industrial	6.00%	317,460.14
	Suma		6,296,292.81
	IVA	21.00%	1,322,221.49
	Suma		7,618,514.30
<b>2</b>	<b>PRESUPUESTO DE EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO DURANTE 2 AÑOS</b>		<b>644,632.76</b>
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		492,462.00
	Gastos generales	13.00%	64,020.06
	Beneficio industrial	6.00%	29,547.72
	Suma		586,029.78
	IVA	10.00%	58,602.98
	Suma		644,632.76
<b>3</b>	<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (1+2)</b>		<b>8,263,147.06</b>

Asciende el Presupuesto Base de Licitación a OCHO MILLONES DOSCIENTOS SESENTA Y TRES MIL CIENTO CUARENTA Y SIETE EUROS CON SEIS CÉNTIMOS (8.263.147,06 €)

El **Presupuesto para el Conocimiento de la Administración** es la suma del presupuesto base de licitación más el coste de las expropiaciones (72.688,08 €), resultando una cantidad de OCHO MILLONES TRESCIENTOS TREINTA Y CINCO MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS (8.335.835,14 €)

### 13. CONCLUSIÓN

Este Proyecto constructivo constituye una obra completa, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 125 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

Se considera que el Proyecto constructivo cumple la normativa vigente, y que está correctamente redactado, por lo que se propone a su aprobación por la Superioridad.

En Toledo, Marzo de 2017

POR CYGSA



El autor de la revisión y actualización del Proyecto  
Eduardo López Álvarez  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

POR EQUIPO CONSULTOR



El director de la revisión y actualización proyecto:  
Jesús Pintado Manzanque  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos