

**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**



**industriales**  
etsii UPCT

# **PROYECTO DE PLANTA POTABILIZADORA PARA AGUA POTABLE EN CIDADE VELHA. CABO VERDE.**

**Titulación:** INGENIERO INDUSTRIAL

**Alumno/a:** DANIEL SEGURA PÉREZ

**Director/a/s:** BELÉN ELVIRA RENDUELES  
STELLA MORENO GRAU

Cartagena, 29 de Mayo de 2012

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2. CONJUNTO GEOGRÁFICO Y ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....</b>	<b>7</b>
<b>3. OBJETO DEL PROYECTO Y FINANCIACIÓN DE LA AGENCIA ESPAÑOLA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL (AECID) .....</b>	<b>15</b>
<b>4. BASES DE DISEÑO .....</b>	<b>18</b>
4.1. CAUDAL DE DISEÑO.....	18
4.2. ANALISIS DEL AGUA BRUTA.....	19
<b>5. SOLUCIÓN ADOPTADA .....</b>	<b>21</b>
<b>6. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE POTABILIZACIÓN.....</b>	<b>23</b>
6.1. CAPTACIÓN DE AGUA BRUTA.....	23
6.2. IMPULSIÓN DESDE CAPTACIÓN HASTA LA ETAP .....	25
6.3. ETAP. DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO.....	25
6.3.1. LÍNEA DE AGUA .....	28
6.3.1.1. RECEPCIÓN DE AGUA BRUTA Y MEDICIÓN DE CAUDAL .....	28
6.3.1.2. ARQUETA DE BYPASS EN ENTRADA A ETAP .....	29
6.3.1.3. CÁMARA RÁPIDA DE MEZCLA .....	30
I. PREOXIDACIÓN .....	32
⊕ Efecto del amoniaco residual.....	34
II. COAGULACIÓN .....	36
⊕ Mecanismos básicos.....	39
⊕ Factores influyentes .....	39
6.3.1.4. CÁMARA DE FLOCULACIÓN .....	42
III. FLOCULACIÓN.....	42
6.3.1.5. DECANTADOR LAMELAR .....	44
IV. DECANTACIÓN .....	44
⊕ Decantadores estáticos de flujo horizontal .....	45

■ Decantadores laminares.....	47
i. <i>Teoría de la sedimentación laminar.....</i>	47
ii. <i>Trayect. de partícula en placas paralelas inclinadas .....</i>	51
■ Zonas que componen un decantador lamelar .....	57
6.3.1.6. FILTRACIÓN DE LAVADO EN CONTÍNUO .....	64
V. <b>FILTRACIÓN.....</b>	66
■ Fundamento del proceso.....	66
■ Descripción del proceso .....	67
6.3.1.7. POSTCLORACIÓN .....	73
■ Acción del cloro .....	73
6.3.2. LÍNEA DE FANGOS .....	78
6.3.2.1. FANGOS PURGADOS Y BOMBEO A ESPESADOR .....	79
6.3.2.2. ESPESADOR DE GRAVEDAD.....	79
6.3.2.3. ARQUETA DE FANGOS ESPESADOS .....	83
6.3.3. DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS .....	84
6.3.3.1. DOSIFICACIÓN DE COAGULANTE.....	84
6.3.3.2. DOSIFICACIÓN DE FLOCULANTE .....	85
6.3.3.3. DOSIFICACIÓN DE NEUTRALIZANTE .....	86
6.3.3.4. DOSIFICACIÓN DE HIPOCLORITO SÓDICO .....	87
6.3.4. EQUIPOS AUXILIARES .....	89
6.3.4.1.GRUPO DE PRESIÓN PARA EXPLOTACIÓN E INCENDIOS .....	89
6.3.4.2.RED DE AIRE A PRESIÓN .....	90
<b>7. OBRA CIVIL. INSTALACIONES .....</b>	<b>91</b>
7.1. EDIFICIO E INSTALACIONES INTERIORES .....	91
7.1.1 SUPERFICIES CONSTRUIDAS Y ÚTILES .....	92
7.1.2 CIMENTACIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS .....	93
7.1.3 ESTRUCTURA DE LA NAVE.....	93
7.1.4 CARPINTERÍA EXTERIOR .....	93
7.1.5 TABIQUERÍA .....	94
7.1.6 CARPINTERÍA INTERIOR .....	94
7.1.7 CUBIERTAS Y TERRAZAS.....	94
7.1.8 REVESTIMIENTO DE PAREDES.....	95
7.1.9 REVESTIMIENTO DE TECHOS .....	95
7.1.10 REVESTIMIENTO DE SUELOS .....	95
7.1.11 INSTALACIONES DE FONTANERÍA.....	95

7.1.12 INSTALACIONES DE SANEAMIENTO .....	96
7.1.13 INSTALACIONES DE ELECTRICIDAD .....	97
7.1.14 INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA .....	97
7.1.15 INSTALACIONES DE PARARRAYOS .....	98
7.2. DEPÓSITO DE AGUA TRATADA.....	98
<b>8. SUMINISTRO ENERGÉTICO DE LA PLANTA .....</b>	<b>99</b>
8.1. RED ELÉCTRICA GENERAL .....	99
8.2. PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA .....	101
8.2.1.ENERGÍA SOLAR .....	101
8.2.2.DESCRIPCIÓN EFECTO FOTOVOLTAICO .....	102
8.2.3.ESTRUCTURA BÁSICA DE UNA CELDA SOLAR.....	105
8.2.4.DESCRIPCIÓN ELEMENTOS INSTALACIÓN .....	106
<b>9. PRESUPUESTO GENERAL .....</b>	<b>108</b>
<b>10. TRATAMIENTO DE RESIDUOS .....</b>	<b>109</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>110</b>
<b>12. ANEJOS A LA MEMORIA .....</b>	<b>116</b>
12.1. ANEJO 1. ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA.....	116
12.2. ANEJO 2. CÁLCULOS HIDRÁULICOS.....	134
12.3. ANEJO 3. CÁLCULOS Y DIMENSIONAMIENTO E.T.AP.....	145
12.4. ANEJO 4. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	195
12.5. ANEJO 5. ESTUDIO EXPLOTACIÓN. COSTE DEL AGUA PRODUCIDA.....	210
12.6. ANEJO 6. PRESUPUESTO DETALLADO.....	222
12.7. ANEJO 7. ÍNDICE DE FIGURAS DE LA MEMORIA.....	248
<b>13. PLANOS</b>	

## **MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **1. INTRODUCCIÓN**

La necesidad de proporcionar un adecuado suministro de agua a la población en términos de calidad, cantidad y accesibilidad es una prioridad indiscutible en todos los países y en particular en los países en vías en desarrollo en donde las enfermedades ligadas al agua y al saneamiento inadecuado alcanzan porcentajes elevados en los casos de consulta externa y de hospitalización.

Por otra parte, el desarrollo económico de los pequeños núcleos se ve frenado por la carencia de infraestructuras básicas como son las redes de abastecimiento de agua potable.

Como respuesta a esta problemática se plantea el presente " PROYECTO DE PLANTA POTABILIZADORA PARA AGUA POTABLE EN CIDADE VELHA. CABO VERDE".

Las Estaciones de Tratamiento de Agua Potable son instalaciones que convierten el agua natural o bruta en agua potable. Están localizadas entre las instalaciones de captación de agua (fuentes, ríos, embalses y pozos) y los depósitos y canalizaciones que la distribuirán por los hogares. Tienen como misión la eliminación de tres tipos principales de sustancias indeseables en el agua destinada al consumo humano:

- Materia mineral.
- Materiales orgánicos: fenoles, hidrocarburos, detergentes, residuos de pesticidas, etc.
- Contaminantes biológicos: microorganismos como bacterias, protozoos, virus, etc.

Esta necesidad de tratamiento de las aguas se conoce desde hace mucho tiempo, al relacionarse la calidad del agua con la salud de la población. Se observó que la dotación de una localidad con un abastecimiento de agua en condiciones sanitarias aceptables coincidía con un brusco descenso de la tasa de mortalidad.

Cada año mueren más de 2,2 millones de personas, la mayoría de ellas de países en vías de desarrollo, a causa de enfermedades relacionadas con las condiciones deficientes del abastecimiento de agua y el saneamiento.

(Organización mundial de la salud: Evaluación Mundial del Abastecimiento de Agua y Saneamiento: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/monitoring/2000globs1.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/2000globs1.pdf))

En todo momento la mitad de las camas de los hospitales de todo el mundo están ocupadas por pacientes que padecen enfermedades transmitidas por el agua.

Todas las semanas mueren unas 42.000 personas a causa de enfermedades relacionadas con la escasa calidad del agua potable y la falta de saneamiento. Más del 90% de esas personas son niños menores de cinco años.

(OMS: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/waterforlife.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/waterforlife.pdf)).

Dos de las enfermedades relacionadas con el agua además del cólera, la tifoidea, la disentería y la hepatitis A, la diarrea y el paludismo, ocupan el tercer y cuarto lugar entre las principales causas de muerte de niños menores de 5 años, y representan respectivamente el 17% y el 8% de todas las muertes. En el África subsahariana, las posibilidades que tiene un niño de fallecer a causa de la diarrea son casi 520 veces superiores a las que se registran en Europa o los Estados Unidos.

Las mejoras en la calidad del agua potable mediante el tratamiento del agua en el hogar, como por ejemplo mediante la cloración en el lugar de utilización y el cuidado en el almacenamiento, pueden contribuir a una reducción de entre el 35% y el 39% de los casos de diarrea, en tanto las intervenciones higiénicas, como la educación sobre la

higiene y la promoción del lavado de las manos, pueden contribuir a reducir los casos de diarrea en hasta un 45%.

El agua potable, por lo tanto, debe cumplir una exigencia fundamental: ausencia de microorganismos patógenos y de sustancias tóxicas. Pero también debe cumplir otra exigencia: ausencia de sabores, olores, colores o turbiedades desagradables, - propiedades organolépticas- que provocarían el rechazo de los consumidores.

La potabilidad del agua se comprueba mediante análisis, tanto en las Estaciones de Tratamiento de Agua Potable, como en la red de distribución. Se fija una norma que establece los límites de los valores de los parámetros analíticos y la frecuencia de los análisis constituyendo una Reglamentación Técnico-Sanitaria para el Abastecimiento y Control de Calidad de las Aguas Potables de Consumo Público.

## 2. CONJUNTO GEOGRÁFICO Y ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Cidade Velha (Ciudad Vieja), denominada en su origen Cidade da Ribeira Grande, en la República de Cabo Verde es la ciudad más antigua de las islas de Cabo Verde y fue la primera ciudad europea en las zonas tropicales.

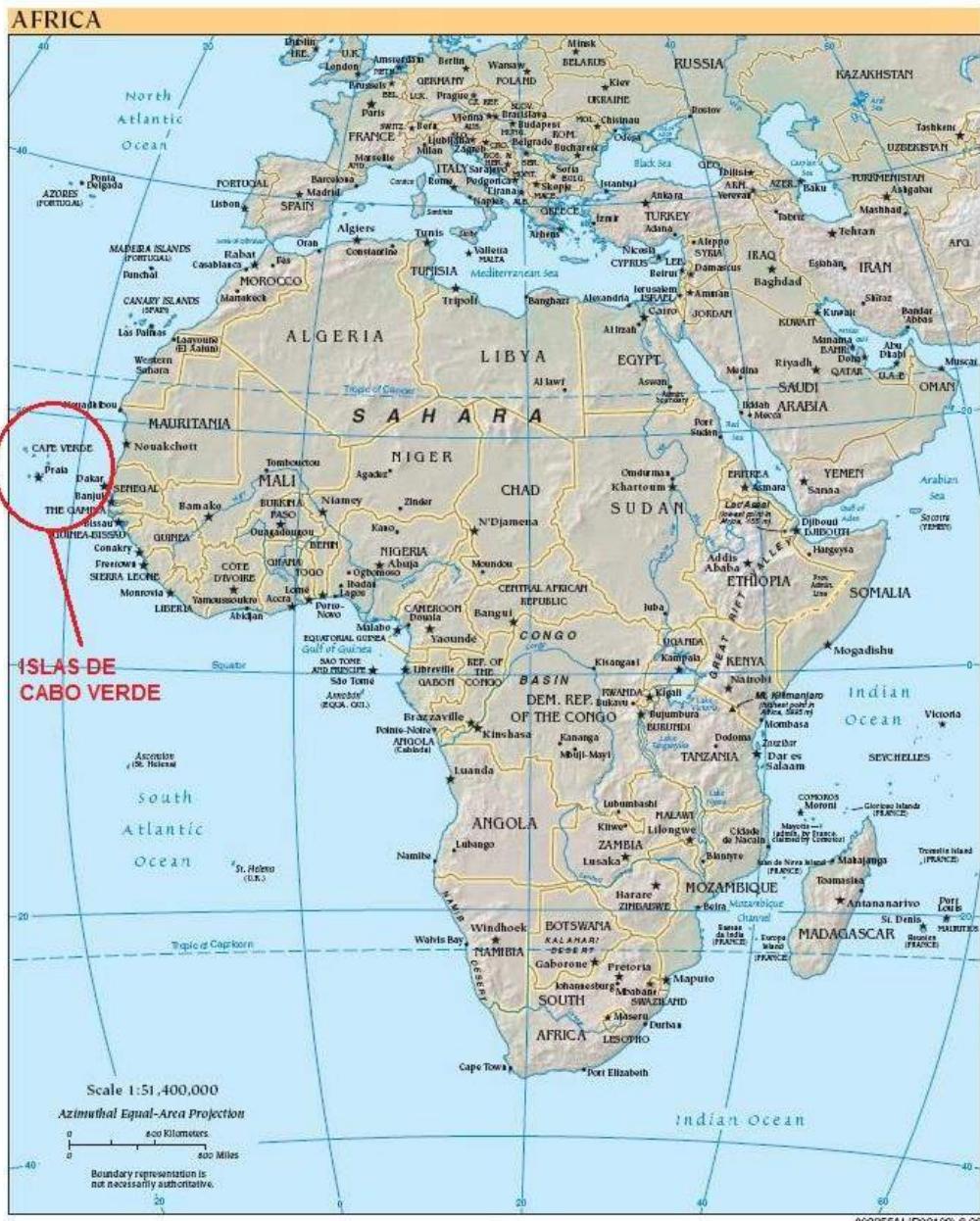


Fig. 2.1. Situación geográfica de Cabo Verde

En la fig. 2.2 se puede ver un mapa completo de las islas de Cabo Verde. En su parte inferior queda señalada la localización de Cidade Velha.

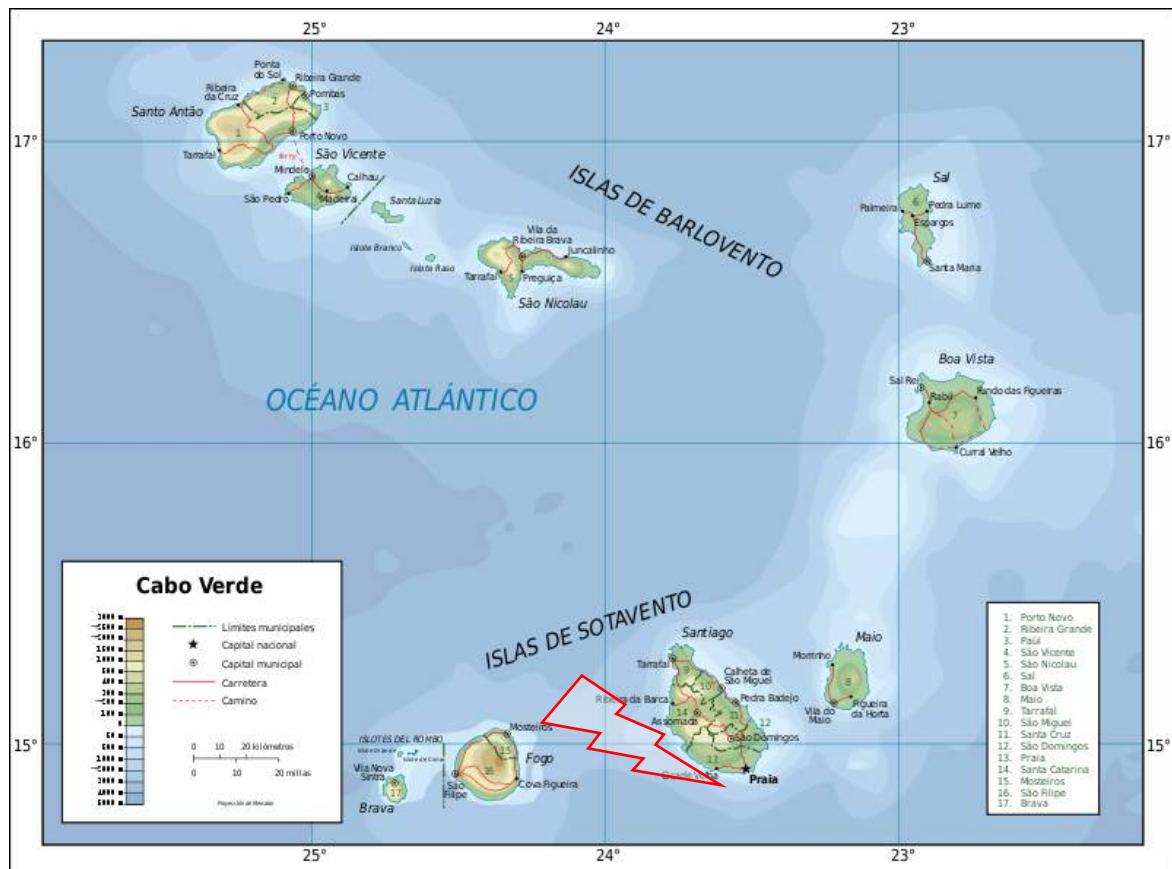


Fig. 2.2. Islas de Cabo Verde y situación de Cidade Velha.

Cidade Velha constituye un pequeño núcleo de población situado junto a la costa en el extremo Sur de la isla de Santiago, distante 10 Km de Praia, actualmente la capital de la República de Cabo Verde.

La zona costera en esta parte de la isla se caracteriza geográficamente por las extensas altiplanicies áridas y pedregosas denominadas “achadas”, limitadas por taludes que descienden con fuerte pendiente hasta el océano, y separadas unas de otras por las gargantas trazadas por las denominadas “ribeiras”.



*Fig. 2.3. Vista desde satélite de Cidade Velha.*

Entre el pié de la cornisa sur oeste de la Achada Forte, y sureste de la Achada Salinero, junto a la desembocadura de la Ribera Grande en el Océano Atlántico, se encuentra localizado el asentamiento histórico de Cidade Velha.

El régimen torrencial de lluvias de la Isla de Santiago propició la existencia de profundos valles creados por la fuerte erosión.

En uno de éstos valles está situada la antigua capital de Cabo Verde, Ribera Grande, hoy más conocida por Cidade Velha fundada por los primeros pobladores de la isla, comenzando súbitamente un proceso de desarrollo que, desde finales del siglo XV, reproducio estructuras domésticas similares a las de la metrópoli.

Hacia 1550, afirmaba un desconocido piloto que visitó Ribera Grande, diciendo que:

*“...había un caudaloso río que discurría entre numerosos jardines, con naranjales, cidras, limoneros e higueras, y que hacía algunos años se estaban plantando cocoteros y que también se producían hortalizas de todas clases, que se cultivaba arroz y*

*algodón, y que de este último se obtenían paños listados de colores que se exportaban a la Costa de África”.*

Desde el punto de vista orográfico, el asentamiento de Cidade Velha se ubica en la desembocadura de una mini cuenca hidrográfica profundamente encajada en un cañón con un desnivel medio de unos 80 metros que, con un régimen regular de aportes hídricos vierte, en la actualidad, al mar en una pequeña playa de relativamente fácil accesibilidad que se encuentra protegida por dos contrafuertes y por una pequeña barrera de rocas lo que permite el abrigo de los barcos y que sirve en la actualidad a las pequeñas embarcaciones de pesca.



*Fig. 2.4. Agua procedente de rio arriba*



*Fig. 2.5. Desembocadura en el mar del agua procedente de Ribera Grande*

Su fundación (Antonio de Noli) corresponde a la segunda mitad del siglo XV (1462), constituyendo prácticamente el único asentamiento urbano existente en dicha época en las islas.

La ciudad prosperó debido a que era el centro de mayor importancia en el comercio de esclavos. Se convirtió en una ciudad en 1572 y tuvo una catedral, que fue terminada en 1693. Los grandes exploradores Cristóbal Colón y Vasco de Gama pararon aquí durante sus viajes, Cristóbal Colón durante su tercer viaje a las Américas en 1498 y Vasco de Gama en su trayecto a la India en 1497.



*Fig. 2.6. Valle de Ribera Grande*

Con la pérdida del monopolio del comercio de esclavos provenientes de la costa de Guinea a mediados del siglo XVII, dio comienzo su rápida decadencia, la cual culminó en el siglo XVIII con el traslado de la capital al vecino asentamiento de Praia, ciudad en competencia con la anterior desde el inicio del siglo XVI.



*Fig. 2.7. Cidade Velha. Fotografía desde Santa Clara.*

A pesar de ser relativamente defendible por el lado del mar, la situación de Ribeira Grande demostró tener un defecto estratégico. Los piratas, que plagaban los mares en ese entonces, podían arribar fácilmente en Praia, que se encuentra apenas a 10km de distancia, y atacar la ciudad desde atrás.

La fortaleza Real de San Felipe, que da al pueblo, fue construida en 1590 para proteger Ribera Grande después de un ataque devastador por parte de Francis Drake.



*Fig. 2.8. Cidade Velha. Fotografía desde la Real Fortaleza de San Felipe, S.XVI.*



*Fig. 2.9. Cidade Velha. Centro urbano. Pilourinho o Picota, S.XVI*

### **3. OBJETO DEL PROYECTO Y FINANCIACIÓN DE LA AGENCIA ESPAÑOLA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL (AECID)**

El conjunto de la Cidade Velha constituye un bien cultural destacable en el conjunto del patrimonio cultural caboverdiano, destinada a desarrollar su potencial, como Ciudad Patrimonio Mundial, declarada por la Unesco, el mes de Junio del pasado año 2009.

La recuperación del Patrimonio y su valorización a través de un desarrollo turístico integrado constituye un eje fundamental en los objetivos generales del Gobierno de Cabo Verde en materia de desarrollo socio económico, para mejorar las condiciones de vida de la población de Ribera Grande de Santiago.

En este aspecto el gobierno de Cabo Verde desde el año 1999 ejecuta las obras del “PLAN DE DESARROLLO SOSTENIDO DE CIDADE VELHA”, con financiación de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECID); culminando estas primeras obras con la visita de la Reina de España a Cidade Velha y dos años y medio más tarde declarándose e inscribiéndose este sitio, por parte de la Unesco, como Patrimonio Mundial.

Este potencial, en vías de desarrollo, aprovechando además las crecientes expectativas locales y gubernamentales respecto al desarrollo socio-económico de la población asegura la viabilidad de realizar:

**Un plan estratégico con visión global que permita el desarrollo socio-económico de la población, su mejora urbana y su integración paralela en el Conjunto Histórico y Natural de Cidade Velha.**

Por tanto, este proyecto de potabilización de agua se plantea como un plan de continuidad de la intervención que España, a través de Cooperación Española y en colaboración con el gobierno de Cabo Verde, ha venido desarrollando desde hace más

de una década, reforzando los vínculos culturales y económicos entre la República de Cabo Verde y el Reino de España, como factor clave para el alcance de los resultados conseguidos en la población.

Esta intervención de construcción de una ETAP, aparte de su repercusión social, como puede ser la correspondiente mejora de la calidad de vida de la población local y su incidencia en el desarrollo de la actividad turística, constituirá una enorme posibilidad en el marco del desarrollo económico.

**La solución está basada en la captación de agua de la fuente natural de Ribera Grande (Aguas Verdes), la construcción de un edificio que albergue el sistema de potabilización, un sistema de potabilización que realice el tratamiento adecuado para el agua bruta captada, un depósito para el agua producto, y una planta solar fotovoltaica con conexión a red para producción y venta de energía eléctrica a la red nacional (ELECTRA),** reduciendo de esta forma una importante cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, y disminuyendo también la dependencia del país de combustibles fósiles importados.

En la siguiente fotografía (fig. 3.1.) se señala la localización de la E.T.A.P. en la parte superior del lado este de la ribera, así como se indica también, al fondo, la zona de captación de agua bruta.



*Fig. 3.1. Situación ETAP respecto captación*

## **4. BASES DE DISEÑO**

Como etapa previa, es necesario definir el tipo de E.T.A.P. objeto del proyecto. Para ello se hace indispensable saber la cantidad de población a la que se va a abastecer, así como la calidad del agua que se pretende tratar.

Esto nos permitirá conocer las dimensiones de la E.T.A.P y los procesos necesarios que se deben llevar a cabo en ella:

### **4.1. CAUDAL DE DISEÑO**

En la siguiente tabla se puede ver el número de habitantes estimados según la zona. La suma de todas ellas es la población que se tendrá en cuenta para el dimensionamiento.

ZONA	POBLACIÓN
Núcleo urbano	5000
Residencias	2000
Complejos turísticos	2000
Previsión	3000

*Fig. 4.1. Nº de habitantes según zona*

Se tiene en cuenta por tanto una población de unos 12000 habitantes y una dotación de 160 litros de agua por habitante y día.

Por tanto, el volumen de agua potable a obtener debe ser de:

$$160 \frac{\text{litros}}{\text{habitante} \cdot \text{dia}} \cdot 12000 \text{ habitantes} = 1920000 \frac{\text{litros}}{\text{dia}}$$

Y estimando un funcionamiento de la planta de 16 horas/día:

$$Q = \frac{1920000 \frac{\text{litros}}{\text{dia}}}{16 \frac{\text{horas}}{\text{día}}} = 120000 \frac{\text{litros}}{\text{hora}} = 120 \frac{m^3}{\text{hora}}$$

Se prevén en el diseño de la planta dos líneas de tratamiento en paralelo de  $60 m^3/h$  cada una, ofreciendo de esta manera la posibilidad de utilizar solamente una de ellas en caso de que la demanda así lo permita.

## **4.2. ANÁLISIS DEL AGUA BRUTA**

Aun encontrándose el país objetivo del proyecto fuera de la legislación española y europea en lo referente a la calidad de agua, se tomarán como referencia sus respectivas normas, con la garantía de que su cumplimiento asegure unas condiciones del agua producto aptas para consumo humano.

En el análisis de agua bruta adjunto (Anejo N° 1) se aprecian valores de bacterias coliformes y colonias que superan los límites permitidos, aunque una vez realizado el tratamiento de potabilización, se puede definir esta agua como apta para el consumo humano, de acuerdo al Real Decreto 140/2003 de 7 de febrero.

En esta norma, de aplicación para las aguas destinadas a la producción de agua de consumo humano, no se contemplan valores límite (“valores paramétricos”) para la

composición de dichas aguas, especificándose únicamente la necesidad de contemplar tratamientos adecuados a dicha composición, que garanticen que la composición a la salida de la estación de tratamiento (ETAP) y/o en la red de distribución no supere determinados límites impuestos para algunos parámetros analíticos; límites contenidos en el Anexo I de dicho Real Decreto.

Por tanto, para evaluar el proceso de potabilización a seguir, se toma como referencia el ya derogado Real Decreto 1541/1994, de 8 de julio (BOE nº 179 de 28/07/94), que reproduce los límites obligatorios que figuran en la Directiva Marco Europea 75/440/ de 16 de junio de 1975 relativa a la calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, en las que al contrario que la norma actual, si estaban regulados los valores límite para distintos parámetros en agua destinada a consumo público, y se establecían tres categorías:

- Tipo A1. Tratamiento físico simple y desinfección.
- Tipo A2. Tratamiento físico normal, tratamiento químico y desinfección.
- Tipo A3. Tratamientos físico y químico intensivos, afino y desinfección.

Teniendo en cuenta el análisis de agua del Anejo Nº 1, se toma como referencia una categoría de agua Tipo A2.

## 5. **SOLUCION ADOPTADA**

- Ejecución de una captación superficial de agua bruta en la fuente natural de Ribera Grande (Aguas Verdes), por medio de un azud (pequeña presa o barrera construida con el fin de aumentar el nivel del caudal de un río), con impulsión hasta la parcela de ubicación de la ETAP con tubería de PVC orientado de 250 mm. de diámetro. (Orientación de la estructura polimérica mejorando las propiedades físicas y mecánicas del PVC)
- Construcción de la ETAP con capacidad de tratamiento es de 120 m<sup>3</sup>/h, en zona cercana a captación preparada para procesos de coagulación, floculación, decantación, filtración y cloración.
- Depósito de agua tratada semienterrado de 1100 m<sup>3</sup> de capacidad de hormigón armado.
- Planta solar fotovoltaica con conexión a red instalada en la cubierta de la nave con una potencia pico de 9300 vatios.

En la figura siguiente (fig.5.1) se muestra un esquema del proyecto en general y de su funcionamiento.

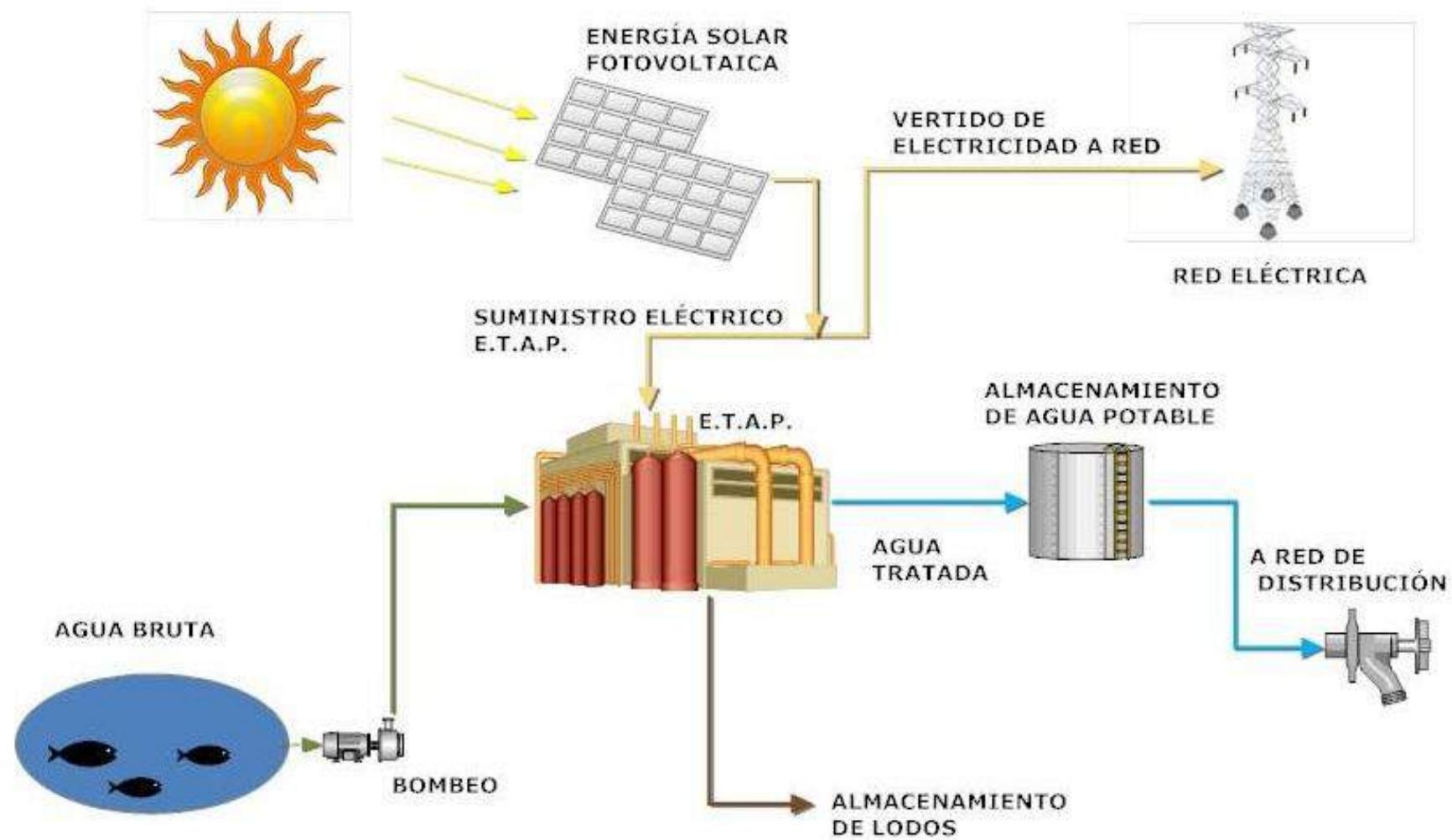


Fig. 5.1. Esquema general del funcionamiento de la planta

## **6. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE POTABILIZACIÓN**

### **6.1. CAPTACIÓN DE AGUA BRUTA**

La estación de tratamiento de agua potable es abastecida por la captación superficial de agua bruta de Ribera Grande con ayuda de un azud ya existente.

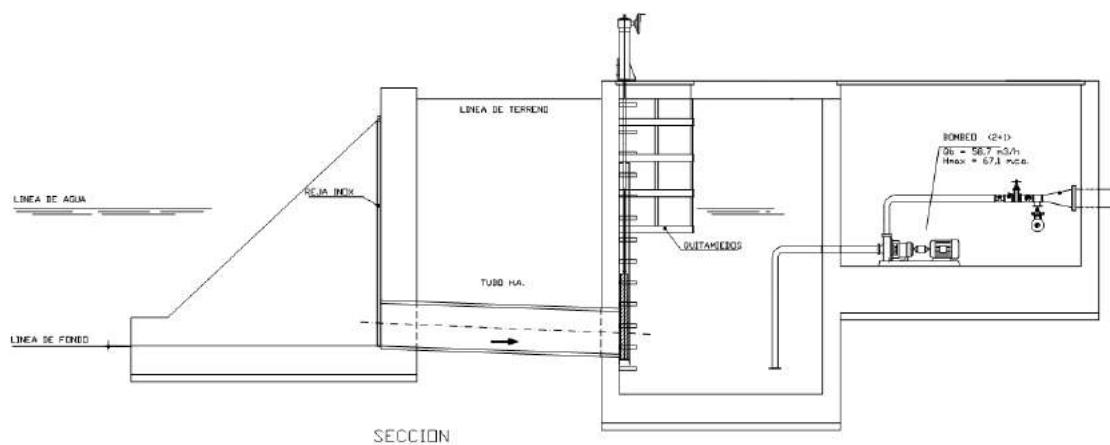
Dicha agua bruta es captada mediante una tubería de hormigón armado (HA) de 600 mm. de diámetro y 1,70 m. de longitud.

El agua procedente de la tubería pasará a un pozo de bombeo de 3'5 x 3'5 m. de dimensiones interiores y 4'36 m. de profundidad.

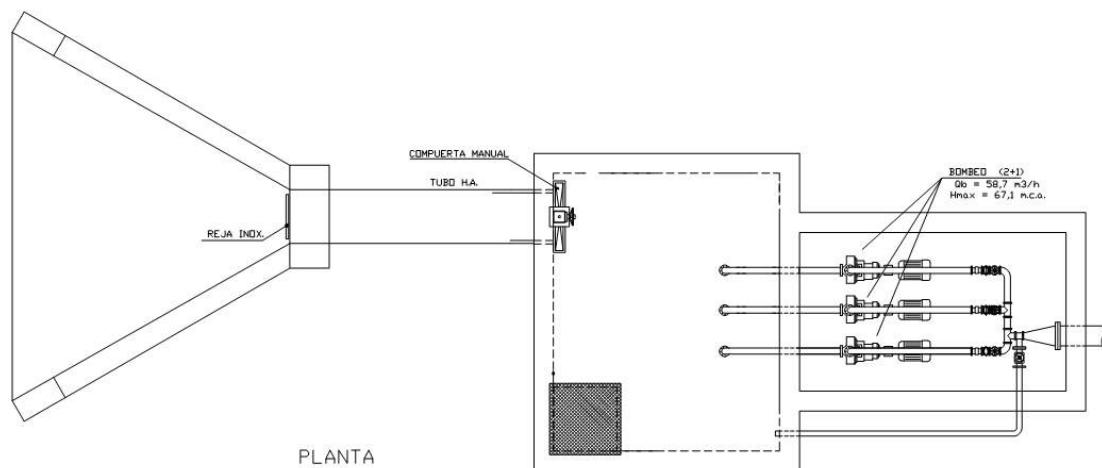
El pozo se ejecutará en hormigón armado HA-30.

La obra de toma podía ponerse fuera de servicio mediante el empleo de la compuerta de cierre diseñada a tal efecto.

Se colocan tres (2+1) bombas sumergibles de gran paso capaces de un caudal unitario de  $70,32 \text{ m}^3/\text{h}$  para una  $H_{\text{man}} = 70 \text{ m.c.a.}$

*Fig. 6.1.*

Vista en sección de la obra de captación de la E.T.A.P. de Cidade Velha

*Fig. 6.2*

Vista en planta de la obra de captación de la E.T.A.P. de Cidade Velha

## 6.2. IMPULSIÓN DESDE CAPTACIÓN HASTA ETAP

Se ejecutará una impulsión desde la obra de toma a la arqueta de llegada de la ETAP.

Se realizará con tubería de PVC orientado Ø250 mm y 16 atmósferas de presión con una longitud de 1161 m.

El terreno subyacente está formado por gravas arenosas con algo de limo, con posible presencia de nivel freático a partir de 1-1,50 m., de fácil excavabilidad y paredes inestables.

## 6.3. E.T.A.P. DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

El objetivo final de la E.T.A.P. debe ser la eliminación total de materia orgánica, sólidos en suspensión, color, turbidez, y metales como hierro y manganeso, para finalmente llegar a la desinfección final del agua a tratar.

A continuación se especifican las unidades de proceso que se requieren en la planta de potabilización de Cidade Velha de acuerdo a las características requeridas de diseño:

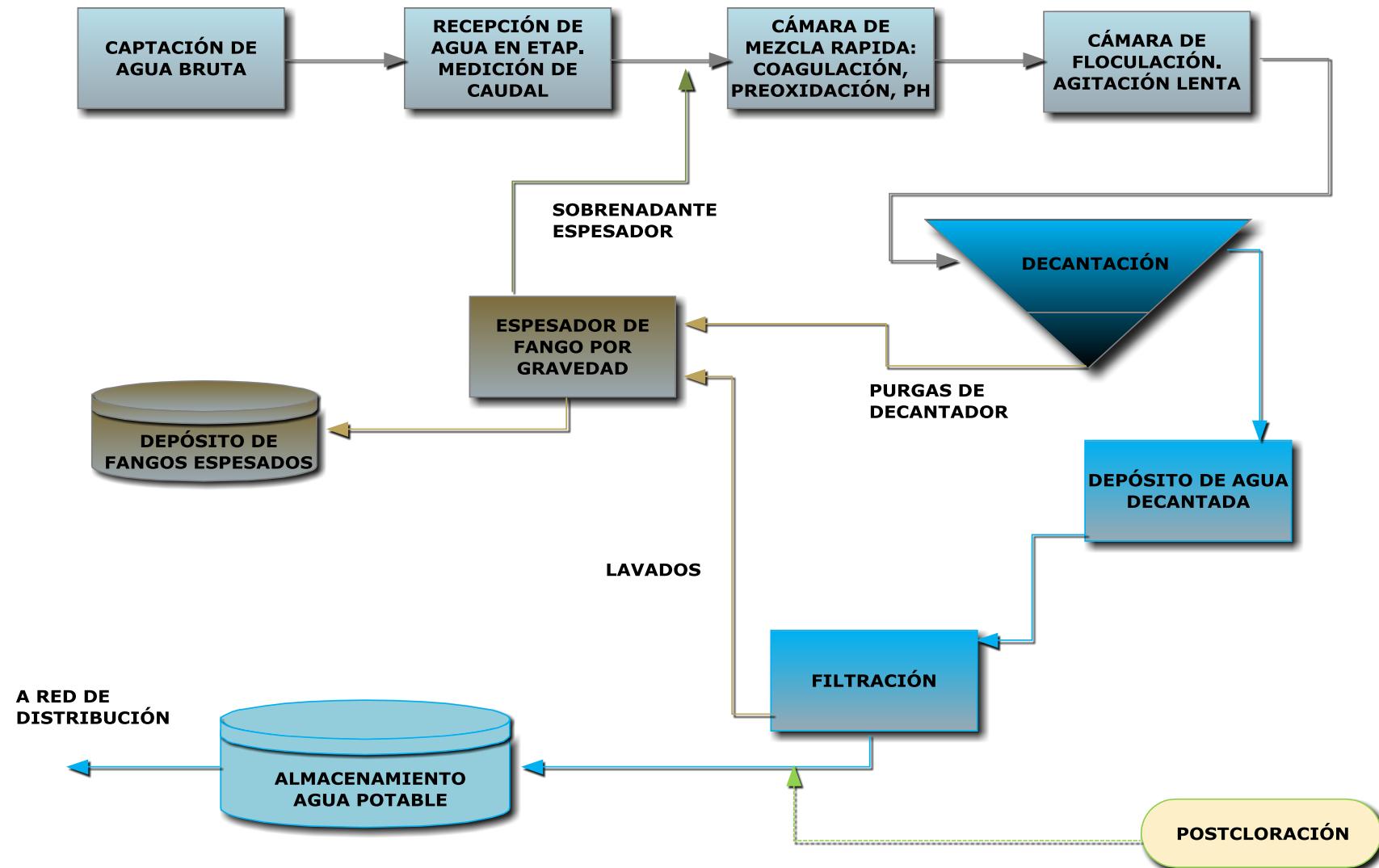
- Línea de agua:
  - Captación superficial desde la fuente de Rivera Grande.
  - Cámara de mezcla rápida: coagulación, ajuste de pH y precloración.
  - Incorporación del agua de lavado de filtros, flotantes del espesador y recirculación de fangos.
  - Cámara de floculación y adición de floculante.
  - Decantación lamelar.
  - Filtración.
  - Desinfección final mediante hipoclorito sódico.
  - Depósitos de agua tratada.

- Línea de fangos:
  - Purga de fangos del decantador lamelar.
  - Espesado de fangos por gravedad.
- Elementos auxiliares:
  - Instalación de agua y aire industrial.
  - Red de drenajes y vaciados.
- Reactivos:
  - Desinfección: Hipoclorito
  - Corrección con pH y neutralización del agua filtrada: Sosa Cáustica Líquida
  - Coagulante: Sulfato de Aluminio
  - Floculante: Almidón modificado

La planta funciona de manera automática. Un autómata programable se encarga del control, y un cuadro sinóptico muestra información detallada del estado de la instalación.

La instalación cuenta con la posibilidad de bypass, es decir, mediante válvulas de compuerta se da la posibilidad de elegir el tipo de tratamiento:

- 1<sup>a</sup> posibilidad: Tratamiento completo.
- 2<sup>a</sup> Posibilidad: Tratamiento de coagulación, floculación y decantación (sin filtración).
- 3<sup>a</sup> Posibilidad: Tratamiento de filtración.



### 6.3.1. LÍNEA DE AGUA DE LA E.T.A.P.

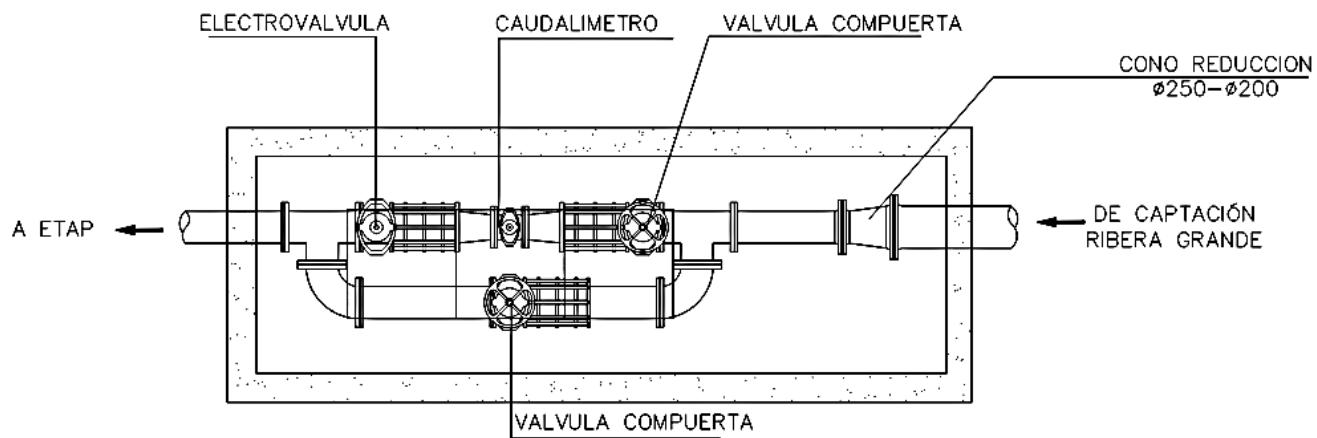
#### 6.3.1.1. RECEPCIÓN DE AGUA BRUTA Y MEDICIÓN DE CAUDAL

Como se ha descrito anteriormente, el agua bruta a tratar es conducida por medio de una tubería de PVC orientado de 250 mm de diámetro.

Ya en la E.T.A.P., y mediante una reducción, la conducción anterior deriva en una tubería de DN-200 mm. en el interior de una arqueta donde se encuentra un caudalímetro de tipo electromagnético de 150 mm. de diámetro.

En la figura 6.3 inferior se aprecia dicho caudalímetro con su correspondiente bypass.

En la arqueta del caudalímetro se instalan los equipos de instrumentación para la medida de la turbidez y de pH.



*Fig. 6.3. Arqueta de caudalímetro*

### **6.3.1.2. ARQUETA DE BYPASS EN ENTRADA DE LA E.T.A.P.**

A continuación de la anterior arqueta donde va instalado el caudalímetro, y previa a la entrada de la planta, se encuentra una arqueta de registro donde están ubicadas varias válvulas con las que es posible realizar un bypass completo de la E.T.A.P. ó de cada uno de los procesos de tratamiento.

Con ayuda del juego de válvulas es posible realizar dicho bypass total de la planta, el cual es regulado mediante una electroválvula de compuerta.

Para la realización de todos los procesos posibles y tratamiento completo del agua (coagulación, floculación, decantación y filtración), se debe cerrar la válvula de compuerta del depósito de agua de la decantación y mediante las bombas, impulsar el agua hacia los filtros, abriendo la compuerta de la tubería de salida de agua de los filtros en la arqueta de bypass.

Existe también la posibilidad de hacer un bypass de los filtros, realizando así únicamente los tratamientos de coagulación, floculación y decantación. En la salida del decantador lamelar se conduce directamente el agua hacia el depósito de agua tratada, abriendo la válvula de compuerta situada en el depósito de agua decantada. De esta manera se evita realizar la impulsión de agua hacia los filtros.

Por último, también es posible realizar solamente el tratamiento de filtración. Esto se consigue cerrando la compuerta de la tubería de entrada a la cámara de mezcla y abriendo la compuerta de la tubería de entrada hacia los filtros.

En la figura 6.4 se puede apreciar en detalle la disposición de la valvulería que compone esta arqueta de bypass.

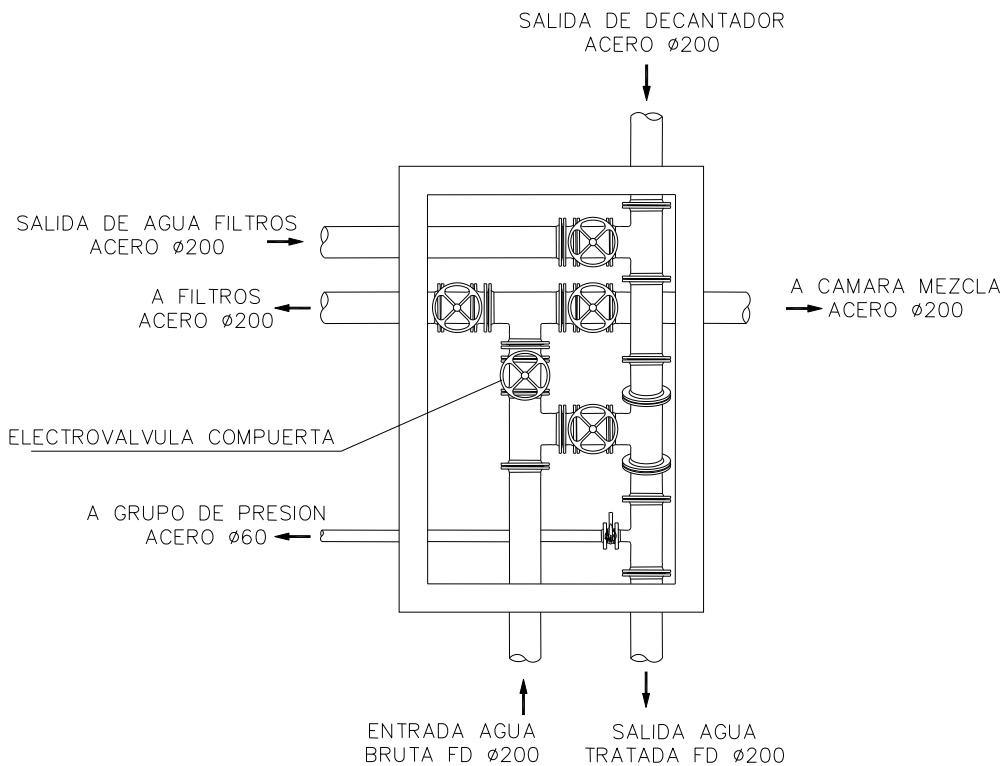


Fig. 6.4. Arqueta de bypass de E.T.A.P.

### 6.3.1.3. CÁMARA RÁPIDA DE MEZCLA

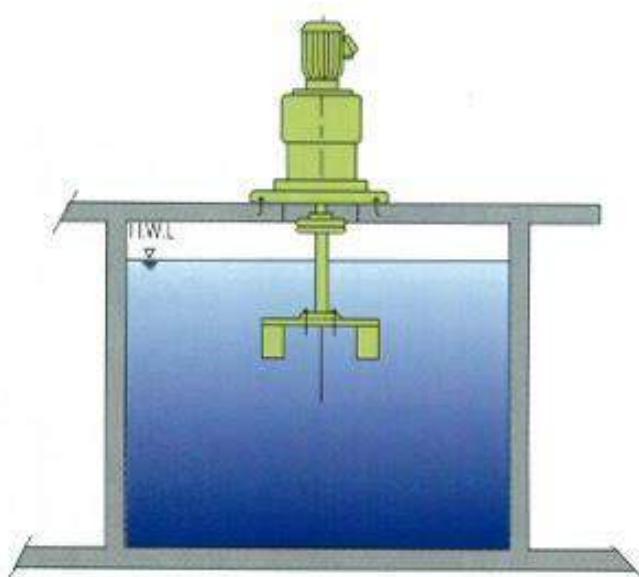
Para conseguir una mezcla homogénea de los reactivos con el agua bruta, es necesaria la existencia de una cámara de mezcla rápida dimensionada de acuerdo al caudal total de la planta potabilizadora.

Dicha cámara está equipada con un agitador dimensionado para alcanzar un gradiente de velocidad superior a  $800 \text{ s}^{-1}$ .

La cámara rápida de mezcla tiene como principal función la de la incorporación al agua bruta del coagulante, del hipoclorito para la preoxidación y los reactivos relacionados con el control de pH.

El dimensionamiento de la cámara de mezcla rápida se hace de forma que exista un tiempo de contacto mínimo de los reactivos con el agua de 30 segundos para el caudal de diseño de la planta de  $120,0 \text{ m}^3/\text{h}$ , siendo sus dimensiones en planta  $1 \text{ m.} \times 1 \text{ m.}$

El electroagitador rápido con eje y hélice en acero inoxidable está previsto para facilitar la mezcla de los reactivos de coagulación y preoxidación.



*Fig. 6.5. Ejemplo de cámara de mezcla con electroagitador*

A continuación se enumeran los parámetros de diseño de la cámara de mezcla:

- Unidades: 1
- Caudal de diseño  $120 \text{ m}^3/\text{h}$
- Tiempo de retención: 30 s.
- Dimensiones adoptadas:
  - Longitud: 1 m.
  - Ancho: 1,00 m.
  - Altura: 1,20 m.
- Volumen adoptado:  $1,20 \text{ m}^3$
- Tiempo de retención adoptado: 36 s.

Los reactivos que se añaden en la cámara de mezcla son los siguientes:

- Coagulante: Sulfato de aluminio
- Sosa cáustica (Hidróxido de sodio): Necesario para realizar un ajuste de pH para llevar el mismo al punto óptimo de coagulación.
- Hipoclorito sódico: Para realizar la preoxidación del agua bruta.

### I. PREOXIDACIÓN

En el agua bruta se introduce un agente químico oxidante cuya misión es reaccionar con la materia orgánica e inorgánica disuelta, susceptible de ser eliminada por oxidación.

En nuestro caso, consiste en la adición de cloro (hipoclorito sódico) de forma dosificada, antes de cualquier otro tratamiento químico en la estación depuradora.

Las ventajas de la adición de hipoclorito de sodio antes como tratamiento previo son:

- Reduce sabores y olores.
- Mejora los procesos de coagulación y filtración.
- Reduce el amoniaco en el agua.

Como posible inconveniente:

- Aumenta la producción de compuestos orgánicos halogenados, que son sustancias químicas orgánicas que contienen uno o varios átomos de un elemento halógeno (generalmente cloro), los cuales pueden ser muy persistentes en el medio ambiente.

Pueden ser sustancias simples y volátiles como es el caso del triclorometano (cloroformo), o moléculas orgánicas complejas como las dioxinas y los furanos, que pueden presentar gran variedad de propiedades físicas. La

exposición excesiva a estas sustancias químicas puede generar efectos adversos sobre la salud humana.

Un tratamiento de precloración casi siempre es recomendable para conseguir una mejor calidad de agua, más filtrable y cristalina. Esta precloración actúa por oxidación de los diferentes cuerpos contenidos en el agua:

- Los nitritos que se transforman en nitratos.
- Sobre el amoniaco, para dar cloraminas o destruirlas cuando se sobrepasa el punto crítico; cuando la dosis de amoniaco es excesiva, puede ser inaplicable este tratamiento, debido a que da lugar a dosis elevadas de oxidante residual y a fuertes gastos de explotación.
- Sobre los iones ferrosos y manganosos.
- Sobre los microorganismos (bacterias, algas, plancton) que pueden desarrollarse y provocar, por ejemplo, fermentaciones anaerobias.
- Materias húmicas (mezclas heterogéneas de moléculas de pequeño tamaño que se forman a partir de la transformación biológica de células muertas).

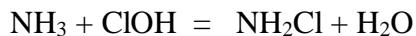
Se introduce oxidante necesario en mayor o menor cantidad en función de las características del agua a tratar.

Una precloración no reduce el color (salvo en el caso de que sea debido a materias húmicas). En precloración conviene adoptar una dosis de cloro ligeramente superior a la del punto crítico, siempre que esto sea posible y no dé lugar a unas dosis demasiado fuertes de cloro. Se consigue así, por una parte, la destrucción total de los gérmenes patógenos y, por otra, la eliminación máxima de las bacterias, de los gérmenes comunes, del plancton y de las cloraminas, obteniéndose también el menor sabor posible.

También es importante la precloración para la protección de las tuberías. Hay bacterias ferruginosas o sulfato-reductoras que pueden atacar al hierro de las tuberías metálicas, aumentando la concentración de hierro en el agua. El plancton puede desarrollarse en las tuberías llegando a producir obstrucciones reduciendo el caudal de la misma.

 **Efecto de la precloración en caso de contener amoniaco residual:**

La reacción que se produce en el agua con cloro por presencia de amoniaco es la siguiente:



Si se introducen en el agua dosis crecientes de cloro, y se determina, al cabo de una hora, el cloro total residual, se observa a veces, que este valor, en lugar de aumentar de forma regular, pasa por un máximo (M), después decrece, pasa por un mínimo y por último crece regularmente, según la curva de la figura 6.6.

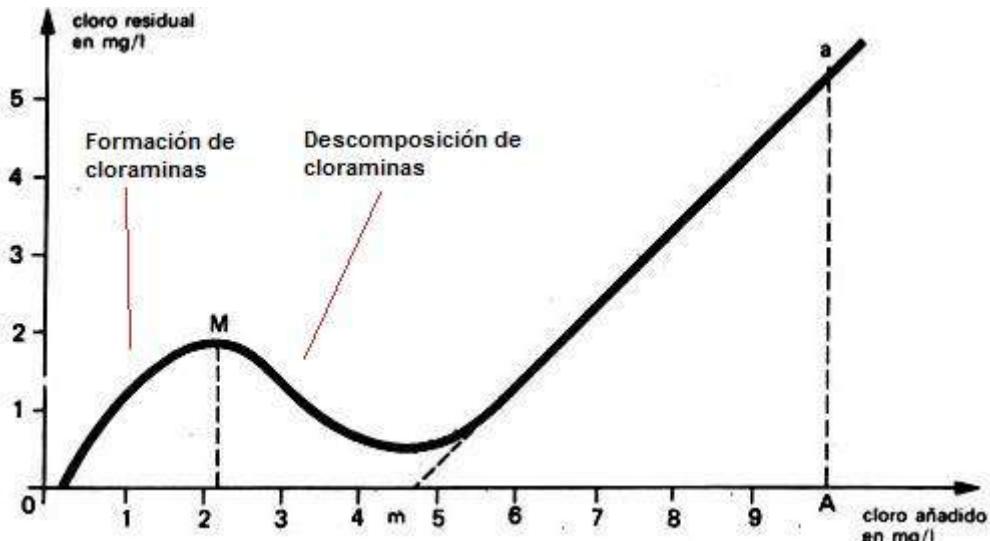


Fig. 6.6. Curva de progreso de cloro residual frente a cloro añadido

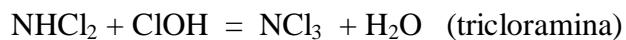
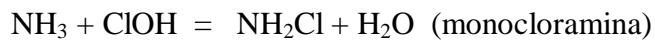
Esto se debe a que el cloro en una primera fase, se combina con las materias orgánicas del agua y con el amoníaco libre o combinado en forma de aminas, formando compuestos clorados (cloraminas), los cuales, en una segunda fase, se eliminan mediante un aumento de la dosis de cloro.

El punto crítico, o “break point”, es la dosis de cloro correspondiente al mínimo “m” de la curva para la cual solo queda en el agua cloro libre y trazas de cloraminas.

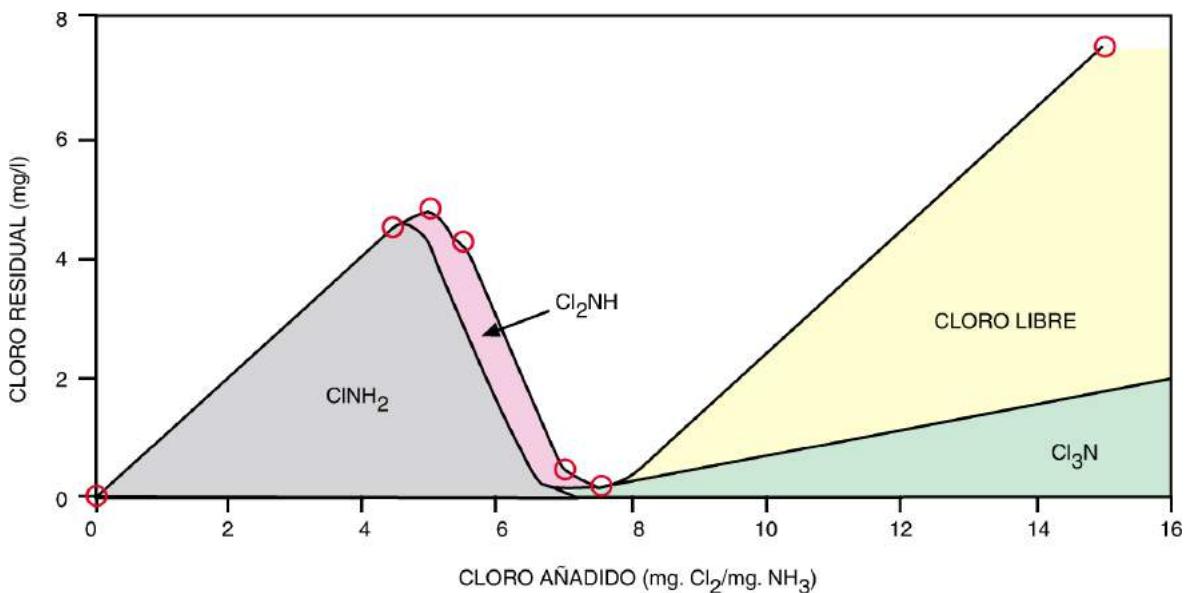
Como la causa de sabores desagradables son, sobre todo los compuestos de adición clorados, el punto crítico es la dosis de cloro, para la cual es menor el sabor y más completa la eliminación de color.

Hay que añadir y debe tenerse en cuenta que algunas aguas no presentan punto crítico.

Desde un punto de vista más detallado, dependiendo del pH del agua, la temperatura y la proporción de cloro y amoníaco, se forman distintos tipos de cloraminas:



En el gráfico de la siguiente figura 6.7, se representan las zonas de formación de las distintas cloraminas, expresando las concentraciones de cloro residual y cloro añadido en mg. por mg. de amonio.



*Fig. 6.7. Zonas de formación de las cloraminas*

Aun cuando el poder desinfectante de las cloraminas es menor que el del cloro libre, aproximadamente 25 veces menor que éste a igual tiempo de contacto, pH y temperatura, en cambio son más estables, con lo cual, el cloro residual combinado que se encuentre en un agua formando las cloraminas es más persistente, siendo este el motivo principal por el cual se las utiliza incorporando expresamente amoníaco al agua, sobre todo en conducciones largas y redes de distribución extensas, como fase final del proceso de tratamiento, después de haber estado un cierto tiempo de contacto del agua con cloro libre.

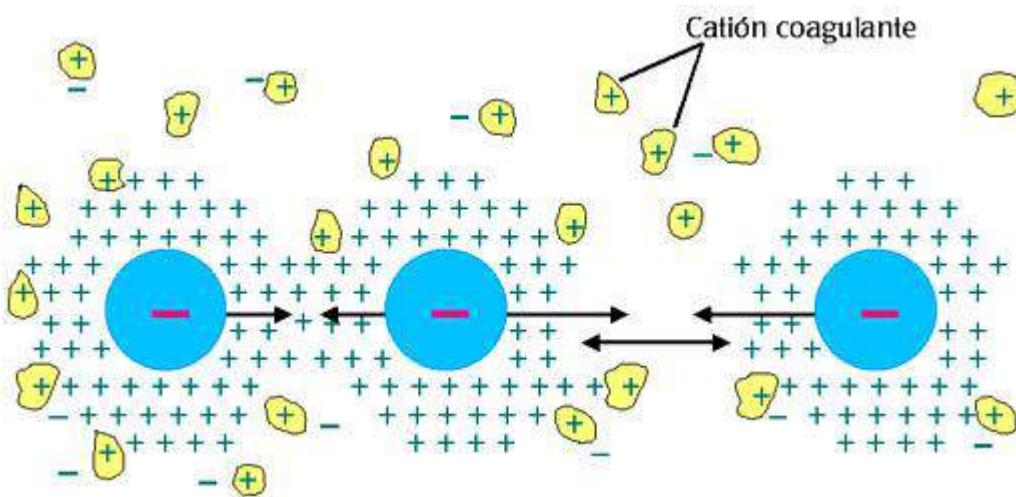
Posteriormente en el apartado de desinfección se verá el proceso químico que explica cómo actúa el cloro en la destrucción de materias orgánicas.

## **II. COAGULACIÓN**

Mediante la adición de reactivos (sales metálicas como el sulfato de alúmina) y procesos de agitación rápida y lenta, se consiguen agrupar partículas muy pequeñas cargadas eléctricamente (coloides) y que, por su pequeño tamaño y carga no

sedimentarían nunca, siendo responsables, en gran medida, del color y la turbiedad del agua.

El proceso se realiza neutralizando las cargas eléctricas que mantienen separadas a las partículas coloidales, con lo que éstas se agrupan aumentando de tamaño, se rompe el equilibrio y decantan al fondo por gravedad.



*Fig. 6.8. Neutralización coloidal*

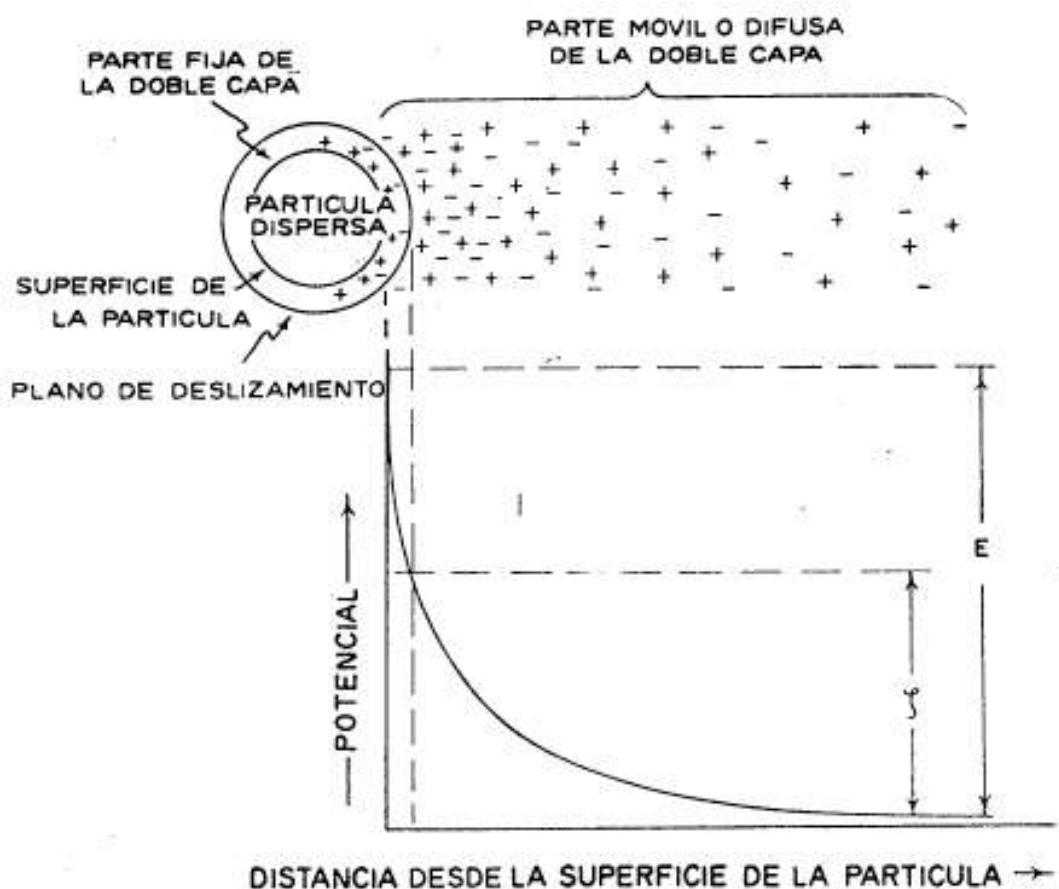
El proceso de coagulación consiste en el efecto que se produce cuando se añade un determinado producto químico a una dispersión coloidal, lo cual produce una desestabilización de las partículas debido a una disminución de las fuerzas que ayudan a que se mantengan separadas unas de otras. Esto se traduce en una tendencia de las partículas a coagularse, produciéndose por tanto formación de agregados y partículas sedimentables.

En otras palabras, las partículas en suspensión contenidas en el agua son retiradas de la fase líquida introduciendo un reactivo capaz de neutralizar la carga (generalmente electronegativa) de los coloides presentes en la misma. Como se comentaba antes, esto provoca una desestabilización, ya que al introducir una abundancia de iones de signo opuesto al de la partícula coloidal, se produce la formación de una doble capa eléctrica (capa fija y capa difusa) que produce un precipitado que se separa del agua.

El potencial Z es una medida de la fuerza de repulsión entre partículas coloidales. Marca la diferencia entre el potencial eléctrico de la capa de iones y la de líquido. Para coloides en fuentes de agua natural, con un pH entre 5 y 8, oscila entre -15 y -30 mV. Cuanto mayor es este potencial, mayor es la carga de la partícula.

A medida que disminuye el potencial Z las partículas pueden aproximarse aumentando la posibilidad de una colisión. Los coagulantes proporcionan cargas de signo contrario para eliminar ese potencial.

La coagulación se puede presentar a un potencial pequeño sin necesidad de neutralizarlo por completo. Si se añade demasiado coagulante las partículas se cargan ahora con el signo contrario y pueden volver a dispersarse.



*Fig. 6.9. Potencial Z y capas eléctricas en las partículas coaguladas*

■ Por tanto, teniendo en cuenta lo anterior, se pueden considerar dos mecanismos básicos en este proceso:

1. Neutralización de la carga del coloide: El electrolito al solubilizarse en agua libera iones positivos con la suficiente densidad de carga para atraer a las partículas coloidales (negativos) y neutralizar su carga.
2. Inmersión en un precipitado o flóculo de barrido: Los coagulantes forman en el agua ciertos productos de baja solubilidad que precipitan. Las partículas coloidales sirven como núcleo de precipitación quedando inmersas dentro del precipitado ó microflóculos.

Los coagulantes principalmente utilizados son sales de aluminio o de hierro, siendo el más utilizado en el agua el **sulfato de alúmina**, sal metálica que actúa sobre los coloides por medio del catión que neutraliza las cargas negativas antes de precipitar.

En algunos casos, pueden utilizarse igualmente productos de síntesis, tales como los polielectrolitos catiónicos, al cual se le llama así porque lleva cargas positivas que neutralizan directamente los coloides negativos.

Los polielectrolitos catiónicos se emplean generalmente junto con una sal metálica, en cuyo caso permiten una importante reducción de la dosis de dicha sal que habría sido preciso utilizar. Puede llegarse incluso a suprimir completamente la sal metálica; con lo que se consigue reducir notablemente el volumen de fango producido.

■ Los factores que influyen en el proceso de coagulación:

#### 1. pH .

EL pH es un factor crítico en el proceso de coagulación. Siempre hay un intervalo de pH en el que un coagulante específico trabaja mejor, que coincide con el mínimo de solubilidad de los iones metálicos del coagulante utilizado.

Siempre que sea posible, la coagulación se debe efectuar dentro de esta zona óptima de pH, ya que de lo contrario se podría dar un desperdicio de productos químicos y un descenso del rendimiento de la planta.

Si el pH del agua no fuera el adecuado, se puede modificar mediante el uso de ayudantes de la coagulación, entre los que se encuentran:

- Cal viva.
- Cal apagada.
- Carbonato sódico.
- Sosa Cáustica.
- Ácidos minerales.

## *2. Agitación rápida de la mezcla.*

En la coagulación, para obtener una dispersión uniforme del producto químico, y aumentar las oportunidades de contacto entre las partículas, una mezcla rápida es muy importante, ya que es necesario que la neutralización de los coloides sea total antes de que comience a formarse el flóculo o precipitado.

Este proceso se desarrolla en un espacio de tiempo muy corto (menos de un segundo), que inicialmente da lugar a la formación de partículas de tamaño sub-microscópico, por lo que se hace necesario aumentar el volumen, peso y cohesión de estos precipitados.

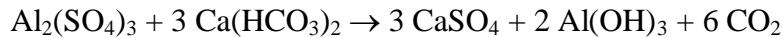
## *3. Tipo y cantidad de coagulante.*

Los coagulantes principalmente utilizados son las sales de aluminio y de hierro. En nuestro caso se utiliza el sulfato de alúmina, y las reacciones que se llevan a cabo son las siguientes:

***Sales de aluminio***

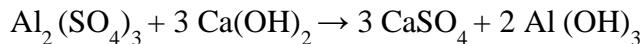
- *Sulfato de aluminio (también conocido como sulfato de alúmina) ( $Al_2(SO_4)_3$ ):*

Cuando se añade sulfato de alúmina al agua residual que contiene alcalinidad de carbonato ácido de calcio y magnesio, la reacción que tiene lugar es la siguiente:



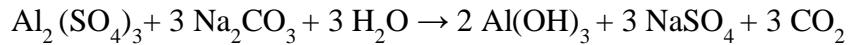
Dosis: en clarificación, 10 a 150 g/m<sup>3</sup> (expresada en producto comercial) según la calidad del agua bruta. El Rango de pH para la coagulación óptima: 5-7,5.

- *Sulfato de aluminio + cal:*

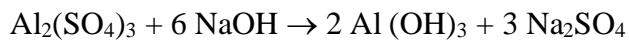


Dosis: en clarificación, se necesita, de cal  $Ca(OH)_2$ , un tercio de la dosis de sulfato de alúmina comercial  $Al_2(SO_4)_3$ .

- *Sulfato de aluminio + carbonato sódico:*



- *Sulfato de aluminio + sosa cáustica:*



Dosis: En clarificación, se necesita, de sosa cáustica  $NaOH$ , el 36 % de la dosis de sulfato de aluminio comercial  $Al_2(SO_4)_3$ .

### 6.3.1.4. CÁMARA DE FLOCULACIÓN

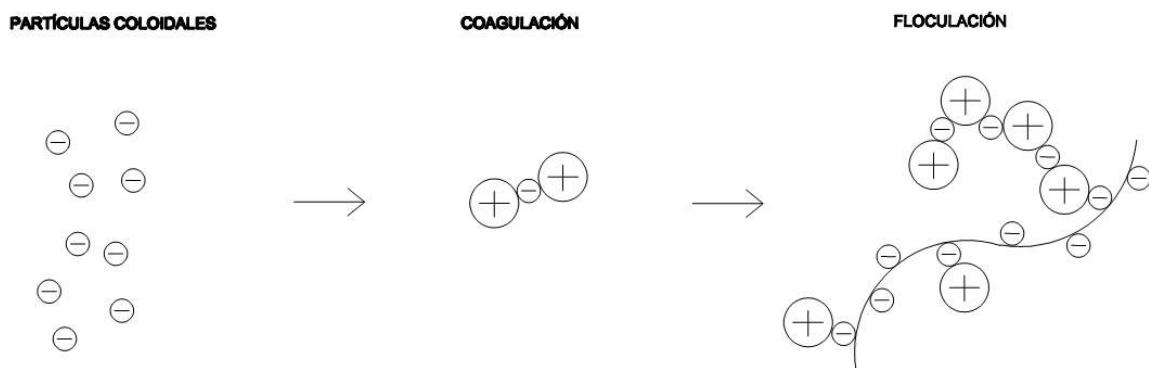
#### ***III. FLOCULACION***

Posteriormente, tras la adición de un coagulante, entra en juego la segunda fase de formación de partículas sedimentables, siempre a partir de partículas desestabilizadas de tamaño coloidal, la cual se conoce por "floculación".

En esta etapa, se le añade floculante al agua bruta, con el objetivo de aumentar el volumen y la cohesión del flóculo y facilitar de esta forma su sedimentación.

Como se explicaba antes, el coagulante introducido da lugar a la formación del flóculo, pero lo normal es que una vez realizada la coagulación de las partículas coloidales, estas tendrán una gran superficie en relación a su tamaño reducido, es decir, tienen poco peso, por lo que será complicada su sedimentación.

El objetivo es aumentar volumen, peso y sobre todo cohesión de las partículas coloidales mediante una agregación de partículas.



*Fig. 6.10. Coagulación-Floculación*

Por tanto, para favorecer un nuevo engrosamiento del flóculo, se adiciona un floculante, en nuestro caso **almidón modificado**, que favorece esta operación, recuperando los flóculos, apareciendo ahora más pesados y voluminosos, incrementándose la eficacia de las operaciones de sedimentación, clarificación y filtración.

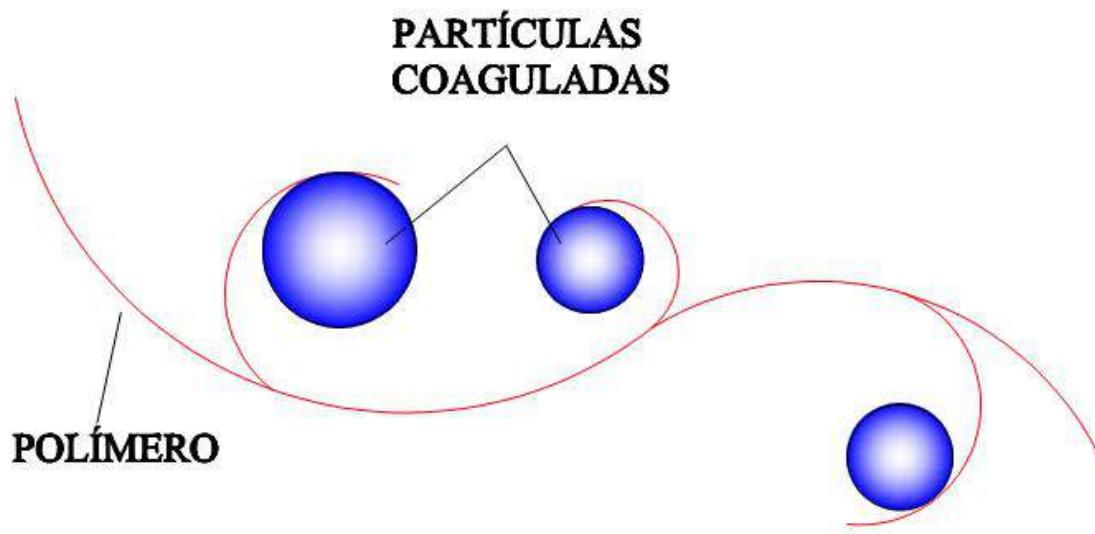
Para conseguir esta agregación de partículas, se hace obligado el transporte de estas unas hacia otras, para promover el contacto entre ellas, que les da oportunidad para aglomerarse.

La floculación es un proceso de mezcla lento, es decir, se realiza una agitación lenta para producir una mezcla suave para se produzca mayor número de colisiones o uniones entre partículas diminutas coaguladas, adquiriendo las partículas mayor tamaño y densidad.

Con este bajo gradiente de agitación, aparte de la aglutinación de las partículas previamente coaguladas, también se pretende impedir la rotura y disgregación de los flóculos ya formados. Los flóculos rotos son difíciles de retornar a su tamaño inicial.

Esta aglutinación mejora el proceso de decantación ya que consigue la formación de aglomerados de partículas con densidad mayor a la del agua.

Al revés que en la coagulación, donde la fuerza primaria es de tipo electrostático o interiónico, la floculación se debe a un mecanismo de formación de puentes químicos o enlaces físicos, o ligeramente iónicos.



*Fig. 6.11. Aglomeración de partículas coaguladas*

Para la realización del proceso de floculación se proyectan la ejecución de 2 cámaras de floculación mecánica (1 cámara por cada línea de decantación) con un tiempo de retención total de 20 min, dotadas de floculadores mecánicos diseñados para generar un gradiente de velocidad entre 20 y  $60\text{ s}^{-1}$ .

Los parámetros de diseño para las cámaras de floculación serán los siguientes:

- Unidades: 2
- Caudal de diseño  $120,00\text{ m}^3/\text{h}$
- Tiempo de retención: 20 min
- Volumen unitario requerido mínimo por cámara:  $20,00\text{ m}^3$
- Dimensiones adoptadas:
  - Longitud: 2,50 m
  - Ancho: 2,20 m
  - Altura: 3,70 m
- Volumen adoptado:  $2,35\text{ m}^3$
- Tiempo de retención adoptado: 20,35 min

A esta arqueta se incorporará únicamente un reactivo floculante: Almidón modificado.

### **6.3.1.5. DECANTADOR LAMELAR**

#### ***IV. DECANTACIÓN***

La misión de la decantación es eliminar partículas, ya sea por sedimentación o flotación, partículas que en el caso del tratamiento del agua pueden proceder de sustancias disueltas, que por la vía de la oxidación han pasado a insolubles (es el caso del hierro y manganeso disueltos, que por oxidación pasan a su estado oxidado insoluble) o por las propias partículas coloidales en suspensión existentes en el agua bruta, la mayoría de las cuales por coagulación-floculación han pasado a ser sedimentables. Otras sustancias

disueltas pueden quedar adheridas o adsorbidas por los coágulos-flóculos y son eliminadas de esta forma.

Siguiendo la ley de Stokes para la sedimentación, el tiempo necesario para la sedimentación de una partícula de arena de 1 mm. de diámetro, sería de 10 segundos, para una partícula de arena fina de 0,1 mm, sería de 2 minutos y para una partícula de arcilla de 10  $\mu\text{m}$ , el tiempo sería 2 horas. Para una bacteria ( $1\mu\text{m}$ ), el tiempo sería unos 8 días y para las partículas coloidales de tamaños entre 100 nm. y 1 nm, el tiempo en sedimentar estaría entre 2 y 200 años.

De ahí la necesidad de una agregación de las partículas de forma que aumente el tamaño y la velocidad de sedimentación, que es lo que se consigue con la coagulación-floculación.

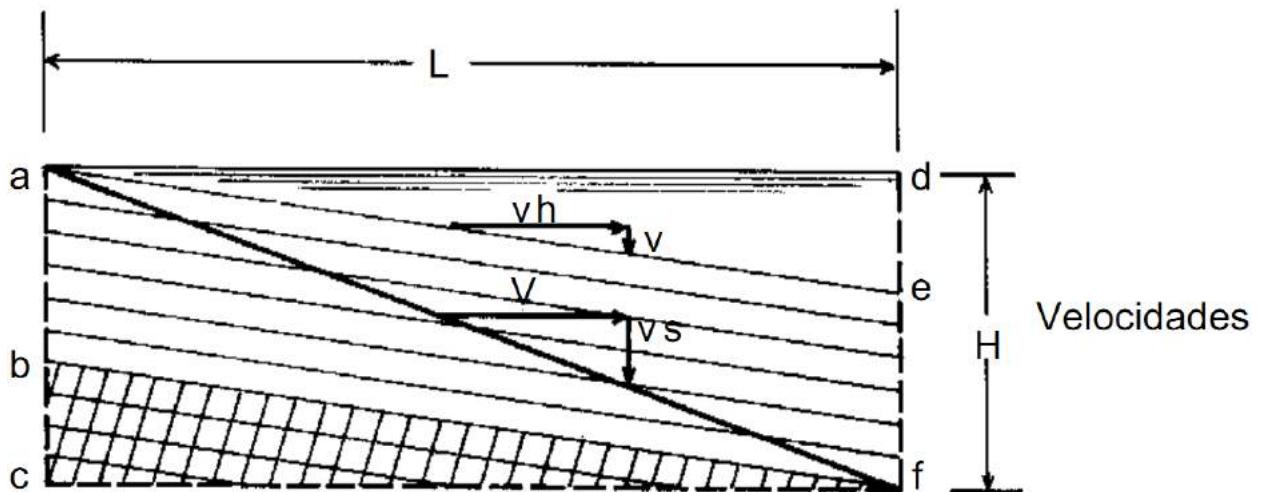
Una vez formados los flóculos por la agregación de las partículas coloidales en suspensión, hay que proceder a la separación de éstas. Esta separación, si no se está siguiendo el proceso de filtración directa, tiene lugar por sedimentación en los decantadores.

Las partículas en suspensión en un líquido en reposo están sometidas a dos fuerzas contrarias:

- El peso de la partícula
- Las fuerzas de arrastre que la desplazan en el líquido

#### Decantadores estáticos de flujo horizontal

En los decantadores estáticos, la masa líquida se traslada de un punto a otro con movimiento uniforme y velocidad  $V_H$  constante. Cualquier partícula que se encuentre en suspensión en el líquido en movimiento, se moverá según la resultante de dos velocidades componentes: la velocidad horizontal del líquido ( $V_H$ ) y su propia velocidad de sedimentación ( $V_S$ ). Véase la figura 6-12.



*Fig. 6.12. Flujo ascensional de agua y sedimentación de partículas en el decantador*

En un sedimentador ideal de forma rectangular y con flujo horizontal, la resultante será una línea recta. Asimismo, otras partículas discretas se moverán en lugares geométricos paralelos.

Estableciendo semejanzas entre los triángulos formados por las velocidades y las dimensiones del decantador, donde (L) es la longitud y (H) la altura, se obtiene:

$$\frac{V_H}{V_S} = \frac{L}{H}$$

Como la partícula tiene movimiento uniforme:

$$V_S = \frac{H}{T_0}$$

Si  $T_0$  es el tiempo de retención:

$$T_0 = \frac{V}{Q}$$

Donde V es el volumen de la unidad.

Se obtiene:

$$\frac{V_H}{V_S} = \frac{L}{H}$$

$$V_S = \frac{H}{V/Q} = \frac{Q}{V/H} = \frac{Q}{A_S}$$

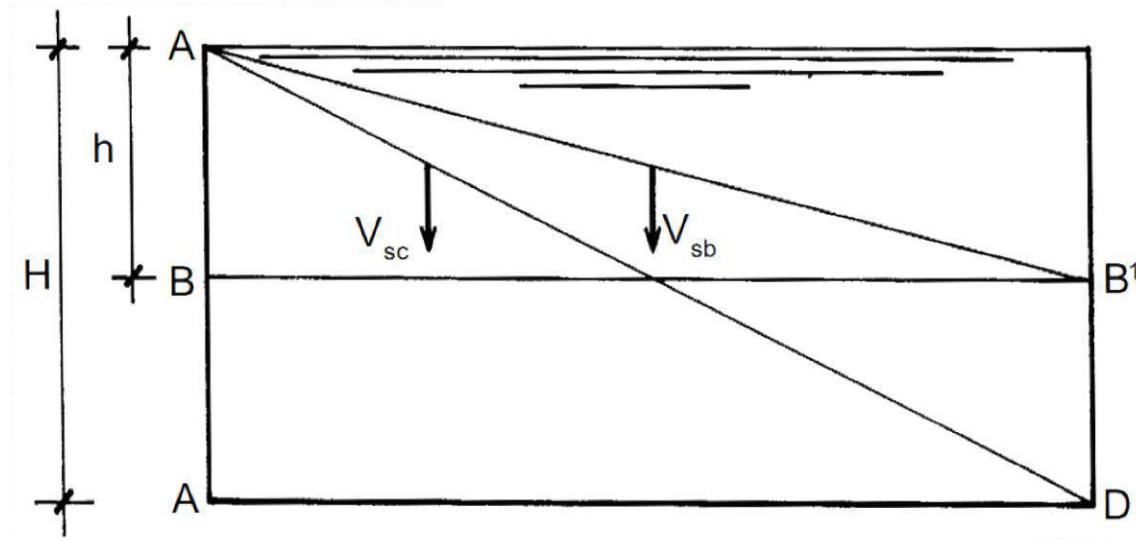
Es decir, en un decantador rectangular, de profundidad H, una partícula en suspensión, que se encuentre en la superficie en el momento de su entrada en el depósito, sedimentará con una velocidad de caída constante  $V_S$  y alcanzará el fondo del decantador al cabo de un tiempo:

$$t = \frac{H}{V_S}$$

### Decantadores laminares

#### i. Teoría de la sedimentación laminar

Como se ha visto en el apartado anterior, la eficiencia de los decantadores clásicos de flujo horizontal depende, principalmente, del área (altura). Sin embargo, si se introduce un piso intermedio a una altura (h) a partir de la superficie, las partículas con una velocidad de sedimentación  $V_{Sb} < V_{Sc}$  serían removidas, como lo demuestra la figura inferior (fig. 6.13), cosa que antes no ocurría.



*Fig. 6.13. Efecto de introducción de superficies intermedias en decantadores convencionales*

La idea fundamental es que la carga superficial del decantador en caída libre no depende de su altura. Veamos la explicación de esto:

La eficiencia de un decantador convencional de flujo horizontal depende de la carga superficial, dada por:

$$q = V_s = \frac{Q}{A}$$

Estando también la velocidad de sedimentación ( $V_s$ ) determinada por esta carga superficial ( $q$ ).

Si la eficiencia de un sedimentador no depende de su profundidad, podríamos tener “n” compartimentos de poca profundidad, obteniendo un sedimentador “n” veces más pequeño, en el cual la velocidad de sedimentación será la misma ( $V_s$ ), pero la carga superficial aparente ( $q$ ) será teóricamente “n” veces mayor.

Si de forma adicional se regula la velocidad disminuyendo la separación de los compartimentos hasta obtener un número de Reynolds inferior a 200, se obtendrá un flujo laminar con una mejora significativa en la eficiencia del proceso.

Se puede admitir, por tanto, que la capacidad de clarificación del decantador aumenta con la duplicación del área horizontal (fig. 6.14).

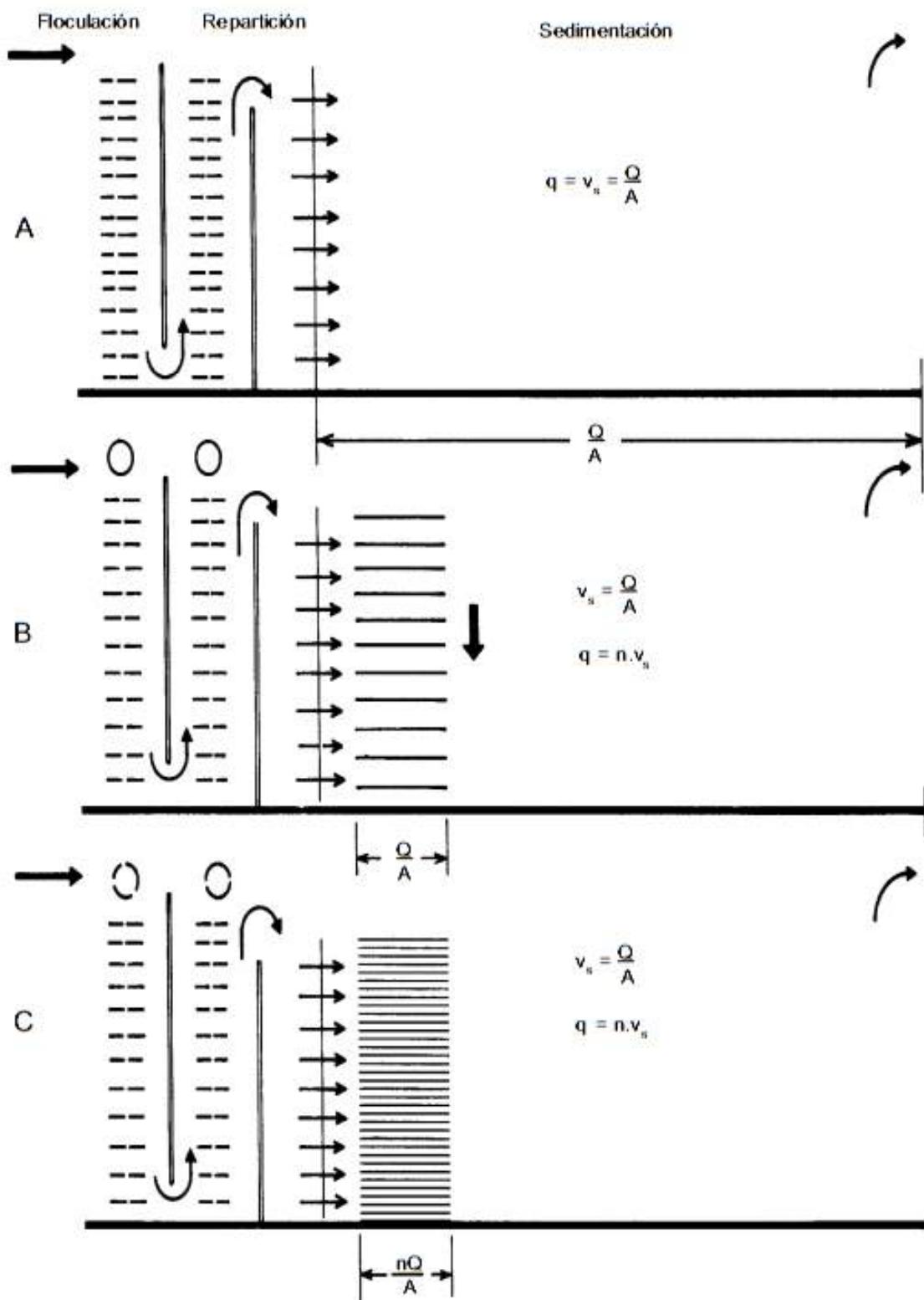


Fig. 6.14. Incremento de la capacidad de sedimentación al aumentar el área superficial

Se considera que tres son los efectos que favorecen la remoción de las partículas en este tipo de unidades:

- Aumento del área de sedimentación.
- Disminución de la altura de caída de la partícula.
- Régimen de flujo laminar.

*ii. Trayectoria de una partícula en placas paralelas inclinadas.*

Una reducción de espacio adicional se adquiere al disminuir la separación entre las placas para solo dejar espacio a que el acumulamiento de sólidos permita la sedimentación y no provoque taponamientos.

Inclinando las placas lo suficiente para que sea el autolavado,  $45^\circ$  para partículas pesadas y  $60^\circ$  para partículas ligeras, se reduce el área horizontal proyectada por el factor equivalente al coseno del ángulo.

El siguiente diagrama compara gráficamente los requerimientos de área de sedimentación de un clarificador convencional, contra los requerimientos de un clarificador de placas inclinadas. (fig. 6.15).

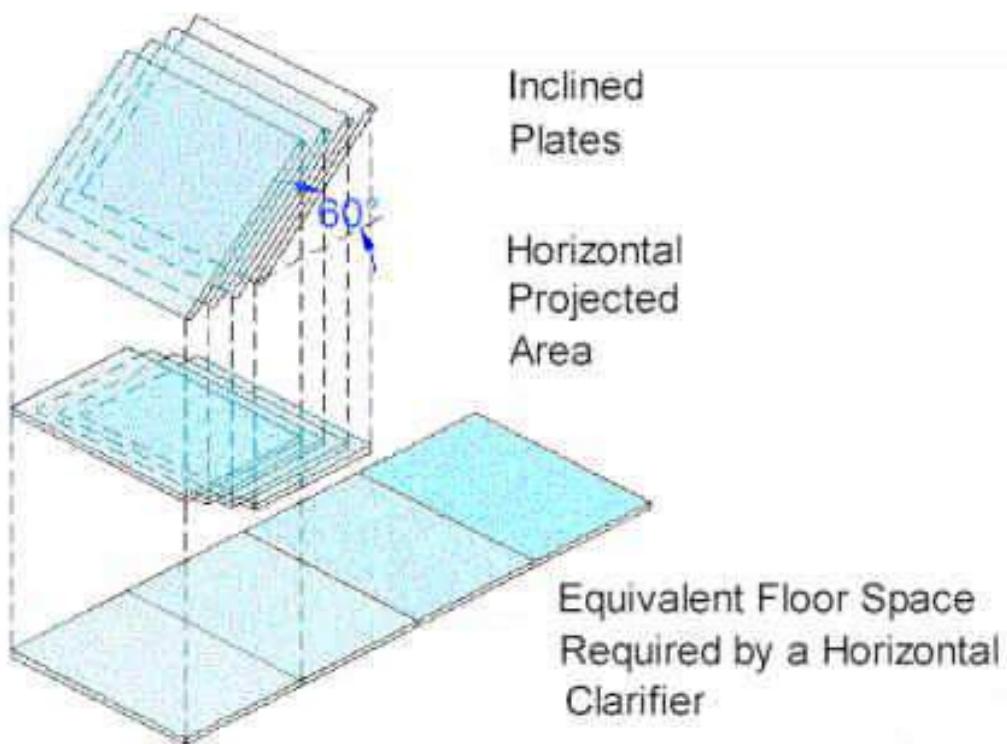


Fig. 6.15. Equivalencia superficial entre decantador de placas horizontales e inclinadas.

Como se puede observar en la figura siguiente (fig. 6.16), cuando una partícula asciende con una velocidad media  $V_0$ , arrastrada por el flujo entre dos placas paralelas que forman un ángulo  $\theta$  con la horizontal, la velocidad resultante que determina la trayectoria de la partícula puede descomponerse en dos componentes:  $V_x$  y  $V_y$ .

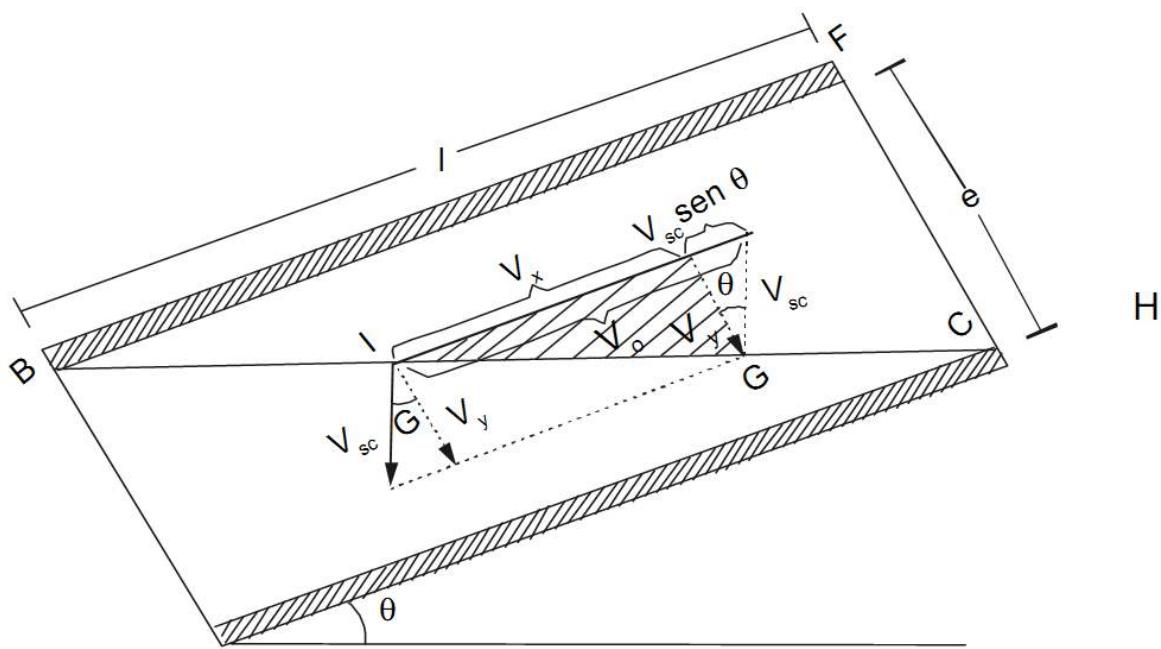


Fig. 6.16. Trayectoria de una partícula en placas paralelas inclinadas

Consideremos los triángulos FBC y HIG:

$$\frac{e}{V_y} = \frac{I}{V_x}$$

De donde:

$$V_x = \frac{I}{e} \cdot V_y$$

Considerando la longitud relativa:

$$L = \frac{I}{e}$$

Y sustituyendo en la anterior, se obtiene:

$$L \cdot V_y = V_x$$

Las velocidades componentes de  $Vs_c$  según los ejes X e Y son:

$$V_y = Vs_c \cdot \cos \theta$$

$$V_x = V_0 - Vs_c \cdot \sin \theta$$

Reemplazando los valores  $V_x$  y  $V_y$  en la ecuación superior, se obtiene:

$$L \cdot (Vs_c \cdot \cos \theta) = V_0 - Vs_c \cdot \sin \theta$$

Despejando  $Vs_c$  se obtiene:

$$Vs_c = \frac{V_0}{\sin \theta + L \cdot \cos \theta}$$

Yao establece:

$$S = \frac{Vs_c}{V_0} \cdot (\sin \theta + L \cdot \cos \theta)$$

$$Vs_c = \frac{S \cdot V_0}{(\sin \theta + L \cdot \cos \theta)}$$

El parámetro S caracteriza la eficiencia del sedimentador y su valor crítico  $S_c$  para el caso de placas planas paralelas es 1. Cualquier partícula suspendida con  $S > 1$  será teóricamente removida.

Los valores del parámetro S según el tipo de módulo son:

TIPO DE MÓDULO	S
Placas planas paralelas	1
Tubos circulares	4/3
Tubos cuadrados	11/8
Placas onduladas paralelas	1,3
Otras formas tubulares	1,33 – 1,42

*Fig. 6.17. Parámetro “S” según tipo de módulo*

El valor de  $Vs_c$  en las expresiones anteriores representa la velocidad de caída de la partícula crítica, equivalente a la que habría en un sedimentador convencional de flujo horizontal teóricamente de igual eficiencia.

Esto significa que si en un decantador convencional la carga superficial es  $Vs_c = Q/A$ , en uno de flujo inclinado, para obtener la misma eficiencia teórica, la relación sería igual a:

$$Vs_c = \frac{Q}{A_0 \cdot f} = \frac{Q}{A}$$

donde:

$$f = \sin \theta + L \cdot \cos \theta, \text{ factor de area}$$

$A_0$  = Área superficial perpendicular a las placas

$A$  = Área superficial horizontal del decantador convencional.

En nuestro caso, la decantación se realiza en un decantador equipado de módulos lamelares (múltiples tubos independientes de longitud definida, los cuales forman zonas de flujo laminar ideales para desarrollar la decantación de las partículas), que aceleran la separación de los flóculos.

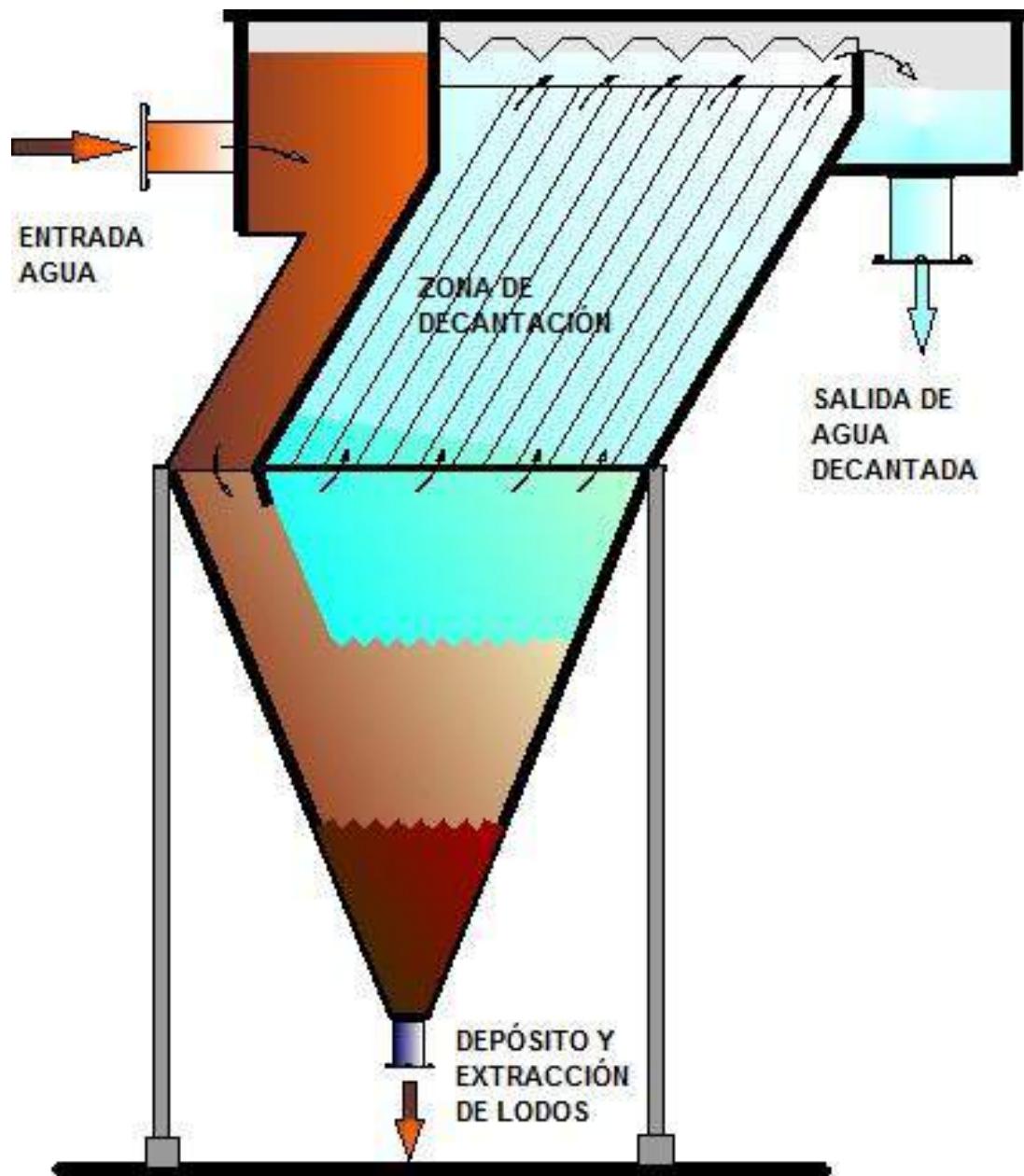


Fig. 6.18 Partes de decantador lamelar

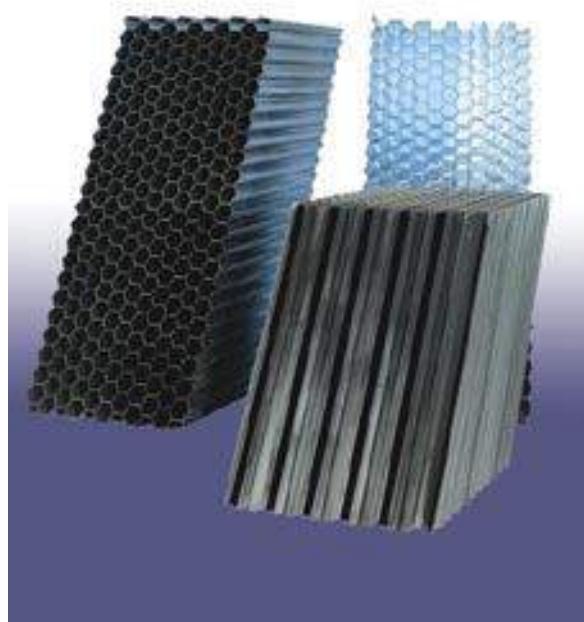
Las diferentes zonas que componen un decantador lamelar son:

- Zona de entrada: El paso del agua entre la zona de floculación y la zona de decantación es asegurada por una cámara de tranquilización, situada bajo los módulos lamelares.
- Zona de decantación. En la cámara de decantación se ubican los paquetes lamelares compuesto por varias placas ó tubos situadas en paralelo y con una inclinación de 60° que permita aumentar la superficie efectiva de decantación de los sólidos en suspensión.
- Zona de salida: Es en esta cámara donde llega el agua ya limpia y clarificada, para ser directamente evacuada. El agua decantada es almacenada en un depósito anexo al decantador y bombeada a la zona de filtración.
- Zona de depósito y extracción de lodos: Del fondo del decantador, las partículas sedimentadas son extraídas en forma de fango, para su posterior tratamiento.

Al paso del vertido entre las placas se produce la separación de los sólidos que resbalan por la pendiente de las lamelas hacia el fondo del decantador mientras que el agua limpia sigue una trayectoria ascendente hacia la superficie superior del decantador.

El sistema lamelar permite que la distancia que una partícula tiene que recorrer hasta que decanta sea menor que en un decantador convencional aumentando la capacidad de clarificación.

Las lamelas suelen tener superficies trasversales sencillas (forma cuadrada, hexagonal, octogonal, tipo chevron, etc.) con inclinación de 60°.



*Fig. 6.19. Módulos lamelares*

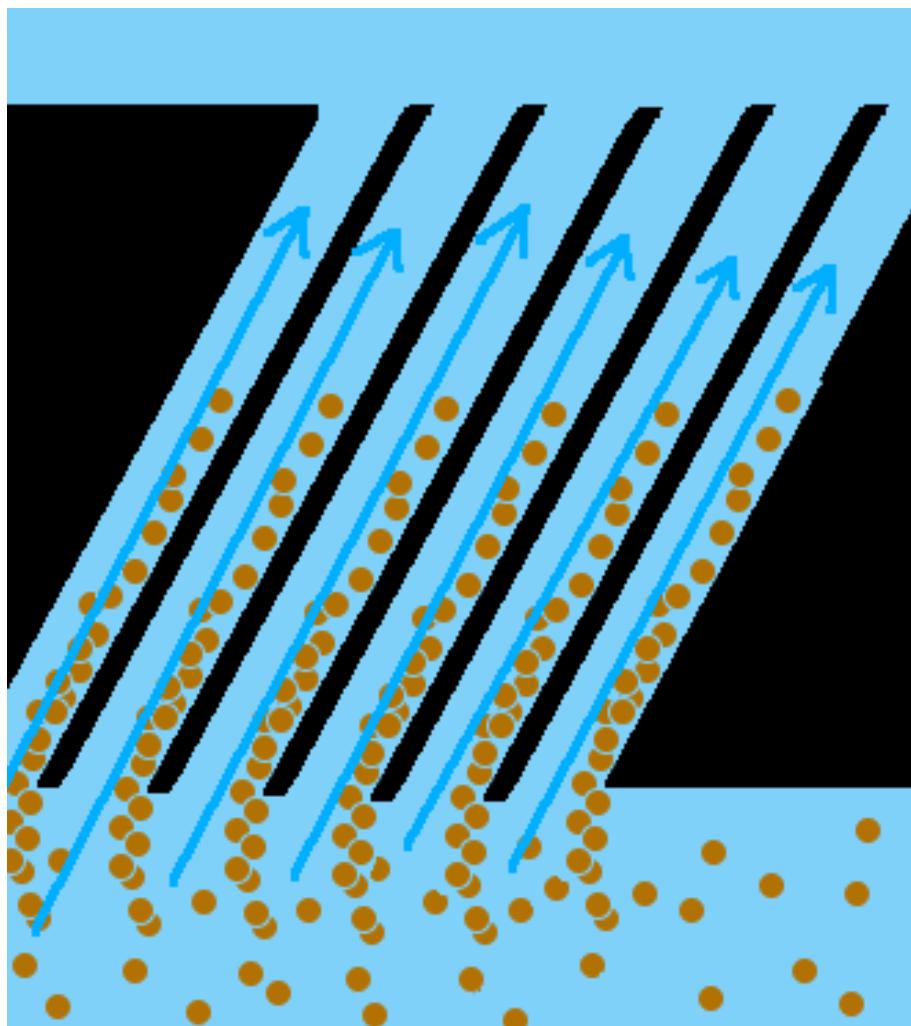
El agua a tratar entra, a una velocidad predeterminada, por la parte inferior de los tubos ascendiendo, a través de ellos, hasta la parte superior de la lamela.

El flujo del agua a través de los tubos lamelares debe mantener una ausencia total de turbulencias lo que facilita la sedimentación de las partículas sólidas. Además en el transcurso de dicho recorrido muchas pequeñas partículas se agrupan formando otras de mayor tamaño y peso y, por lo tanto, de más fácil sedimentación. Para conseguir reducir al máximo los flujos turbulentos los conductos han de ser lo más regulares y lisos como sea posible.

Es decir, en el diseño y dimensionamiento de un decantador lamelar, se trata de crear una situación que permita conseguir un flujo laminar de la mayor continuidad posible.

Resumiendo, el agua circula a baja velocidad en los decantadores donde, por la acción

de la gravedad, se depositan en el fondo las partículas y las agrupaciones de coloides formadas en el proceso anterior de coagulación - floculación.



*Fig. 6.20. Flujo ascensional de agua y sedimentación de partículas en el decantador*

Particularizando para la E.T.A.P. en cuestión, y conseguir la mayor calidad posible del agua a tratar, se ha considerado que las líneas de tratamiento de la ETAP estén dotadas con un decantador lamelar de velocidad ascensional muy baja.

Los dos decantadores proyectados cuentan con cubetas de recogida de fangos y válvulas de purga automáticas. También están equipados con bombas de recirculación que

conducen los fangos hasta las cámaras de floculación, con el fin de aumentar el rendimiento de la planta en periodos de turbidez reducida en el agua a tratar, y reducir de esta forma el consumo de reactivos.

El agua entrará por una tubería rectangular de sección decreciente, con orificios en la parte inferior, dimensionada de modo que la velocidad de salida del agua por los orificios sea constante, y de un valor de 0,15 m/s.

Como se ha visto anteriormente, la solución idónea para la decantación de materias suspendidas es la decantación lamelar, que crea en la proyección de los tubos a 60° equivalencias de superficie del orden de 8,33 veces el área ocupada por  $m^3$  de equipo instalado. Estos desarrollos son específicos de la optimización que el fabricante realiza, atendiendo en este caso también a los contenidos en sólidos del agua a decantar.

Se proyectan dos decantadores lamelares con los siguientes parámetros de diseño:

- Nº unidades: 2
- Caudal de diseño  $120,00 \text{ m}^3/\text{h}$
- Parámetros:
  - Velocidad ascensional equivalente:  $0,55 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$
  - Ángulo de inclinación:  $60^\circ$
  - Número de Reynolds máximo 200,0
- Dimensiones de la zona de lamelas:
  - Longitud total del decantador 6,00 m.
  - Ancho: 2,20 m
  - Altura hidráulica: 3,50 m.
  - Superficie necesaria:  $219,83 \text{ m}^2$ .
  - Superficie adoptada:  $219,83 \text{ m}^2$ .
  - Volumen adoptado:  $219,83 \text{ m}^3$ .
  - Coeficiente real de decantación:  $8,33 \text{ m}^2/\text{m}^3$ .

- Características de los módulos:
  - Dimensiones:

■ Ancho:	720 mm
■ Longitud:	900 mm
■ Altura:	1.000 mm
  - Número de placas por decantador: 2.106 Ud.
  - Número de placas por módulo: 117 Ud.
  - Número de módulos por decantador: 18 Ud.
  - Dimensiones de cada placa:

■ Longitud:	1,15 m
■ Altura:	1,00 m
■ Superficie por placa	5.543 mm <sup>2</sup>
■ Radio hidráulico de placa	20 mm
■ Separación de placas	80 mm

Las corrientes contrapuestas del agua clarificada ascendiendo y los lodos descendiendo concentrados por el mismo tubo, requieren un estudio concreto de la separación necesaria, en este caso perfectamente contrastado, y respetar además determinadas condiciones de velocidad real a través de los tubos.

Es muy importante que al estar concebido el sistema necesariamente con numerosas paredes inclinadas, estas sean de al menos 60° respecto a la horizontal. De esta manera se evita la acumulación de lodos en determinadas zonas, que disminuiría significativamente el óptimo rendimiento del sistema.

Para el reparto y flujo del fango a través de la unidad se prevén conceptos sencillos a baja velocidad, evitando conducciones extrañas, tubos perforados, quiebros, o cualquier solución de dudosa efectividad.

La primera zona de las que se divide la operación de decantación lamelar tiene varias funciones. La primera es distribuir el caudal equitativamente a lo largo de toda la unidad, consiguiendo ya muy bajas velocidades.

En esta zona también se concentran y recogen los posibles flotantes que se puedan formar en un primer momento, y de esta manera no existe el peligro que pueda afectar al buen funcionamiento de la separación en las siguientes zonas, sumergiéndose en el momento oportuno, cuando recuperen el peso.

La zona inferior, previa al cambio de sentido de flujo de entrada a los paquetes lamelares, sirve para una sedimentación previa y para recoger la totalidad de los fangos. En el fondo de toda la unidad se van recogiendo los lodos, acumulándose en dos pocetas por línea.

En estas pocetas se realiza la concentración de los lodos, los cuales son succionados por presión hidrostática por tuberías dotadas de válvula de purga automática. Al disponer de una válvula automática por cada una de las pocetas, se podrán controlar independientemente el tiempo de purga necesario, de tal forma que tras un estudio de concentraciones por tiempo de purga, se podrá optimizar al máximo el espesamiento de los lodos y el buen funcionamiento en general de la separación.

Cada colector dispondrá de la válvula mencionada, otras dos de corte en ambos lados de esta para el mantenimiento y las correspondientes tomas para purga de aire, toma muestras y limpieza con agua de servicio. También se dotará a cada poceta con su correspondiente vaciado.

La siguiente zona es donde el agua y los sólidos se separan con eficiencia a través de los paquetes lamelares, de estructura especial octogonal con dimensiones para aguas cargadas.

Las necesidades de reparto y velocidad uniforme a lo largo de todo el sistema lamelar se consiguen por medio de dos sistemas. La zona previa descrita, donde se generan bajas velocidades de circulación y por la zona posterior de vertedero de salida.

El cuidadoso estudio de alturas y la sectorización de cada área de vertido permiten un flujo uniforme y equitativo en cualquier punto de decantación.

El agua recogida en las canaletas por encima de la zona lamelar, se vierte a su vez a un canal longitudinal común a las dos líneas, el cual vierte directamente al depósito de agua clarificada. Desde este se bombeará a la instalación de filtración.

La zona lamelar se equipa con lamelas de material plástico, tipo tubo de sección hexagonal con una longitud de tubo de 1.150 mm. Estas filas de módulos son autoportantes y se apoyan en vigas metálicas transversales respecto a la longitud del decantador, lo que favorecen la extracción de los módulos, dado su poco peso y a que no están fijados por su parte superior.

El ángulo de colocación de las placas es de 60° para asegurar los menores atascos posibles entre placas, sin disminuir excesivamente la superficie proyectada, con una separación media o anchura de hueco de 80 mm

Se trata pues de "tubos" integrados en módulos de dimensiones en planta y peso tales que permiten un mantenimiento sencillo.

El sistema de purga se dirige por gravedad hacia un depósito de recogida de fangos. Desde este depósito se bombeará al tratamiento de fangos.

Las purgas se distribuyen en dos 2 filas de pocetas en cada decantador. Cada purga requiere una válvula de manguito actuada neumáticamente, que conjuntamente con la más cercana (en su columna) realiza una apertura conforme a la consigna indicada por el explotador.

Finalmente, las características propias del decantador lamelar definirán la secuencia de purgas más adecuada.

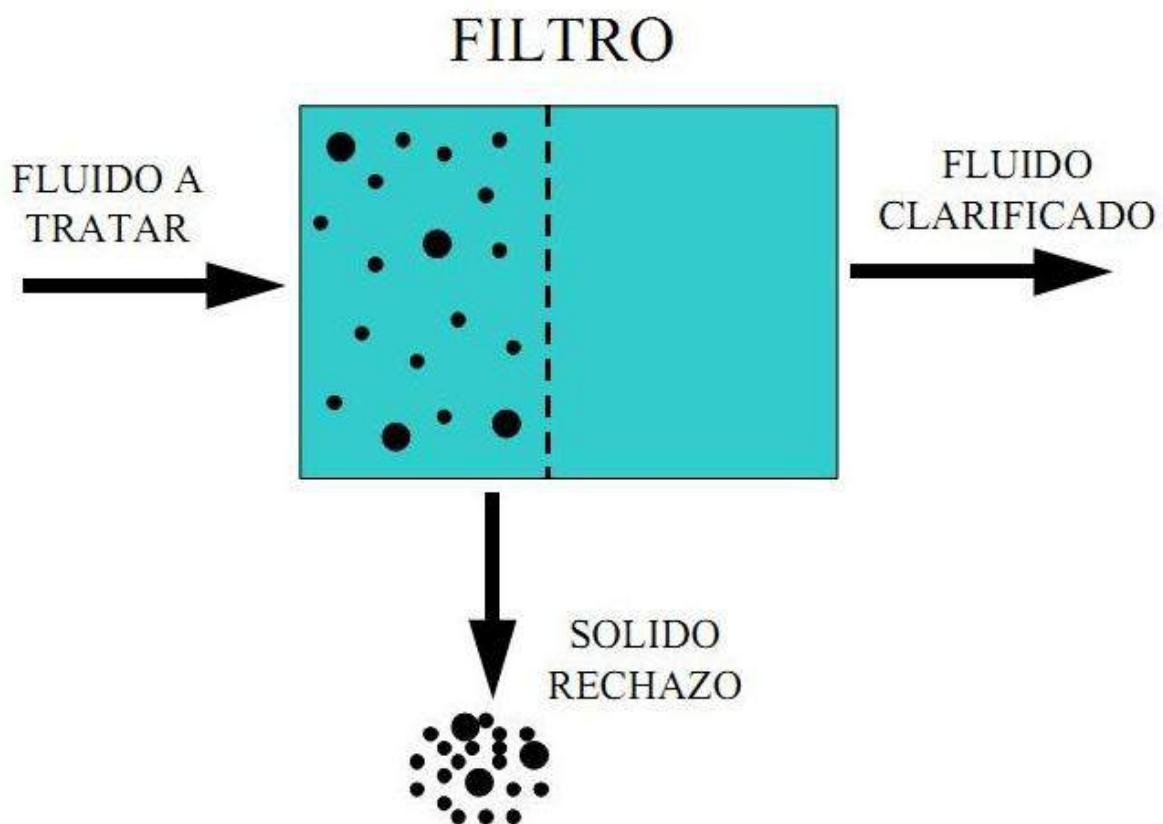
Existirá un punto de vaciado en cada decantador que permita realizar esta operación en 12 horas.

El agua decantada recogida por las canaletas con las entalladuras triangulares se recoge en el canal de salida común a ambas líneas de decantación y se vierte directamente de éste al depósito de almacenamiento de agua decantada y alimentación a filtros.

#### **6.3.1.6. FILTRACIÓN DE LAVADO EN CONTINUO**

Un filtro es un dispositivo que separa una sustancia de otra. La filtración es, por tanto, un proceso de separación física.

La filtración de lecho filtrante (filtración con minerales) es un proceso de retención de partículas en el cual se separa la materia sólida del líquido como consecuencia de fenómenos diversos. De esta forma obtenemos un efluente libre de sólidos y otro con gran concentración de partículas (figura 6.21).



*Fig. 6.21. Filtro. Principio de funcionamiento.*

El sistema de filtración previsto para la ETAP de Cidade Velha, estará integrado por dos líneas compuesta cada una por una unidad un filtro abierto de lavado en continuo.

El sistema de filtrado con sistema de lavado ininterrumpido, simultáneo al filtrado, constituye toda una innovación respecto a los sistemas convencionales. Estos sistemas convencionales funcionan de forma discontinua con un descenso progresivo en su rendimiento en cuanto a caudal y calidad del agua filtrada, hasta llegar al punto en que su lavado se hace necesario y es preciso detener el proceso para acondicionar el lecho filtrante.

## V. FILTRACIÓN

### Fundamento del proceso

El filtro de lavado en continuo se fundamenta en dos procesos físicos básicos simultáneos, filtración y lavado de arena. El hecho de ser simultáneos, al mismo tiempo que dependientes, es el factor más diferencial respecto a los filtros convencionales en los que no se admite simultaneidad entre ellos.

El sistema de filtrado se compone de dos procesos básicos (fig. 6.22):

- Proceso de filtrado: Se basa en un lecho de arena dinámico con dos flujos a contracorriente, en el cual se intercambian los sólidos en suspensión que contiene el agua de entrada al filtro con la arena.
- Proceso de lavado: Se fundamenta en un medio fluidificado, con dos flujos a contracorriente, en el cual se intercambia los sólidos suspendidos en la arena al agua de lavado.

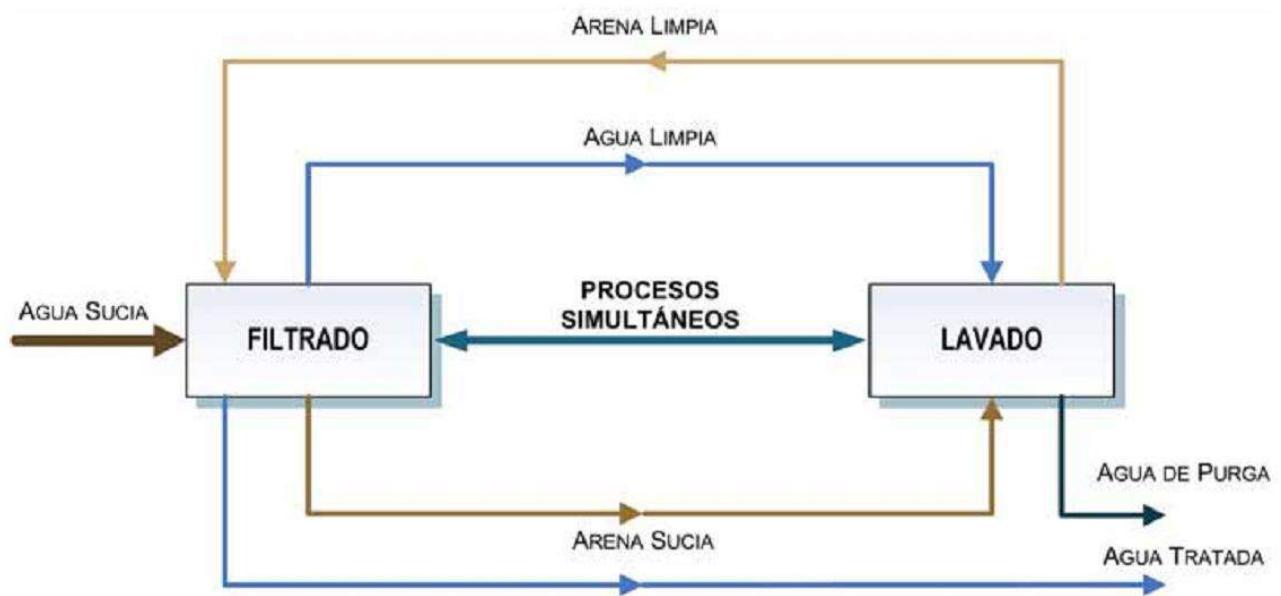


Fig. 6.22. Procesos de filtrado y lavado

Estos procesos combinados y ajustados a las necesidades de la filtración garantizan un régimen estacionario del filtro no siendo preciso interrumpir el proceso por razones de lavado.

En el diagrama de flujo de la figura 6.22 se puede apreciar claramente la relación que existe entre los flujos de entrada y de salida de cada proceso.

 Descripción del proceso:

El proceso de funcionamiento está basado en un lecho fluidificado con dos flujos enfrentados.

En la figura 6.23 se representa el mecanismo de funcionamiento del sistema que se aplica en los filtros con sistema de lavado ininterrumpido.

El proceso de filtrado se desarrolla en el lecho de arena. El agua a tratar entra por la parte superior (1) y se reparte de forma homogénea en el fondo del filtro (2), cruzando el lecho de arena de forma ascendente, quedando retenidos por contacto los sólidos en la arena, el agua limpia aflora de la arena por la parte superior de donde se alivia al exterior por la tubería de salida de agua filtrada (3).

El proceso de lavado se compone de un intercambiador fluidificado de materia en suspensión a contracorriente.

Simultáneamente a la circulación del agua y en sentido contrario, desde el fondo del filtro (4) una bomba interna de emulsión (6) (sin partes móviles y con aire comprimido) succiona continuamente la arena sucia del lecho filtrante y la envía al lavador de arena situado por encima del lecho filtrante (8).

La arena, agua e impurezas son bombeadas hasta el lavador en donde, por diferencia de densidad y descenso de velocidad debido a un ensanchamiento de la sección, la arena y

el fango se separan. En dicho lavador, un pequeño flujo ascendente de agua ya filtrada arrastra por fricción las impurezas de la arena sucia en sentido descendente, produciéndose un agua sucia de rechazo (7), mientras que la arena limpia cae de nuevo por gravedad a la parte superior del lecho filtrante (5).

Finalmente el agua de lavado es vertida al conducto de purga, y recirculada hacia la cámara de mezcla rápida de la E.T.A.P.

Con los flujos enfrentados, ascendente del agua y descendente de la arena-fango, el lecho se encuentra fluidificado.

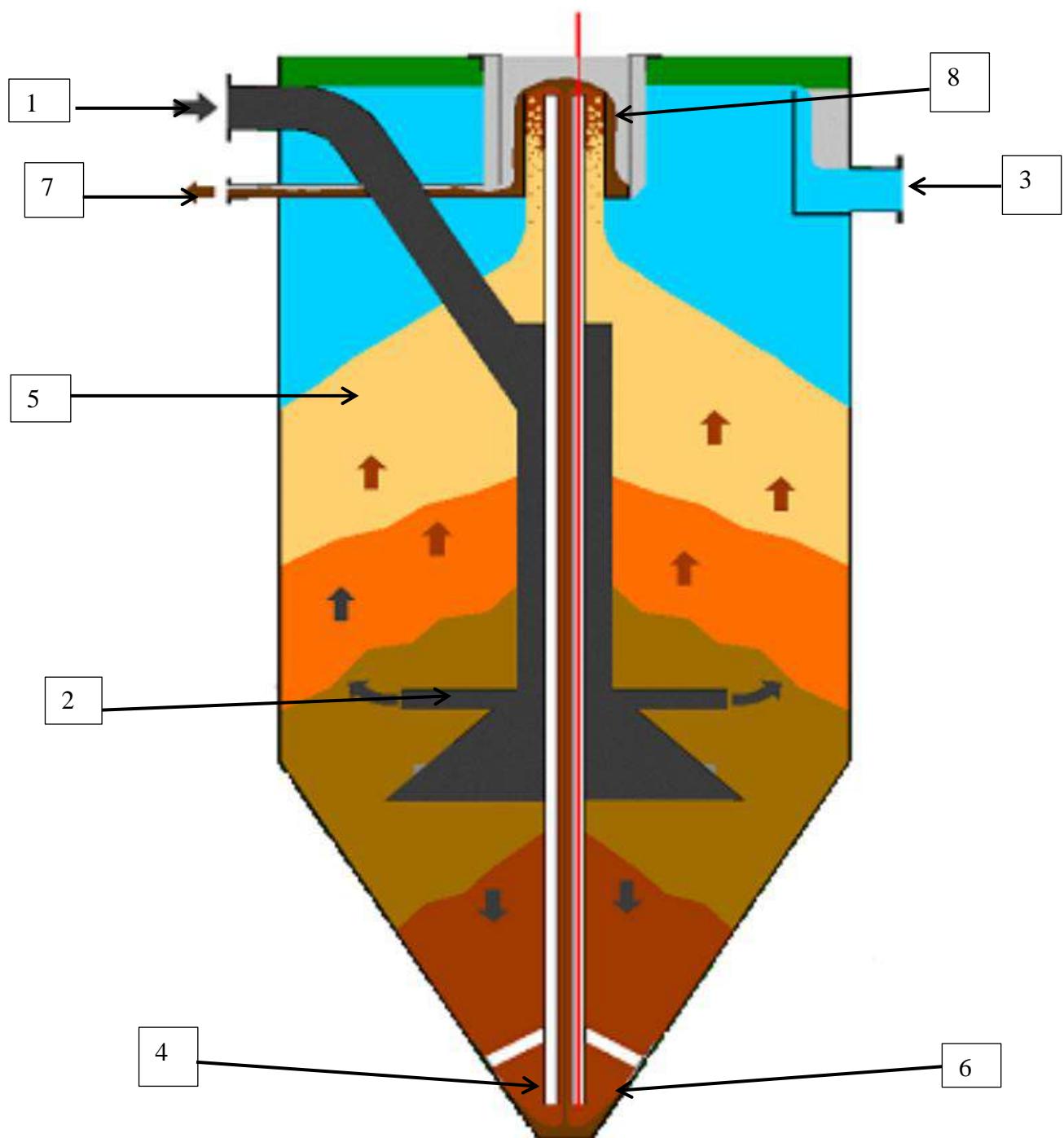


Fig. 6.23. Funcionamiento de filtro

Las dos unidades de filtración previstas, están compuestas por dos lechos filtrantes. La velocidad de filtración prevista es de 13,6 m/h.

Las características del filtro vienen definidas a continuación:

- Unidades: 2 Ud.
- Caudal de diseño 120,0 m<sup>3</sup>/h
- Dimensiones de filtro:
  - Ancho: 2,34 m
  - Longitud: 2,34 m
  - Altura: 5,00 m
  - Construcción Acero+PRFV
- Características del lecho filtrante:
  - Material: Arena silícea.
  - Granulometría: 1-2 mm
  - Espesor útil del lecho filtrante: 2,20 m
  - Superficie unitaria adoptada: 4,40 m<sup>2</sup>/Ud.
  - Superficie de lavado: 177 cm<sup>2</sup>/Ud.
- Parámetros del filtro:
  - Carga superficial: 13,6 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)
  - Caudal de arena: 35,0 l/min
  - Caudal de lavado: 52,0 l/min
  - Caudal de aire: 25,0 l/min

a) Bombeo de agua decantada a filtros

Se diseña un sistema de bombeo integrado por dos bombas centrífugas monocelulares horizontales, que puedan servir para el caudal máximo de diseño, que aspirarán directamente del depósito de agua decantada para ser filtrada en los filtros multicapa.

Las bombas tienen las características siguientes:

- Nº unidades: 3 (2 en servicio, 1 en reserva)
- Tipo: Monocelular horizontal normalizada
- Caudal: 60 m<sup>3</sup>/h
- Altura manométrica: 7,20 m.c.a.
- Potencia instalada 5,50 KW

Los colectores de aspiración e impulsión, estarán ejecutados en tubería de acero galvanizado.

Las líneas de bombeo estarán dotadas además, de los elementos necesarios para aislamiento, selección y protección, válvulas de compuerta, (cuerpo en fundición gris) en aspiración DN 80 mm. y válvulas de compuerta (cuerpo en fundición gris) y retención de DN 80 mm, en impulsiones, así como carretes de desmontaje en impulsiones, DN-80.

Los grupos se instalarán sobre bancadas de obra. Se instalarán manguitos antivibratorios en las aspiraciones e impulsiones.

b) Lavado de filtros.

Dentro del filtro de lavado en continuo se incluyen una bomba de emulsión y un lavador de arena.

La **bomba de emulsión** se encarga de recircular la arena sucia del fondo del filtro y elevarla a la parte superior del lavador de arena. Debido al rozamiento de la arena durante su transporte a la parte superior, se produce la separación de los sólidos adheridos, que se mantienen suspensión en la fracción de agua bombeada junto con la arena.

La bomba está formada por una tubería construida en acero inoxidable que comunica el fondo del filtro y la parte alta del filtro. En su parte superior va acoplada a un plato que contiene la inyección de aire, el tubo de evacuación de aire del fondo del filtro, el asa de extracción y la junta tórica de estanqueidad.

El **lavador de arena** se fundamenta en el proceso físico de intercambio de sólidos de un soporte fijo a un soporte fluido mediante una corriente de agua. El proceso es ajustable para separar sólidos de diferente densidad, comprendidos entre la densidad del agua y la densidad de la arena. Para ello se dispone de un canal perimetral en disposición vertical en el cual se provoca la interacción de los diferentes flujos objeto de intercambio.

La arena junto con una pequeña fracción de agua y los sólidos en suspensión entran por la parte superior del canal de lavado, las partículas más densas como la arena, vencen el contraflujo y son depositadas en la parte superior del lecho, las partículas con menor densidad, por el contrario son arrastradas por la corriente de agua ascendente.

Por otro lado, la corriente ascendente del agua de lavado es provocada por una diferencia de presión entre el punto inicial y el punto final del canal de lavado. El producto de esta diferencia de presión por el caudal de lavado es la energía aportada al proceso de intercambio de sólidos en suspensión. La energía es suministrada al medio por la diferencia de energía potencial entre el nivel del filtro y el nivel de lavado.

### 6.3.1.7. POSTCLORACIÓN

Con este tratamiento de oxidación/desinfección posterior a la decantación, se eliminan los microorganismos que puedan haber sobrevivido tras los procesos anteriores. Para ello se adiciona al agua una sustancia oxidante (cloro o compuestos de cloro), que además garantiza la calidad del agua ante posibles contaminaciones accidentales, o en su recorrido por la red de distribución o su almacenamiento.

Aparte de conseguir la destrucción de gérmenes patógenos, se pretende la eliminación de materias minerales y orgánicas indeseables, así como la supresión de olores y sabores. Para esto se recurre al proceso químico de desinfección generalmente con cloro, producto de gran poder y remanente muy elevado, de gran poder bactericida que destruye las enzimas indispensables para la vida de los agentes patógenos, es decir, tiene como objetivo la inactivación de los microorganismos que puedan haber presentes en el agua, minimizando así la probabilidad de transmisión hídrica de enfermedades.

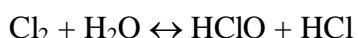


#### Acción del cloro

El cloro es el reactivo más utilizado para la desinfección del agua. Posee un poder oxidante, remanente muy elevado, que favorece la destrucción de las materias orgánicas. La hipótesis más aceptada sobre cómo actúan y destruye los desinfectantes a los microorganismos, se centra en las alteraciones físicas, químicas y bioquímicas sobre la membrana o pared de las células y por tanto de las enzimas y una vez destruida esta barrera protectora, terminan las funciones vitales de la célula, causando su muerte.

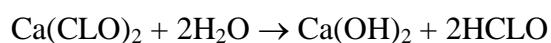
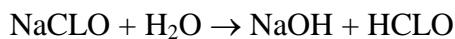
Cuando se añade cloro al agua en forma de  $\text{Cl}_2$  se producen dos reacciones: la reacción de hidrólisis y la de disociación:

La reacción de hidrólisis se puede definir de la siguiente manera:



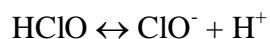
Cuando el Cl<sub>2</sub> se disuelve en agua, se hidroliza rápidamente para generar ácido hipocloroso (HClO) y ácido clorhídrico (HCl).

En el caso de los hipocloritos, se produce la disociación de ambas sales de acuerdo a las ecuaciones:



Así pues, en cualquiera de los casos: cloro, hipoclorito sódico e hipoclorito cálcico, se acaba formando ácido hipocloroso, que es realmente la especie desinfectante.

No obstante, el ácido hipocloroso HOCl es un ácido débil que se disocia parcialmente en el agua del siguiente modo:



Este equilibrio está regido por la siguiente constante:

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{ClO}^-]}{[\text{HClO}]}$$

Cuyo valor aproximado es  $3,2 \cdot 10^{-8}$

Si realizamos el menos logaritmo de la expresión:

$$-\log K_a = -\log[\text{H}^+] - \log \frac{[\text{ClO}^-]}{[\text{HClO}]}$$

Teniendo en cuenta que el  $-\log X$  se conoce como pX, la expresión queda como:

$$pK_a = pH - \log \frac{[ClO^-]}{[HClO]}$$

En la siguiente gráfica (fig. 6.24) se puede observar la distribución de cada una de las siguientes especies (ión hipoclorito y ácido hipocloroso) en función del pH.

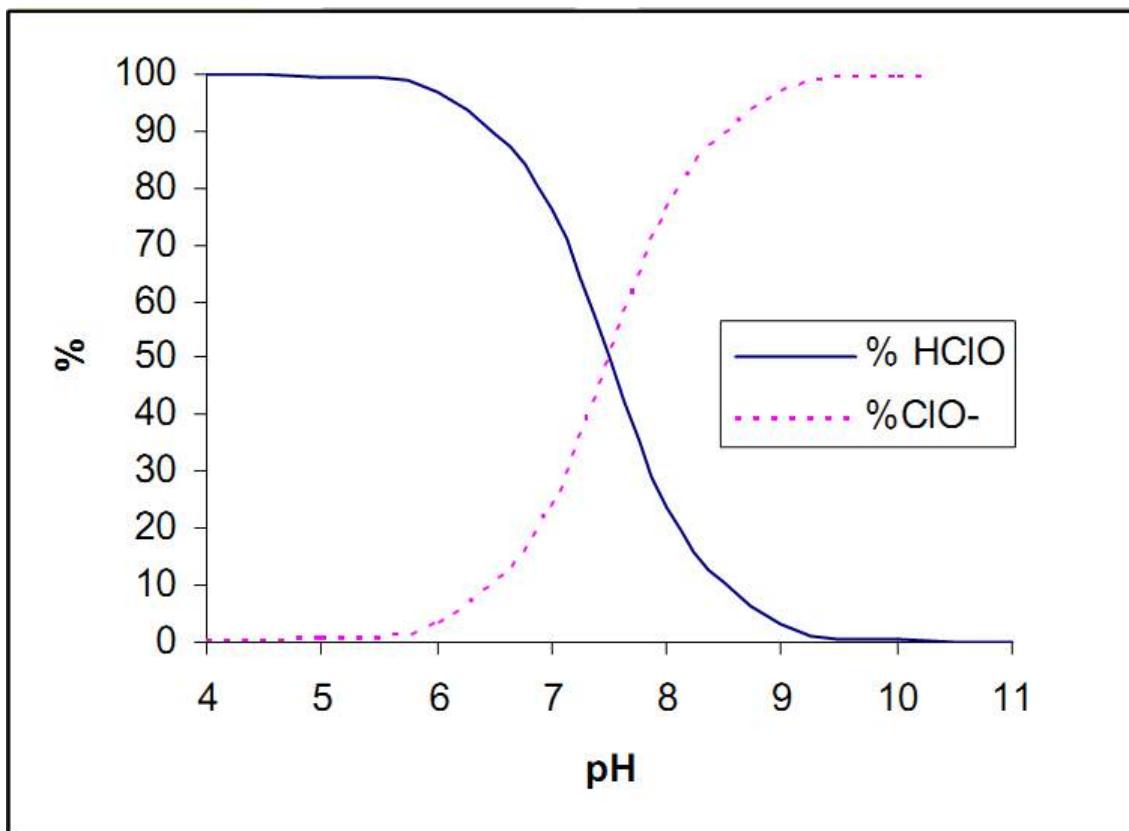


Fig. 6.24 Ácido hipocloroso vs. ion hipoclorito.

Se aprecia claramente en el gráfico que entre pH 6 y pH 9, ambas especies (ácido hipocloroso e iones hipoclorito) coexisten, mientras que a pH inferiores a 6 y superiores a 9 se considera la existencia de una única especie. A valor de pH igual al pKa del ácido hipocloroso ( $pK_a \approx 7.5$ ), se observa que las concentraciones de HClO y ClO<sup>-</sup> son iguales, hecho fácilmente deducible de la expresión anterior.

El sentido de desplazamiento de estas reacciones de equilibrio depende del pH del medio.

Si el pH es inferior a 2, todo el cloro se encuentra en forma molecular.

A pH 5, el cloro molecular ha desaparecido totalmente, encontrándose de nuevo en forma e ácido hipocloroso (HClO).

A pH 10, el cloro se encuentra combinado en forma de iones hipoclorito (ClO^-).

El ácido hipocloroso es un desinfectante mucho más eficaz que el ión hipoclorito, este hecho podría estar relacionado con la inexistencia de carga en la molécula de ácido hipocloroso. Al ser una molécula neutra, le sería más fácil penetrar la pared bacteriana con la consiguiente actividad bactericida.

A partir de este hecho, y teniendo en cuenta lo visto hasta ahora, es fácil entender la diferente actividad del hipoclorito como agente bactericida a diferentes valores de pH. Así, a pH por debajo de 7.5 la cantidad de hipoclorito para desinfectar un agua es mucho menor que la necesaria para esa misma agua a pH superior a 7.5. Es decir, el cloro es más eficaz en medio ácido que en medio alcalino, puesto que su efecto bactericida es mayor cuando se encuentra en forma HClO.

Su acción aumenta con el tiempo de contacto entre el agua y el reactivo. Un tiempo de contacto pequeño puede compensarse con el empleo de una dosis de mayor de reactivo.

La magnitud de la constante de hidrólisis de equilibrio es tal, que la hidrólisis a ácido hipocloroso (HOCl) prácticamente se completa en el agua dulce a  $pH > 4$  y con dosis de cloro de hasta 100 mg/L.

Además de su aplicación como desinfectante, el cloro y sus derivados han demostrado ser útiles también en:

- Control de olores y sabores
- Prevención de crecimiento de algas
- Eliminación de hierro y manganeso
- Destrucción de ácido sulfídrico
- Eliminación de colorantes orgánicos
- Mejoras en la coagulación por dióxido de silicio.

Para proceder a la desinfección final del caudal tratado, la planta contará con un equipo de dosificación de hipoclorito sódico, dimensionado para garantizar una autonomía de al menos 15 días al caudal y dosis punta de planta. La cloración final se realizará mediante la dosificación en el colector de salida de agua tratada.

El sistema de dosificación de hipoclorito sódico en desinfección final, estará dotado con dos bombas dosificadoras de membrana, de regulación electrónica mediante señal externa proporcionada por un medidor de cloro residual, dimensionadas para el caudal máximo de dosificación previsto, nivel de reactivo, de tipo neumático, con aviso y bloqueo de la instalación por mínimo, rebosadero, válvula de vaciado y válvula de aspiración.

La dosificación de cloro en desinfección final se obtiene a partir de la siguiente dosis:

- |                            |           |
|----------------------------|-----------|
| • Dosis media              | 1,0 ppm   |
| • Dosis máxima:            | 2,0 ppm   |
| • Caudales horarios medio: | 0,12 kg/h |
| • Caudal horario máximo:   | 0,24 kg/h |

### **6.3.2. LÍNEA DE FANGOS DE LA E.T.A.P.**

La materia en suspensión que contiene el agua, después de los efectos descritos anteriormente, como los de coagulación-flocculación, oxidación, es retirada de la fase líquida del agua y se reúne en una suspensión de concentración variable, de escaso valor y químicamente rica en hidróxidos metálicos por el empleo de sales de aluminio y de sílice activada de los procesos de tratamiento.

El acondicionamiento de fangos incluye una variedad de procesos biológicos, químicos y físicos, que pueden ser aplicados para alterar favorablemente las características físicas y químicas del fango a fin de mejorar su deshidratación. Los procesos biológicos y térmicos también suministran alguna reducción (quizás hasta 50%) en la masa total de sólidos.

Las características de los sólidos y del fango a tratar varían en función del origen de los sólidos y del fango, de la edad del fango y del tipo de procesos a que han sido sometidos. Las características son de gran importancia a la hora de considerar la evacuación final del fango así como el agua extraída durante el tratamiento del fango.

Los lodos pueden recibir diferentes tratamientos dependiendo de la contaminación del lodo y del uso posterior que se le vaya a dar. También influyen de forma notable los aspectos económicos y la legislación vigente.

El agua utilizada para la potabilización de aguas suele proceder de ríos o lagos principalmente, que por lo general no conlleva gran cantidad de contaminantes, por lo que el lodo producido puede ser tratado únicamente por un tratamiento primario para lodos. Lo cual no ocurre con las aguas residuales que si llevan una cantidad importante de contaminantes y por tanto requieren además un tratamiento secundario.

### 6.3.2.1. FANGOS PURGADOS Y BOMBEO A ESPESADOR

Los fangos purgados de los decantadores lamelares pasan a un depósito que tiene una capacidad útil máxima de 30 m<sup>3</sup>.

Se ha dimensionado el depósito para un periodo de retención de 12 h.

El depósito tiene las siguientes características:

- Número de vasos: 1 Ud.
- Dimensiones:
  - Volumen unitario: 31,25 m<sup>3</sup>.
  - Ancho 1,50 m
  - Longitud 5,40 m
  - Altura de lámina de agua 2,00 m
- Tiempo retención a Q<sub>med</sub>: 231-50 h

Los fangos son bombeados por medio de dos bombas sumergibles (una en reserva) de caudal unitario 2,00 m<sup>3</sup>/h, hasta el espesador de gravedad.

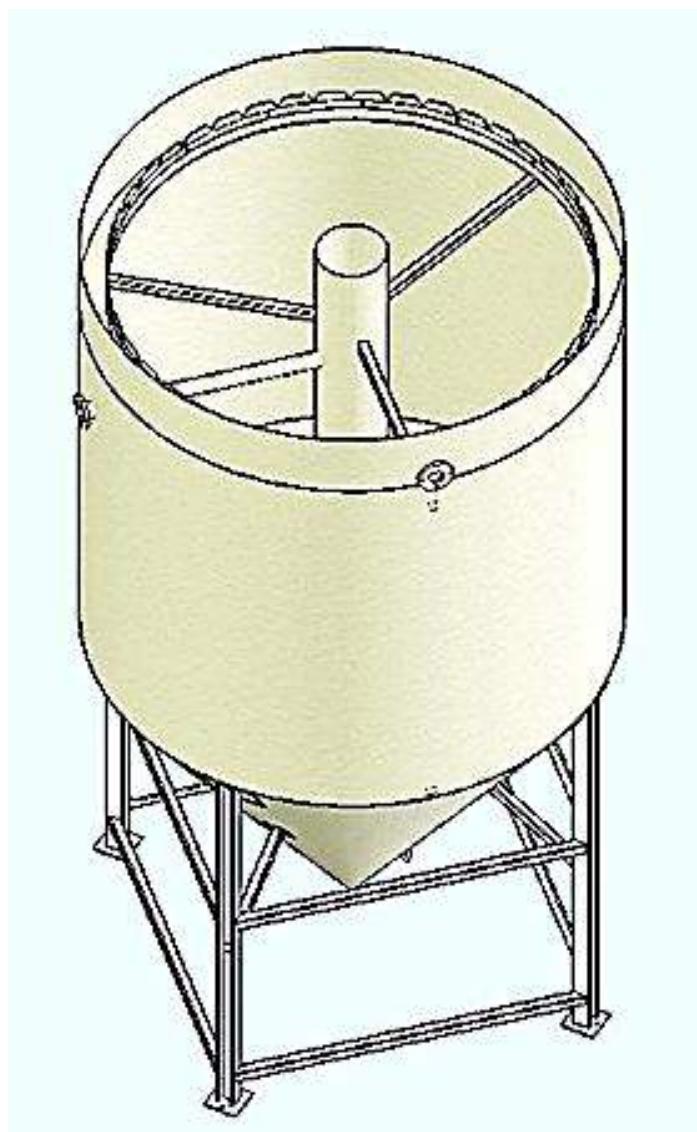
La instalación funcionará de modo automático. Se ha previsto instalar en el depósito de bombeo, un medidor de nivel del tipo ultrasónico que regule el funcionamiento de los equipos.

### 6.3.2.2. ESPESADOR DE GRAVEDAD

Los fangos almacenados en el depósito anterior son enviados a un espesador de gravedad.

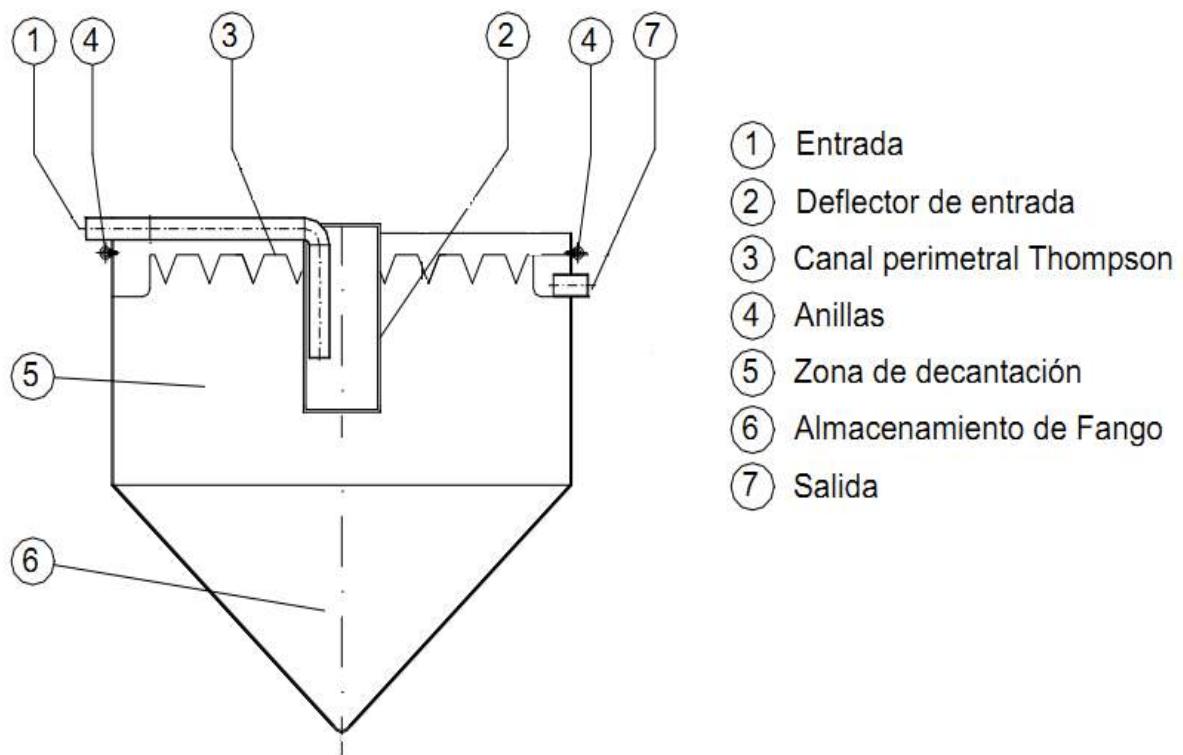
El espesado es el preproceso de los lodos antes de la deshidratación. En esta operación se lleva a cabo la concentración de los lodos y reducción del volumen tratado. El lodo se deposita suavemente en un recipiente cilíndrico tratando de que el agua ascienda a la superficie y se recoja como un sobrenadante. El lodo extraído por el fondo será aproximadamente la mitad del volumen de lodo antes del espesado.

El proceso se lleva a cabo por gravedad.



*Fig. 6.25 Espesador de gravedad.*

En la siguiente figura (fig. 6.26) se describen los distintos elementos y zonas que componen el espesador de gravedad:



*Fig. 6.26. Zonas del espesador de gravedad.*

El agua a tratar (1) entra en el decantador por el tubo tranquilizador central (2). En este deflector de entrada el fluido reduce su velocidad, con lo que se produce decantación (5) y reducción de sólidos producidos por una sedimentación física de los sólidos en suspensión a la parte baja del cono, donde se depositan las partículas sólidas (6).

El agua clarificada va tomando altura hasta rebosar en el canal perimetral superior (vertedero Thompson) (3), donde se rompen las posibles espumas producidas y se retienen los flotantes presentes para evitar que salgan con el agua depurada por una tubuladura de rebose(7).

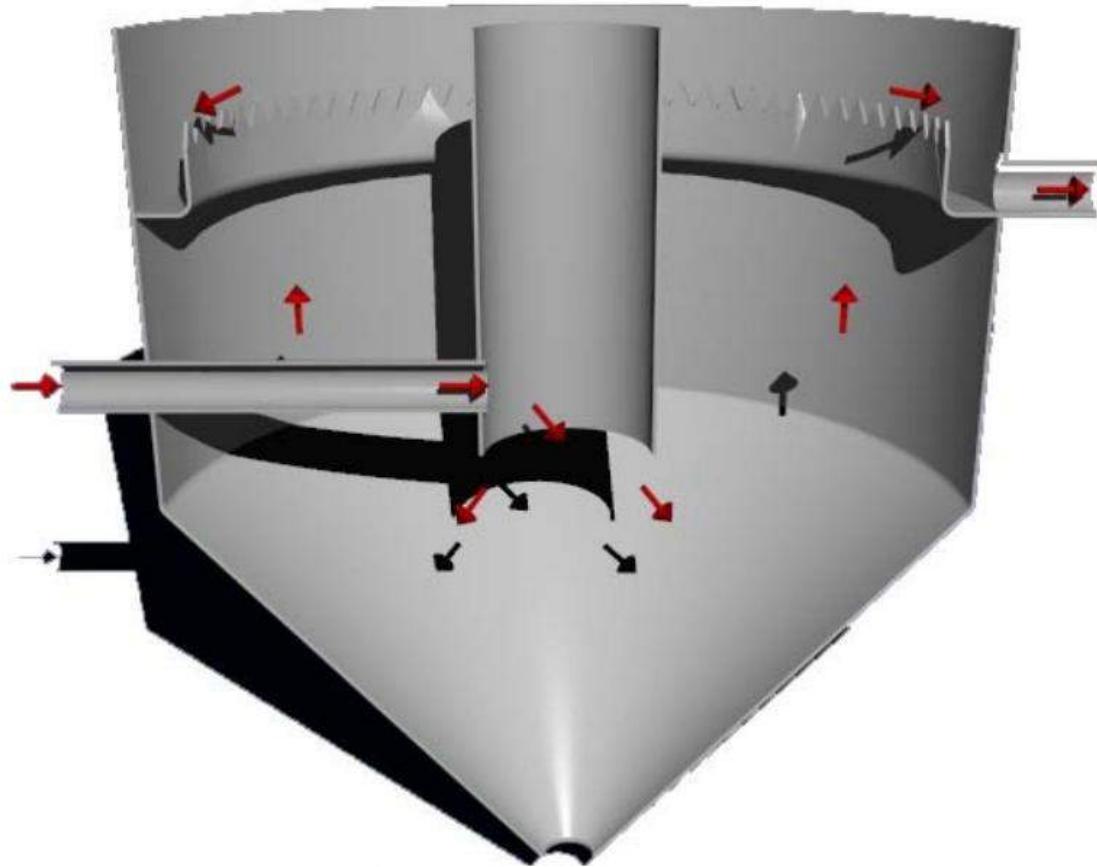


Fig. 6.27. Sección en 3D del espesador

El espesador está dimensionado para concentrar el fango desde una concentración media inicial de aproximadamente el 0,28% hasta el 2,5%, que es la concentración que se estima será alcanzada.

El espesador trabajará según los siguientes parámetros:

- Peso de sólidos: 21,99 kg SST/d
- Concentración de entrada: 0,28%
- Caudal de entrada: 7,85 m<sup>3</sup>/día

En función de estos parámetros se han determinado las dimensiones para el espesador de la ETAP:

- Unidades 1 Ud.
- Diámetro 2,0 m
- Altura recta: 2,25 m
- Resguardo 0,25 m
- Altura cónica 1,50 m
- Volumen unitario 7,90 m<sup>3</sup>
- Volumen total: 7,90 m<sup>3</sup>

Existirá un caudal sobrenadante de 7 m<sup>3</sup>/día que será enviado a cabecera. El caudal sobrenadante es enviado a cabecera conforme al sistema de recuperación actualmente existente.

El caudal espesado será de 0,8 m<sup>3</sup>/día que será enviado al pozo de fangos espesados.

#### **6.3.2.3. ARQUETA DE FANGOS ESPESADOS.**

Con el objeto de almacenar los fangos espesados se prevé un depósito capaz de almacenar el fango generado durante al menos una semana. Las características del depósito son:

- Número de vasos: 1 Ud.
- Dimensiones:
- Longitud: 2,00 m
- Ancho: 1,50 m
- Altura de agua: 2,35 m
- Volumen unitario: 7,05 m<sup>3</sup>
- Tiempo de retención a Q<sub>medio</sub>: 37,4 – 8,0 días

Los fangos serán recogidos por un camión cisterna y evacuados a alguna instalación de tratamiento de fangos cercana, puesto que no se prevé en el presente proyecto ningún tratamiento de deshidratación de fangos, el cual es un proceso que minimiza en niveles cercanos al 75% el peso y volumen de los residuos obtenidos en la ETAP.

### **6.3.3. DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS**

#### **6.3.3.1. DOSIFICACIÓN DE COAGULANTE**

Para facilitar la eficacia de la etapa de decantación, se ha previsto dosificar en esta un reactivo genérico de carácter coagulante. De acuerdo tanto con el tipo de agua a tratar, como con la experiencia práctica en plantas potabilizadoras de agua superficial, se opta por el sulfato de alúmina como coagulante.

El sulfato de alúmina, de fórmula teórica  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , se empleará en forma líquida, ya que ello simplifica considerablemente su posterior preparación. La riqueza del producto en forma líquida es de aproximadamente un 8,25 % en forma de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

El sulfato de alúmina se dosificara en su forma comercial pura. Para ello se utilizará un depósito de PRFV (poliéster reforzado con fibra de vidrio). El depósito de dosificación estará equipado con los elementos correspondientes de vaciado, nivel, llegada y salida del producto.

El acopio del sulfato de alúmina se realizará mediante camión cisterna, para lo cual se dotará a la planta con dos bombas de trasiego, dimensionadas para elevar un caudal máximo de  $10 \text{ m}^3/\text{h}$  a 5 m.c.a.

- Tipo: Sulfato de alúmina
- Densidad a 15°C: 1,324 kg/l
- Suministro: Camión cisterna
- Dosis media: 25 ppm
- Dosis máxima: 50 ppm

- Consumo medio horario:

$$25 \text{ g/m}^3 \times 120,0 \text{ m}^3/\text{h} = 3.000 \text{ g/h}$$

- Consumo máximo horario:

$$50 \text{ g/m}^3 \times 120,0 \text{ m}^3/\text{h} = 6.000 \text{ g/h}$$

- Consumo medio diario:

$$25 \text{ g/m}^3 \times 1.920,20 \text{ m}^3/\text{d} = 48,00 \text{ Kg/día}$$

- Consumo máximo diario:

$$50 \text{ g/m}^3 \times 1.920,20 \text{ m}^3/\text{d} = 96,01 \text{ Kg/día}$$

Por lo tanto, se instalarán dos bombas dosificadoras de regulación manual, de una capacidad mínima de al menos 15 l/h. a contrapresión no inferior a 4 bar.

Se dispondrá de un depósito de almacenamiento de sulfato de alúmina en su forma comercial, cuyo volumen mínimo corresponderá a una autonomía no inferior a 14 días a la dosis media prevista (25 ppm).

Por todo lo anterior, se propone un depósito de almacenamiento y dosificación, de 1.000 litros, de tipo cilíndrico vertical, de ejecución en PRFV.

### 6.3.3.2. DOSIFICACIÓN DE FLOCULANTE

Se propone el empleo de un polímero tipo **almidón modificado** de carácter catiónico, líquido, cuyas características generales son las siguientes:

- Tipo: Almidón modificado
- Riqueza dilución 2,50 g/l

- Suministro: Sacos
- Dosis media: 0,70 ppm
- Dosis máxima: 1,50 ppm
- Consumo medio horario: 84,01 g/h
- Consumo máximo horario: 180,01 g/h
- Consumo medio diario: 1,34 Kg/día

La dosificación de almidón modificado se realizará en las cámaras de floculación, plantándose la posibilidad de inyectar también el floculante en la tubería de entrada en los filtros en caso de omitir el tratamiento de coagulación, floculación y decantación.

Se instalarán dos bombas dosificadoras (1 de ellas de reserva) de regulación manual, de una capacidad mínima de al menos 10 l/h. a contrapresión mínima de 4 bar.

Se dispondrá de un depósito de almacenamiento de polímero diluido, cuyo volumen mínimo corresponderá a una autonomía de cuatro días a la dosis media prevista

Por todo lo anterior, se propone un depósito de almacenamiento y dosificación, de 1.000 litros, de tipo cilíndrico vertical, de ejecución en PRFV, de garantizará una autonomía de 8,7 días. Para la correcta disolución del almidón se contará con un electroagitador en el depósito de almacenamiento.

#### **6.3.3.3. DOSIFICACIÓN DE NEUTRALIZANTE**

Se propone el uso de **sosa cáustica líquida** como agente corrector del pH en condiciones normales de trabajo.

La sosa cáustica se empleará en forma líquida, ya que ello simplifica considerablemente su posterior preparación. La riqueza del producto en forma líquida es de aproximadamente un 25 %.

La dosificación la sosa cáustica se realizará en cabeza de la línea de tratamiento con el objeto de optimizar el pH de coagulación.

El acopio de la sosa cáustica se realizará mediante camión cisterna, para lo cual se dotará a la planta con una bomba de trasiego, dimensionadas para elevar un caudal máximo de 4 m<sup>3</sup>/h a 5 m.c.a.

• Tipo:	Sosa Caustica
• Densidad a 20°C:	1,410 kg/l
• Riqueza	25%
• Suministro:	Camión cisterna
• Dosis media:	15 ppm
• Dosis máxima:	30 ppm
• Consumo medio horario:	1,80 g/h
• Consumo máximo horario:	3,60 Kg/h
• Consumo medio diario:	108,69 Kg/día

Se instalarán dos bombas dosificadoras de regulación manual, de una capacidad mínima de al menos 15 l/h. a contrapresión no inferior a 4 bar.

Se dispondrá de un depósito de almacenamiento de sosa cáustica en su forma comercial, cuyo volumen mínimo corresponderá a una autonomía de unos 14 días a la dosis media prevista (15 ppm). Se propone un depósito de almacenamiento y dosificación, de 1.000 litros, de tipo cilíndrico vertical, de ejecución en PRFV.

#### **6.3.3.4. DOSIFICACIÓN DE HIPOCLORITO SÓDICO**

Se propone el uso del hipoclorito sódico como agente en preoxidación y agente desinfectante ya que es el producto químico de uso más generalizado.

El hipoclorito sódico se empleará en su forma comercial pura (15%). Para su almacenamiento se utilizará un depósito de polietileno de PRFV, dimensionado para hacer frente al consumo a dosis media (2,0 ppm) incluyendo preoxidación y desinfección, a caudal medio durante 15 días.

El depósito de preparación estará equipado con los elementos correspondientes de vaciado, nivel, llegada y salida del producto y llegada del agua de dilución.

- Tipo: Hipoclorito de sodio
- Densidad a 20°C: 1,250 kg/l
- Riqueza 15%
- Suministro: Camión cisterna
- Dosis media preoxidación: 2 ppm
- Dosis máxima preoxidación: 5 ppm
- Consumo medio horario preoxidación: 370 g/h
- Consumo máximo horario preoxidación: 940 g/h
- Dosis media desinfección: 1 ppm
- Dosis máxima desinfección: 2 ppm
- Consumo medio horario desinfección: 190 g/h
- Consumo máximo horario desinfección: 370 g/h
- Consumo medio diario total: 16,47 Kg/día

Se propone un depósito de almacenamiento y dosificación, de 1.000 litros, de tipo cilíndrico vertical, de ejecución en PRFV, de garantizará una autonomía de 42,7 días.

El acopio se realizará mediante camión cisterna, para lo cual se dotará a la planta con una bomba de trasiego dimensionada para elevar un caudal máximo de 4 m<sup>3</sup>/h a 5 m.c.a.

a) Preoxidación:

Se instalarán bombas dosificadoras de regulación manual de una capacidad mínima de al menos 5 l/h a contrapresión máxima de 4 bar.

b) Desinfección final:

Se instalará otra bomba dosificadora (además de las dos bombas para preoxidación, de modo que haya 3 bombas, 1 de ellas de reserva) de regulación manual de una capacidad mínima de al menos 5 l/h a contrapresión máxima de 4 bar.

#### **6.3.4. EQUIPOS AUXILIARES**

##### **6.3.4.1. GRUPO DE PRESIÓN PARA EXPLOTACIÓN E INCENDIOS**

Para suministro de agua a presión se dispone un grupo de presión que suministra el caudal desde la tubería de salida de agua tratada de la E.T.A.P.

Esta red de agua a presión se empleará para la limpieza de las instalaciones, suministro de agua potable a los aseos, tomas de agua industriales y extinción de incendios.

Para la extinción de incendios se debe prever un caudal mínimo de 200 l/min con una presión en punta mínima de 2 m.

Además el grupo de presión será necesario para la incorporación de agua de dilución de:

- Hipoclorito sódico: 10 l/h
- Sulfato de Alúmina: 15 l/h
- Almidón modificado 10 l/h
- Sosa Caustica 15 l/h

Se prevé un caudal para la dilución de los reactivos de 50 l/h.

Teniendo en cuenta además el consumo en explotación, limpieza, riegos, y extinción de incendios, y el consumo sanitario en los aseos de 0,60 l/s, se adopta un caudal de 20 m<sup>3</sup>/h.

Presión de impulsión	20	m.c.a.
Caudal impulsado	5,55	l/s

Se dispone un grupo de presión compuesto por dos bombas (1 de ellas de reserva, que funcionará en caso de incendios), con una potencia unitaria de 1,1 KW.

#### **6.3.4.2. RED DE AIRE A PRESIÓN**

La generación de aire comprimido para el proceso del lavado en los filtros de lavado en continuo, y el accionamiento de las válvulas neumáticas de aislamiento de las purgas de fangos, se realizará mediante un compresor de pistón estacionario, dimensionados para producir hasta 504 l/min de aire a 7 bar. Estarán equipados con un motor de 4 KW, presostato, válvulas, filtro de aire, engrasador y depósito acumulador de 250 litros.

El equipo de generación de aire comprimido, estará dotado con un secador frigorífico, con el fin de eliminar los condensados que se produzcan en la instalación.

## **7. OBRA CIVIL. INSTALACIONES**

### **7.1. EDIFICIO E INSTALACIONES INTERIORES**

La edificación que alberga a la planta potabilizadora consiste en una nave industrial de una superficie en planta de 300 m<sup>2</sup> (30 m. x 10 m.). De esta superficie, aproximadamente unos 38 m<sup>2</sup> se destinan a una zona para oficina y aseos.

La nave contiene en su interior todos los equipos necesarios para la potabilización del agua bruta procedente de la captación. En ella también se realiza el control de toda la planta potabilizadora.

En la nave industrial se distinguen dos zonas diferenciadas que vemos a continuación:

#### **a) Zona de control y administración de la planta**

Esta zona ocupa un área de un lateral de la edificación. Cuenta con 3 salas:

- Sala de control y oficina.
- Sala de cuadros eléctricos.
- Aseo y vestuario.

La parte superior de esta área se puede utilizar como sala de almacenaje ya que se encuentra vacía y transitable.

#### **b) Zona de tratamientos de potabilización**

Esta zona, la más amplia, es donde el agua bruta llega a la planta y es conducida a la cámara de mezclas, donde se aplican los tratamientos de floculación y decantación, y donde se encuentra el depósito de agua decantada. También existe una pequeña nave independiente donde se ubican los reactivos químicos.

De la parte inferior de los decantadores se extraen los lodos, los cuales van a parar a un depósito de homogeneización. Posteriormente, estas purgas se conducen a la parte exterior de la nave, donde se encuentra la zona de tratamiento de fangos, compuesta por el espesador de gravedad y la arqueta de fangos espesados. En esta zona externa también quedan ubicados los filtros de lavado en continuo.

### **7.1.1. SUPERFICIES CONSTRUIDAS Y ÚTILES**

La superficie de ocupación y construida de la nave es de 308,00 m<sup>2</sup>. Prácticamente la totalidad de la nave se encuentra diáfana, salvo la franja situada en el lateral noroeste de la nave, con dos alturas. La superficie construida en planta primera es de 38,00 m<sup>2</sup>.

El cuadro siguiente resume las superficies útiles:

<i>INTERIOR NAVE</i>		<i>Superficie (m<sup>2</sup>)</i>
ZONA DE CONTROL Y ADMINISTRACIÓN	Sala de control / oficina	17,34
	Sala de cuadros	7,92
	Aseo / vestuario	7,98
ZONA DE TRATAMIENTOS	Sala diáfana	190,05
	Sala de máquinas	9,25
	Sala de reactivos	17,23
<i>EXTERIOR NAVE</i>		<i>Superficie (m<sup>2</sup>)</i>
ZONA DE TRATAMIENTOS	Filtración y trat. de fangos	47,25

Teniendo por tanto en el interior una superficie útil total de 249,77 m<sup>2</sup>, y en el exterior de 47,25 m<sup>2</sup>.

### **7.1.2. CIMENTACIÓN Y CONTENCIÓN DE TIERRAS**

La cimentación de la Nave es superficial mediante zapatas corridas o aisladas, atadas mediante vigas riostras la mayoría de ellas.

### **7.1.3. ESTRUCTURA DE LA NAVE**

La nave principal de la ETAP de Cidade Velha tiene unas dimensiones en planta de 10 x 30,8 m y una altura libre de 7,0 m. Se ha diseñado como estructura prefabricada con vigas delta. En total a estructura contará con cinco vigas tipo delta apoyadas en dos pilares.

En el interior de la nave principal se proyecta otra estructura de acero de dimensiones de 3,80 x 10 m en planta y una altura total de 3,5 m. La nave consta de una planta baja en la que se prevé situar la oficina, el cuarto de cuadros eléctricos y los vestuarios y aseos. Sobre esta planta se ubicará una zona transitable diáfana que servirá de almacén.

### **7.1.4. CARPINTERÍA EXTERIOR**

La carpintería está formada por perfiles de aluminio termolacado en color gris grafito.

Los ventanales de primera estarán formados por ventanas practicable y, en el caso de pasar por delante de zonas opacas, se añadirá forrarán con chapa de aluminio lacado en el mismo color que la carpintería para dar continuidad en su aspecto exterior.

La atenuación acústica de ventanas y puertas es mayor de 10 dB (A) y el coeficiente de transmisión térmica es menor de 5 Kcal/h °C. La permeabilidad al aire es inferior a 50 m<sup>3</sup>/h·m<sup>2</sup>.

Los elementos que componen la carpintería resuelven la estanqueidad al agua o nieve, y la resistencia e indeformabilidad por acción del viento o al peso propio.

También se asegura la protección de los materiales de la agresión ambiental y la compatibilidad de materiales.

#### **7.1.5. TABIQUERÍA**

Todos los tabiques estarán formados por ladrillo hueco doble enlucido de yeso en ambas caras. La atenuación acústica es mayor de 45 dB (A).

El cerramiento del distribuidor de la primera planta se realizará mediante una mampara vidriera de melamina, formada por montantes de sección 70x40 mm., cajeados para alojamiento del vidrio y provistas de junquillos y plafonado inferior ciego tablero aglomerado chapado en melamina del mismo color que la carpintería interior.

#### **7.1.6. CARPINTERÍA INTERIOR**

Las puertas de paso ciegas son normalizadas, serie económica, lisas huecas (CLH) de melamina en color gris, con cerco directo de pino macizo 70x50 mm., tapajuntas moldeados de DM rechapados de pino 70x10 mm. para pintar o lacar, en ambas caras, y herrajes de colgar y de cierre latonados, con cerradura.

Las puertas que sean necesarias para la seguridad en caso de incendios, serán EI30 construidas con dos chapas de acero electrocincado de 0,80 mm. de espesor y cámara intermedia de material aislante ignífugo, sobre cerco abierto de chapa de acero galvanizado de 1,20 mm. de espesor, con siete patillas para fijación a obra, cerradura embutida y cremona de cierre automático.

#### **7.1.7. CUBIERTAS Y TERRAZAS**

La cubierta es inclinada a dos aguas. Resuelta con panel sándwich de chapa plegada, lacada exteriormente y galvanizada al interior.

### **7.1.8. REVESTIMIENTO DE PAREDES**

Los alicatados en cuartos húmedos en general se realizan con placa de gres 1<sup>a</sup> calidad. El resto estará pintado con pintura al temple liso.

### **7.1.9. REVESTIMIENTO DE TECHOS**

El techo de la zona de dos alturas será un falso techo formado por placas de yeso PLADUR o equivalente revestidas con vinilo blanco, de 12,5 mm. de espesor, en placas de 120x60 cm., colocada sobre una perfilería vista de acero galvanizado, lacado en su cara vista, formada por perfiles primarios, secundarios, perfil angular de remates, piezas de cuelgue, y elementos de suspensión y fijación.

### **7.1.10. REVESTIMIENTO DE SUELOS**

El suelo de toda la planta se realizará mediante solera de hormigón y acabado del pavimento monolítico de cuarzo en color verde.

La zona administrativa y de control será de gres de primera calidad.

### **7.1.11. INSTALACIONES DE FONTANERÍA**

El cálculo de las secciones en la instalación de fontanería se realiza para que la velocidad del agua sea menor de 1,5 m/seg.

El material empleado en las tuberías es de cobre y desagües de PVC. La grifería es del tipo monomando y asegura la mezcla de agua fría y caliente. Se han previsto desagües en todos los puntos de consumo. En todos los generadores de agua caliente existen llaves de paso en la entrada y en la salida.

Existe posibilidad de desague en todo punto de consumo y existen llaves de paso en cada local húmedo para independizar la instalación.

La instalación debe asegurar la estanqueidad a una presión doble de la prevista de uso y la no exposición a heladas de ningún tramo.

Se ha proyectado destinar un suministro para los servicios comunes del edificio. Estos servicios incluyen los grifos de baldeo, riego y cuartos de basura.

El cuarto de contadores estará dotado de iluminación eléctrica y desagüe suficiente al alcantarillado con cota adecuada, provisto de sifón y convenientemente ventilado.

#### **7.1.12. INSTALACIONES DE SANEAMIENTO**

La red de saneamiento desarrollada se destina a la recogida de vertidos de aguas pluviales y fecales del edificio.

Se han previsto tuberías de P.V.C. Las pendientes son mayores del 1,5% para la red horizontal de desagüe. Todos los desagües de lavabos, bidés, bañeras y duchas llevan sifones individuales o botes sifónicos registrables.

Se cumple también la posibilidad de dilatación libre en las conducciones y la protección de los materiales a la agresión ambiental.

Las uniones de las tuberías enterradas se efectuarán siempre mediante piezas especiales y no se someterán a calentamientos ni a deformaciones que puedan modificar las condiciones de los materiales.

La red de saneamiento será de PVC homologado y con espesor de acuerdo a la normativa.

### **7.1.13. INSTALACIONES DE ELECTRICIDAD**

El suministro eléctrico se realizará a través de un nuevo C.T. de 1X100 KVAs alimentado a través de la línea de media tensión proyectada y propiedad de la empresa suministradora de energía de Cabo Verde.

La acometida de baja tensión de la nave, se realizará a través de dos líneas subterráneas de baja tensión provenientes del Centro de Transformación, que alimentará al CCM (centro de control de motores) de la nave, del cual partirán los diferentes circuitos de fuerza y alumbrado de la nave.

Las instalaciones de la nave se realizaran en todo momento de acuerdo Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

### **7.1.14. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA**

Se realizará una puesta a tierra formada por un bucle en toda la nave formada por cable de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> que unirán diferentes puntos de la estructura, además se colocarán en diferentes puntos picas de acero cobrizado de longitud 2 m y de diámetro 16 mm. y que en ningún momento la profundidad no será menor de 0,50 m.

Se conectarán a tierra todos los receptores, cuadros de distribución y demás elementos metálicos de la instalación que no deban estar sometidos a tensión.

Todo ello asegurará una tensión de contacto inferior a 24 V en cualquier masa del edificio y una resistencia menor de 20 Ohmios desde el punto más alejado de la instalación.

La instalación de puesta a tierra, se realizará en todo momento según lo dispuesto en la ITC-BT-18 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja tensión.

### **7.1.15. INSTALACIÓN DE PARARRAYOS**

Dada las características y la actividad de la nave, se instalará un pararrayos de 80m de un radio de acción en nivel 1, sobre un mástil de 6 m de altura.

## **7.2. DEPÓSITO DE AGUA TRATADA.**

El volumen del depósito es de aproximadamente 1000 m<sup>3</sup>, suficiente para satisfacer la demanda diaria de Cidade Velha y alrededores.

Dicho depósito, se ha proyectado de hormigón armado “in situ”. El depósito es de planta circular con un diámetro interior de 14,5 m, y una altura total de depósito de 6,96 m. La altura de la lámina de agua es de 6,61 m.

Los muros del depósito son de 35 cm de ancho, y las losas bajo los muros perimetrales son de 58 cm de canto, reduciéndose en la zona central a 29 cm de canto.

En el centro del depósito se construirá un pilar para colaborar con la sustentación de la cubierta. El pilar tiene una altura de 6,67 m. y una sección de 40x40 cm y está apoyado sobre una zapata de 58 cm de espesor, y 1,51 m. de diámetro.

Para la cubierta se ha optado por una losa de hormigón fabricado in situ de 29 cm de ancho, aumentando el espesor en la zona central de la cubierta, sobre el pilar a 58 cm, puesto que es en esta zona donde se esperan los mayores esfuerzos. El diámetro de esta zona central de mayor espesor es de 1,51 m.

En la parte frontal del depósito se construirá una cámara de llaves rectangular de 2,67 x 4,18 m. de dimensiones interiores. La cámara de llaves se encuentra semienterrada, a una profundidad de 2,67 m, sobresaliendo sobre la superficie del terreno una altura de 3,07 m, siendo la altura total de la cámara de llaves de 5,74 m.

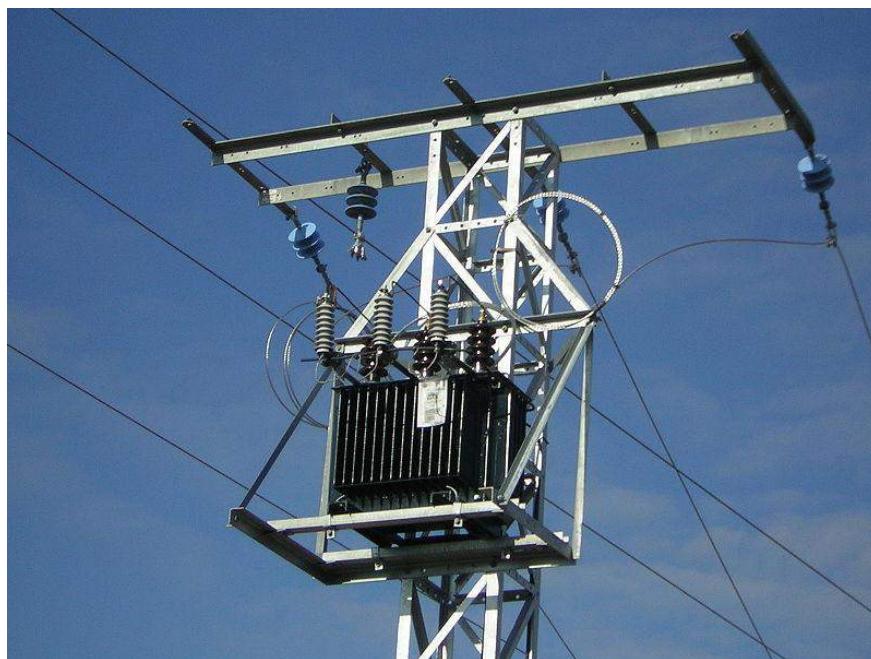
## **8. SUMINISTRO ENERGÉTICO DE LA PLANTA**

### **8.1. RED ELÉCTRICA GENERAL**

#### LÍNEA ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN

Dada la existencia de una Línea Aérea de Media Tensión a 13,20 KV de simple circuito ubicada en las cercanías de la E.T.A.P., se pretende modificar uno de los apoyos existentes propiedad de la compañía suministradora para así alimentar a un Centro de Transformación Intemperie de 100 KVAs. (C.T.I.).

Este tipo de centros consiste en un transformador montado sobre un apoyo (poste) de una Línea Aérea de Media Tensión.

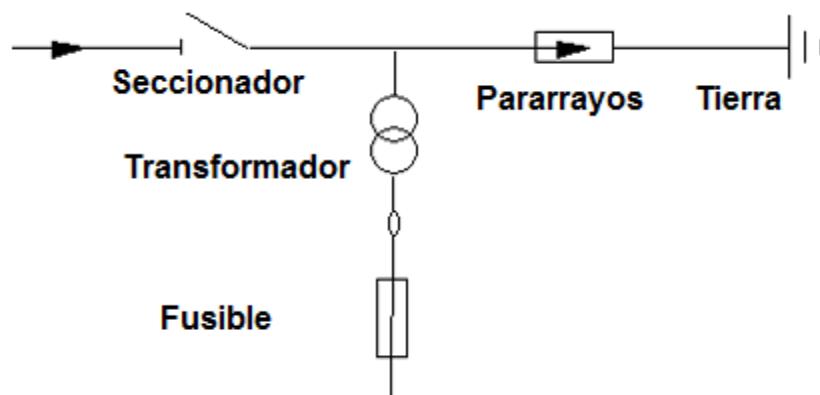


*Fig. 8.1. Centro de transformación de intemperie (CTI)*

Recibe el nombre de centro de transformación, la instalación cuya principal misión es reducir la media tensión a baja tensión. Dicha definición engloba todos los elementos que posibilitan esta transformación, incluidas protecciones, elementos de medida y

seccionamiento y el propio transformador. Todos los elementos que se engloban dentro del centro de transformación, se montan en el interior de unos armarios que reciben el nombre de celdas modulares. Dichas celdas se comercializan según la función que realizan dentro del propio centro, esto es por ejemplo celda de protección, celda de seccionamiento, celda de medida...Estas celdas vienen perfectamente preparadas para disponer su interconexión de forma rápida y sencilla.

El esquema eléctrico general de un centro de transformación viene dado por:



*Fig. 8.2. Esquema eléctrico de C.T.I.*

El cuadro general de protección y control de la E.T.A.P. se instalará en un cuarto exclusivamente dedicado a este fin y en él se distribuirán los elementos de protección y control de cada sector:

- Bombeo de agua bruta
- Reactivos y floculación
- Decantación, filtración y bombeo de agua tratada
- Servicios generales en planta baja
- Climatización

## 8.2. PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

Si bien para el funcionamiento de la planta se procederá al suministro eléctrico en baja tensión desde la red, también se proyecta la instalación de paneles fotovoltaicos para producción y venta de energía eléctrica.

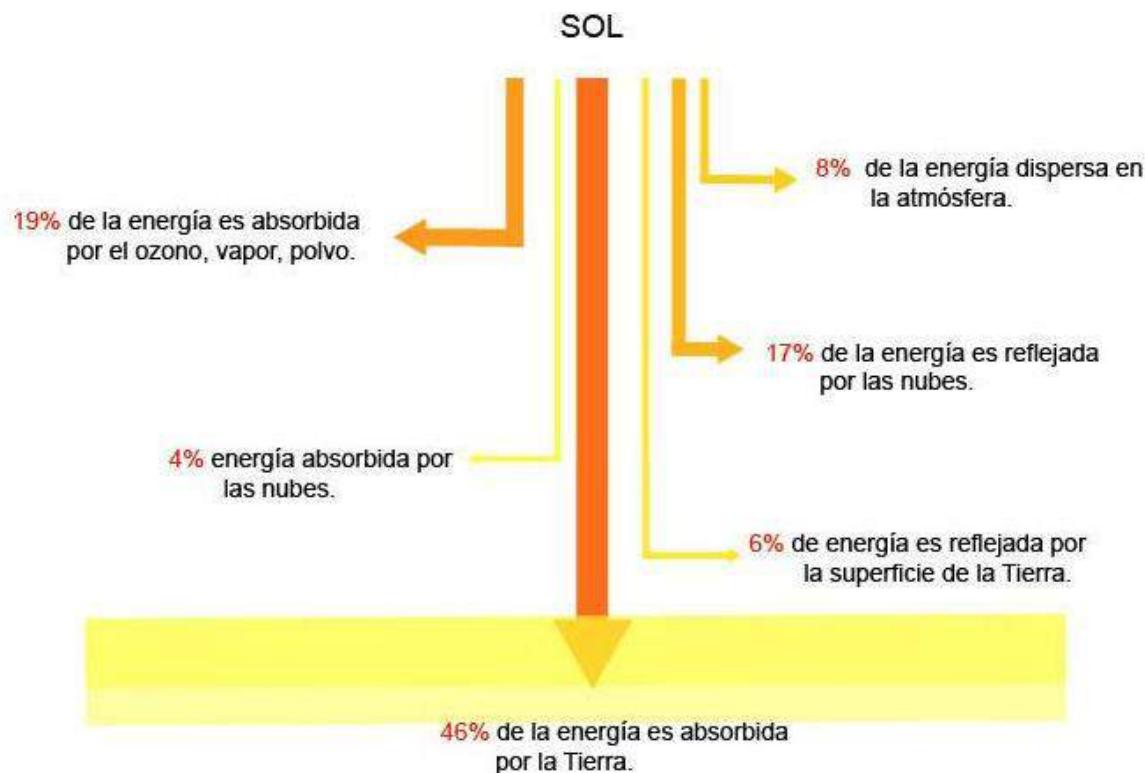
### 8.2.1. ENERGÍA SOLAR

La energía solar que recibe la Tierra, hoy en día se considera como una fuente importante de energías limpias y renovables (utiliza ciclos naturales para producir energía: movimiento del agua, el viento, etc.), y una de sus principales características es que no produce residuos tóxicos y su mantenimiento es sencillo ya que no depende de un suministro eléctrico.

Ésta se transmite a través de las ondas electromagnéticas presentes en los rayos de sol, las cuales son generadas en forma continua y emitidas permanentemente al espacio, parte de ella llega a la Tierra, y alrededor del 70% es absorbida por la atmósfera, la tierra y por los océanos. El otro 30% es reflejado por la atmósfera de regreso al espacio.

Este tipo de energía puede aprovecharse de manera útil por el hombre a través de distintos sistemas de captación y conversión de ella, uno de ellos es mediante paneles solares formados por celdas fotovoltaicas que transforman la energía lumínica del sol en energía eléctrica a través del efecto fotovoltaico.

En la fig. 8.3 se puede ver un gráfico donde se aprecian las diferentes pérdidas de energía proveniente del sol.



*Fig. 8.3. Pérdidas de energía solar antes de llegar a la tierra*

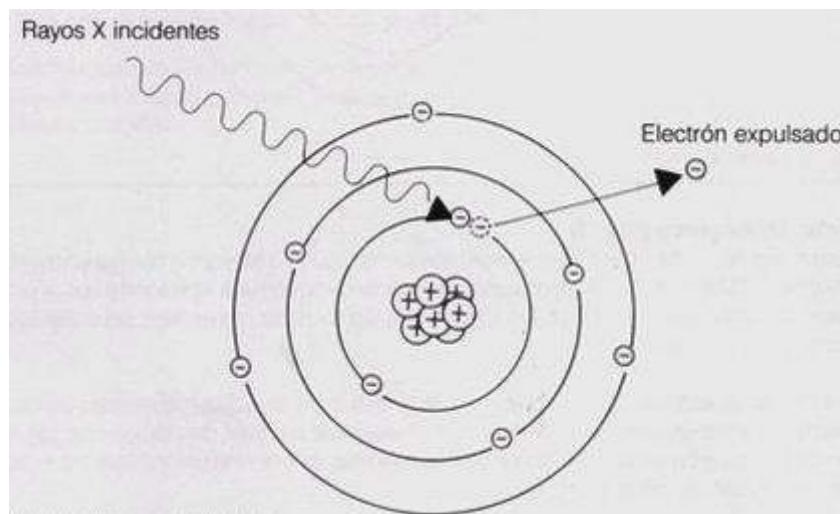
### 8.2.2. DESCRIPCIÓN EFECTO FOTOVOLTAICO

Una instalación fotovoltaica tiene como objetivo producir energía eléctrica a partir de la energía solar. Esta generación de energía eléctrica, sin emisión de contaminantes, se produce como resultado de la captación directa de energía solar y mediante la intervención del llamado efecto fotovoltaico.

El efecto fotovoltaico (FV) es la base del proceso mediante el cual una célula FV convierte la luz solar en electricidad. La luz solar está compuesta por fotones, o partículas energéticas. Estos fotones son de diferentes energías, correspondientes a las diferentes longitudes de onda del espectro solar.

Cuando los fotones inciden sobre una celda fotovoltaica (construidas por una capa delgada de un material semiconductor como el silicio), pueden ser reflejados o absorbidos, o pueden pasar a su través. Únicamente los fotones absorbidos generan electricidad, convirtiendo la energía captada por el sol a un nivel atómico, transfiriéndose la energía del fotón a un electrón de un átomo de la célula fotovoltaica.

Se genera entonces, un salto de electrones en la celda, produciéndose una pequeña diferencia de potencial en sus extremos. Es decir, dicha energía del fotón hace que el electrón sea capaz de escapar de su **posición normal asociada** con un átomo para formar parte de la componente intensidad ( $I$ ) en un circuito eléctrico (fig. 8.4)



*fig. 8.4. Expulsión de electrón de su posición normal.*

Las partes más importantes de la célula solar son las capas de semiconductores, ya que es donde se crea la corriente de electrones. Estos semiconductores son especialmente tratados para formar dos capas diferentemente dopadas (tipo p y tipo n) para formar un campo eléctrico, con carga positiva en una parte y carga negativa en la otra.

Al unir dos regiones de un semiconductor al que artificialmente se había dotado de concentraciones diferentes de electrones, mediante los elementos que denominábamos

dopantes, se provoca un campo electrostático constante que reconduce el movimiento de electrones.

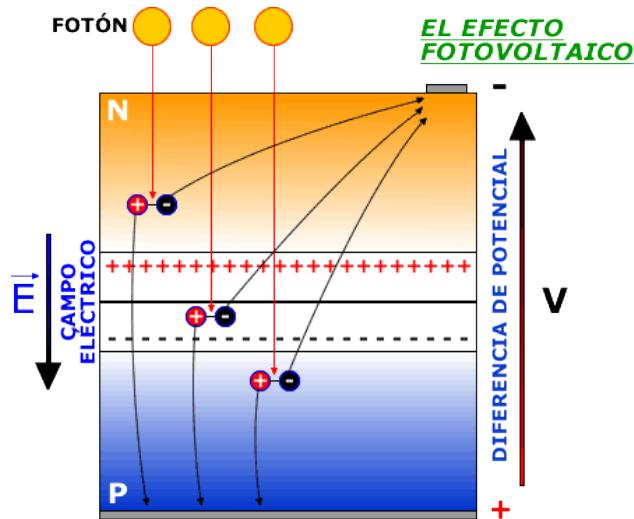


Fig. 8.5. Placa fotovoltaica. Unión PN

De esta forma, como se indicaba antes, cuando sobre la célula solar incide la radiación, aparece en ella una tensión análoga a la que se produce entre las bornas de una pila. Es decir, mientras las cargas positivas se desplazan hacia el terminal positivo los electrones se desplazan hacia el negativo.

Al atraerse naturalmente las cargas, éstas son forzadas a desplazarse hacia el terminal opuesto a través del conductor que une ambas placas, generando así la generación de un ciclo continuo de generación de electricidad. (fig. 8.5 y 8.6)

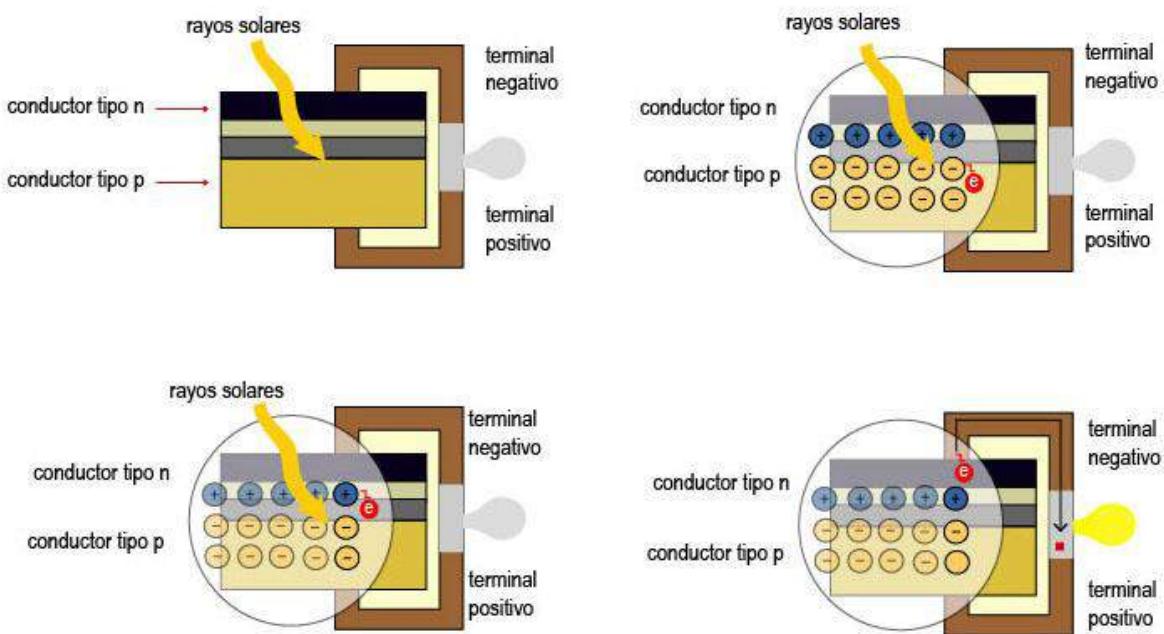


Fig. 8.6. Placa fotovoltaica. Unión PN

### 8.2.3. ESTRUCTURA BÁSICA DE UNA CELDA SOLAR

Una celda solar de silicio generalmente está compuesta por una parte superior e inferior, en ambas partes poseen contactos eléctricos (metálicos) que sirven para captar la radiación que incide sobre ellas, el diseño de los contactos superiores tiene que ver con el paso de luz y lograr maximizar la conductividad eléctrica de estos. Para un mejor desempeño a las celdas solares se le agrega una capa de material antirreflectante y otra de vidrio para su protección (fig.8.7).

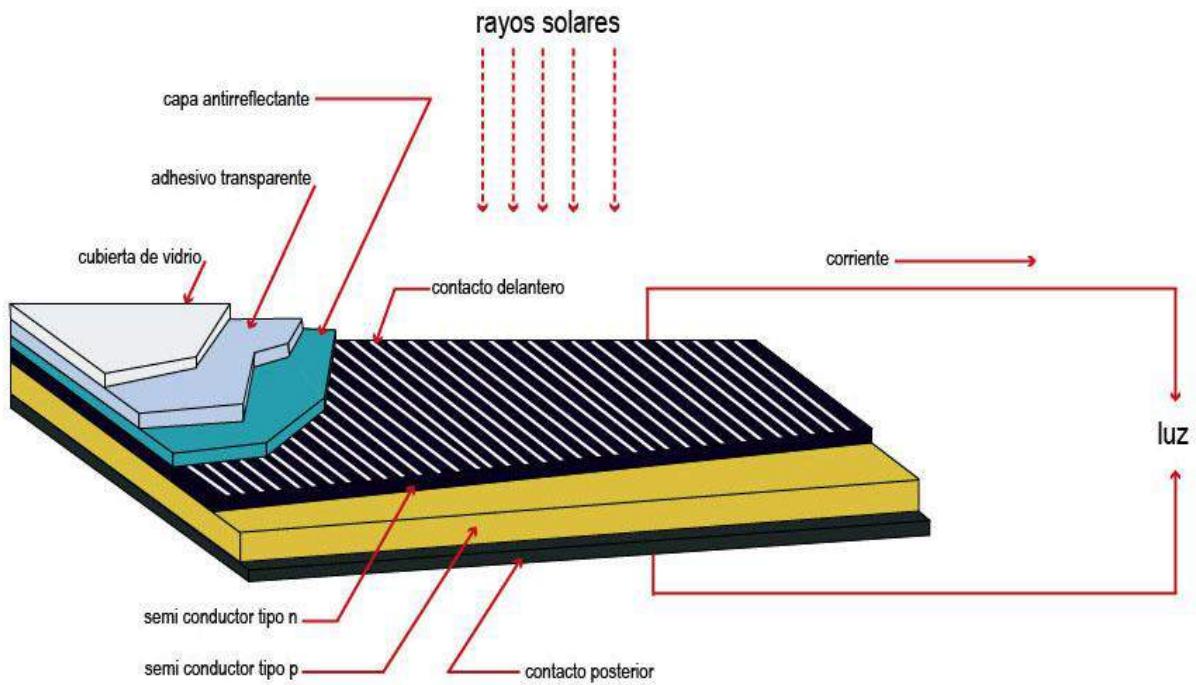


Fig. 8.7. Estructura de placa solar fotovoltaica

#### 8.2.4. DESCRIPCIÓN ELEMENTOS INSTALACIÓN

Los elementos que componen la instalación son:

- Generador fotovoltaico: transforma la energía del sol en energía eléctrica.
- Cuadro de protecciones: Contiene alarmas, desconectadores, protecciones, etc...
- Inversores: Son los elementos que adaptan la energía entregada por el generador fotovoltaico (en forma de corriente continua) a las condiciones requeridas por los diferentes tipos de cargas, ya sean éstas en corriente continua, en corriente alterna o inyección de energía directamente a la red. Son muchos los tipos de inversores, que

utilizando diferentes tecnologías, se comercializan en la actualidad. A los empleados en instalaciones conectados a la red eléctrica se les exige una baja producción de armónicos, su adaptación a cualquier red eléctrica y una generación con alto factor de potencia.

- Contadores: Se requieren dos contadores con finalidades distintas. Un contador principal contabiliza la energía producida y enviada a la red para que pueda ser facturada a la compañía a los precios estipulados. Por otro lado, un contador secundario mide los pequeños consumos de los equipos fotovoltaicos para descontarlos del total de la energía producida.

## **9. PRESUPUESTO GENERAL**

### **PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN**

<b>01: CONDUCCIONES</b>	46.319,53 €
<b>02: E.T.A.P.</b>	442.646,60 €
<b>03: DEPOSITO AGUA TRATADA E.T.A.P.</b>	90.063,89 €
<b>04: URBANIZACIÓN</b>	30.606,69 €
<b>05: INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>	161.814,93 €
<b>06: AUTOMATISMOS Y TELECONTROL</b>	46.437,93 €
<b>07: ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS</b>	36.117,78 €
<b>08: INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA</b>	32.998,94 €
 <b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....</b>	<b>887.006,29 €</b>

16% Gastos Generales.....	141.921,01 €
6% Beneficio Industrial.....	53.220,38 €
 <b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....</b>	<b>1.082.147,68 €</b>

18% I.V.A.....	194.786,58 €
 <b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN.....</b>	<b>1.276.934,26 €</b>

El presupuesto base de licitación asciende a la cantidad de:

UN MILLON DOSCIENTOS SETENTA Y SEIS MIL NOVECIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS  
CON VEINTISEIS CENTIMOS

---

## **10. TRATAMIENTO DE RESIDUOS**

El material sobrante en la realización del Proyecto se llevará a vertederos Municipales.

Con el fin de minimizar el volumen depositado en vertedero se han adoptado una serie de medidas entre las que se encuentran la utilización del material excavado como relleno, la retirada y almacenamiento de la tierra vegetal para su posterior reutilización, etc.

Es obligación del Director de Obra la redacción de un informe sobre la cantidad de residuos generados y la gestión realizada con los mismos.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

### Libros

Gilbert Degrémont, 1979, “*Manual técnico del agua*”, Bilbao, Ed. Degrémont, 1216 pags, ISBN: 8430016511

Jairo Alberto Romero Rojas, 1999, “*Potabilización del agua*”, México, Ed. Alfaomega, 327 pags, ISBN: 9701504003

Ricardo Isla de Juana, 2007, “*Ingeniería sanitaria y del agua: formulario-diccionario*”, Madrid, Ed. Edimar, 396 pags. ISBN: 8496486400

M. Ibáñez Plana, J. R. Rossell Polo, J. I. Rosell Urrutia. 2004. “*Tecnología Solar*”, Madrid, Ed. Mundi-Prensa. 544 pags. ISBN: 8484761991

### Artículos

K. M. Yao, “*Theoretical study of high-rate sedimentation*”, Journal of the Water Pollution Control Federation, 42 (2, parte I), Febrero 1970, pp. 218-228. (Artículo de 11 pags.)

### Páginas web

F. Ramírez

*El agua potable*

<http://www.elaguapotable.com>

(Consulta en 2011 - Web disponible actualmente)

Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes

***Compuestos orgánicos halogenados***

<http://www.prtr-es.es/Compuestos-Organicos-Halogenados-AOX,15627,11,2007.html>

(Consulta en 2011 - Web disponible actualmente)

EDARMA – Tratamiento y depuración de aguas

c/ Nicolau Tallo, 151-Bajos 08224 Terrassa (Barcelona)

***Filtros de arena con lavado en continuo***

[http://www.edarma.com/informacion/Present\\_EDASAND\\_Edarma\\_ES.pdf](http://www.edarma.com/informacion/Present_EDASAND_Edarma_ES.pdf)

(Consulta en 2011 - Web disponible actualmente)

Acquatron. Bombas dosificadoras e instrumentos de control

General Parra 815 Providencia. Santiago de Chile

***Desinfección con cloro***

[http://www.acquatron.cl/pdf/desinfeccion\\_con\\_cloro.pdf](http://www.acquatron.cl/pdf/desinfeccion_con_cloro.pdf)

(Consulta en 2011 - Web disponible actualmente)

Sistema de información de aguas de riego

***Informe de Análisis del Agua de Riego***

<http://siam.imida.es/apex/f?p=101:44:1174377464275840#R326>

(Consulta en 2011 - Web disponible actualmente)

Organización de las naciones unidas para la educación, la ciencia y la cultura.

(UNESCO)

***Informe de las naciones unidas sobre los recursos hídricos en el mundo***

<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556s.pdf>

Unesco – WWAP, 2003

(Consulta en 2011 - Web disponible actualmente)

Organización mundial de la salud (OMS) / UNICEF

Water Sanitation and Health (WSH)

***Water for life: Making it happen 2004***

[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/waterforlife.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/waterforlife.pdf)

(Consulta en 2011 - Web disponible actualmente)

Miliarium Aureum, S.L. (Portal de ing. civil, construcción y medio ambiente)

***Cálculo de la potencia agitación en coagulación-floculación***

<http://www.miliarium.com/prontuario/MedioAmbiente/Aguas/PotenciaAgitacion.htm>

(Consulta en 2011 - Web disponible actualmente)

Antonio Gutiérrez Lavín - Julio L.Bueno de las Heras

***Los sedimentadores lamelares en el tratamiento de aguas residuales***

[http://www.itp-depuracion.com/documentacion/magazine/IQ\\_Lamelas.pdf](http://www.itp-depuracion.com/documentacion/magazine/IQ_Lamelas.pdf)

(Consulta en 2011 - Web disponible actualmente)

Quím. Ada Barrenechea Martel

***Coagulación***

<http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualII/tomoI/cuatro.pdf>

(Consulta en 2011 - Web disponible actualmente)

Ing. Yolanda Andía Cárdenas

***Tratamiento de agua. Coagulación y floculación***

<http://es.scribd.com/doc/38045977/coagulacion-floculacion>

(Consulta en 2011 - Web disponible actualmente)

Ing. Víctor Maldonado Yactayo

***Sedimentación***

<http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualII/tomoII/siete.pdf>

(Consulta en 2011 - Web disponible actualmente)

Decantek. Industrias Plaext, S.L

C/ Lehendakari Aguirre, 48, 48970 - Basauri (Bizkaia)

***Criterios de diseño de módulos lamelares***

[http://www.decantek.com/paginas/criterios\\_de\\_diseño.html](http://www.decantek.com/paginas/criterios_de_diseño.html)

(Consulta en 2011 - Web disponible actualmente)

Javier David García Rosales

***Proyecto de instalación solar fotovoltaica en Guirguillano***

<http://www.fotona.es/uploads/proyecto.pdf>

(Consulta en 2011 - Web disponible actualmente)

(Autor desconocido)

***Cálculo simplificado de una instalación fotovoltaica de inyección a red de 7 kW de potencia nominal.***

<http://www.tecnofilos.org/Alumnos/Problema.pdf>

(Consulta en 2011 - Web disponible actualmente)

Regaber. Gestión de agua

C/. Garbi, nº3, Polígono Industrial Can Volart, Parets del Vallés, 08150 - Barcelona

***Filtración de arena. Manual técnico.***

<http://www.hidroglobal.com/libreria/Manual%20Filtraci% F3n%20Arena.pdf>

Ref. Edición controlada: 07/2002

(Consulta en 2011 - Web disponible actualmente)

ITC. Fabricación bombas dosificadoras y equipos electrónicos de control de reactivos

c/ Mar Adriàtic nº 1 Pol. Ind. Torre del Rector 08130 Sta. Perpetua de Mogoda,

Barcelona

***Cloración de agua potable***

[www.itc.es/pdf/Technical\\_documents/Agua-marca-Esp.pdf](http://www.itc.es/pdf/Technical_documents/Agua-marca-Esp.pdf)

(Consulta en 2011 - Web disponible actualmente)

Carla Salinas

***La energía proveniente del sol***

[http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/La\\_energ%C3%ADa\\_proveniente\\_del\\_sol](http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/La_energ%C3%ADa_proveniente_del_sol)

(Consulta en 2011 - Web disponible actualmente)

Universidad de Jaén

Grupo IDEA I+D en Energía Solar y Automática. Cursolar

*Sistemas fotovoltaicos*

[http://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/home\\_main\\_frame/03\\_celula/01\\_basico/3\\_celula\\_03.htm](http://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/home_main_frame/03_celula/01_basico/3_celula_03.htm)

(Consulta en 2011 - Web disponible actualmente)

### Legislación

Directiva 75/440/CEE del Consejo, de 16 de junio de 1975 ( LCEur 1975\196) relativa a la calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable en los Estados miembros.

Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

(BOE 45 del 21/02/2003)

Real Decreto 1541/1994, de 8 de julio. Modifica el anexo núm. 1 del Reglamento de la Administración pública del agua y de la planificación hidrológica aprobado por el Real Decreto 927\1988, de 29-7-1988.

(BOE núm. 179 de 28-7-1994)

Real Decreto 927/1988, de 29 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, en desarrollo de los Títulos II y III de la Ley de Aguas.

(BOE núm. 209 de 31-08-1988)

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

(BOE nº 224 18-09-2004)

Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

(BOE número 234 de 27/9/2008)

## **12. ANEJOS A LA MEMORIA**

### **12.1. ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA**

12.1.1. NORMATIVA.....	117
12.1.2. RESULTADOS ANALÍTICOS.....	120
12.1.3. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y SOLUCIÓN ADOPTADA.....	122

### 12.1.1. NORMATIVA

Aun encontrándose el país objetivo del proyecto fuera de la legislación española y europea en lo referente a la calidad de agua, se tomarán como referencia sus respectivas normas, con la garantía de que su cumplimiento asegure unas condiciones del agua producto aptas para consumo humano.

La norma a aplicar es la relativa al Real Decreto 140/2003 de 7 de febrero, por la que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. En dicha norma **no** se contemplan valores límite (“valores paramétricos”) para la composición de dichas aguas, especificándose únicamente la necesidad de contemplar tratamientos adecuados a dicha composición, que garanticen que la composición a la salida de la estación de tratamiento (ETAP) y/o en la red de distribución no supere determinados límites impuestos para algunos parámetros analíticos; límites contenidos en el Anexo I de dicho Real Decreto.

Por tanto, para evaluar el proceso de potabilización a seguir, se toma como referencia el ya derogado Real Decreto 1541/1994, de 8 de julio (BOE nº 179 de 28/07/94), que reproduce los límites obligatorios que figuran en la Directiva Marco Europea 75/440/CEE de 16 de junio de 1975 relativa a la calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, en las que al contrario que la norma actual, si estaban regulados los valores límite para distintos parámetros en agua destinada a consumo público, y se establecían tres categorías:

- Tipo A1. Tratamiento físico simple y desinfección.
- Tipo A2. Tratamiento físico normal, tratamiento químico y desinfección.
- Tipo A3. Tratamientos físico y químico intensivos, afino y desinfección.

Categoría A1	Tratamiento físico simple y desinfección, por ejemplo, filtración rápida y desinfección.
Categoría A2	Tratamiento físico normal, tratamiento químico y desinfección, por ejemplo, precloración, coagulación, floculación, decantación, filtración y desinfección (cloración final).
Categoría A3	Tratamiento físico y químico intensivos, afino y desinfección, por ejemplo, cloración hasta el «break point», coagulación, floculación, decantación, filtración, afino (carbono activo) y desinfección (ozono, cloración final).

La siguiente tabla (fig. 1) reproduce los límites obligatorios que figuran en el anexo II de la Directiva 75/440/CEE del Consejo, de 16 de junio, a los que deberá ajustarse la calidad de las aguas superficiales utilizadas o destinadas a ser utilizadas en la producción de agua potable, después de la aplicación de tratamientos apropiados.

Parámetro	Unidad	Tipo A1	Tipo A2	Tipo A3
pH	-	(6.5-8.5)	(5.5-9)	(5.5-9)
Color (O)	Escala Pt	20	100	200
Sólidos en suspensión	mg/l	(25)	-	-
Temperatura (O)	°C	25	25	25
Conductividad a 20°C	mS/cm	(1.000)	(1.000)	(1.000)
Nitratos (O) (*)	mg/l NO <sub>3</sub>	50	50	50
Fluoruros (I)	mg/l F	1,5	(0.7/1.7)	(0.7/1.7)
Hierro disuelto	mg/l Fe	0.3	2	(1)
Manganoso	mg/l Mn	(0.05)	(0.1)	(1)
Cobre	mg/l Cu	0.05 (O)	(0.05)	(1)
Zinc	mg/l Zn	3	5	5
Boro	mg/l B	(1)	(1)	(1)
Arsénico	mg/l As	0.05	0.05	0.1
Cadmio	mg/l Cd	0.005	0.005	0.005
Cromo total	mg/l Cr	0.05	0.05	0.05
Plomo	mg/l Pb	0.05	0.05	0.05
Selenio	mg/l Se	0.01	0.01	0.01
Mercurio	mg/l Hg	0.001	0.001	0.001
Bario	mg/l Ba	0.1	1	1
Cianuros	mg/l CN	0.05	0.05	0.05
Sulfatos (**) (2)	mg/l SO <sub>4</sub>	250	250 (O)	250 (O)
Cloruros (**) (2)	mg/l Cl	(200)	(200)	(200)
Detergentes	mg/l (lauril-sulfato)	(0.2)	(0.2)	(0.5)
Fosfatos (*) (2)	mg/l P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	(0.4)	(0.7)	(0.7)

Parámetro	Unidad	Tipo A1	Tipo A2	Tipo A3
Fenoles	mg/l C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	0.001	0.005	0.1
Hidrocarburos disueltos o emulsionados (tras extracción en éter de petróleo)	mg/l	0.05	0.2	1
Carburos aromáticos policíclicos	mg/l	0.0002	0.0002	0.001
Plaguicidas totales	mg/l	0.001	0.0025	0.005
DQO (*)	mg/l O <sub>2</sub>	-	-	(30)
Oxígeno disuelto (*)	% satur	(70)	(50)	(30)
DBO5 (*)	mg/l O <sub>2</sub>	(3)	(5)	(7)
Nitrogeno Kjedahl	mg/l N	(1)	(2)	(3)
Amoniaco	mg/l NH <sub>4</sub>	(0.05)	1.5	4 (O)
Sustancias extraíbles con cloroformo	mg/l SEC	(0.1)	(0.2)	(0.5)
Coliformes totales a 37°C	100 ml	(50)	(5.000)	(50.000)
Coliformes fecales	100 ml	(20)	(2.000)	(20.000)
Estreptococos fecales	100 ml	(20)	(1.000)	(10.000)
Salmonellas		Ausente en 5.000 ml	Ausente en 1.000 ml	

Fig. 1. Directiva 75/440/CEE del Consejo, de 16 de junio

### 12.4.1. RESULTADOS ANALÍTICOS

A continuación se muestran los resultados analíticos correspondientes a las muestras de agua obtenidas, in situ, en Ribera Grande (fig. 2)

En el lado derecho de la tabla, de acuerdo al Real Decreto 140/2003, de 7 febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, se muestran los valores paramétricos de la composición de las aguas a la salida de la ETAP (Anexo I, tablas A y C, del Real Decreto).

Como se ha comentado antes, esta norma no fija límites cuantitativos para las mismas, recogiendo únicamente la necesidad de adecuar el tratamiento a su composición.

La columna de L.C. refleja el límite de cuantificación de cada parámetro según la técnica analítica elegida.

#### RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Unidades	L.C.	Resultado	(1) Valor paramétrico
<u>Recuento de Bacterias coliformes totales (MET-Mi-Coliformes T-Ar)</u>	ufc/100mL		300	0 ufc/100 mL
<u>Recuento de Clostridium perfringens (incluidas las esporas) (MET-Mi-CI. perfringens-Ar)</u>	ufc/10mL		0	0 ufc/100 mL
<u>Recuento de colonias a 22º C (MET-Mi-Rec.colonias-Ar)</u>	ufc/mL		$3,3 \times 10^{-4}$	100 ufc/mL
<u>Recuento de Enterococos (<math>\beta</math>-D-glucosidasa positivo) (MET-Mi-Enterococos-Ar)</u>	ufc/10mL		0	0 ufc/100 mL
<u>Recuento de Escherichia coli (<math>\beta</math>-D-glucuronidasa positivo) (MET-Mi-E coli-Ar)</u>	ufc/10mL		0	0 ufc/100 mL
<u>Arsenico (As) (MET-FQ-ICP-Ar)</u>	$\mu\text{g/L}$	10,0	< 10,0	10 $\mu\text{g/L}$
<u>Bicarbonatos (H-CO3) (MET-FQ-Alcalinidad-Ar)</u>	$\text{mg/L}$	10,0	173,9	
<u>Boro (B) (MET-FQ-Boro)</u>	$\text{mg/L}$	0,05	< 0,05	1,0 mg/L
<u>Cadmio (Cd) (MET-FQ-ICP-Ar)</u>	$\mu\text{g/L}$	1,0	< 10,0	5,0 $\mu\text{g/L}$
<u>Calcio (Ca) (MET-FQ-Ca Mg-Ar)</u>	$\text{mg/L}$	1,0	18,0	
<u>Carbonatos (CO3) (MET-FQ-Alcalinidad-Ar)</u>	$\text{mg/L}$	10,0	< 10,0	
<u>Cloruros (Cl) (MET-FQ-Cloruros-Ar)</u>	$\text{mg/L}$	5,0	41,3	250 mg/L

### RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Unidades	L.C.	Resultado	(1) Valor paramétrico
Cobre (Cu) (MET-FQ-ICP-Ar)	mg/L	0,10	< 0,10	2,0 mg/L
Conductividad eléctrica a 20 °C (MET-FQ-Conductividad-Ar)	µS/cm	5,0	341	2500 µS/cm
Hierro (Fe) (MET-FQ-ICP-Ar)	µg/L	10,0	61,9	200 µg/L
Magnesio (Mg) (MET-FQ-Ca Mg-Ar)	mg/L	1,0	18,7	
Manganoso (Mn) (MET-FQ-ICP-Ar)	µg/L	10,0	< 10,0	50 µg/L
Nitratos (NO <sub>3</sub> ) (MET-FQ-Nitratos-Ar)	mg/L	0,5	11,3	50 mg/L
pH (MET-FQ-pH-Ar)	un.de pH	2,00	8,63	6,5 - 9,5 un.de pH
Plomo (Pb) (MET-FQ-ICP-Ar)	µg/L	5,0	< 10,0	25 µg/L
Potasio (K) (MET-FQ-Na,K-Ar)	mg/L	1,0	5,0	
Sales solubles totales (MET-FQ-Conductividad-Ar)	g/L	0,01	0,29	
Sodio (Na) (MET-FQ-Na,K-Ar)	mg/L	1,0	26,6	200 mg/L
Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) (MET-FQ-Sulfatos-Ar)	mg/L	10,0	< 10,0	250 mg/L
Indice de Langeller			Agua con tendencia incrustante	

*Fig. 2. Resultados del análisis de agua bruta en Rivera Grande. Cabo Verde.*

### 12.4.2. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Observamos un valor de 300 UFC/100ml en el recuento de bacterias coliformes, que situaría este parámetro en la categoría 2, ya que supera el valor límite de 50 UFC/100ml de la categoría 1. También se aprecia un valor muy alto en el recuento de colonias a 22º ( $3,3 \times 10^4$  UFC/ml).

Esto implica la necesidad de un fuerte tratamiento de cloración en la potabilizadora, con el fin de eliminar estos microorganismos.

Del mismo modo se puede ver un valor del pH de 8.61, entrando también este parámetro en la categoría 2.

#### Color

El color de las aguas naturales se debe a la presencia de sustancias orgánicas disueltas o coloidales, de origen vegetal y, a veces, sustancias minerales (sales de hierro, manganeso, etc.).

El color de las aguas se determina por comparación con una escala de patrones preparada con una solución de cloruro de platino y cloruro de cobalto. El número que expresa el color de un agua es igual al número de miligramos de platino que contiene un litro patrón cuyo color es igual al del agua examinada.

En análisis ajeno al mostrado anteriormente, se sabe que el color del agua en cuestión es de aproximadamente unos **40 mg/l escala Pt**, lo que supera el valor límite de la categoría 1 (20 mg/l escala Pt), situándose en la categoría 2.

Es por esto que en el tratamiento de potabilización del agua del actual proyecto será suficiente con los tratamientos de precloración, coagulación, floculación, decantación, filtración y desinfección (cloración final).

Otros parámetros indicadores de la calidad del agua son los siguientes:

### **Turbidez**

Se entiende por **turbidez** o **turbiedad** la falta de transparencia de un líquido debida a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia parecerá ésta y más alta será la turbidez. La turbidez es considerada una buena medida de la calidad del agua, cuanto más turbia, menor será su calidad.

Normalmente indica la cantidad de materia inorgánica en suspensión que existe en suspensión, probablemente de origen natural, fijada en partículas, y por tanto filtrable.

### **Alcalinidad**

Se define como la capacidad del agua para neutralizar ácidos o aceptar protones (cambios repentinos en el pH). Dado que la alcalinidad de aguas superficiales está determinada generalmente por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, ésta se toma como un indicador de dichas especies iónicas. El bicarbonato constituye la forma química de mayor contribución a la alcalinidad. La alcalinidad representa el primer sistema amortiguador del agua dulce.

Según el análisis la alcalinidad del agua sería la suma de bicarbonatos y carbonatos (hidróxidos son despreciables), por tanto se puede tomar un valor aproximado de unos **180 mg/l.**

### **pH**

El pH (potencial de hidrógeno) muestra el carácter ácido o básico del agua e indica la concentración de iones hidronio  $[H_3O^+]$  presentes. El pH típicamente va de 0 a 14 en disolución acuosa, siendo ácidas las disoluciones con pH menores a 7, y alcalinas las que tienen pH mayores a 7. El pH = 7 indica la neutralidad de la disolución (cuando el disolvente es agua).

Los valores óptimos en agua potable oscilan entre 6,5 y 8,5, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina.

### Índice de Langelier

Podemos definir este índice como la indicación del grado de saturación del carbonato de calcio en el agua, el cual se basa en el pH, la alcalinidad y la dureza, es decir, si el índice es negativo indica que el agua es corrosiva, pero si el Índice de Langelier es positivo, el carbonato de calcio puede precipitar y formar escamas o “sarro” en el recipiente o cañería de agua.

Es un índice que refleja el equilibrio del pH del agua con respecto al calcio y la alcalinidad; y es usado en la estabilización del agua para controlar tanto la corrosión como la escala de deposición.

$$I.L. = pH - pH_s$$

Donde pH es el pH actual del agua y pHs es el pH del agua cuando está saturada con carbonato de calcio (o pH teórico que el agua alcanzaría en equilibrio con el CaCO<sub>3</sub>).

El pHs puede definirse como:

$$pH_s = 9,3 + a + b - c - d = 9,3 + 0,146 + 1,83 - 1,69 - 2,256 = 7,33$$

Dónde:

- **a:** función de los sólidos concentrados totales.
- **b:** función de la temperatura del agua.
- **c:** función del calcio como dureza (ppm CaCO<sub>3</sub>).
- **d:** función de la alcalinidad.

$$a = [\log(TDS) - 1] \cdot \frac{1}{10} = 0,146$$

Siendo TDS = 290 mg/l

$$b = -13,2 \cdot \log(T) + 34,55 = 1,832$$

$$c = \log(C) - 0,4 = \log(123,2) - 0,4 = 1,69$$

$$d = \log(A) = \log(180) = 2,256$$

Dónde:

TDS = Sólidos totales disueltos (mg/l)

T = temperatura del agua en °K

C = calcio como dureza (concentración de CaCO<sub>3</sub> mg/l)

A = Alcalinidad (concentración de CaCO<sub>3</sub> mg/l)

- Si el IL está entre -1 a -4 la tendencia del agua en el circuito será muy corrosiva.
- Si el IL está entre -0,3 a -1 la tendencia del agua en el circuito será levemente corrosiva.
- Si el IL está entre -0,3 a +0,3 la tendencia del agua en el circuito será neutra, en balance.
- Si el IL está entre 0,3 a 1,5 la tendencia del agua en el circuito será levemente precipitante.
- Si el IL está arriba de 1,5 la tendencia del agua en el circuito será altamente precipitante.

Hay que tener en cuenta que con un aumento del TDS el agua se hace más corrosiva porque en las sales disueltas en el agua los iones negativos y positivos están divididos, entonces más sal existe en el agua más conductiva es debido a la presencia de electrones libres. En el proceso de corrosión está presente el intercambio de electrones. Cuando la temperatura del agua aumenta, la solubilidad Ca(OH)<sub>2</sub>, Mg(OH)<sub>2</sub> y CaCO<sub>3</sub> decrece. Por consiguiente estas sustancias precipitarán formando depósitos de sarro.

$$I.L. = pH - pH_s = 8,63 - 7,33 = 1,3$$

El agua es de carácter levemente precipitante o incrustante

El valor del **índice de Langelier** del agua de consumo debe estar comprendido entre -0'5 y +0'5 por normativa (RD 140/2003)

### **Contenido total en sales o Conductividad eléctrica**

La conductividad se define como la facilidad con que una corriente eléctrica pasa a través del agua. La conductividad nos da una idea del contenido total de sales en el agua. Cuanto más elevada sea la conductividad mayor será el contenido en sales. (Fig.3)

Las unidades de medida más frecuentes son milisiemens por centímetro (mS/cm) y microsiemens por centímetro ( $\mu$ S/cm).

<b>Conductividad eléctrica</b>		<b>Contenido en sales disueltas</b>
<b>CE <math>\mu</math>S/cm</b>	<b>Riesgo</b>	<b>mg/l ó ppm</b>
0-250	Bajo	160
250-750	Medio	160 - 480
750-2250	Alto	480 - 1440
más de 2250	Muy alto	mayor de 1440

*Fig.3. Relación entre la conductividad eléctrica y las sales disueltas*

Las sales disueltas totales son la suma de todas las sales contenidas en el agua. En un análisis de agua se analizan las sales mayoritarias, luego sumando los aniones y cationes tendríamos una idea aproximada de contenido total de sales disueltas.

### **Riesgo de acumulación de sodio (SAR)**

Uno de los iones que más favorece la degradación del suelo es el sodio que sustituye al calcio en los suelos de zonas áridas. Esta sustitución da lugar a una dispersión de los agregados y a una pérdida de la estructura, por lo que el suelo pierde rápidamente su permeabilidad. Una acción contraria a la señalada para el sodio es la que desempeñan calcio y magnesio.

Para prever la degradación que puede provocar una determinada agua de riego se calcula el índice S.A.R. que es la relación de absorción de sodio. Hace referencia a la proporción relativa en que se encuentran el ion sodio y los iones calcio y magnesio.

Se calcula mediante la fórmula:

$$S.A.R. = \frac{|Na|}{\sqrt{\frac{1}{2} \cdot (|Ca| + |Mg|)}}$$

En la que los iones se expresan en miliequivalentes por litro (meq/l).

Para convertir de mg/l a meq/l:

- Para el Calcio:

Sabiendo que tiene una valencia de : +2 (nº de electrones que intercambia en un enlace).

Masa molecular = 40,08 g/mol

Su peso equivalente ( $P_{eq}=g/eq$ ) es  $(40,08 \text{ g/mol}) / (2 \text{ eq/mol}) = 20,04 \text{ g/eq}$   
 $= 20,04 \text{ mg/meq}$

Por tanto :  $(18 \text{ mg/l}) / (20,04 \text{ mg/meq}) = 0,898 = 0,9 \text{ meq/l}$

- Para el Magnesio:

Valencia de : +2

Su peso equivalente es :  $(24,30 \text{ g/mol}) / (2 \text{ eq/mol}) = 12,15 \text{ g/eq} = 12,15 \text{ mg/meq}$

Por tanto :  $(18,7 \text{ mg/l}) / (12,15 \text{ mg/meq}) = 1,56 \text{ meq/l}$

- Para el Sodio:

Valencia de : +1

Su peso equivalente es :  $(22,989 \text{ g/mol}) / (1 \text{ eq/mol}) = 22,989 \text{ g/eq} = 22,989 \text{ mg/meq}$

Por tanto :  $(26,6 \text{ mg/l}) / (22,989 \text{ mg/meq}) = 1,16 \text{ meq/l}$

$$S.A.R. = \frac{1,16}{\sqrt{\frac{1,56 + 0,9}{2}}} = 1,05$$

Riesgo de sodio	
SAR	Riesgo
0 - 10	Bajo
10 - 18	Medio
18 - 26	Alto
más de 26	Muy Alto

Fig.4. Riesgo de acumulación de sodio

### Carbonato sódico residual (RSC)

El cálculo de carbonato sódico residual RSC se emplea para predecir la tendencia del calcio y magnesio a precipitar en el suelo cuando se riega con aguas altamente carbonatadas. Cuando esto ocurre, aumentara la proporción relativa de sodio presente en el suelo, es decir, aumentara el valor de SAR y por tanto, el riesgo de sodificación del suelo, a pesar de que la cantidad presente de sodio no ha variado.

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$R.S.C. = ([CO_3^{2-}] + [HCO_3^-]) - ([Ca^{2+}] + [Mg^{2+}])$$

En la que los iones se expresan en miliequivalentes por litro (meq/l):

- Carbonatos ( $CO_3$ ) < 10 mg/l = 0,33 meq/l
- Bicarbonatos ( $HCO_3$ ) = 173,9 mg/l = 2,85 meq/l
- Calcio (Ca) = 18 mg/l = 0,9 meq/l
- Magnesio (Mg) = 18,7 mg/l = 1,56 meq/l

$$R.S.C. = (0,33 + 2,85) - (0,9 + 1,56) = 0,72$$

En el siguiente cuadro (Fig.5) se muestra el riesgo de aumento de sodio residual según el índice R.S.C

Carbonato sódico residual		
RSC ( meq / l )	Riesgo	
<0	Bajo	Recomendable
1,25 - 2,5	Medio	Poco recomendable
más de 2,5	Alto	No recomendable

Fig.5. Riesgo de carbonato sódico residual

## Dureza

La dureza del agua se define como la concentración de todos los cationes metálicos no alcalinos presentes (iones de calcio, estroncio, bario y magnesio en forma de carbonatos o bicarbonatos) y se expresa en equivalentes de carbonato de calcio y constituye un parámetro muy significativo en la calidad del agua.

Esta cantidad de sales afecta la capacidad de formación de espuma de detergentes en contacto con agua y representa una serie de problemas de incrustación en equipos industriales y domésticos, además de resultar nociva para consumo humano.

Un agua con mucho calcio es dura. Por el contrario, si tiene poco calcio se considera blanda. La dureza se expresa en grados hidrométricos franceses.

El cálculo de la dureza se realiza mediante la siguiente formula:

$$\text{Dureza} = \frac{(Ca \cdot 2,5) - (Mg \cdot 4,12)}{10}$$

En esta formula los iones se expresan en mg/l.

$$\text{Dureza} = \frac{(18 \cdot 2,5) - (18,7 \cdot 4,12)}{10} = 12,32 \text{ °F}$$

Siendo  $1^{\circ}\text{F} = 10 \text{ ppm CaCO}_3 = 10 \text{ mg/l CaCO}_3$

<b>Cuadro indicativo de valores de dureza</b>	
Tipo de agua	Grados hidrométricos franceses
Muy blanda	Menos de 7
Blanda	7-14
Medianamente blanda	14-22
Medianamente dura	22-32
Dura	32-54
Muy dura	>54

*Fig.6. Dureza del agua*

Donde da un resultado de agua blanda ó dulce.

#### **Coeficiente alcalimétrico. (Indice de Scott)**

Este índice valora la calidad agronómica de un agua en función de las concentraciones entre ion cloruro, sulfato y sodio, pudiendo definirlo como la altura del agua, expresada en pulgadas (2,54 cm) que después de la evaporación dejaría en un terreno vegetal, de cuatro pies de espesor, aproximadamente 1,2192 m, álcali suficiente para imposibilitar el desarrollo normal de las especies vegetales más sensibles.

Es decir, en realidad este coeficiente K, evalúa la toxicidad que pueden producir las concentraciones de los iones cloruro y sulfato, aportadas con el agua de riego y que permanecen en el suelo tras formar cloruro y sulfato de sodio respectivamente. El cálculo de este índice, se basa por tanto en los tres siguientes axiomas:

I.- Si :

$$|Na^+| - 0,65 \cdot |Cl^-| \leq 0$$

entonces:

$$K_1 = \frac{2040}{|Cl^-|}$$

II.- Si:

$$0 < |Na^+| - 0,65 \cdot |Cl^-| < 0,48 \cdot SO_4^{2-}$$

entonces:

$$K_1 = \frac{6620}{|Na^+| + 2,6 \cdot |Cl^-|}$$

III.- Si:

$$0 < |Na^+| - 0,65 \cdot |Cl^-| > 0,48 \cdot SO_4^{2-}$$

entonces:

$$K_1 = \frac{662}{|Na^+| - 0,32 \cdot |Cl^-| - 0,43 \cdot |SO_4^{2-}|}$$

Comprobamos el primer axioma:

$$26,6 - 0,65 \cdot 41,3 = -0,245 < 0$$

Si cumple el primer axioma, por tanto

$$K_1 = \frac{2040}{41,3} = 49,3$$

Los axiomas II y III ya no son necesarios, al cumplirse el I.

Según el siguiente cuadro (Fig. 7), la calidad agronómica del agua, según lo anteriormente expuesto, puede calificarse como buena.

VALOR DE K ( $K_1, K_2, K_3$ )	CALIDAD DEL AGUA
Buena	$K > 18$
Tolerable	$18 > K > 6$

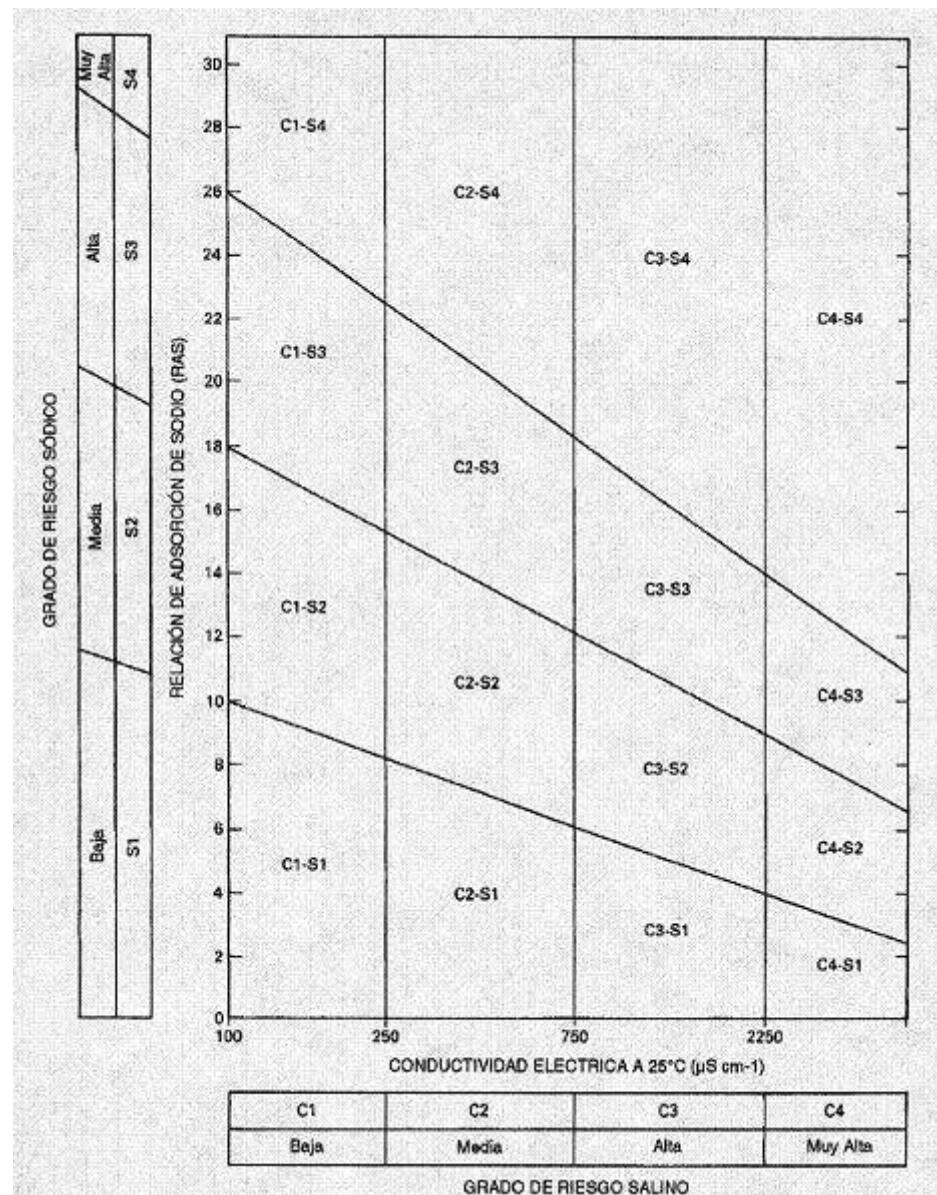
Medioocre	$6 > K > 1,2$
Mala	$K < 1,2$

*Fig.7. Indice de Scott*

### **Norma Riverside**

Establece la clase de agua en función del riesgo de salinización mediante la conductividad eléctrica (C.E.) y alcalinización (mediante el S.A.R.) que puede originar su uso.

Existen diferentes categorías de clases de aguas enunciadas según las letras C y S.



La clasificación del agua de acuerdo a la norma Riverside es: **C2-S1**

Riesgo medio de salinización y bajo de alcalinización (bajo riesgo de acumulación de sodio).

**12.2. CÁLCULOS HIDRÁULICOS**

12.2.1. CÁLCULO DE IMPULSIONES. BOMBEOS .....	135
12.2.1.1. CONCEPTOS.....	135
12.2.1.2. IMPULSIÓN DESDE CAPTACIÓN HASTA E.T.A.P .....	136
12.2.2. CÁLCULO DEL GOLPE DE ARIETE.....	140
12.2.3. FICHA TÉCNICA Y CURVA DE LAS BOMBAS UTILIZADAS ....	144

### 12.2.1. CÁLCULO DE IMPULSIONES. BOMBEOS.

#### 12.2.1.1. CONCEPTOS

- Altura geométrica ( $H_g$ ): Suma de la altura de aspiración ( $H_a$ ) más la altura de impulsión ( $H_i$ ).

$$H_g = H_{imp} + H_{asp}$$

- Altura manométrica total ( $H_m$ ): La altura manométrica de la instalación es la altura total de elevación del líquido.  $H_m = H_g + \text{Pérdidas de carga}$

$$H_m = H_g + \Delta h$$

- Pérdidas de carga = Pérdidas de carga continuas + Pérdidas localizadas

$$\Delta h = i \cdot L + \Delta h_{localizadas}$$

En la siguiente figura quedan reflejados los anteriores conceptos:

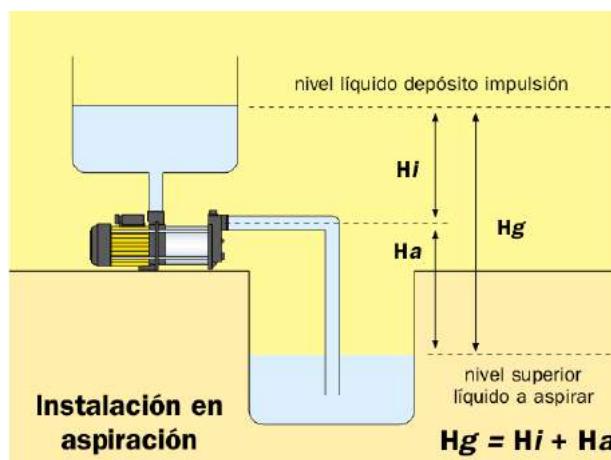


Fig. 1. Esquema conceptual de instalación de bomba centrífuga

**12.2.1.2. IMPULSIÓN DESDE TOMA RIO A ETAP.**

El caudal que es necesario bombear a la ETAP en esta impulsión, es de 120 m<sup>3</sup>/h, (33,33 l/s), caudal que servirá de base para dimensionar las bombas y la tubería.

Para el cálculo de la altura geométrica, se tomará desde la cota más baja del río (110 metros) hasta la cota de llegada a la ETAP (174,65 metros), por lo que oscilará en torno a los 64,65 metros.

$$H_g = 174,65 - 110 = 64,65 \text{ m}$$

La longitud de la tubería que los une es de 1161 metros.

En estas condiciones elegimos previamente el diámetro de la tubería de impulsión utilizando la fórmula de Vibert.

$$D_{econ} = 1,456 \cdot \left( \frac{n \cdot e}{f} \right)^{0,154} \cdot Q_{bom}^{0,46}$$

Donde:

n = precio del Kwh

e = número de horas diarias de bombeo.

f = precio kg de tubería instalada

Q<sub>bom</sub> = caudal bombeado en m<sup>3</sup>/seg

D<sub>econ</sub> = diámetro de la tubería en metros.

En estas condiciones:

$$D_{econ} = 1,456 \cdot \left( \frac{13 \cdot 16}{615} \right)^{0,154} \cdot 0,03333^{0,46} = 0,257 \text{ m}$$

Optamos por una tubería de diámetro 250 mm. de PVC orientado de 16 atmósferas de presión.

Las pérdidas de carga son:

- Pérdidas de carga continuas (Usando la fórmula de Colebrook)

$$\Delta h_c = \lambda \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot D} \cdot L$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log \left[ \frac{k}{3,71 \cdot D} + \frac{2,51}{\frac{v \cdot D}{v} \cdot \sqrt{\lambda}} \right]$$

En nuestro caso será:

$$Q_{\text{bomb}} = 0,03333 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D_{\text{int}} = 0,239 \text{ m}$$

$$L = 1161 \text{ m}$$

$$v = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$v = \frac{Q}{\pi \cdot \frac{D^2}{4}} = \frac{0,03333}{\pi \cdot \frac{0,239^2}{4}} = 0,743 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\lambda = 0,01735$$

$$\Delta h_{\text{continuas}} = 2,37 \text{ m}$$

Otra forma de hallar  $\lambda$  es con el diagrama de Moody:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{v \cdot D}{\nu} = \frac{0,743 \cdot 0,239}{1 \cdot 10^{-6}} = 177560$$

$k$  = Rugosidad absoluta PVC = 0,02mm

$$\text{Rugosidad relativa} = \frac{k}{D_{int}} = \frac{0,02 \cdot 10^{-3}}{0,239} = 0,0000836$$

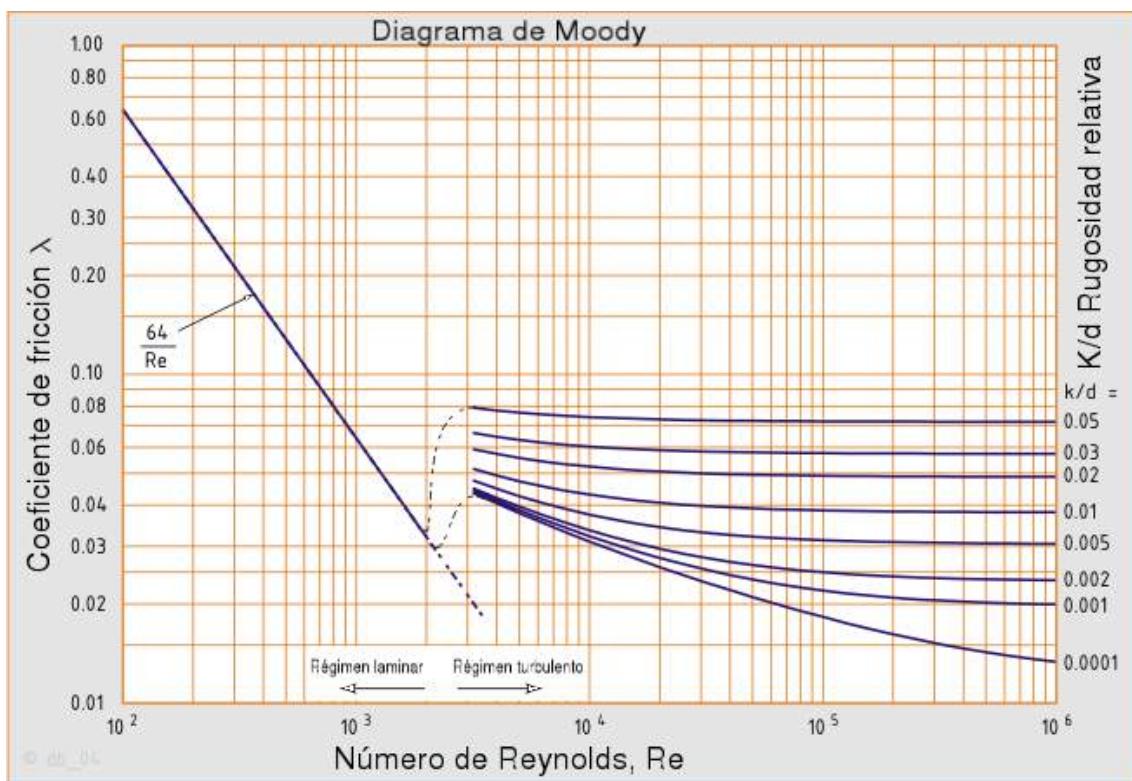


Fig. 2. Diagrama de Moody

Donde al igual que antes  $\lambda \sim 0,01735$

- Pérdidas de carga localizadas

$$\Delta h_{localizadas} = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Siendo

$$K = \sum K_i = \dots = 36,05$$

Tenemos las siguientes pérdidas localizadas:

- 0 Entrada en arista  $k = 3,00$
- 1 Entrada normal  $k = 0,20$
- 1 Salida  $k = 1,00$
- 2 Codo de  $45^\circ$   $k = 0,20$
- 5 Codo de  $90^\circ$   $k = 0,30$
- 1 Válvula de compuerta  $k = 0,25$
- 1 Válvula de retención  $k = 1,00$
- 1 Te Bifurcación  $k = 2,30$
- 0 Estrechamiento brusco  $k = 0,50$
- 1 Ensanchamiento brusco  $k = 1,00$
- 1 Medidor electromagnético  $k = 1,00$

Que en el caso del bombeo mencionado serán, tomando la situación más desfavorable.

$$\Delta h_{localizadas} = (1 \cdot 0,2 + 1 + 2 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,3 + 1 \cdot 0,25 + 1 + 2,3 + 2) \cdot \frac{0,743^2}{2 \cdot g}$$

$$= 0,243 \text{ m}$$

Y por tanto:

$$\Delta h = \Delta h_c + \Delta h_l = 2,37 + 0,243 = 2,613 \text{ m}$$

Con lo que:

$$H_m = 64,65 + 2,613 = 67,263 \text{ m}$$

Se han buscado bombas comerciales cuyo punto de funcionamiento sea el óptimo para el caudal y altura manométrica, para un caudal de bombeo de 33,33 l/seg.

La potencia consumida por la bomba será:

$$W = \frac{1000 \cdot Q \cdot H_m}{75 \cdot \eta} = \frac{1000 \cdot 0,03333 \cdot 67,263}{75 \cdot 0,7} = 42,7 \text{ CV} = 32,82 \text{ kW}$$

Buscamos la bomba comercial correspondiente, eligiendo dos (2+1) bombas sumergibles de “Caprari” tipo KKCM100N o similar capaz de suministrar un caudal unitario de 16,3 l/s (58,7 m<sup>3</sup>/h) para una altura manométrica de 67,1 m.c.a. (se adjunta curva característica de la bomba) con una potencia nominal en el eje de 24,8 KW.

### **12.2.2. CÁLCULO DEL GOLPE DE ARIETE**

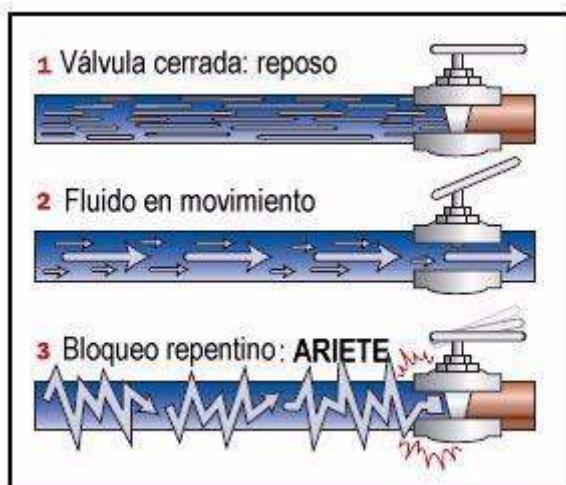
El golpe de ariete se origina debido a que el fluido es ligeramente elástico (aunque en diversas situaciones se puede considerar como un fluido no compresible). En consecuencia, cuando se cierra bruscamente una válvula o un grifo instalado en el extremo de una tubería de cierta longitud, las partículas de fluido que se han detenido son empujadas por las que vienen inmediatamente detrás y que siguen aún en movimiento.

Esto origina una sobrepresión que se desplaza por la tubería a una velocidad que puede superar la velocidad del sonido en el fluido. Esta sobrepresión tiene dos efectos: comprime ligeramente el fluido, reduciendo su volumen, y dilata ligeramente la tubería.

Cuando todo el fluido que circulaba en la tubería se ha detenido, cesa el impulso que la comprimía y, por tanto, ésta tiende a expandirse. Por otro lado, la tubería que se había ensanchado ligeramente tiende a retomar su dimensión normal.

Conjuntamente, estos efectos provocan otra onda de presión en el sentido contrario. El fluido se desplaza en dirección contraria pero, al estar la válvula cerrada, se produce una depresión con respecto a la presión normal de la tubería. Al reducirse la presión, el fluido puede pasar a estado gaseoso formando una burbuja mientras que la tubería se contrae.

Al alcanzar el otro extremo de la tubería, si la onda no se ve disipada, por ejemplo, en un depósito a presión atmosférica, se reflejará siendo mitigada progresivamente por la propia resistencia a la compresión del fluido y la dilatación de la tubería.



*Fig. 3. Golpe de ariete*

En el golpe de ariete influirán varios factores, tales como la velocidad del tiempo de parada, que a su vez pueden ser el cierre de la válvula de compuerta o el paro del motor. Otros factores serían la velocidad del agua dentro de la conducción, el diámetro de la tubería, etc.

Como comprobación a dichos cálculos, se realizará los cálculos de la sobrepresión por golpe de ariete utilizaremos la formulación clásica de Allievi y Micheaud.

Para ello calcularemos el valor del tiempo de parada, mediante la fórmula empírica que expresa el tiempo en segundos:

$$T = C + \frac{K \cdot L \cdot V}{g \cdot H_m}$$

Dónde:

T = tiempo de parada en segundos.

C = Coeficiente según la pendiente de la conducción (C = 0 para p ≥ 40%, 0,5 para p=33%, y 1 para p ≤ 20%)

K = Valor que depende de la conducción (K = 1,75 para L < 500m, K = 1,50 para L = 1000, K = 1,25 para L > 1.500 y K = 1,0 para L > 2.000).

L = Longitud de la conducción en metros.

V = Velocidad del agua en la conducción en m/sg.

Hm= Altura manométrica en m.c.a.

Para nuestro caso:

$$T_{PVC} = 0 + \frac{1,5 \cdot 1161 \cdot 0,743}{9,81 \cdot 67,263} = 1,96 s$$

Calcularemos la celeridad de onda para tubería de polietileno con la fórmula:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + \left(\frac{10^6}{E} \cdot \frac{D}{e}\right)}}$$

Donde:

E = módulo de elasticidad de la tubería. (para el PVC: E = 3 x 104 kg/cm<sup>2</sup> )

D = diámetro exterior de la tubería (en mm.). En nuestro caso 250 mm.

e = espesor de la tubería en mm. En nuestro caso 5,5 mm.

Luego para nuestro caso tenemos una celeridad de 250 m/seg<sup>2</sup>

Para estos casos, la longitud crítica será:

$$L_c = \frac{a \cdot T}{2}$$

donde a es la celeridad y T el tiempo de parada estimado.

$$L_{c(PVC)} = \frac{250 \cdot 1,96}{2} = 245,1 \text{ m} \geq 160 \text{ m}$$

En consecuencia la conducción es corta y utilizaremos la fórmula de Micheaud:

$$\Delta H = \frac{2 \cdot L \cdot V}{g \cdot T} = \frac{2 \cdot 1161 \cdot 0,743}{g \cdot 1,96} = 89,72 \text{ m}$$

La presión máxima en el punto más desfavorable (en la bomba), será la suma de la presión estática más la producida por el golpe de ariete:

$$H_T = H_g + \Delta H = 64,65 + 89,71 = 154,37 \text{ m}$$

Luego la tubería prevista debe soportar una presión máxima según Micheaud de 154,37 m.c.a. (15,139 bar), es decir, con una tubería propuesta de PN16 en todo el tramo sería suficiente.

### 12.2.3. FICHA TÉCNICA Y CURVA DE BOMBA UTILIZADA



#### Datos técnicos

COMPANY WITH INTEGRATED  
MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DN  
= ISO 9001:2000 =  
ISO 14001:2004

##### KKCM 100N 2p

###### Datos proyectados

Caudal	120 m³/h
Altura de impulsión	70 m
Fluido	Agua, limpia
Tipo inst.	Bombas simples en paralelo
Nº de bombas	2

###### Datos de trabajo de la bomba

Caudal	58,7 m³/h
Altura de impulsión	67,1 m
Potencia absorbida	24,8 kW
Rendimiento	42%
Altura H(Q=0)	84,3 m
Boca impulsión	100 mm
Instalación	Dimensión de la bomba
Rodele	
Paso libre	80 mm

###### Datos del motor

Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	400 V
Velocidad nominal	2900 1/min
Nº de polos	2
Potencia entregada P2 kWh	37
Corriente nominal	70 A
Tipo de motor	3~
Clase de aislamiento	F
Tipo de protección	IP 55

###### Límites operativos

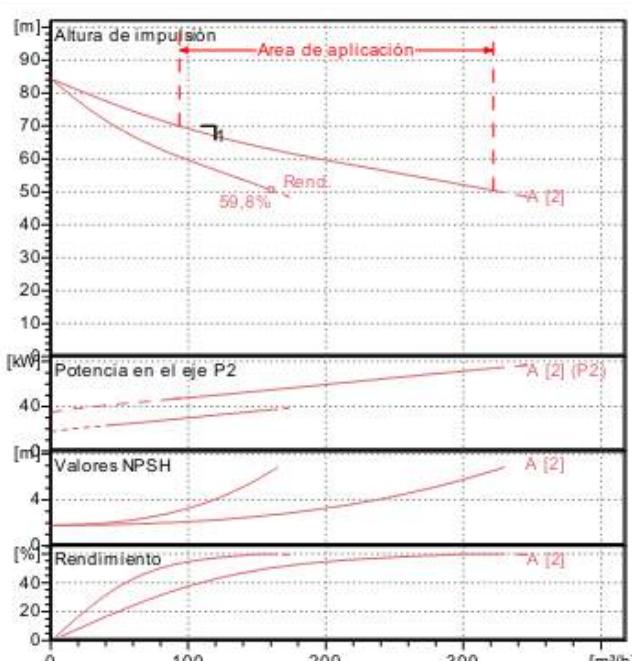
Arranques / h máx.	5
Temperatura máxima líquido bombeado	40 °C
Densidad máx.	0,998 kg/dm³
Máx. Viscosidad	1 mm²/s

###### Datos generales

Peso	321 kg
------	--------

###### Materiales

Cuerpo bomba	Fundición
Rodele	Fundición
Junta de brida de	Goma
Anillo alojamiento rotele	Acero/Goma
Anillo de cierre OR	Goma
Cierre mecánico lado bomba	Carburo de silicio
Soporte cojinete	Fundición esferoidal
Brida cojinete	Fundición
Caja aceite	Fundición
Prensacable	Latón / Tin
Soporte de conexión	Fundición
Eje	Acero inox
Sonda de conductividad	Latón
Cubierta de protección	Acero inox
Anillo de primavera de	Acero
Anillo de cierre OR	Goma nitrílica
Obturador	Acero inox
Cierre mecanico lado motor	Grafito
Cablepress rubber	Goma



###### Características de funcionamiento

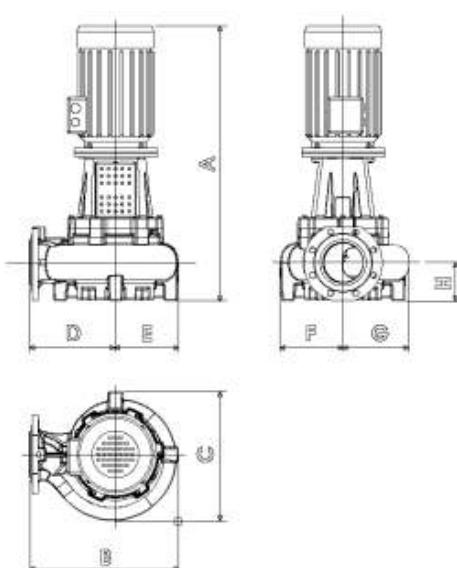
ISO 9906 GRADE 2

Q [m³/h]	H [m]	P [kW]	eff [%]	NPSH [m]

A = 1239,5

###### Dimensiones mm

B = 553  
C = 400  
D = 335  
E = 218  
F = 200  
G = 200  
H = 110



## **12.3. CÁLCULOS Y DIMENSIONAMIENTO E.T.A.P.**

12.3.1. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA BRUTA .....	146
12.3.2. CAUDAL DE DISEÑO.....	146
12.3.3. UNIDADES DE PROCESO DE POTABILIZACIÓN.....	148
12.3.4. CÁLCULOS DE PROCESO EN LINEA DE AGUA DE LA ETAP.....	149
12.3.4.1.MEDICIÓN DE CAUDAL .....	149
12.3.4.2.ARQUETA DE BY-PASS EN ENTRADA DE LA E.T.A.P. ....	151
12.3.4.3.CÁMARA DE MEZCLA.....	152
12.3.4.4.CÁMARA DE FLOCULACIÓN .....	155
12.3.4.5.DECANTADOR LAMELAR.....	158
12.3.4.6.FILTRACION DE LAVADO EN CONTINUO .....	166
12.3.4.7.POSTCLORACIÓN.....	170
12.3.5. LÍNEA DE FANGOS DE LA ETAP .....	170
12.3.5.1.DEPÓSITO DE FANGOS PURGADOS Y BOMBEO A ESPESADOR.....	170
12.3.5.2.ESPESADOR DE GRAVEDAD.....	171
12.3.5.3.ARQUETA DE FANGOS ESPESADOS. ....	172
12.3.6. DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS .....	173
12.3.6.1.COAGULANTE .....	173
12.3.6.2.FLOCULANTE .....	177
12.3.6.3.NEUTRALIZANTE.....	181
12.3.6.4.HIPOCLORITO SÓDICO.....	185
A)PREOXIDACIÓN.....	186
B)DESINFECCIÓN FINAL.....	188
12.3.7. EQUIPOS AUXILIARES .....	193
12.3.7.1.GRUP0 DE PRESIÓN PARA EXPLOTACIÓN E INCENDIOS ....	193
12.3.7.2.RED DE AIRE A PRESIÓN .....	194

### **12.3.1. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA BRUTA**

Tras realizar una analítica de aguas del punto de captación para la Cidade Velha que se adjunta en el Anejo N°1, y compararlas con los valores imperativos para los parámetros que indica la Directiva 75/440 para cada tipo de aguas y los imperativos se han evaluado con los valores guía, se obtiene la siguiente conclusión.

El agua se encuadra dentro de la Categoría A2 de dicha Directiva 75/440, debido a valores elevados de los parámetros de caracterización microbiológica, así como al pH, y al color presente en el agua directamente relacionado con el aumento de la turbidez.

Para garantizar el cumplimiento de las normas de calidad para el agua potable (Categoría A2) será necesario realizar un tratamiento físico normal, tratamiento químico y desinfección.

La E.T.A.P. proyectada tendrá un tratamiento de precloración, coagulación, decantación, filtración y desinfección.

### **12.3.2. CAUDAL DE DISEÑO**

En la siguiente tabla (Fig. 2.1) se puede ver el número de habitantes estimados según la zona. La suma de todas ellas es la población que se tendrá en cuenta para el dimensionamiento.

ZONA	POBLACIÓN
Núcleo urbano	5000
Residencias	2000
Complejos turísticos	2000
Previsión	3000

*Fig. 2.1. Caudales previstos por zonas*

Se tiene en cuenta por tanto una población de unos 12000 habitantes y una dotación de 160 litros de agua por habitante y día.

Por tanto, el volumen de agua potable a obtener debe ser de:

$$160 \frac{\text{litros}}{\text{habitante} \cdot \text{día}} \cdot 12000 \text{ habitantes} = 1920000 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

Y estimando un funcionamiento de la planta de 16 horas/día:

$$Q = \frac{1920000 \frac{\text{litros}}{\text{día}}}{16 \frac{\text{horas}}{\text{día}}} = 120000 \frac{\text{litros}}{\text{hora}} = 120 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}}$$

Se prevén en el diseño de la planta dos líneas de tratamiento en paralelo de  $60 \text{ m}^3/\text{h}$  cada una, ofreciendo de esta manera la posibilidad de utilizar solamente una de ellas en caso de que la demanda así lo permita.

### 12.3.3. UNIDADES DE PROCESO DE POTABILIZACIÓN

El objetivo final de la E.T.A.P. debe ser la eliminación total de materia orgánica, sólidos en suspensión, color, turbidez, y metales como hierro y manganeso, para finalmente llegar a la desinfección final del agua a tratar.

A continuación se especifican las unidades de proceso que se requieren en la planta de potabilización de Cidade Velha de acuerdo a las características requeridas de diseño:

- Línea de agua:
  - Captación superficial desde la fuente de Rivera Grande.
  - Cámara de mezcla rápida: coagulación, ajuste de pH y precloración.
  - Incorporación del agua de lavado de filtros, flotantes del espesador y recirculación de fangos.
  - Cámara de floculación y adición de floculante.
  - Decantación lamelar.
  - Filtración.
  - Desinfección final mediante hipoclorito sódico.
  - Depósitos de agua tratada.
- Línea de fangos:
  - Purga de fangos del decantador lamelar.
  - Espesado de fangos por gravedad.
- Elementos auxiliares:
  - Instalación de agua y aire industrial.
  - Red de drenajes y vaciados.
- Reactivos:
  - Desinfección: Hipoclorito
  - Corrección con pH y neutralización del agua filtrada: Sosa Cáustica Líquida
  - Coagulante: Sulfato de Aluminio
  - Floculante: Almidón modificado

La planta funciona de manera automática. Un autómata programable se encarga del control, y un cuadro sinóptico muestra información detallada del estado de la instalación.

La instalación cuenta con la posibilidad de by-pass, es decir, mediante válvulas de compuerta se da la posibilidad de elegir el tipo de tratamiento:

- 1<sup>a</sup> posibilidad: Tratamiento completo.
- 2<sup>a</sup> Posibilidad: Tratamiento de coagulación, floculación y decantación (sin filtración).
- 3<sup>a</sup> Posibilidad: Tratamiento de filtración.

#### **12.3.4. CÁLCULOS DE PROCESO EN LINEA DE AGUA DE LA ETAP**

##### **12.3.4.1. MEDICIÓN DE CAUDAL**

El agua a tratar proviene de las captación de Ribera Grande mediante una conducción de PVCØ250 mm.

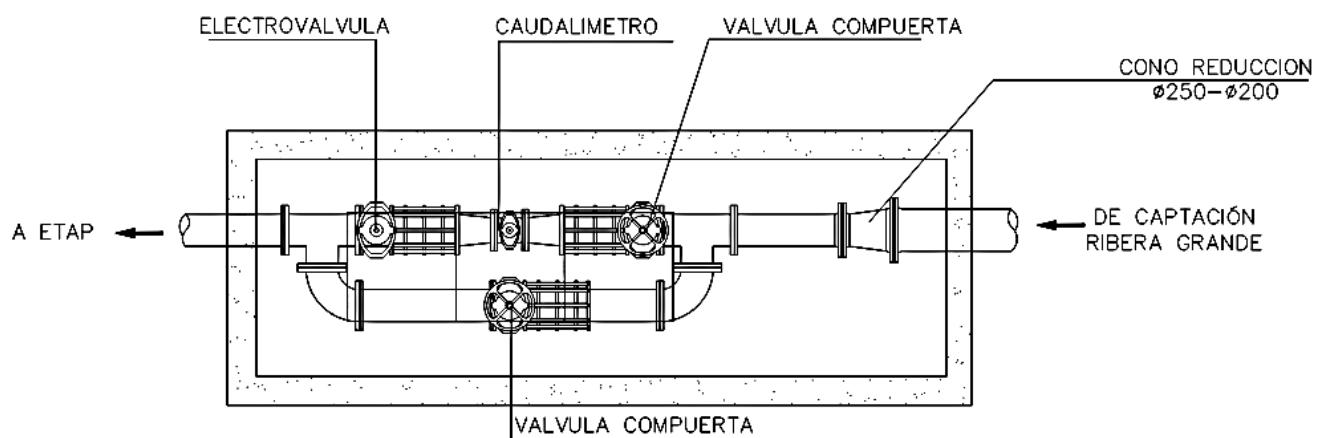
Ya en la E.T.A.P., y mediante una reducción, la conducción anterior deriva en una tubería de DN-200 mm. en el interior de una arqueta donde se encuentra un caudalímetro de tipo electromagnético de 150 mm. de diámetro.

En esta conducción de DN-200 mm se sitúa un caudalímetro de tipo electromagnético (con su correspondiente by-pass, según se refleja en el plano) con un diámetro de 150 mm, ya que para un caudal entre 60 y 120 m<sup>3</sup>/h, que es el caudal de entrada en la E.T.A.P., y según el siguiente cuadro, es el diámetro óptimo para el caudalímetro.

Diámetro del Caudalímetro	Caudal mínimo	Caudal óptimo	Caudal máximo
300 mm	140 m <sup>3</sup> /h	500 m <sup>3</sup> /h	2.500 m <sup>3</sup> /h
250 mm	90 m <sup>3</sup> /h	350 m <sup>3</sup> /h	1.800 m <sup>3</sup> /h
200 mm	56 m <sup>3</sup> /h	220 m <sup>3</sup> /h	1.100 m <sup>3</sup> /h
150 mm	33 m <sup>3</sup> /h	130 m <sup>3</sup> /h	650 m <sup>3</sup> /h
125 mm	22 m <sup>3</sup> /h	90 m <sup>3</sup> /h	440 m <sup>3</sup> /h
100 mm	15 m <sup>3</sup> /h	57 m <sup>3</sup> /h	290 m <sup>3</sup> /h
80 mm	9 m <sup>3</sup> /h	36 m <sup>3</sup> /h	185 m <sup>3</sup> /h
65 mm	6 m <sup>3</sup> /h	25 m <sup>3</sup> /h	120 m <sup>3</sup> /h
50 mm	4 m <sup>3</sup> /h	15 m <sup>3</sup> /h	70 m <sup>3</sup> /h

*Fig. 4.1. Diámetro óptimo caudalímetro*

En la arqueta del caudalímetro se instalará la instrumentación necesaria para la medida de la turbidez y de pH.

*Fig. 4.1. Arqueta de caudalímetro*

#### **12.3.4.2. ARQUETA DE BY-PASS EN ENTRADA DE LA E.T.A.P.**

A continuación de la anterior arqueta donde va instalado el caudalímetro, y previa a la entrada de la planta, se encuentra una arqueta de registro donde están ubicadas varias válvulas con las que es posible realizar un by-pass completo de la E.T.A.P. ó de cada uno de los procesos de tratamiento.

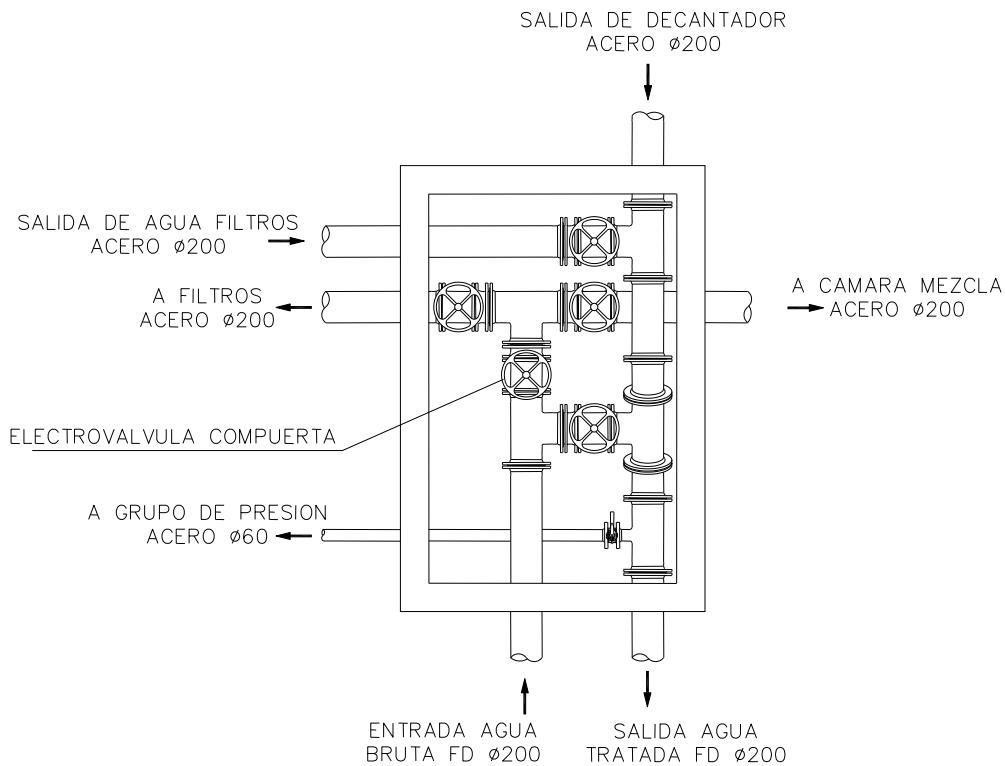
Con ayuda del juego de válvulas es posible realizar dicho by-pass total de la planta, el cual es regulado mediante una electroválvula de compuerta.

Para la realización de todos los procesos posibles y tratamiento completo del agua (coagulación, floculación, decantación y filtración), se debe cerrar la válvula de compuerta del depósito de agua de la decantación y mediante las bombas, impulsar el agua hacia los filtros, abriendo la compuerta de la tubería de salida de agua de los filtros en la arqueta de by-pass.

Existe también la posibilidad de hacer un by-pass de los filtros, realizando así únicamente los tratamientos de coagulación, floculación y decantación. En la salida del decantador lamelar se conduce directamente el agua hacia el depósito de agua tratada, abriendo la válvula de compuerta situada en el depósito de agua decantada. De esta manera se evita realizar la impulsión de agua hacia los filtros.

Por último, también es posible realizar solamente el tratamiento de filtración. Esto se consigue cerrando la compuerta de la tubería de entrada a la cámara de mezcla y abriendo la compuerta de la tubería de entrada hacia los filtros.

En la figura 4.2 se puede apreciar en detalle la disposición de la valvulería que compone esta arqueta de by-pass.



*Fig. 4.2. Arqueta de by-pass de E.T.A.P.*

#### 12.3.4.3. CÁMARA DE MEZCLA

Con objeto de conseguir la homogeneización del agua bruta con los reactivo se proyecta la ejecución de una cámara de mezcla rápida dimensionada para el caudal total de la instalación.

La cámara de mezcla rápida estará dotada de un agitador dimensionado para alcanzar un gradiente de velocidad superior a  $800 \text{ s}^{-1}$ .

La cámara rápida de mezcla tiene como principal función la de la incorporación del coagulante, del hipoclorito para la preoxidación y los reactivos relacionados (control de pH)

La cámara de mezcla rápida, se dimensiona con un tiempo de contacto mínimo de 30 segundos para el caudal de diseño de la planta de 58,80 m<sup>3</sup>/h con una línea y 120 m<sup>3</sup>/h con las dos líneas, siendo sus dimensiones en planta 1,00 x 1,00.

Se equipa un electroagitador rápido con eje y hélice en acero inoxidable AISI 316, previsto para facilitar la mezcla de los reactivos de coagulación y preoxidación.

$$Q \text{ medio de diseño} = 33 \frac{l}{s} = 0,0333 \frac{m^3}{s} = 120 \frac{m^3}{h} = 1920,2 \frac{m^3}{dia}$$

Se considera una línea de agua a la cámara de mezcla, y 30 segundos de tiempo mínimo de retención.

$$Volumen \text{ necesario} = \frac{(Caudal \text{ por linea}) \cdot (Tiempo \text{ mínimo de retención})}{1000}$$

$$Volumen \text{ necesario} = \frac{33,3 \frac{l}{s} \cdot 30 s}{1000} = 1,089 m^3$$

- Ancho = 1 metro
- Longitud = 1 metro
- Altura de agua = 1,2 metros

$$Volumen \text{ adoptado} = 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 1,2 m^3$$

El tiempo real de retención será:

$$Tiempo \text{ de retención adoptado} = \frac{Volumen \text{ adoptado}}{Caudal \text{ por linea}} = \frac{1,2 m^3}{0,0333 \frac{m^3}{s}} = 36 s$$

Características del agitador:

- Régimen del agitador = 1500 rpm
- Gradiente de velocidad = 800 s<sup>-1</sup>

Un parámetro importante en este proceso es el gradiente de velocidad (G) que se da entre dos partículas separadas que se encuentran en el seno del fluido. El número de choques entre partículas será, por tanto, proporcional al gradiente de velocidad. G se define mediante la siguiente expresión

$$G = \sqrt{\frac{W}{\mu}}$$

Donde W es la potencia específica, ó potencia impartida por unidad de volumen, y  $\mu$  es la viscosidad dinámica del agua (22 °C)

$$\mu = 1 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$$

$$\text{Potencia específica} = W = G^2 \cdot \mu = 800^2 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 640 \frac{W}{\text{m}^3}$$

$$\text{Potencia disipada} = \text{Potencia específica} \cdot \text{Volumen adoptado}$$

$$\text{Potencia disipada} = 640 \cdot 1,2 = 768 \text{ W} = 0,77 \text{ kW}$$

Los parámetros de diseño de la cámara de mezcla serán los siguientes:

- |                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| • Unidades:            | 1                        |
| • Caudal de diseño     | 120,00 m <sup>3</sup> /h |
| • Tiempo de retención: | 30 s                     |

• Dimensiones adoptadas:	
○ Longitud:	1,00 m
○ Anchura:	1,00 m
○ Altura:	1,20 m
• Volumen adoptado:	1,20 m <sup>3</sup>
• Tiempo de retención adoptado:	36 s
• Agitador:	1 unidad, hélice tripala
○ Potencia de agitación:	640 W/m <sup>3</sup>
○ Potencia adoptada:	0,77 kW
○ Longitud eje:	1.000 mm
○ Diámetro hélice:	200 mm
○ Potencia motor agitador:	1,5 kW
○ Velocidad:	1.500 r.p.m

A esta arqueta se incorporarán los siguientes reactivos:

- Coagulante: Se escoge sulfato de aluminio
- Sosa caustica: Necesario para realizar un ajuste de pH para llevar el mismo al punto óptimo de coagulación.
- Hipoclorito sódico: Para realizar la preoxidación del agua bruta.

#### 12.3.4.4. CÁMARA DE FLOCULACIÓN

Cuando se consigue una correcta homogeneización de los coagulantes, se hace necesaria una agitación lenta del agua que ayude a la aglutinación de las partículas previamente coaguladas. Dicho crecimiento es inducido por el contacto entre partículas de diámetro mayor de 1  $\mu\text{m}$ .

La aglutinación de partículas mejora el proceso de decantación ya que de este modo se consigue la formación de aglomerados de partículas con densidad mayor a la del agua.

Para la realización del proceso de floculación se proyectan la ejecución de 2 cámaras de floculación mecánica (1 cámara por cada línea de decantación) con un tiempo de retención total de 20 min, equipadas de floculadores mecánicos diseñados para generar un gradiente de velocidad entre 20 y 60 s<sup>-1</sup>.

Los parámetros de diseño para las nuevas cámaras de floculación serán los siguientes:

- A caudal máximo

$$Q \text{ medio de diseño} = 33 \frac{l}{s} = 0,0333 \frac{m^3}{s} = 120 \frac{m^3}{h} = 1920,2 \frac{m^3}{dia}$$

Se consideran 2 líneas de agua. Por tanto 2 cámaras.

Y el caudal por línea es:

$$Q \text{ linea} = \frac{Q \text{ medio de diseño}}{2} = \frac{33 \frac{l}{s}}{2} = 16,7 \frac{l}{s} = 1,002 \frac{m^3}{min}$$

Se consideran un tiempo mínimo de retención de 20 minutos

Las dimensiones del tanque serán:

$$Volumen \text{ mínimo} = \frac{\text{Caudal por linea} \cdot \text{Tiempo mínimo de retención}}{n^o \text{ de tanques por línea}}$$

$$Volumen \text{ mínimo} = \frac{1,002 \cdot 20}{1} = 20,04 m^3$$

El volumen adoptado es:

$$Volumen \text{ adoptado} = Longitud \cdot Ancho \cdot Alto$$

$$Volumen\ adoptado = 2,5 \cdot 2,2 \cdot 3,7 = 20,35\ m^3$$

El tiempo real de retención:

$$Tiempo\ de\ retención\ adoptado = \frac{Volumen\ adoptado \cdot nº\ tanques\ por\ linea}{Caudal\ por\ linea}$$

$$Tiempo\ de\ retención\ adoptado = \frac{20,35 \cdot 1}{1,002} = 20,31\ min$$

Características del agitador

Régimen del agitador = 20,7 rpm

Gradiente de velocidad = 60 s<sup>-1</sup>

$$Potencia\ específica = W = G^2 \cdot \mu = 60^2 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 3,6 \frac{W}{m^3}$$

$$Potencia\ disipada = Potencia\ específica \cdot Volumen\ adoptado$$

$$Potencia\ disipada = 3,6 \cdot 20,35 = 73,26\ W = 0,073\ kW$$

Se adopta una potencia de 0,37 kW (mínimo comercial)

Los parámetros de diseño para las cámaras de floculación serán los siguientes:

- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| • Unidades:        | 2                        |
| • Caudal de diseño | 120,00 m <sup>3</sup> /h |

- Tiempo de retención: 20 min
- Volumen unitario requerido mínimo por cámara: 20,00 m<sup>3</sup>
- Dimensiones adoptadas:
  - Longitud: 2,50 m
  - Anchura: 2,20 m
  - Altura: 3,70 m
- Volumen adoptado: 20,35 m<sup>3</sup>
- Tiempo de retención adoptado: 20,35 min
- Agitador: dispuesto verticalmente, accionado por motorreductor y variación mediante un variador.
  - Potencia de agitación: 3,6 W/m<sup>3</sup>
  - Longitud eje: 3.200 mm
  - Diámetro hélice: 1.000 mm
  - Potencia motor agitador: 0,37 KW
  - Velocidad: 20,7 r.p.m., velocidad variable

A esta arqueta se añade solamente un reactivo floculante: Almidón modificado.

#### **12.3.4.5. DECANTADOR LAMELAR**

Cada una de las dos líneas de tratamiento de la E.T.A.P. se dotan con un decantador lamelar de baja velocidad ascensional.

Cada uno de los dos decantadores que se proyectan, se equipan con cubetas de recogida de fangos y con válvulas de purga automáticas, de manguito neumático, así como con bombas de recirculación de fangos a las cámaras de floculación, con el fin de incrementar el rendimiento del equipo en periodos de baja turbidez en el agua a tratar y reducir el consumo de reactivos.

El agua es introducida por una tubería rectangular de sección decreciente, con orificios en la parte inferior, dimensionada de modo que la velocidad de salida del agua por los orificios sea constante, y de un valor de 0,15 m/s.

$$Q \text{ medio de diseño} = 33 \frac{l}{s} = 0,0333 \frac{m^3}{s} = 120 \frac{m^3}{h} = 1920,2 \frac{m^3}{dia}$$

Se consideran dos líneas de agua. El caudal por cada línea es:

$$Q \text{ linea} = \frac{Q \text{ medio de diseño}}{2} = \frac{33 \frac{l}{s}}{2} = 16,7 \frac{l}{s} = 1,002 \frac{m^3}{min}$$

- **Parámetros**

- N° Reynolds = 200 (régimen laminar)
- Ángulo de inclinación lamelar = 60°

- **Dimensiones de la zona de decantación:**

- Ancho = 2,2 metros
- Longitud zona de las placas = 6 metros
- Altura hidráulica = 3,5 metros

$$\text{Superficie mínima} = \frac{\frac{Q \text{ medio de diseño}}{\text{velocidad de Hazen}}}{n^o \text{ de decantadores por línea}}$$

$$\text{Superficie mínima} = \frac{\frac{120}{0,55}}{1} = 219,83 m^2$$

- **Características de las placas**

Longitud de las placas: 1,15 metros

$$\text{Altura de las placas} = \text{Long. placas} \cdot \text{sen}(\text{ángulo inclinación})$$

$$\text{Altura de las placas} = 1,15 \cdot \text{sen}(60) = 0,9959 = 1 \text{ metro}$$

$$\text{Coeficiente util de decantación} = 11 \frac{m^2}{m^3}$$

$$\text{Coeficiente de utilización} = 0,757$$

$$\text{Coeficiente real de decantación} = 11 \cdot 0,757 = 8,33 \frac{m^2}{m^3}$$

- Superficie necesaria

$$\text{Superficie necesaria lamelar} = \frac{\text{Superficie mínima} \cdot \text{Altura placas}}{\text{Coeficiente real de decantación}}$$

$$\text{Superficie necesaria lamelar} = \frac{219,83 \cdot 1}{8,33} = 26,4 m^2$$

$$\text{Superficie adoptada lamelar} = \text{Anchura} \cdot \text{Long zona de placas}$$

$$\text{Superficie adoptada lamelar} = 2,2 \cdot 6 = 13,2 m^2$$

- Configuración de las lamelas

$$\text{Sección hidráulica} = 5543 \text{ mm}^2 = 5543 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$Nº \text{ placas necesarias para esta superficie} = \frac{\text{Superficie lamelar}}{\text{Sección hidráulica}}$$

$$Nº \text{ placas necesarias para esta superficie} = \frac{13,2}{5543 \cdot 10^{-6}} = 2381 \text{ placas}$$

$$Nº \text{ de placas por módulo} = 117 \text{ placas}$$

$$Nº \text{ de módulos por fila} = 3 \text{ módulos}$$

$$Nº \text{ de filas} = 6 \text{ filas}$$

$$Nº \text{ de placas por decantador} = 117 \cdot 3 \cdot 6 = 2106 \text{ placas}$$

$$Nº \text{ de módulos de placas} = 3 \cdot 6 = 18 \text{ módulos}$$

$$\begin{aligned} \text{Long total placas} &= Nº \text{ placas por decantador} \cdot \text{Long placas} = 2106 \cdot 1,15 \\ &= 2432 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Longitud específica} = \frac{\text{Long tot placas} \cdot \text{Long de placas}}{\text{Superf adoptada lamelar}} = \frac{2432 \cdot 1,15}{13,2} = 160$$

- Dimensiones del módulo:
  - Ancho = 0,72 m
  - Largo = 0,9 m
  - Altura = 1 m
- **Parámetros hidráulicos**

Velocidad de Hazen aparente a caudal medio:

$$V_{Hazen} = \frac{\text{Caudal}/(Nº \text{ decant por linea} \cdot Nº \text{ lineas})}{(\text{Altura placas} \cdot \text{Superf adopt lamelas} \cdot \text{Coef real decantacion})}$$

$$V_{Hazen} = \frac{120/(1 \cdot 2)}{(1 \cdot 13,2 \cdot 8,33)} = 0,545 \frac{m^3}{m^2 \cdot h}$$

$$\text{Sección hidráulica} = 5543 \text{ mm}^2 = 5543 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\text{Perímetro mojado} = 277,15 \text{ mm}$$

$$\text{Radio hidráulico de la placa} = \frac{\text{Sección hidráulica}}{\text{Perímetro mojado}} = \frac{5543}{277,15} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Separación entre placas} = 80 \text{ mm}$$

$$\text{Diámetro de cálculo} = \text{Radio hidráulico} \cdot 4 = 20 \cdot 4 = 80 \text{ mm} = 0,08 \text{ m}$$

$$\text{Sección tubo por módulo de placas} = \text{Sección hidráulica} \cdot N^{\circ} \text{ placas por módulo}$$

$$\text{Sección de tubo por módulo de placas} = 5543 \cdot 10^{-6} \cdot 117 = 0,648 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Sección total tubos} &= n^{\circ} \text{ módulos de placas} \cdot \text{Sección de tubo} = 18 \cdot 0,648 \\ &= 11,674 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Velocidad de circulación} = \frac{\text{Caudal} / \text{Sección total tubos}}{(N^{\circ} \text{ decant por linea} \cdot N^{\circ} \text{ lineas})}$$

$$\text{Velocidad de circulación} = \frac{120 / 11,674}{(1 \cdot 2)} = 5,139 \frac{m}{h} = 0,001427 \frac{m}{s}$$

$$\nu = \text{Viscosidad cinemática} = 1 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{Reynolds a caudal medio} = \frac{\text{Velocidad} \cdot \text{Diámetro}}{\text{Viscosidad cinemática}}$$

$$Reynolds \text{ a caudal medio} = \frac{0,001427 \cdot 0,08}{1 \cdot 10^{-6}} = 114,24$$

$$\begin{aligned} Long \text{ placa para paso de reg turbulento a laminar} \\ = 0,013 \cdot Sep \text{ placas} \cdot N^{\circ} Reynolds \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Long \text{ placa para paso de reg turbulento a laminar} &= 0,013 \cdot 0,08 \cdot 114,24 \\ &= 0,1188 \end{aligned}$$

$$Rendimiento \text{ de la placa} = \frac{(Long \text{ placas} - Rendimiento \text{ placas})}{Long \text{ placas}}$$

$$Rendimiento \text{ de la placa} = \frac{(1,15 - 0,119)}{1,15} \cdot 100 = 89,65 \%$$

*Superficie efectiva de decantación a caudal medio*

$$= \frac{Caudal / N^{\circ} decant \text{ por linea}}{V_{Hazen}}$$

$$Superficie efectiva de decantación a caudal medio = \frac{120 / 1}{0,545} = 220,1 \text{ m}^2$$

*Superf efect de placa a caudal medio*

$$= \frac{Superf efect de decantación a caudal medio}{N^{\circ} placas por decantador}$$

$$Superf efect de placa a caudal medio = \frac{220,1}{2106} = 0,105 \text{ m}^2$$

*Velocidad de Hazen corregida*

$$= \frac{Velocidad de circulación \cdot Diametro}{Long \text{ placas} \cdot Rend \text{ placas} \cdot \cos \alpha + Diametro \cdot \operatorname{sen} \alpha}$$

$$\begin{aligned} \text{Velocidad de Hazen corregida} &= \frac{5,14 \cdot 0,08}{1,15 \cdot 0,8971 \cdot \cos 60 + 0,08 \cdot \operatorname{sen} 60} \\ &= 0,702 \frac{m^3}{m^2 \cdot h} \end{aligned}$$

- **Dimensiones del decantador lamelar**

*Ancho del decantador lamelar = 2,2 metros*

*Longitud del decantador lamelar = 6 metros*

$$\text{Superficie efectiva de decantación a caudal medio} \\ \text{Superficie de proy} = \frac{\text{Coef real decantacion}}{\text{Altura de placas}}$$

$$\text{Superficie de proy} = \frac{\frac{220}{8,33}}{1} = 26,4 \text{ m}^2$$

*Volumen de lamelas = Superficie de proy · Altura módulo*

$$\text{Volumen de lamelas} = 26,4 \cdot 1 = 26,4 \text{ m}^3$$

En resumen, los parámetros de los decantadores son los siguientes:

- Nº unidades:	2
- Caudal de diseño	120,00 m <sup>3</sup> /h
- Parámetros:	
- Velocidad ascensional equivalente:	0,55 m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·h)
- Ángulo de inclinación:	60º
- Número de Reynolds máximo	200,0
- Dimensiones de la zona de lamelas:	

- Longitud total del decantador	6,00 m.
- Anchura:	2,20 m
- Altura hidráulica:	3,50 m.
- Superficie necesaria:	219,83 m <sup>2</sup> .
- Superficie adoptada:	219,83 m <sup>2</sup> .
- Volumen adoptado:	219,83 m <sup>3</sup> .
- Coeficientes:	
- Coeficiente real de decantación:	8,33 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> .
- Características de los módulos:	
- Dimensiones:	
- Anchura:	720 mm
- Longitud:	900 mm
- Altura:	1.000 mm
- Número de placas por decantador:	2.106 Ud.
- Número de placas por módulo:	117 Ud.
- Número de módulos por dec:	18 Ud.
- Dimensiones de cada placa:	
- Longitud:	1,15 m
- Altura:	1,00 m
- Superficie por placa	5.543 mm <sup>2</sup>
- Radio hidráulico de placa	20 mm
- Separación de placas	80 mm
- Parámetros hidráulicos	
- Velocidad de Hazen aparente a $Q_{\text{medio}}$ :	0,55 m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·h)
- Velocidad de circulación:	5,140 m/h.
- Viscosidad cinemática; $\nu$ :	1E-06 m <sup>2</sup> /s
- Número de Reynolds a $Q_{\text{medio}}$ :	114,23
- Longitud de transición:	0,119 m
- Velocidad de Hazen corregida:	0,700 m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·h)

### **12.3.4.6. FILTRACION DE LAVADO EN CONTINUO**

El sistema de filtración previsto para la ETAP de Cidade Velha, estará integrado por dos líneas compuesta cada una por una unidad un filtro abierto de lavado en continuo.

El filtro de lavado en continuo se fundamenta en dos procesos físicos básicos simultáneos, filtración y lavado de arena. El hecho de ser simultáneos, al mismo tiempo que dependientes, es el factor más diferencial respecto a los filtros convencionales en los que no se admite simultaneidad entre ellos.

Estos procesos combinados y ajustados a las necesidades de la filtración, garantizan un régimen estacionario del filtro, no siendo preciso interrumpir el proceso por razones de lavado.

Los filtros propuestos, están ejecutados íntegramente en acero al carbono.

El caudal total es:

$$Q \text{ medio de diseño} = 33 \frac{l}{s} = 0,0333 \frac{m^3}{s} = 120 \frac{m^3}{h} = 1920,2 \frac{m^3}{dia}$$

Se consideran dos líneas de agua. El caudal por cada línea es:

$$Q \text{ linea} = \frac{Q \text{ medio de diseño}}{2} = \frac{33 \frac{l}{s}}{2} = 16,7 \frac{l}{s} = 1,002 \frac{m^3}{min}$$

$$Q \text{ neto tratado} = Q \text{ linea} \cdot 0,96 = 16 \frac{l}{s}$$

$$Q \text{ lavado} = Q \text{ linea} - Q \text{ neto tratado}$$

$$Q \text{ lavado} = 16,7 - 16 = 0,7 \frac{l}{s}$$

Se considera una velocidad de filtración de  $15 \frac{m^3}{m^2 \cdot h}$

- **Dimensiones del filtro:**

$$\text{Ancho} = 2,34 \text{ m}$$

$$\text{Longitud} = 2,34 \text{ m}$$

$$\text{Superficie unitaria} = 4,4 \text{ m}^2$$

$$\text{Superficie global} = \text{Superficie unitaria} \cdot N^{\circ} \text{ lineas} \cdot N^{\circ} \text{ filtros por linea}$$

$$\text{Superficie global} = 4,4 \cdot 2 \cdot 1 = 8,8 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Carga superficial (Veloc de filtración)} &= \frac{Q \text{ medio de diseño}}{\text{Superficie global}} = \frac{120}{8,8} \\ &= 13,6 \frac{m^3}{m^2 \cdot h} \end{aligned}$$

- **Lecho filtrante**

El elemento utilizado es arena silícea:

$$\text{Talla efectiva } D_{10} = 1,05 \text{ mm}^2$$

*Coeficiente de uniformidad máximo  $C_u = 1,45 \rightarrow$  Informa de la regularidad de los granos de arena y así poder tener un conocimiento sobre la porosidad existente entre los granos.*

$$\text{Espesor de lecho} = 2,2 \text{ m}$$

$$Volumen\ de\ filtro = \frac{Espesor\ de\ lecho \cdot Superficie\ global}{nº\ filtros\ por\ linea} = \frac{2,2 \cdot 8,8}{1} = 19,36\ m^3$$

En resumen:

Las características del filtro vienen definidas a continuación:

- Unidades: 2 Ud
- Caudal de diseño 120,0 m<sup>3</sup>/h
- Dimensiones de filtro:
  - Anchura: 2,34 m
  - Longitud: 2,34 m
  - Altura: 5,00 m
  - Construcción Acero+PRFV
- Características del lecho filtrante:
  - Material: Arena silicea.
  - Granulometría: 1-2 mm
  - Espesor útil del lecho filtrante: 2,20 m
  - Superficie unitaria adoptada: 4,40 m<sup>2</sup>/Ud
  - Superficie de lavado: 177 cm<sup>2</sup>/Ud
- Parámetros del filtro:
  - Carga superficial: 13,6 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)
  - Caudal de arena: 35,0 l/min
  - Caudal de lavado: 52,0 l/min
  - Caudal de aire: 25,0 NI/min
  
- **Bombeo de agua a filtros procedente de agua decantada**

*Unidades de bombeo = 3*

$$\begin{aligned} \text{Caudal de bombeo unitario} &= \frac{Q \text{ medio de diseño}}{\text{Unidades de bombeo} - 1} = 60 \frac{m^3}{h} \\ &= 0,016666 \frac{m^3}{s} \end{aligned}$$

$$\text{Caudal de bombeo} = 120 \frac{m^3}{h}$$

*Presión* = 7,2 mca

*Rendimiento* = 58,9 %

$$\begin{aligned} \text{Potencia unitaria} &= \frac{9,81 \cdot \text{Caudal de bombeo unitario} \cdot \text{Presión}}{\text{Rendimiento}} = 2 \text{ kW} \\ &= 2,72 \text{ CV} \end{aligned}$$

*Potencia adoptada* = 5,5 kW

Resumiendo, las bombas tienen las características siguientes:

- Nº unidades: 3 (2 en servicio, 1 en reserva)
- Tipo: Monocelular horizontal normalizada
- Caudal: 60 m<sup>3</sup>/h
- Altura manométrica: 7,20 m.c.a.
- Potencia instalada 5,50 KW

#### **12.3.4.7. POSTCLORACIÓN**

Para proceder a la desinfección final del caudal tratado, la planta contará con un equipo de dosificación de hipoclorito sódico, dimensionado para garantizar una autonomía de al menos 15 días al caudal y dosis punta de planta. La cloración final se realizará mediante la dosificación en el colector de salida de agua tratada.

El sistema de dosificación de hipoclorito sódico en desinfección final, estará dotado con dos bombas dosificadoras de membrana, de regulación electrónica mediante señal externa proporcionada por un medidor de cloro residual, dimensionadas para el caudal máximo de dosificación previsto, nivel de reactivo, de tipo neumático, con aviso y bloqueo de la instalación por mínimo, rebosadero, válvula de vaciado y válvula de aspiración.

La dosificación de cloro en desinfección final se obtiene a partir de la siguiente dosis:

- Dosis media                            1,0 ppm
- Dosis máxima:                        2,0 ppm
- Caudales horarios medio:        0,12 kg/h
- Caudal horario máximo:          0,24 kg/h

#### **12.3.5. LÍNEA DE FANGOS DE LA ETAP**

##### **12.3.5.1. DEPÓSITO DE FANGOS PURGADOS Y BOMBEO A ESPESADOR.**

Los fangos purgados de los decantadores lamelares pasan a un depósito que tiene una capacidad útil máxima de 30 m<sup>3</sup>.

Se ha dimensionado el depósito para un periodo de retención de 12 h.

El depósito tiene las siguientes características:

- Número de vasos: 1 Ud.
- Dimensiones:
  - o Volumen unitario: 31,25 m<sup>3</sup>.
  - o Anchura 1,50 m
  - o Longitud 5,40 m
  - o Altura de lámina de agua 2,00 m
- Tiempo retención Q<sub>med</sub>: 231-50 h

Los fangos son bombeados por medio de dos bombas sumergibles (una en reserva) de caudal unitario 2,00 m<sup>3</sup>/h, hasta el espesador de gravedad.

La instalación funcionará de modo automático. Se ha previsto instalar en el depósito de bombeo, un medidor de nivel del tipo ultrasónico que regule el funcionamiento de los equipos.

#### **12.3.5.2. ESPESADOR DE GRAVEDAD.**

Los fangos almacenados en el depósito anterior son enviados a un espesador de gravedad.

El espesador está dimensionado para concentrar el fango desde una concentración media inicial de aproximadamente el 0,28% hasta el 2,5%, que es la concentración que se estima será alcanzada.

El espesador trabajarán según los siguientes parámetros para T=15 Años:

- Peso de sólidos: 21,99 kg SST/d
- Concentración de entrada: 0,28%
- Caudal de entrada: 7,85 m<sup>3</sup>/día

En función de estos parámetros se han determinado las dimensiones para el espesador de la ETAP.

- Unidades	1 Ud
- Diámetro	2,0 m
- Altura recta:	2,25 m
- Resguardo	0,25 m
- Altura cónica	1,50 m
- Volumen unitario	7,90 m <sup>3</sup>
- Volumen total:	7,90 m <sup>3</sup>

Los parámetros resultantes son:

- Carga de sólidos SST	7,00 kgSS/m <sup>2</sup> d
- Carga hidráulica.	0,10 m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·h)
- Tiempo de retención:	24,01 h

Existirá un caudal sobrenadante de 6,97 m<sup>3</sup>/día que será enviado a cabecera. El caudal sobrenadante es enviado a cabecera.

El caudal espesado será de 0,879 m<sup>3</sup>/día que será enviado al pozo de fangos espesados.

### 12.3.5.3. ARQUETA DE FANGOS ESPESADOS.

Con el objeto de almacenar los fangos espesados se prevé un depósito capaz de almacenar el fango generado durante al menos una semana. Las características del depósito son:

- Número de vasos:	1 Ud.
- Dimensiones:	
o Longitud:	2,00 m

- Anchura: 1,50 m
- Altura de agua: 2,35 m
- Volumen unitario: 7,05 m<sup>3</sup>
- Tiempo de retención a Q<sub>medio</sub>: 37,4 – 8,0 días

Los fangos serán recogidos por un camión cisterna y evacuados a alguna instalación de tratamiento de fangos cercana, puesto que no se prevé en el presente proyecto ningún tratamiento de deshidratación de fangos

### **12.3.6. DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS**

#### **12.3.6.1. COAGULANTE**

- **Caudal de diseño**

$$Q \text{ medio de diseño} = 33 \frac{l}{s} = 0,0333 \frac{m^3}{s} = 120 \frac{m^3}{h} = 1920,2 \frac{m^3}{dia}$$

Características del coagulante: líquido denso

Partimos de sulfato de alúmina al 48,5%

$$\text{Densidad del coagulante a } 15,5^\circ = 1,324 \frac{kg}{l}$$

$$\text{Riqueza en sulfato de alúmina} = \text{Densidad del coagulante a } 15,5^\circ \cdot 0,485$$

$$= 1,324 \cdot 0,485 = 0,642 \frac{kg}{l}$$

- **Dosificación de coagulante**

Dosis real de coagulante:

$$Dosis \ real \ mínima = 15 \frac{mg}{l}$$

$$Dosis \ real \ media = 25 \frac{mg}{l}$$

$$Dosis \ real \ máxima = 50 \frac{mg}{l}$$

- Capacidad necesaria de coagulante:

$$Capac \ mínima = Dosis \ real \ mín \cdot Q \ medio \ diseño = 15 \cdot 120 = 1800 \frac{g}{h} = 1,8 \frac{kg}{h}$$

$$Capac \ media = Dosis \ real \ media \cdot Q \ medio \ diseño = 25 \cdot 120 = 3000 \frac{g}{h} = 3 \frac{kg}{h}$$

$$Capac \ máxima = Dosis \ real \ máx \cdot Q \ medio \ diseño = 50 \cdot 120 = 6000 \frac{g}{h} = 6 \frac{kg}{h}$$

- Capacidad necesaria de producto comercial

$$Capac \ mínima \ prod \ comercial = \frac{Capacidad \ mínima}{Riqueza \ en \ coagulante} = \frac{1,8 \frac{kg}{h}}{0,642 \frac{kg}{l}} = 2,8 \frac{l}{h}$$

$$Capac \ media \ prod \ comercial = \frac{Capacidad \ media}{Riqueza \ en \ coagulante} = \frac{3 \frac{kg}{h}}{0,642 \frac{kg}{l}} = 4,7 \frac{l}{h}$$

$$\text{Capac máxima prod comercial} = \frac{\text{Capacidad máxima}}{\text{Riqueza en coagulante}} = \frac{6 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{0,642 \frac{\text{kg}}{\text{l}}} = 9,3 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

- **Capacidad de dosificación**

Bomba de membrana

$$\text{Capacidad máxima} = 15 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

La dosificación de hipoclorito se realiza automáticamente de forma proporcional a caudal entrante

- **Dosificación de coagulante**

$$\text{Nº de bombas de dosificación} = 2$$

$$\text{Rango de dosificación} = [2,8 - 9,3] \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

$$\text{Caudal máximo} = 9,3 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

$$\text{Caudal máximo unitario} = \frac{\text{Caudal máximo}}{\text{Nº de bombas de dosificación} - 1} = \frac{9,3}{2 - 1} = 9,3 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

$$\text{Caudal adoptado unitario} = \text{Capacidad máxima} = 15 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

- **Almacenamiento**

- Depósitos

*Autonomía requerida a dosis media = 14 días*

$$\text{Consumo medio} = \frac{(\text{Cap. media nec coagulante})}{\text{Caudal de diseño}}$$

$$\text{Consumo medio} = \frac{3 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 1920,2 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}{120 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 48 \frac{\text{kg}}{\text{dia}}$$

$$\begin{aligned} \text{Cap. nec. prod. comercial} &= \frac{(\text{Consumo medio} \cdot \text{Autonomía})}{\text{Riqueza en sulfato alumina}} = \frac{(48 \cdot 14)}{0,485} \\ &= 1386 \text{ kg} \end{aligned}$$

*Capacidad prevista = 1000 l*

$$\begin{aligned} \text{Cap. prevista. prod. comercial} &= \text{Cap. prev.} \cdot \text{densidad a } 15,5^\circ = 1000 \cdot 1,324 \\ &= 1324 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Autonomía real} = \frac{(\text{Cap. prevista. prod. comercial} \cdot \text{Autonomía})}{\text{Cap. nec. prod. comercial}}$$

$$\text{Autonomía real} = \frac{(1324 \cdot 14)}{1386} = 13,4 \text{ dias}$$

$$\text{Autonomía a dosis máxima} = \frac{\text{Cap. prevista.}}{\frac{\text{Cap. máx. nec. prod. comercial}}{\text{Caudal de diseño}}}$$

$$\text{Autonomía a dosis máxima} = \frac{1000 \text{ l}}{\frac{9,3 \frac{\text{l}}{\text{h}} \cdot 1920,2 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}{120 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}} = 6,7 \text{ días}$$

$$Nº \text{ de depósitos adoptado} = 1$$

- Dimensiones depósito

$$\text{Capacidad unitaria} = \frac{\text{Capacidad prevista}}{Nº \text{ de depósitos adoptado}} = \frac{1000 \text{ l}}{1} = 1000 \text{ l}$$

$$\text{Diametro} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Altura total} = 1,65 \text{ m}$$

### 12.3.6.2. FLOCULANTE

- Caudal de diseño

$$Q \text{ medio de diseño} = 33 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 0,0333 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 120 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 1920,2 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$$

Características del floculante: Almidón modificado catiónico

Riqueza de producto comercial: 100%

Dilución de producto: 2,5%

Aspecto: Polvo blanco

- **Dosificación de floculante**

Dosis real de floculante:

$$Dosis\ real\ mínima = 0,5 \frac{mg}{l}$$

$$Dosis\ real\ media = 0,7 \frac{mg}{l}$$

$$Dosis\ real\ máxima = 1,5 \frac{mg}{l}$$

- Capacidad necesaria de floculante:

$$Capac\ mínima\ nec. = Dosis\ real\ mín \cdot Q\ medio\ diseño = 0,5 \cdot 120 \cdot \frac{1000}{1000} = 60 \frac{g}{h}$$

$$Capac\ media\ nec. = Dosis\ real\ med \cdot Q\ medio\ diseño = 0,7 \cdot 120 \cdot \frac{1000}{1000} = 84 \frac{g}{h}$$

$$Capac\ máxima\ nec = Dosis\ real\ máx \cdot Q\ med\ diseño = 1,5 \cdot 120 \cdot \frac{1000}{1000} = 180 \frac{g}{h}$$

- Capacidad necesaria de producto diluido:

$$Capacidad\ mínima\ prod\ diluido = \frac{Cap\ mínima\ nec.}{Dilución\ producto} = \frac{\frac{60}{h}}{\frac{1000}{0,025}} = 2,4 \frac{l}{h}$$

$$Capacidad\ media\ prod\ diluido = \frac{Cap\ media\ nec.}{Dilución\ producto} = \frac{\frac{84,01}{h}}{\frac{1000}{0,025}} = 3,4 \frac{l}{h}$$

$$Capacidad\ max.\ prod\ diluido = \frac{Cap\ max.\ nec.}{Dilución\ producto} = \frac{\frac{180,01}{h}}{\frac{1000}{0,025}} = 7,2 \frac{l}{h}$$

- **Capacidad de dosificación**

Bomba de membrana

$$\text{Capacidad máxima} = 10 \frac{l}{h}$$

La dosificación de hipoclorito se realiza automáticamente de forma proporcional a caudal entrante

- Dosificación de floculante

$$Nº \text{ de bombas de dosificación} = 2$$

$$\text{Rango de dosificación} = [2,4 - 7,2] \frac{l}{h}$$

$$\text{Caudal máximo} = 7,2 \frac{l}{h}$$

$$\text{Caudal máximo unitario} = \frac{\text{Caudal máximo}}{Nº \text{ de bombas de dosificación} - 1} = \frac{7,2}{2 - 1} = 7,2 \frac{l}{h}$$

$$\text{Caudal adoptado unitario} = \text{Capacidad máxima} = 10 \frac{l}{h}$$

- **Almacenamiento**

- Depósitos

$$\text{Autonomía requerida a dosis media} = 15 \text{ días}$$

$$\text{Consumo medio} = \frac{(\text{Cap. media nec floculante})}{\text{Caudal de diseño}}$$

$$\text{Consumo medio} = \frac{84,01 \frac{g}{h} \cdot 1920,2 \frac{m^3}{día}}{120 \frac{m^3}{h} \cdot 1000} = 1,34 \frac{kg}{día}$$

$$\text{Cap. nec. prod. comercial} = \text{Consumo medio} \cdot \text{Autonomía} = 1,34 \cdot 15 = 20,1 kg$$

$$\text{Capacidad prevista} = 1000 l$$

$$\text{Cap. necesaria almacén} = \frac{\text{Cap. nec. prod. comercial}}{\text{Dilución}} = \frac{20,1}{0,025} = 806,5 l$$

$$\text{Autonomía real} = \frac{(\text{Cap. prevista. prod. comercial} \cdot \text{Autonomía})}{\text{Cap. necesaria almacén}}$$

$$\text{Autonomía real} = \frac{(1000 \cdot 15)}{806,5} = 18,6 \text{ días}$$

$$\text{Autonomía a dosis máxima} = \frac{\text{Cap. prevista.}}{\frac{\text{Cap. máx. nec. prod. diluido}}{\text{Caudal de diseño}}}$$

$$\text{Autonomía a dosis máxima} = \frac{1000 l}{\frac{7,2 \frac{l}{h} \cdot 1920,2 \frac{m^3}{día}}{120 \frac{m^3}{h}}} = 8,67 \text{ días}$$

$$\text{Nº de depósitos adoptado} = 1$$

- Dimensiones depósito

$$\text{Capacidad unitaria} = \frac{\text{Capacidad prevista}}{\text{Nº de depósitos adoptado}} = \frac{1000}{1} = 1000 \text{ l}$$

$$\text{Diametro} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Altura total} = 1,65 \text{ m}$$

### **12.3.6.3. NEUTRALIZANTE**

Se propone el uso de sosa cáustica líquida como agente corrector del pH en condiciones normales de trabajo.

- **Caudal de diseño**

$$Q \text{ medio de diseño} = 33 \frac{l}{s} = 0,0333 \frac{m^3}{s} = 120 \frac{m^3}{h} = 1920,2 \frac{m^3}{dia}$$

- **Características del reactivo**

Sosa caustica líquida al 25%

$$\text{Densidad sosa caustica a } 20^\circ C = 1,41 \frac{kg}{l}$$

$$\text{Riqueza en sosa caustica} = \text{Densidad sosa caustica a } 20^\circ C \cdot 0,25 = 1,41 \cdot 0,25$$

$$= 0,353 \frac{kg}{l}$$

- **Dosificación de regulador de pH**

Dosis real de regulador pH:

$$Dosis real mínima = 10 \frac{mg}{l}$$

$$Dosis real media = 15 \frac{mg}{l}$$

$$Dosis real máxima = 30 \frac{mg}{l}$$

- Capacidad necesaria de regulador pH:

$$Capac mínima = Dosis real mín \cdot Q medio diseño = 10 \cdot 120 = 1200 \frac{g}{h} = 1,2 \frac{kg}{h}$$

$$Capac med = Dosis real media \cdot Q medio diseño = 15 \cdot 120 = 1800 \frac{g}{h} = 1,8 \frac{kg}{h}$$

$$Capac máx = Dosis real máx \cdot Q medio diseño = 30 \cdot 120 = 3600 \frac{g}{h} = 3,6 \frac{kg}{h}$$

- Capacidad necesaria de producto comercial

$$Capac mínima prod comercial = \frac{Capacidad mínima}{Riqueza en coagulante} = \frac{1,2 \frac{kg}{h}}{0,353 \frac{kg}{l}} = 3,4 \frac{l}{h}$$

$$Capac media prod comercial = \frac{Capacidad media}{Riqueza en coagulante} = \frac{1,8 \frac{kg}{h}}{0,353 \frac{kg}{l}} = 5,1 \frac{l}{h}$$

$$Capac máxima prod comercial = \frac{Capacidad máxima}{Riqueza en coagulante} = \frac{3,6 \frac{kg}{h}}{0,353 \frac{kg}{l}} = 10,2 \frac{l}{h}$$

- **Capacidad de dosificación**

Bomba de membrana

$$\text{Capacidad máxima} = 15 \frac{l}{h}$$

La dosificación de regulador de pH se realiza automáticamente de forma proporcional a caudal entrante

- **Dosificación de regulador de pH**

$$Nº \text{ de bombas de dosificación} = 2$$

$$\text{Rango de dosificación} = [3,4 - 10,2] \frac{l}{h}$$

$$\text{Caudal máximo} = 10,2 \frac{l}{h}$$

$$\text{Caudal máximo unitario} = \frac{\text{Caudal máximo}}{Nº \text{ de bombas de dosificación} - 1} = \frac{9,3}{2 - 1} = 10,2 \frac{l}{h}$$

$$\text{Caudal adoptado unitario} = \text{Capacidad máxima} = 15 \frac{l}{h}$$

- **Almacenamiento**

- Depósitos

$$\text{Autonomía requerida a dosis media} = 14 \text{ días}$$

$$\text{Consumo medio} = \frac{(\text{Cap. media nec regulador pH})}{\text{Caudal de diseño}}$$

$$\text{Consumo medio} = \frac{1,8 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 1920,2 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}{120 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 28,8 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\begin{aligned}\text{Cap. nec. prod. comercial} &= \frac{(\text{Consumo medio} \cdot \text{Autonomía})}{\text{Riqueza sosa caustica}} = \frac{(28,8 \cdot 14)}{0,25} \\ &= 1613 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\text{Capacidad prevista} = 1000 \text{ l}$$

$$\begin{aligned}\text{Cap. prevista. prod. comercial} &= \text{Cap. prev.} \cdot \text{densidad a } 15,5^\circ = 1000 \cdot 1,41 \\ &= 1410 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\text{Autonomía real} = \frac{(\text{Cap. prevista. prod. comercial} \cdot \text{Autonomía})}{\text{Cap. nec. prod. comercial}}$$

$$\text{Autonomía real} = \frac{(1410 \cdot 14)}{1613} = 12,2 \text{ días}$$

$$\text{Autonomía real} = \frac{(\text{Cap. prevista. prod. comercial} \cdot \text{Autonomía})}{\text{Cap. nec. prod. comercial}}$$

$$\text{Autonomía real} = \frac{(1410 \cdot 14)}{1613} = 12,2 \text{ días}$$

$$\begin{aligned}\text{Capacidad necesaria depósito} &= \frac{\text{Cap. necesaria. prod. comercial}}{\text{densidad a } 20^\circ} = \frac{1613}{1,41} \\ &= 1144 \text{ l}\end{aligned}$$

$$\text{Autonomía a dosis máxima} = \frac{\text{Cap. prevista.}}{\frac{\text{Cap. máx. nec. prod. comercial}}{\text{Caudal de diseño}}}$$

$$\text{Autonomía a dosis máxima} = \frac{1000 \text{ l}}{\frac{10,2 \frac{\text{l}}{\text{h}} \cdot 1920,2 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}{120 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}} = 6,1 \text{ días}$$

$$Nº \text{ de depósitos adoptado} = 1$$

- Dimensiones depósito

$$\text{Capacidad unitaria} = \frac{\text{Capacidad prevista}}{Nº \text{ de depósitos adoptado}} = \frac{1000}{1} = 1000 \text{ l}$$

$$\text{Diametro} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Altura total} = 1,65 \text{ m}$$

#### **12.3.6.4. HIPOCLORITO SÓDICO**

Se propone el uso del hipoclorito sódico como agente en preoxidación y agente desinfectante ya que es el producto químico de uso más generalizado.

- **Caudal de diseño**

$$Q \text{ medio de diseño} = 33 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 0,0333 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 120 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 1920,2 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

- **Características del reactivo**

Partimos de hipoclorito sódico al 15%

$$\text{Densidad del reactivo a } 20^{\circ} = 1,25 \frac{kg}{l}$$

$$\begin{aligned} \text{Riqueza en hipoclorito} &= \text{Densidad del reactivo a } 20^{\circ} \cdot 0,15 = 1,25 \cdot 0,15 \\ &= 0,188 \frac{kg}{l} \end{aligned}$$

### A) PREOXIDACIÓN

Dosis real de hipoclorito (puro o sólido)

$$\text{Dosis real mínima} = 1,5 \frac{mg}{l}$$

$$\text{Dosis real media} = 2 \frac{mg}{l}$$

$$\text{Dosis real máxima} = 5 \frac{mg}{l}$$

- Capacidad necesaria de hipoclorito

$$\text{Capac. mínima} = \text{Dosis real mínima} \cdot Q \text{ medio de diseño} = 1,5 \cdot 120 = 180 \frac{g}{h}$$

$$\text{Capacidad media} = \text{Dosis real media} \cdot Q \text{ medio de diseño} = 2 \cdot 120 = 240 \frac{g}{h}$$

$$\text{Capacidad máxima} = \text{Dosis real máxima} \cdot Q \text{ medio de diseño} = 5 \cdot 120 = 600 \frac{g}{h}$$

- Capacidad necesaria de producto comercial

$$\text{Capac mínima prod comercial} = \frac{\text{Capacidad mínima}}{\frac{\text{Riqueza en hipoclorito}}{1000}} = \frac{180 \frac{g}{h}}{\frac{0,188 \frac{kg}{l}}{1000}} = 1 \frac{l}{h}$$

$$\text{Capac media prod comercial} = \frac{\text{Capacidad media}}{\frac{\text{Riqueza en hipoclorito}}{1000}} = \frac{240 \frac{g}{h}}{\frac{0,188 \frac{kg}{l}}{1000}} = 1,3 \frac{l}{h}$$

Al caudal de 120 m<sup>3</sup>/h y dosis máxima de 5 mg/l, tendremos:

$$\text{Capac máxima prod comercial} = \frac{\text{Capacidad máxima}}{\frac{\text{Riqueza en hipoclorito}}{1000}} = \frac{600 \frac{g}{h}}{\frac{0,188 \frac{kg}{l}}{1000}} = 3,2 \frac{l}{h}$$

Por lo tanto, se instalarán bombas dosificadoras de regulación manual de una capacidad mínima de al menos 5 l/h a contrapresión máxima de 4 bar.

- Capacidad de dosificación

Bomba de membrana

$$\text{Capacidad máxima} = 5 \frac{l}{h}$$

La dosificación de hipoclorito se realiza automáticamente de forma proporcional a caudal entrante

- Dosificación de preoxidación

*Nº de bombas de dosificación = 2*

$$\text{Rango de dosificación} = [1 - 3,2] \frac{l}{h}$$

$$\text{Caudal máximo} = 3,2 \frac{l}{h}$$

$$\text{Caudal máximo unitario} = \frac{\text{Caudal máximo}}{\text{Nº de bombas de dosificación} - 1} = \frac{3,2}{2 - 1} = 3,2 \frac{l}{h}$$

$$\text{Caudal adoptado unitario} = \text{Capacidad máxima} = 5 \frac{l}{h}$$

## B) DESINFECCIÓN FINAL

Dosis real de hipoclorito (puro o sólido)

$$\text{Dosis real mínima} = 1 \frac{mg}{l}$$

$$\text{Dosis real media} = 1 \frac{mg}{l}$$

$$\text{Dosis real máxima} = 2 \frac{mg}{l}$$

- Capacidad necesaria de hipoclorito

$$\text{Capacidad mínima} = \text{Dosis real mínima} \cdot Q \text{ medio de diseño} = 1 \cdot 120 = 120 \frac{g}{h}$$

$$\text{Capacidad media} = \text{Dosis real media} \cdot Q \text{ medio de diseño} = 1 \cdot 120 = 120 \frac{g}{h}$$

$$\text{Capacidad máxima} = \text{Dosis real máxima} \cdot Q \text{ medio de diseño} = 2 \cdot 120 = 240 \frac{g}{h}$$

- Capacidad necesaria de producto comercial

$$\text{Capac mínima prod comercial} = \frac{\text{Capacidad mínima}}{\frac{\text{Riqueza en hipoclorito}}{1000}} = \frac{120 \frac{g}{h}}{\frac{0,188 \frac{kg}{l}}{1000}} = 0,6 \frac{l}{h}$$

$$\text{Capac media prod comercial} = \frac{\text{Capacidad media}}{\frac{\text{Riqueza en hipoclorito}}{1000}} = \frac{120 \frac{g}{h}}{\frac{0,188 \frac{kg}{l}}{1000}} = 0,6 \frac{l}{h}$$

Al caudal de 120 m<sup>3</sup>/h y dosis máxima de 2 mg/l, tendremos:

$$\text{Capac máxima prod comercial} = \frac{\text{Capacidad máxima}}{\frac{\text{Riqueza en hipoclorito}}{1000}} = \frac{240 \frac{g}{h}}{\frac{0,188 \frac{kg}{l}}{1000}} = 1,3 \frac{l}{h}$$

Por lo tanto, se instalarán otra bomba dosificadora (además de las dos bombas para preoxidación, de modo que haya 3 bombas, 1 de ellas de reserva) de regulación manual de una capacidad mínima de al menos 5 l/h a contrapresión máxima de 4 bar.

- Capacidad de dosificación

Bomba de membrana

$$\text{Capacidad máxima} = 5 \frac{l}{h}$$

La dosificación de hipoclorito se realiza automáticamente de forma proporcional a caudal entrante

- Dosificación de desinfección final

$$Nº\ de\ bombas\ de\ dosificación = 2$$

$$Rango\ de\ dosificación = [0,6 - 1,3] \frac{l}{h}$$

$$Caudal\ máximo = 1,3 \frac{l}{h}$$

$$Caudal\ máximo\ unitario = \frac{Caudal\ máximo}{Nº\ de\ bombas\ de\ dosificación - 1} = \frac{1,3}{2 - 1} = 1,3 \frac{l}{h}$$

$$Caudal\ adoptado\ unitario = Capacidad\ máxima = 5 \frac{l}{h}$$

- **Almacenamiento**

- Depósitos

$$Autonomía\ requerida\ a\ dosis\ media = 14\ días$$

$$Consumo\ medio =$$

$$= \frac{(Cap.\ máx.\ nec.\ hipocl\ desinf\ final + Cap.\ med.\ nec.\ hipocl\ preox)}{Caudal\ de\ diseño}$$

$$\text{Consumo medio} = \frac{(240 \frac{g}{h} + 240 \frac{g}{h}) \cdot 1920,2 \frac{m^3}{\text{día}}}{120 \frac{m^3}{h}} = 7680,8 \frac{g}{\text{día}} = 7,68 \frac{kg}{\text{día}}$$

$$\begin{aligned} \text{Cap. nec. prod. comercial} &= \frac{(\text{Consumo medio} \cdot \text{Autonomía})}{\text{Riqueza en hipoclorito}} = \frac{(7,68 \cdot 14)}{0,15} \\ &= 717 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Capacidad prevista} = 1000 \text{ l}$$

$$\begin{aligned} \text{Cap. prevista. prod. comercial} &= \text{Cap. prev.: densidad a } 20^\circ = 1000 \cdot 1,25 \\ &= 1250 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Autonomía real} = \frac{(\text{Cap. prevista. prod. comercial} \cdot \text{Autonomía})}{\text{Cap. nec. prod. comercial}}$$

$$\text{Autonomía real} = \frac{(1250 \cdot 14)}{717} = 24,4 \text{ días}$$

Si la disolución de hipoclorito sódico se realiza hasta una concentración de 150 g/l, el volumen de disolución para atender el consumo durante 14 días a dosis media será:

$$\text{Capacidad necesaria almacén} = \frac{\text{Cap. necesaria. prod. comercial}}{\text{densidad a } 20^\circ} = \frac{717}{1,25} = 573 \text{ l}$$

$$\text{Autonomía a dosis máxima} =$$

$$= \frac{\text{Cap. prevista.}}{(\text{Cap. máx. nec. hipocl desinf final} + \text{Cap. max. nec. hipocl preox})} \frac{\text{Caudal de diseño}}{}$$

$$\text{Autonomía a dosis máxima} = \frac{1000 \text{ l}}{\frac{(1,3 + 3,2) \frac{\text{l}}{\text{h}} \cdot 1920,2 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}{120 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}} = 13,88 \text{ días}$$

$$Nº \text{ de depósitos adoptado} = 1$$

- Dimensiones depósito

$$\text{Capacidad unitaria} = \frac{\text{Capacidad prevista}}{Nº \text{ de depósitos adoptado}} = \frac{1000 \text{ l}}{1} = 1000 \text{ l}$$

$$\text{Diametro} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Altura total} = 1,65 \text{ m}$$

En resumen:

Tipo:	Hipoclorito de sodio
Densidad a 20°C:	1,250 kg/l
Riqueza	15%
Suministro:	Camión cisterna
Dosis media preoxidación:	2 ppm
Dosis máxima preoxidación:	5 ppm
Consumo medio horario preoxidación:	240,0 g/h
Consumo máximo horario preoxidación:	600,0 g/h
Dosis media desinfección:	1 ppm
Dosis máxima desinfección:	2 ppm
Consumo medio horario desinfección:	120,0 g/h
Consumo máximo horario desinfección:	240,0 g/h
Consumo medio diario total:	7,68 Kg/día

Por todo lo anterior, se propone un depósito de almacenamiento y dosificación, de 573 litros, de tipo cilíndrico vertical, de ejecución en PRFV, de garantizará una autonomía de 24,4 días.

El acopio se realizará mediante camión cisterna, para lo cual se dotará a la planta con una bomba de trasiego dimensionada para elevar un caudal máximo de 4 m<sup>3</sup>/h a 5 m.c.a.

### **12.3.7. EQUIPOS AUXILIARES**

#### **12.3.7.1. GRUPO DE PRESIÓN PARA EXPLOTACIÓN E INCENDIOS**

Para suministro de agua a presión se dispone un grupo de presión que suministra el caudal desde la tubería de salida de agua tratada de la E.T.A.P.

Esta red de agua a presión se empleará para la limpieza de las instalaciones, suministro de agua potable a los aseos, tomas de agua industriales y extinción de incendios.

Para la extinción de incendios se debe prever un caudal mínimo de 200 l/min con una presión en punta mínima de 2 m.

Además el grupo de presión será necesario para la incorporación de agua de dilución de:

- |                       |        |
|-----------------------|--------|
| - Hipoclorito sódico: | 10 l/h |
| - Sulfato de Alumina: | 15 l/h |
| - Almidón modificado  | 10 l/h |
| - Sosa Caustica       | 15 l/h |

Se prevé un caudal para la dilución de los reactivos de 50 l/h.

Teniendo en cuenta además el consumo en explotación, limpieza, riegos, y extinción de incendios, y el consumo sanitario en los aseos de 0,60 l/s, se adopta un caudal de 20 m<sup>3</sup>/h.

Presión de impulsión	20	m.c.a.
Caudal impulsado	5,55	l/s

Se dispone un grupo de presión compuesto por dos bombas (1 de ellas de reserva, que funcionará en caso de incendios), con una potencia unitaria de 1,1 KW.

#### **12.3.7.2. RED DE AIRE A PRESIÓN**

La generación de aire comprimido para el proceso del lavado en los filtros de lavado en continuo, y el accionamiento de las válvulas neumáticas de aislamiento de las purgas de fangos, se realizará mediante un compresor de pistón estacionario, dimensionados para producir hasta 504 l/min de aire a 7 bar. Estará equipado con un motor de 4 KW, presostato, válvulas, filtro de aire, engrasador y depósito acumulador de 250 litros.

El equipo de generación de aire comprimido, estará dotado con un secador frigorífico, al objeto de eliminar los condensados que se produzcan en la instalación.

**12.4. INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA**

12.4.1. CONCEPTO.....	196
12.4.2. DESCRIPCIÓN Y DATOS GENERALES.....	197
12.4.3. CRITERIOS DE DISEÑO.....	199
12.4.3.1. DATOS DE DISEÑO.....	199
12.4.3.2. CÁLCULO DEL NÚMERO DE PANELES FOTOVOLTAICOS.....	202
12.4.3.3. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LA INSTALACIÓN.....	204
12.4.3.4. CÁLCULO DE LA TENSIÓN MÍNIMA Y MÁXIMA A LA ENTRADA DEL INVERSOR.....	206
12.4.3.5. COMPROBACIÓN.....	207
12.4.4. RESUMEN DE RESULTADOS.....	208

### 12.4.1. CONCEPTO

Como se explica en la memoria descriptiva, una instalación fotovoltaica tiene como objetivo producir energía eléctrica a partir de la energía solar. Esta generación de energía eléctrica, sin emisión de contaminantes, se produce como resultado de la captación directa de energía solar y mediante la intervención del llamado efecto fotovoltaico.

La energía solar fotovoltaica es un tipo de electricidad renovable obtenida directamente de los rayos del sol gracias a la foto-detección cuántica de un determinado dispositivo; normalmente una lámina metálica semiconductor llamada célula fotovoltaica, o una deposición de metales sobre un sustrato llamada capa fina.

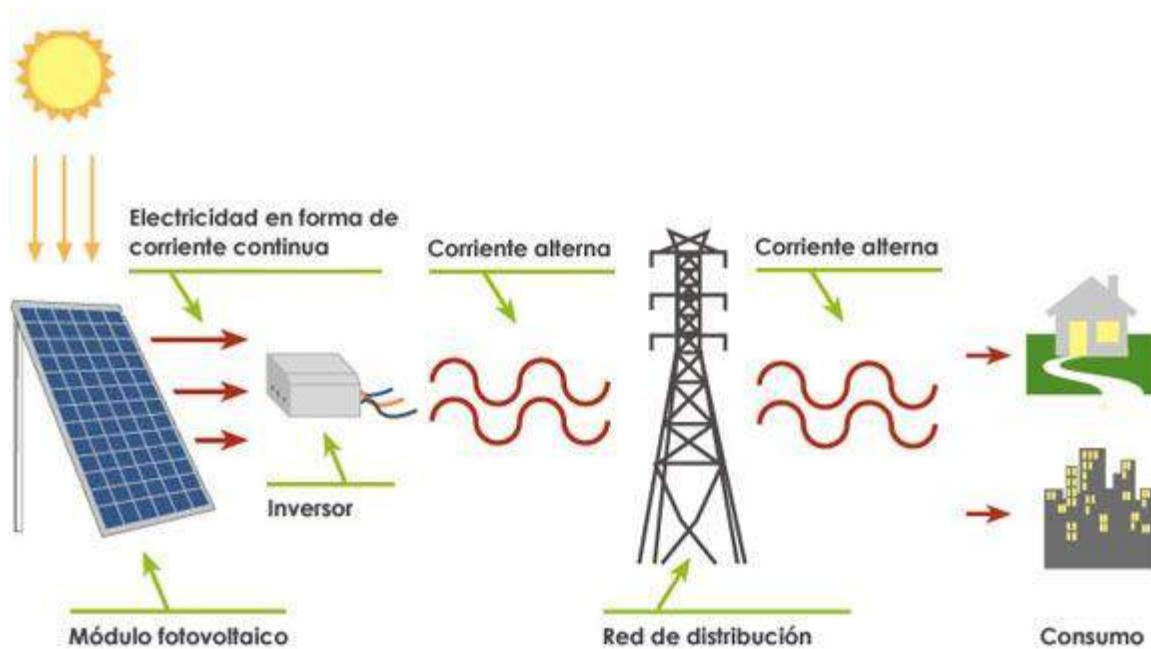


Fig.1. Descripción general instalación fotovoltaica conectada a red

### **12.4.2. DESCRIPCIÓN GENERAL**

La instalación será de conexión a red para producción y venta de energía eléctrica a dicha red, aprovechando la superficie de la cubierta de la nave de la E.T.A.P. para la instalación de los módulos solares fotovoltaicos.

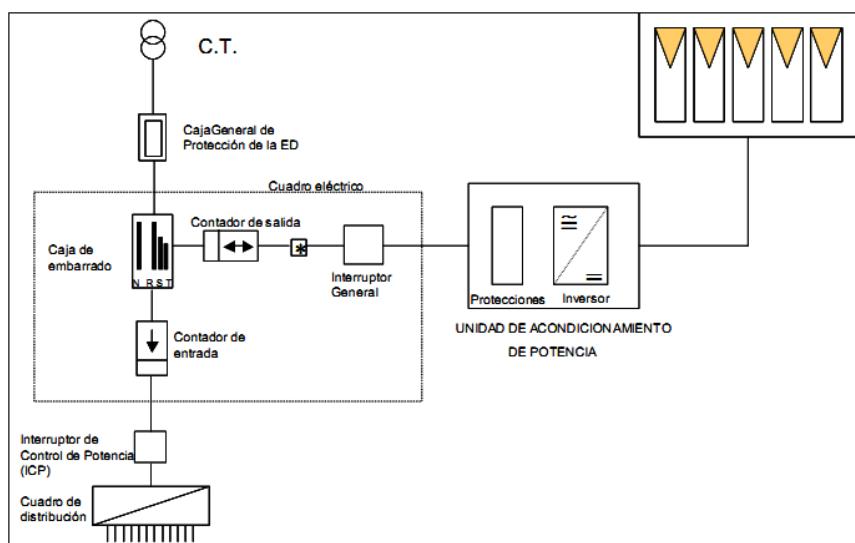
El requerimiento básico para poder realizar una instalación fotovoltaica conectada a red en un edificio, nave industrial, o en cualquier otro espacio, reside en la disponibilidad de espacio libre de sombras para la ubicación del generador fotovoltaico.

Los componentes básicos de una instalación fotovoltaica conectada a red son los siguientes:

- Generador fotovoltaico: módulos solares que transforman la energía lumínica del sol en energía eléctrica.
- Cuadro de protecciones: Las protecciones aseguran la calidad de la energía vertida a la red actuando contra sobretensiones, sobrecorrientes y funcionamiento en modo isla. Actualmente casi todos los inversores incluyen, en su interior, estas protecciones. Contiene alarmas, desconectadores, protecciones, etc.
- Inversores: Son los elementos que adaptan la energía entregada por el generador fotovoltaico (en forma de corriente continua) a las condiciones requeridas por los diferentes tipos de cargas, ya sean éstas en corriente continua, en corriente alterna o inyección de energía directamente a la red. Son muchos los tipos de inversores, que utilizando diferentes tecnologías, se comercializan en la actualidad. A los empleados en instalaciones conectados a la red eléctrica se les exige una baja producción de armónicos, su adaptación a cualquier red eléctrica y una generación con alto factor de potencia.

- Contadores: Se requieren dos contadores con finalidades distintas. Un contador principal contabiliza la energía producida y enviada a la red para que pueda ser facturada a la compañía a los precios estipulados. Por otro lado, un contador secundario mide los pequeños consumos de los equipos fotovoltaicos para descontarlos del total de la energía producida.

El esquema de la instalación se asemeja al siguiente:



*Fig.2. Esquema unifilar de instalación fotovoltaica de conexión a red*

El rendimiento de este tipo de instalaciones viene dado por los siguientes valores:

Instalación	Rendimiento global
Pequeña (entre 1 y 5kW)	0,750
Mediana (entre 5 y 100 kW)	0,775
Grande (entre 100 kW y 1MW)	0,800
Centrales fotovoltaicas (entre 1 y 50 MW)	0,825

Los requisitos técnicos de una instalación fotovoltaica de conexión a red son los de cualquier instalación eléctrica de baja tensión, por tanto deben cumplir las exigencias de la normativa técnica vigente en baja tensión, como el Reglamento de Instalaciones

Eléctricas en Baja Tensión, así como los requisitos técnicos indicados en la normativa específica para instalaciones fotovoltaicas de conexión a red de las empresas distribuidoras correspondientes, y en el resto de legislación vigente.

#### **12.4.3. CRITERIOS DE DISEÑO**

#### **12.4.3.1. DATOS DE DISEÑO**

La instalación de los módulos solares tiene como localización la población de Cidade Velha, localidad de Cabo Verde situada en el municipio de Ribeira Grande de Santiago, a 15 kilómetros al oeste de Praia, capital del país.

Se encuentra al nivel del mar y presenta una muy buena insolación solar.

La latitud de Cidade Velha es de  $14^{\circ} 54' 54.5''$  °N y longitud de  $23^{\circ} 36' 18.7''$  °O

La radiación solar es el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol.



El Sol se comporta prácticamente como un cuerpo negro el cual emite energía siguiendo la ley de Planck a una temperatura de unos 6000 K. La radiación solar se distribuye desde el infrarrojo hasta el ultravioleta. No toda la radiación alcanza la superficie de la Tierra, porque las ondas ultravioletas más cortas, son absorbidas por los gases de la atmósfera fundamentalmente por el ozono.

La magnitud que mide la radiación solar que llega a la Tierra es la irradiancia, que mide la energía que, por unidad de tiempo y área, alcanza a la Tierra. Su unidad es el  $\text{W/m}^2$ .

Para empezar es necesario conocer el valor de irradiación solar diaria media en superficie inclinada **H** (kWh/m<sup>2</sup>·día) del lugar. En nuestro caso Cidade Velha.

Según la base de datos de irradiación solar mundial online <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/pvest.php?lang=es&map=africa> y con las coordenadas geográficas antes definidas, se obtiene el siguiente cuadro con los resultados mensuales medios de dicho valor **H**.

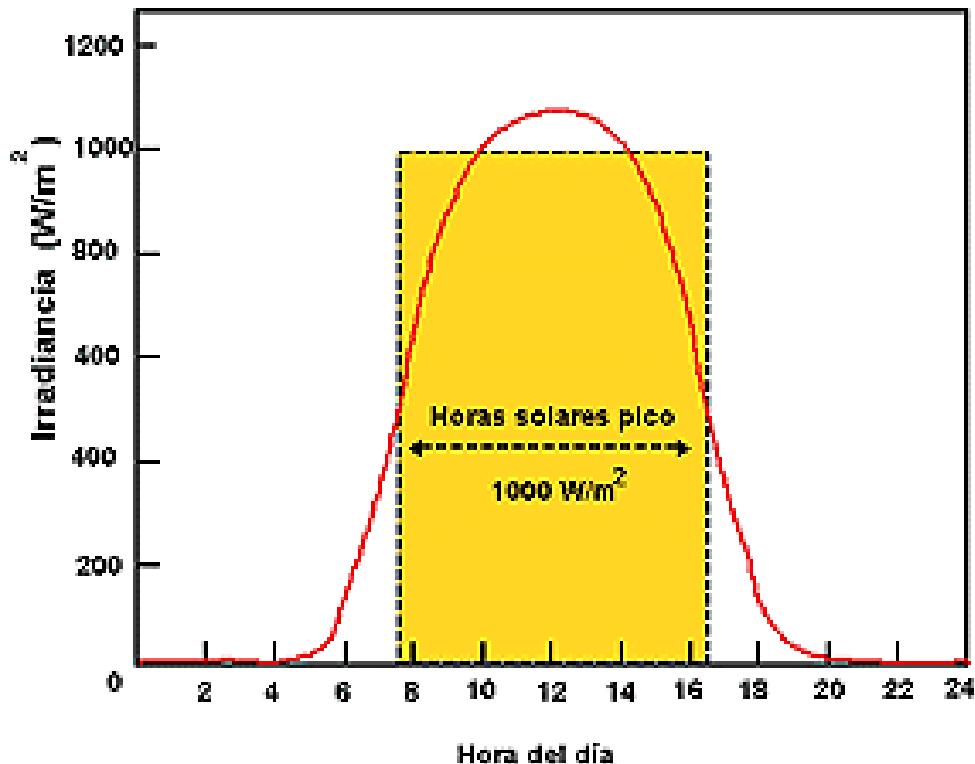
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
<b>H</b>	5.10	5.79	6.72	7.05	7.03	6.59	6.33	6.18	5.99	5.70	5.18	4.82

*Fig.3. Irradiación solar diaria media, H, en Cidade Velha. Cabo Verde.*

Por tanto la Irradiación solar diaria media en Cidade Velha es:

$$\mathbf{H_{media}= 6,04 \text{ kWh/m}^2}$$

Ahora es necesario introducir un concepto muy importante, las horas de pico solar **HPS** (h), definido como las horas de luz solar por día equivalentes, pero definidas en base a una irradiancia **I** (kW/m<sup>2</sup>) constante de 1 kW/m<sup>2</sup>, a la cual está siempre medida la potencia de los paneles solares. Es un modo de estandarizar la curva diaria de irradiancia solar:



*Fig.4.Curva de irradiancia solar diaria.*

Como puede verse en la figura 4, el área definida por el rectángulo (irradiación en base a las horas de pico solar) es igual al área definida por la curva horaria de irradiancia real.

La irradiación **H** (kWh/m<sup>2</sup>) es igual al producto de la irradiancia de referencia **I** (1 kW/m<sup>2</sup>) por las horas de pico solar **HSP** (h). Luego entonces los valores numéricos de la irradiación y horas de pico solar son iguales.

$$\mathbf{H} (\text{kWh/m}^2) = \mathbf{I} (1\text{ kW/m}^2) \cdot \mathbf{HPS} (\text{h})$$

Entonces, según la ecuación anterior, los valores numéricos de la tabla de irradiancia son igualmente válidos para las horas de pico solar.

Horas de pico solar, HSP (h)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
HSP	5.10	5.79	6.72	7.05	7.03	6.59	6.33	6.18	5.99	5.70	5.18	4.82

**HSP<sub>media</sub>= 6,04 h**

Los paneles solares producen una energía eléctrica durante todo el día equivalente a sólo las horas de pico solar operando a su máxima potencia. Esa máxima potencia es el principal parámetro que define un panel solar y es uno de principales parámetros de diseño que el proyectista debe definir.

En el mercado hay paneles solares de diversas potencias máximas: 5, 30, 50, 75, 100, 150, 165 (W), etc.; según la demanda de energía que se precise.

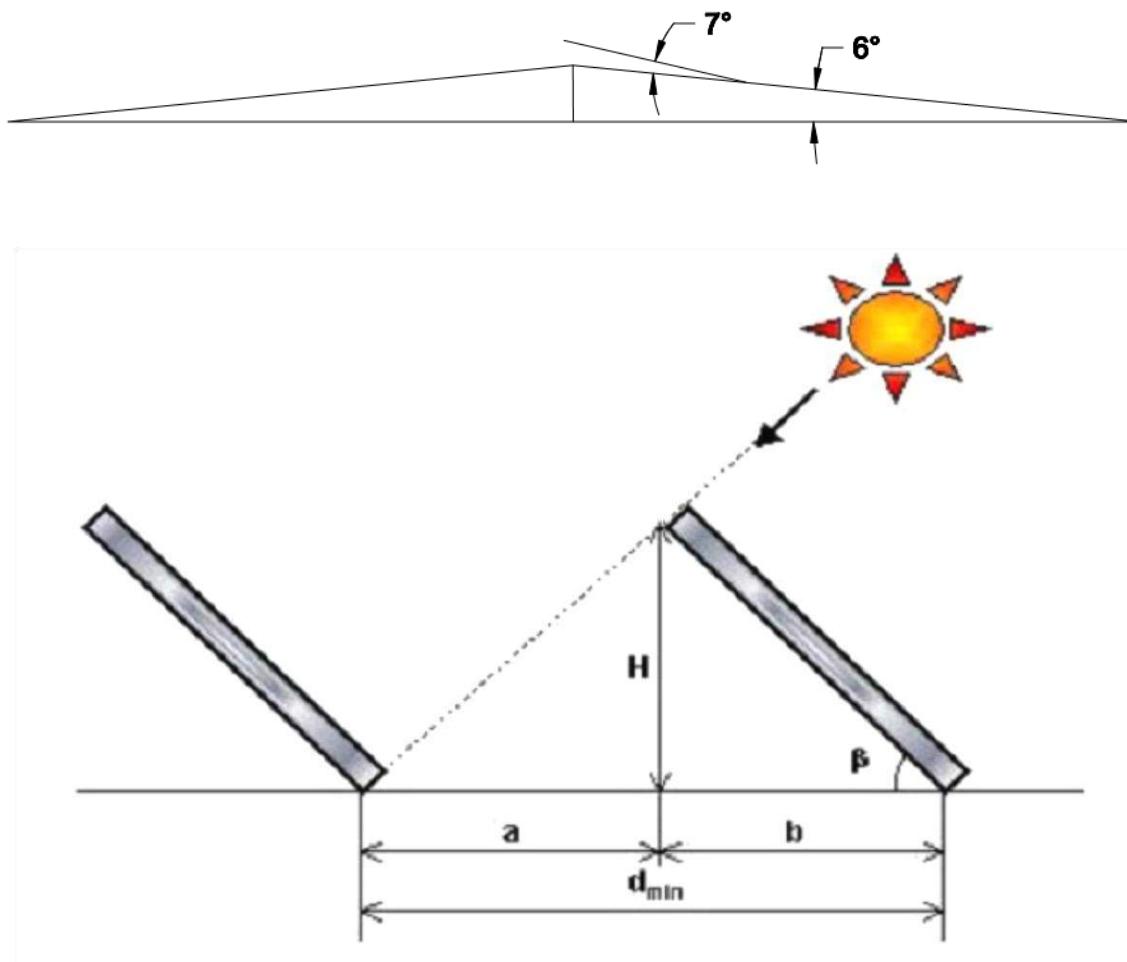
Así mismo hay paneles de diversas calidades, según las celdas cristalinas de silicio semiconductor de las que están formados sean monocrystalinas (las más eficientes y caras), policristalinas (menos eficientes pero más baratas) ó amorfas (poco eficientes pero muy baratas).

#### **12.4.3.2. CÁLCULO DEL NÚMERO DE PANELES FOTOVOLTAICOS**

Teniendo en cuenta que la superficie disponible en la vertiente sur del tejado de la nave es de  $22,5\text{m} \times 4,8\text{m} = 108 \text{ m}^2$ , vamos a hacer una estimación del número de paneles solares que se pueden instalar.

Según la base de datos online antes citada (software PVGIS), el ángulo de inclinación óptimo de las placas solares para latitud de Cidade Velha es de **13º**.

Como el ángulo de inclinación de la cubierta de la nave ya es de 5,7º, el ángulo necesario al que se deben colocar las placas es de 7,2º.



La altura solar mínima el 21 de Diciembre es  $H = (90^\circ - \text{latitud del lugar}) - 23,5^\circ$ .

Latitud de la instalación:  $14,9^\circ$

$H = \text{altura solar en el mediodía del mes más desfavorable. } (90^\circ - 14,9^\circ) - 23,5^\circ = 51,6^\circ$

$d_{min}$  = Distancia mínima entre módulos para evitar sombras (metros)

$l$  = Longitud del módulo (incluye marco y soporte) = 1,5 m.

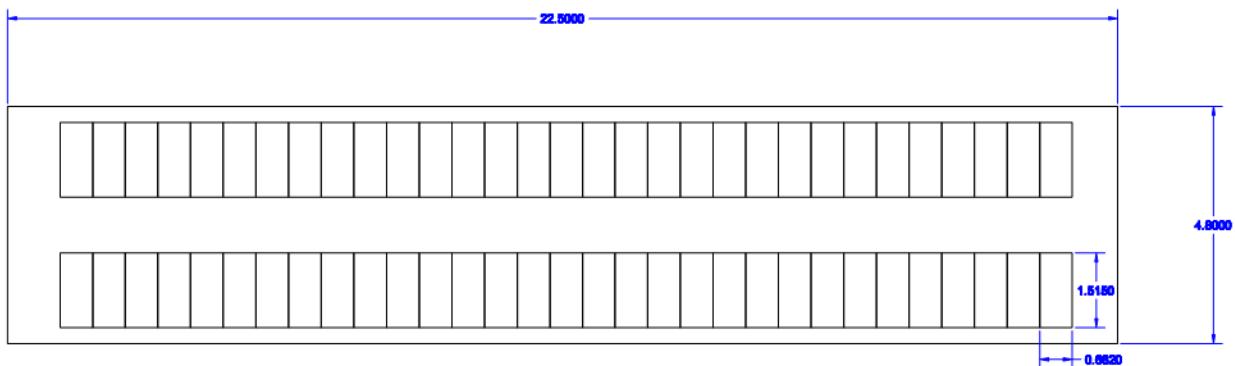
$\beta$  = Es el grado de inclinación de los módulos respecto a la horizontal. Inclinación de la cubierta donde se fijan los módulos  $5,7^\circ$

$$d_{min} = l \cdot \left( \cos \beta + \frac{\sin \beta}{\tan H} \right)$$

$$d_{min} = 1,5 \cdot \left( \cos 5,7^\circ + \frac{\sin 5,7^\circ}{\tan 51,6^\circ} \right) = 1,61 \text{ m}$$

La medida del panel fotovoltaico a utilizar es de 1,515 m. de largo por 0,662 m. de ancho.

Teniendo en cuenta, por tanto, las dimensiones de la vertiente sur de la cubierta, la medida de cada panel fotovoltaico, y la distancia mínima que debe haber entre filas de módulos, se puede conocer el número de paneles o módulos fotovoltaicos que se pueden instalar



En nuestro caso, como se ve en la figura superior, se disponen dos hileras de 31 módulos cada una. **En total 62 paneles fotovoltaicos.**

#### 12.4.3.3. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LA INSTALACIÓN

La potencia de pico total instalada es:

$$W_p = N_p \cdot w_p$$

Siendo  $N_p$  el número de paneles fotovoltaicos y  $w_p$  la potencia (w) de pico de cada panel.

$$W_p = 62 \cdot 150 = 9300 \text{ W}$$

Hay que tener en cuenta la eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, en donde influye lo siguiente:

Las **pérdidas de una instalación fotovoltaica** son las siguientes:

**Tolerancia del módulo.** La potencia nominal puede variar de un módulo a otro. Existen marcas en el mercado que garantizan una tolerancia de +/- 5%.

**Pérdidas con el tiempo.** Las células fotovoltaicas se degradan muy lentamente y de forma progresiva. De hecho, todas las marcas de calidad ofrecen una garantía de potencia del 90% durante los primeros 12 años, y del 80% hasta los 25 años.

**Mismatch.** Al no tener todas las placas exactamente la misma potencia, es necesario ordenarlas para no limitar la intensidad de un string (serie de módulos) a la de menor corriente.

**Espectrales.** Por la inclinación y orientación de los módulos, la radiación no siempre será perpendicular.

### **Polvo y suciedad.**

**Aumento de la temperatura de las células.** La potencia de los módulos está calculada para unas condiciones de temperatura de 25°, pero en la realidad ésta es muy superior. Aproximadamente se pierde un 0,5% de potencia por cada grado por encima de los 25°.

**Sombreado.** Las sombras son importantísimas. A evitar.

### **Caídas de tensión en cable c.c. y en cable c.a.**

**Rendimiento del inversor/Punto de Máxima Potencia.** Existen marcas de inversores que garantizan un rendimiento del +/- 5%.

**Falta de disponibilidad por mantenimiento.** Capacidad de reacción de la empresa de mantenimiento ante un posible funcionamiento incorrecto.

Normalmente, en este tipo de instalaciones se asume un rendimiento (Performance Ratio) entre 75% y 90%, por lo que para este caso se puede considerar un coeficiente de 0,83.

$$E_{FV,hora} = W_p \cdot PR = 9300 \cdot 0,83 = 7719 \text{ Wh} = 7,72 \text{ kWh}$$

Considerando también el concepto anterior de horas de pico solar (HSP), la energía diaria estimada que es capaz de generar la instalación viene dada por la siguiente expresión:

$$E_{FV,dia} = W_p \cdot HSP \cdot PR = 9300 \cdot 6,04 \cdot 0,83 = 46662,76 \text{ Wh} = 46,7 \text{ kWh}$$

Para obtener un acoplamiento adecuado entre el generador fotovoltaico y el inversor la relación de potencias recomendable es  $W / W_p \sim 0,8$

El inversor será del tipo conexión a la red eléctrica con una potencia de entrada variable para que sea capaz de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

#### **12.4.3.4. CÁLCULO DE LA TENSIÓN MÍNIMA Y MÁXIMA A LA ENTRADA DEL INVERSOR.**

La tensión máxima será el producto de la tensión en circuito abierto de cada panel solar por el número de paneles:

$$V_{oc} = n^{\circ} \text{ placas} \cdot V_{oc,1} = 62 \cdot 22,6 \text{ V} = 1401,2 \text{ V}$$

Veamos la tensión mínima:

$$V_e = n^o \text{ placas} \cdot V_{max}$$

$$V_e = 62 \cdot 18,5 \text{ V} = 1147 \text{ V}$$

Le quitamos el 1% por perdidas en el cable de conexión de los paneles:

$$V_e = 1147 \text{ V} / 0,1 = 1042,72 \text{ V}$$

#### **12.4.3.5. COMPROBACIÓN**

Como se conoce la intensidad máxima,  $I_{max} = 8,12 \text{ A}$ , la potencia de entrada será igual a:

$$W_e = 1042,72 \text{ V} \cdot 8,12 \text{ A} = 8466,88 \text{ W}$$

La eficiencia del inversor, según el fabricante es del 96% como mínimo, por tanto la potencia de salida del inversor es:

$$W_s = W_e \cdot 0,96 = 8128,21 \text{ W}$$

La suma de los dos inversores (4000 W) indica que la instalación necesita 8000 W. Y como se ha calculado, se está generando una potencia, incluyendo las pérdidas, de 8128,21 W. Con lo cual nos aseguramos de cubrir toda la demanda.

#### **12.4.4. RESUMEN DE LA INSTALACIÓN**

Los datos generales de la instalación fotovoltaica en la E.T.A.P de Cidade Velha son los siguientes:

- Tipo de instalación = Conectada a red
- Inclinación de módulos = 13°
- Orientación de módulos (Azimuth) = 0° (Sur)
- Modelo de inversor = SUNNY BOY 4000TL
- Potencia nominal del inversor = 4000 W
- Modelo de modulo fotovoltaico = ISOFOTÓN ISF-150
- N° de módulos totales = 62
- N° de módulos por inversor = 31
- N° de inversores = 2
- Potencia pico de la instalación = 9300 W

#### **MÓDULO MONOCRISTALINO ISF-150**

- Características Eléctricas

Comportamiento bajo condiciones estándar: Irradiancia 1.000 W/m<sup>2</sup>, temperatura de célula 25°C.

○ Potencia nominal (Pmax)	150 W
○ Tensión en circuito abierto (Voc)	22,6 V
○ Corriente de cortocircuito (Isc)	8,70 A
○ Tensión en el punto de máxima potencia (Vmáx)	18,5 V
○ Corriente en el punto de máxima potencia (Imáx)	8,12 A
○ Eficiencia	15,0%
○ Tolerancia de potencia (% Pmax)	+/- 3%

- Características Mecánicas

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| ○ Célula solar                   | Silicio Monocristalino - 156 mm x 156 mm          |
| ○ Número de células              | 36 células en configuración 4 x 9                 |
| ○ Dimensiones                    | 1515 x 662 x 39,5 mm                              |
| ○ Peso                           | 13,5 Kg   |
| ○ Vidrio<br>de 3,2 mm (EN-12150) | Alta transmisividad, microestructurado y templado |
| ○ Marco                          | Aluminio anodizado y toma de tierra               |
| ○ Máxima carga admisible         | 2400 Pa   |
| ○ Caja de conexión               | IP 65 con 3 diodos de bypass                      |
| ○ Cables y Conector              | Cable solar de 1 m y sección 4 mm <sup>2</sup> .  |

**12.5. ESTUDIO DE EXPLOTACIÓN. COSTE DEL AGUA  
PRODUCIDA**

12.5.1. ESTUDIO DE COSTES DE MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN.....	211
12.5.1.1. GASTOS FIJOS.....	211
12.5.1.2. GASTOS VARIABLES.....	215
12.5.1.3. CUADRO RESUMEN DE COSTES DE EXPLOTACIÓN.....	218
12.5.2. COSTES DE AMORTIZACIÓN DE LA INVERSIÓN Y RESUMEN GENERAL DE GASTOS.....	220

## 12.5.1. ESTUDIO DE COSTES DE MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN

Para la realización de este estudio de costes de explotación de la ETAP de Cidade Velha se considera un periodo de 15 años, donde se estima los costes variables por m<sup>3</sup> de agua tratada.

### 12.5.1.1. GASTOS FIJOS

#### i. personal

Los factores que afectan al número total de personal, además del caudal a tratar son:

- Disposición en planta de la estación.
- Homogeneización del proceso y normalización de los equipos.
- Nivel o grado de tratamiento.
- Tipo de residuos sólidos que hay que retirar.
- Vertidos industriales.
- Productividad.
- Clima.
- Formación del personal.
- Grado de automatismo.
- Recogida automática de muestras.
- Lugar donde se realizan los análisis de laboratorio.
- Forma de llevar a cabo el mantenimiento (dentro o fuera de la planta).
- Edad y estado de los equipos.

En el cuadro resumen siguiente se especifica el coste anual de personal considerado, con indicación expresa de la categoría profesional de cada trabajador. Dadas las dimensiones de la instalación, el técnico responsable se considera con una dedicación a tiempo parcial.

	Cantidad	Dedicación.	Sueldo bruto	Coste anual
Jefe Planta	1	10%	37.749,23	3.774,92
Oficial electromecánico	1	50%	20.511,61	10.255,81
Aux.-oficial explotación	1	50%	19.438,70	9.719,35

La cobertura por vacaciones, accidentes e imprevistos, se considera incluido en los costes indicados.

Por lo tanto el coste total de personal anual se estima en **23.750 €.**

## **ii. Mantenimiento**

Se consideran dentro de este apartado los costes de:

- Mantenimiento electromecánico.
- Mantenimiento de obra civil.
- Mantenimientos especializados (sistema informático, transformadores...)

Se contemplan los repuestos a emplear en los distintos equipos e instalaciones de la Planta. Se ha desglosado en diversos apartados tales como

- Mantenimiento preventivo
  - Mantenimiento general.
  - Lubricantes (aceites y grasas)
  - Pintura
- Mantenimiento correctivo.
  - Mantenimiento correctivo general
  - Piezas y recambios
- Mantenimiento obra civil.

El coste anual de mantenimiento se estima en **3.800 €.**

## **iii. Otros costes fijos**

Se consideran dentro de este apartado los costes de:

- Análisis de laboratorio.
- Material de oficina
- Mantenimientos de vehículos y carburantes.
- Seguridad y salud.
- Seguros de responsabilidad.

- Material de Laboratorio

Para la realización de los análisis necesarios para la correcta explotación de la Estación de Tratamiento, siguiendo la planificación de análisis exigida en el RD 140/2003, se estima un coste de **5.770 €**

- Material de oficina

Se considera un coste anual de **250 €**

- Vehículos

Se considera un coste anual repartido entre combustible y mantenimiento de **1.980 €**.

- Seguridad y salud

Se considera dentro de este apartado:

- Revisión de extintores y equipos de seguridad
- Ropa de trabajo, formación y equipos específicos
- Seguridad y salud colectiva.

Se considera un coste anual para Seguridad y Salud de **1.300 €**.

- Seguros

Se considera un coste anual para Seguros de responsabilidad de **324 €**.

---

#### iv. Canon de Contratación de Energía eléctrica (Término de potencia)

Se considera en éste apartado el Término de Potencia del consumo de energía eléctrica exterior.

En el Apéndice incluido al final del Anejo se aporta la tabla de potencias justificativa de los consumos y potencia instalada.

Según la tabla de potencias incluida en el Apéndice nº1, y considerando la simultaneidad de todos los equipos, la potencia a contratar en la E.T.A.P de Cidade Velha es de 58,44 kW, por tanto, la potencia a contratar será de 60 kW.

En Cabo Verde la tarifa eléctrica a aplicar es:

Baja tensión especial (BTE) (utilización industrial): Aplicable a consumidores de energía eléctrica de Baja Tensión para producción de fuerza motriz y otras utilizaciones industriales en fábricas, oficinas e instalaciones congénères.

Valor de la factura:  $F = aP + kbW \text{ KWh}$ , donde:

P = Potencia instalada, en KW

W = Consumo mensual, en KWh

k = multiplicador variable en función del coste del cliente.

a = tasa de potencia = 317,63 ECV / kW = 2,835 € / kW

b = tasa de energía = 25,92 ECV / kWh = 0,23141 € / kWh

Donde la relación escudo caboverdiano/euro es: 1 ECV = 0,008928 €. (1€=112ECV)

(Fuente: Electra.cv)

$$\text{Coste potencia anual} = \text{Potencia contratada} \cdot \text{factor de potencia} \cdot 12\text{meses}$$

Por lo tanto el canon fijo anual por **contratación de energía eléctrica** en la E.T.A.P de Cidade Velha asciende a la cantidad de **2.041,2 €**

$$\text{Coste potencia anual ETAP} = 2,835 \frac{\text{€}}{\text{kWmes}} \cdot 60\text{kW} \cdot \frac{12\text{meses}}{1\text{año}} = 2.041,2 \text{ €/año}$$

Debe tenerse en cuenta también el consumo energético en la impulsión desde la **captación**, donde se prevé una potencia a contratar de 80,00KW.

Aplicando las mismas tarifas eléctricas que para la E.T.A.P, el canon fijo anual por **contratación de energía eléctrica en la captación** asciende a la cantidad de **2.721,60 €**.

$$\text{Coste potencia anual Capta} = 2,835 \frac{\text{€}}{\text{kWmes}} \cdot 80\text{kW} \cdot \frac{12\text{meses}}{1\text{año}} = 2.721,6 \text{ €/año}$$

### **12.5.1.2. GASTOS VARIABLES**

#### **i. Energía eléctrica (Término de consumo)**

En el Apéndice se aporta la tabla de potencias justificativa de los consumos de energía eléctrica en la ETAP de Cidade Velha para un día tipo.

La energía media de consumo en la ETAP de C.Velha es igual a 5,61 kWh/h

Por lo que la energía consumida anualmente es:

$$5,61 \text{ KWh/h} \times 24 \text{ h/día} \times 365 \text{ días/año} = 49.164 \text{ KWh/año}$$

Siendo el coste anual de la energía eléctrica en la ETAP el producto del valor anterior, por la tasa de energía:

$$\text{Coste energía anual ETAP} = 0,23141 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \cdot 49164\text{kWh} = 11.377,07 \text{ €/año}$$

Se debe considerar también el consumo eléctrico en la **captación**.

$$4,239 \text{ KWh/h} \times 24 \text{ h/día} \times 365 \text{ días/año} = 37.133 \text{ KWh/año}$$

El término de energía a contratar estaría sujeto a las mismas tarifas que para el caso de la E.T.A.P, por lo que el coste anual de la energía eléctrica en la **captación** de “Aguas Verdes”, se obtiene como sigue:

$$\text{Coste energía anual capta} = 0,23141 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \cdot 37133\text{kWh} = 8.592,94 \text{ €/año}$$

## ii. Retirada de residuos

La naturaleza de los residuos que se deben retirar es la siguiente:

- Residuos sólidos urbanos.
- Fangos espesados.
  - Residuos sólidos urbanos  
Se recogerán los residuos sólidos urbanos generados en la E.T.A.P. mediante contenedores de 1.000 litros de capacidad, que serán retirados por los servicios municipales de recogida de basuras.  
No sólo serán los residuos sólidos urbanos sino también aquellos residuos que no puedan reciclarse (no contemplados en recogida selectiva) y que no sean tóxicos y peligrosos.  
Diariamente se estima una recogida de 5 kg diarios de residuos de este tipo como promedio.  
El coste de recogida de basuras se establece en 6,01 €/Ton, por tanto el coste anual de recogida de los residuos sólidos urbanos de la E.T.A.P se estima en **10,97 €**
  - Fangos espesados.  
Tal y como se justifica en el anexo 3 de diseño de la E.T.A.P, la producción media diaria de fangos espesados con un contenido de sólidos del 3%, será de 879 Kg/d.

La retirada de estos fangos se realizará mediante camiones cisterna, que llevarán los fangos desde la arqueta de fangos espesados a algún lugar preparado para que puedan ser deshidratados.

El coste de la retirada del fango se estima en 72 €/ud, por cada viaje del camión cisterna. Como la arqueta de fangos tiene un volumen de unos 7,5 m<sup>3</sup>, el desplazamiento se planificará de modo que se retiren los fangos cuando la arqueta esté llena; es decir, una retirada cada 7,50 m<sup>3</sup> de producción de fangos, aproximadamente cada 8 días.

El coste anual de retirada de fangos producidos en la ETAP asciende a la cantidad de **864 €**

### iii. Reactivos

- Coste anual de Sulfato de Alúmina líquido

Según los datos de cálculo justificativos del anexo 3, el Sulfato de Alúmina necesario para tratar la demanda media diaria de agua es 48 kg/día.

Se considera un coste unitario del reactivo de 315 €/Ton, por lo que el coste anual de Sulfato de Alúmina será de **1.360,91 €**.

- Coste anual de Almidón modificado

Según los datos de cálculo justificativos del anexo 3, el Almidón modificado necesario es 1,34 kg/día, para tratar el caudal medio diario.

Se considera un coste unitario del reactivo de 3.000 €/t, por lo que el coste anual de Almidón modificado será de **362,91 €**.

- Coste anual de Sosa Cáustica Líquida

Según los datos de cálculo justificativos del Anejo 3, la cantidad de Sosa Cáustica necesaria es 28,8 kg/día.

Se considera un coste unitario del reactivo de 315 €/Ton, por lo que el coste anual de Sosa Cáustica será de **816,54 €**.

- Coste anual de Hipoclorito sódico

Según los datos de cálculo justificativos del Anejo 3, el Hipoclorito sódico necesario es 7,68 kg/día.

Se considera un coste unitario del reactivo de 267 €/Ton, por lo que el coste anual de Hipoclorito sódico será de **466,54 €**.

#### **12.5.1.3. CUADRO RESUMEN DE COSTES DE EXPLOTACIÓN**

##### **i. Gastos fijos**

<b>Concepto</b>	<b>COSTO ANUAL</b>
Energía eléctrica (término fijo)	4.762,8
Personal	23.750,08
Mantenimiento y conservación	3.800,088
Otros costes	10.691,77
<b>Total gastos fijos</b>	<b>43.004</b>

- Total costo diario en gastos fijos:  $\frac{43.004}{365} = \mathbf{117,81 \frac{\text{€}}{\text{dia}}}$

## ii. Gastos variables

Concepto	COSTO ANUAL
Energía eléctrica (termino energía)	19.970,01
Retirada de residuos	874,97
Reactivos	3.006,90
<b>Total gastos variables</b>	<b>23.851,88</b>

Ya que el volumen anual tratado son  $1920,2 \frac{m^3}{dia} \cdot 365 \frac{dia}{año} = 700.873 \frac{m^3}{año}$

El total costo unitario en gastos variables es  $\frac{23.851,88}{700.873} = 0,034 \frac{\epsilon}{m^3}$

El coste total de explotación para el período horizonte de Proyecto (T=15 Años) es de **66.855,88 €/año**, lo que supone un coste de **0,095 €/ m<sup>3</sup>** de agua tratada.

$$\frac{66.855,88}{700.873} = 0,095 \frac{\epsilon}{m^3}$$

## **12.5.2. COSTES DE AMORTIZACIÓN DE LA INVERSIÓN Y RESUMEN GENERAL DE GASTOS**

Se entiende por amortización de los bienes de inmovilizado la captación contable del proceso de depreciación física, funcional y económica que los afecta, es decir su registro en la contabilidad.

La amortización cumple una serie de funciones:

1. Función contable. Comprende dos aspectos básicos:

- Incorporar al coste del período la depreciación del inmovilizado, como consecuencia de su participación en el proceso de producción.
- Disminuir el valor del activo fijo, en consonancia con la depreciación experimentada.

2. Función financiera: La amortización implica la transformación de activo fijo en circulante. En efecto, desde el punto de vista financiero, el capital inmovilizado en la compra del equipo se va realizando gradualmente al incorporar la amortización al coste del producto, recuperando su importe al vender los mismos.

3. Función económica: La amortización tiene como misión reconstruir el valor consumido del activo fijo, reteniendo en la empresa el importe correspondiente a la depreciación experimentada.

En conclusión, la amortización de capital invertido es el valor que se debe descontar de los fondos generados como valoración económica de la devaluación de los bienes de equipo en los que se invierte, y que tiene implicación a efectos de cálculo del impuesto de sociedades. Es el resultado de dividir la inversión total debida a cada bien de equipo adquirido entre el número de años en que éste es amortizado (considerando una amortización lineal). Estos valores son a descontar hasta la fecha en que la devaluación de cada bien de equipo anula la inversión inicial.

Por tanto, la inversión necesaria para instalar una E.T.A.P. incluye el valor final de la ejecución del correspondiente proyecto, así como el de todas las infraestructuras necesarias.

Estimada la inversión, veamos cuales son las anualidades de amortización.

El presupuesto base (sin I.V.A.) es de **887.006,29 €**

Por tanto, el presupuesto a amortizar es de **887.006,29 €**

Si se acepta la hipótesis de amortización del 100% del capital a 15 años sin intereses, la amortización de las obras será de: **59.133,75 €/año**

En el cuadro resumen siguiente vemos el total de gastos del abastecimiento a la E.T.A.P. de Cidade Velha:

Concepto	COSTO ANUAL (€)
Total gastos fijos	43.004
Total gastos variables	23.851,88
<b>Gastos totales de explotación</b>	<b>66.855,88</b>
<b>Coste amortización</b>	<b>59.133,75</b>
<b>TOTAL COSTES POTABILIZACIÓN</b>	<b>125.989,63</b>

Total gastos abastecimiento Cidade Velha = **125.989,63 €/año**

Esto supone un coste total de agua producida de 0,1797 €/m<sup>3</sup>

## 12.6. PRESUPUESTO DETALLADO DE EJECUCIÓN MATERIAL

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
<b>CAPÍTULO 1. CONDUCCIÓN DESDE CAPTACIÓN A ETAP</b>				
m2	DESBROCE TERRENO Desbroce y limpieza superficial de terreno, por medios mecánicos o manuales, con carga y transporte de los productos resultantes a vertedero o lugar de empleo.	85,17	0,53 €	45,14 €
m3	EXCAVACIÓN DE ZANJA Excavación zanja, carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.	1200	3,37 €	4.044,00 €
m3	RELLENO ZANJAS CON ARENA Relleno de arena en zanjas.	500	10,13 €	5.065,00 €
m3	HORMIGÓN HM-20 RELLENOS Hormigón HM-20 en rellenos.	50	70,49 €	3.524,50 €
m3	RELLENO ZANJAS CON MATERIAL EXCAVACIÓN Relleno localizado en zanjas con productos procedentes de la excavación.	750	2,30 €	1.725,00 €
m	CONDUCCIÓN PVC PN 16 D=250mm. Tubería de PVC orientado, de 250 mm de diámetro nominal y una presión de trabajo de 16 kg/cm2.	1161	27,49 €	31.915,89 €
<b>TOTAL CAPÍTULO 1. CONDUCCIÓN DESDE CAPTACIÓN A ETAP</b>				<b>46.319,53 €</b>
<b>CAPÍTULO 02. E.T.A.P.</b>				
<b>SUBCAPÍTULO 2.1. NAVE DE E.T.A.P.</b>				
<b>APARTADO 2.1.1. CIMENTACIÓN</b>				
m3	EXCAVAC. CIMENTOS Y POZOS ROCA MED. MECÁNICOS Excavación en cimientos y pozos en roca con medios mecánicos, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.	213,26	11,25 €	2.399,18 €
m2	HORMIGÓN HM-20/P/20/I LIMPIEZA e=10 cm Hormigón de limpieza HM-20/P/20/I de espesor 10 cm., en cimientos de muro.	155,03	8,47 €	1.313,10 €
m3	HORMIGÓN HA-25/P/20/Ia CIMENTOS Hormigón HA-25/P/20/Ia en cimientos de muro.	58,25	79,75 €	4.645,44 €
Kg	ACERO CORRUGADO B 500 S Acero corrugado B 500 S, colocado en cimientos y alzados.	2223,39	1,05 €	2.334,56 €
m2	SOLERA DE HORMIGÓN HA-25 Solera de hormigón de 20 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ia de resistencia a compresión en probeta cilíndrica a 28 días 25 N/mm2., Tmáx.20 mm.	233,08	28,90 €	6.736,01 €
m2	PAVIMENTO CONTINUO CUARZO VERDE Suministro y puesta en obra del Pavimento Monolítico de Cuarzo en color verde, sobre solera o forjado de hormigón en fresco.	233,08	18,86 €	4.395,89 €
<b>TOTAL APARTADO 2.1.1. CIMENTACIÓN</b>				<b>21.824,18 €</b>
<b>APARTADO 2.1.2. ESTRUCTURAS</b>				
ud	PILAR PREFABRICADO 0,4x0,4x7m Pilar de hormigón prefabricado de 0,4x0,4 m. y de 7,0 m. de altura máxima.	10	441,98 €	4.419,80 €
m	VIGA HORMIGÓN PREF. CANTO VARIABLE. L=10 h=0,95 Viga de canto variable prefabricada de hormigón armado, longitud hasta 10 m., altura en el punto medio de 0,95 m. y pendiente hacia los extremos del 10%, sección formada por alma de 10 cm., y alas de 30 cm. y espesor 8 cm., y sección rectangular de ancho 30 cm. en la zona de apoyo.	50	103,91 €	5.195,50 €
ud	MÉNSULA PREFABRICADA HORMIGÓN Ménsula de hormigón prefabricada para montar en naves.	8	58,19 €	465,52 €
m	CORREA TUBULAR PREFABRICADA VT-20 Correa de hormigón prefabricada tubular VT-20.	180	20,12 €	3.621,60 €
m2	FORJADO PLAC. NERVOMETAL 14cm Forjado hecho por medio de plancha metálica nervada galvanizada PL59/150 de 1 mm. de espesor y una longitud mayor a 4 m., con capa de compresión de 8 cm para canto total de 14 cm., con hormigón HA-30/B/20/IV N/mm2.	38	41,10 €	1.561,80 €
Kg	ACERO S275JR Acero de tipo laminado S275JR en caliente para vigas y correas, con uniones soldadas; dos capas de imprimación con pintura de minio, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV y normas CTE DB SE-A.	1110	1,72 €	1.909,20 €
<b>TOTAL APARTADO 2.1.2. ESTRUCTURAS</b>				<b>17.173,42 €</b>
<b>APARTADO 2.1.3. CUBIERTAS</b>				
m2	CUBIERTA PANEL NERVADO 30 Cubierta completa formada por panel de 30 mm. de espesor total conformado con doble chapa de acero de 0,5 mm. de espesor, perfil nervado, lacado al exterior y galvanizado el interior, con relleno intermedio de espuma de poliuretano.	340,18	32,44 €	11.035,44 €

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
m	CANALÓN A.GALV.OCULTO DES. 50 cm.	52,9	28,48 €	1.506,59 €
	Canalón oculto de chapa de acero galvanizada, con 50 cm. de desarrollo, espesor de la chapa de 0,6 mm., con colocación sobre panel de hormigón, recibido con mortero de cemento 1/6 y con p.p. de soldaduras en las uniones, elementos de dilatación y embocaduras para las bajantes, completan. instalado y rematado.			
Kg	ACERO S275JR	43,28	1,72 €	74,44 €
	Acero de tipo laminado S275JR en caliente para vigas y correas, con uniones soldadas; dos capas de imprimación con pintura de minio, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV y normas CTE DB SE-A.			
	<b>TOTAL APARTADO 2.1.3. CUBIERTAS</b>			<b>12.616,47 €</b>
	<b>APARTADO 2.1.4. IMPERMEABILIZACIÓN Y AISLAMIENTO</b>			
m2	AISL.T.FORJADO FLOORMATE-500-A-30	38	16,72 €	635,36 €
	Aislamiento en forjados de uso industrial mediante placas rígidas de poliestireno extruido tipo Floormate-500 o equivalente de 30 mm. de espesor.			
m2	AISL.TERM.TECNO WALMATE-IB-A-40	38	18,71 €	710,98 €
	Aislamiento de techos y forjados de cubierta colocado por el interior con plancha de poliestireno extruido de superficie rugosa tipo Walmate-IB-A-40,			
	<b>TOTAL APARTADO 2.1.4. IMPERMEABILIZACIÓN Y AISLAMIENTO</b>			<b>1.346,34 €</b>
	<b>APARTADO 2.1.5. ALBAÑILERÍA</b>			
m2	FÁB.BLOQ.HORMIG.GRIS 40x20x20 cm	5,64	20,07 €	113,19 €
	Fábrica de bloques de hormigón color gris de medidas 40x20x20 cm., para terminación posterior, i/relleno de hormigón HM-20 N/mm <sup>2</sup> y armadura en zona según normativa y recibido con mortero de cemento y arena de río 1/6, i/p.p. de piezas especiales, roturas, aplomados, nivelados y limpieza todo ello según NTE-FFB-6.			
m2	FÁBLADRILLO HUECO DOBLE	146,1	18,19 €	2.657,56 €
	Fábrica de ladrillo doble hueco 25x12x9 cm., sentado con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena para posterior terminación, i/p.p. de replanteo, aplomado y nivelación según NTE-FFL y CTE.			
m2	GUARNECIDO MAESTREADO Y ENLUCIDO	140,47	9,69 €	1.361,15 €
	Guarnecido maestreado con yeso grueso YG, de 12 mm. de espesor, y enlucido con yeso fino YF de 1mm. de espesor, en superficies horizontales y/o verticales, con maestras intermedias separadas 1m. y alineadas con cuerda, i/rayado del yeso toso antes de enlucir, formación de rincones, aristas y otros remates, p.p. de guardavíos de chapa galvanizada o PVC, distribución de material en planta, limpieza posterior de tajos y p.p. de costes indirectos, s/NTE/RPG-10, 11, 12 y 13.			
m2	ENFOSC. MAESTREADO- FRATAS. 1/3 VER.	535,55	12,86 €	6.887,17 €
	Enfoscado maestreado y fratasado, de 20 mm. de espesor en toda la superficie, con mortero de cemento y arena, sobre paramentos verticales, con maestras cada metro, limpieza, medios auxiliares con empleo, en su caso, de andamiaje homologado, así como distribución de material en tajos y p.p. de costes indirectos, s/NTE/RPE-7.			
m2	SOLADO GRES 25x25 ESMALTADO,T/MEDIO	35,41	28,86 €	1.021,93 €
	Solado de baldosa de gres de 25 x 25 cm. con esmalte, para tránsito de tipo medio (Abrasión III), con mortero de cem. CEM II/B-P 32,5 N y arena de río (M-5).			
m2	S.GRES ANTIÁCIDO ANTIDES.25x25cm.	17,39	44,29 €	770,20 €
	Solado de gres antiácido antideslizante de gran resistencia en baldosas de 24,4x24,4 cm., recibido con adhesivo C2 s/n EN-12004 Cleintex o equivalente flexible blanco, i/rejuntado tapajuntas antiácido y limpieza, s/NTE-RSB-7.			
m2	ALIC.AZULEJO BLANCO 20x20 cm.	61,92	21,42 €	1.326,33 €
	Alicatado con azulejo color 20x20 cm. (BIII s/UEN-EN-67), recibido con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de migra (M-5), i/p.p. de cortes, ingletes, piezas especiales, rejuntado con lechada de cemento blanco BL 22,5 X y limpieza, s/NTE-RPA-3.			
m2	ALIC.AZULEJO ANTIÁCIDO 20X20 CM.	80,72	43,13 €	3.481,45 €
	Alicatado con azulejo antiácido, de 20x20 cm. color blanco, recibido con adhesivo C1 s/EN-12004 Cleintex o equivalente con doble enculado, sin incluir enfoscado de mortero, i/p.p. de cortes, ingletes, piezas especiales, rejuntado con lechada antiácido y limpieza.			
m2	PINTURA PLÁSTICA BLANCA	676,02	5,27 €	3.562,63 €
	Pintura plástica lisa blanca en paramentos verticales y horizontales, lavable dos manos, i/lijado y emplastecido.			
	<b>TOTAL APARTADO 2.1.5. ALBAÑILERÍA</b>			<b>21.181,61 €</b>
	<b>APARTADO 2.1.6. CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA</b>			
m2	VENTANAL FIJO ALUMINIO LACADO I/P	24,6	89,94 €	2.212,52 €
	Ventana fija de alum. lacado para cristalamiento, fabricado con perfil 55 x 40 y 1,5 mm. de espesor, con junquillos para fijación de vidrio, incluso p.p. de precerco tubular de aluminio y costes indirectos.			
m2	VENT.AL.LC.BASCULANTES	3	127,88 €	383,64 €
	Carpintería de aluminio lacado color de 60 micras, en ventanas basculantes de 1 hoja, mayores de 1 m <sup>2</sup> y menores de 2 m <sup>2</sup> de superficie total, compuesta por cerco, hoja y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio,incluso forrado de aluminio de mochetas exteriores, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-4.			
ud	PUERTA ALUM .LC.PRACT. 1H. 90x210cm	1	504,47 €	504,47 €
	Puerta practicabl. de 1 hoja para cristalamiento, de alum. lacado color de 60 micras, de 90x210 cm. de medida total, formada por cerco, hoja con zócalo inferior ciego de 30 cm., y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de alum., sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-15.			

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
m2	CLIMALIT 6/12/ PARSON 4 mm Doble acristalamiento Climalit o equivalente, formado por un vidrio float incoloro Planilux de 6 mm y un vidrio float de color Gris de 4 mm de espesor, cámara de aire deshidratado de 12 mm con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, fijado sobre carpintería acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales y sellado en frío con silicona neutra, incluso colocación de junquillos, según NTE-FVP.	26,96	48,39 €	1.304,59 €
m2	PUERTA SECCIONAL Puerta de metal de tipo seccional industrial HÖRMAN o equivalente, fabricada en doble fondo de chapa prelacada gris grafito, equilibrada mediante muelle de torsión, guías laterales y horizontales galvanizadas, incluso p.p. de herrajes de colgar y de seguridad.	18	126,31 €	2.273,58 €
ud	P.P. LISA HUECA,MELAMINA-CERR. CERC/DTO. Puerta de paso ciega normalizada, serie económica, lisa hueca (CLH) de melamina en color, con cerco directo de pino macizo 70x50 mm., tapajuntas moldeados de DM rechapados de pino 70x10 mm. para pintar o lacar, en ambas caras, y herrajes de colgar y de cierre latonados, con cerradura, montada, incluso p.p. de medios auxiliares.	5	126,21 €	631,05 €
ud	P. CHAPA PLEGADA 1 H. 90x210 Puerta en chapa plegada de color gris grafito de 1 hoja de 90 x 210 cm., con doble chapa de acero galvanizado de 1 mm. de espesor y panel intermedio, rigidizadores con perfiles de acero conformado en frío, herrajes de colgar, cerradura con manillón de nylon, cerco de perfil de acero conformado en frío con garras para obra, acabado con capa de pintura epoxi, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra.	2	232,12 €	464,24 €
m2	PUERTABATIBLE CHAPA PLEGADA 2 H. Puerta bi-hoja de chapa plegada en color gris grafito de tipo abatible de 1,40 m, realizada con cerco y bastidor de perfiles de acero galvanizado, soldados entre sí, garras para obra, apertura manual, juego de herrajes de colgar con pasadores de fijación superior e inferior para una de las hojas, cerradura y tirador a dos caras, acabado con capa de pintura epoxi, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra.	3,96	109,16 €	432,27 €
m	BARANDILLA ACERO INOX. Barandilla de 100 cm. de alto con pasamanos de diá. 50 mm. y pilastres de 40 x 40 mm. cada 70 cm., con ángulo inferior para anclaje a la losa, emarcado separado 12 cm. del pasamanos. Elaborada en taller y montaje en obra.	11,65	276,93 €	3.226,23 €
m2	ENTR.TRAMEX 30x30/30x2 GALV. Entramado metálico formado por rejilla de plétina de acero galvanizado tipo Tramex de 30x2 mm., formando cuadrícula de 30x30 mm. y bastidor con uniones electrosoldadas, i/ perfiles de apoyo, i/soldadura y ajuste a otros elementos.	5,4	170,28 €	919,51 €
m2	REJILLA VENTILACIÓN CÁMARA Rejilla para ventilación de cámara. ejecutada con perfiles de acero laminado en frío, galvanizados, doble agrafado y construida con tubular 50x15x1,5 en bastidor, lamas fijas de espesor mínimo 0,8 mm., patillas de fijación, i/recibido de albañilería.	0,8	183,75 €	147,00 €
<b>TOTAL APARTADO 2.1.6. CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA</b>				<b>12.499,10 €</b>
<b>APARTADO 2.1.7. MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO</b>				
ud	MESA DESPACHO NIVEL MED. 1600x800x730 Mesa de despacho fabricado en tablero aglomerado revestido en chapa con acabado nogal oscuro barnizado, de 1600x800x730 mm.	1	305,12 €	305,12 €
ud	MESA IMPRESORA NIVEL MED. 800x600x730 Mesa para impresora fabricada en tablero aglomerado revestida en chapa con acabado nogal oscuro barnizado, con baldas a distintas alturas, de 1600x800x730 mm.	1	211,65 €	211,65 €
ud	ESTAN.REGULA.ALTR.4ENTREP. 910x430x1800 Estantería con cuatro entrepaños regulable en altura fabricada en tablero aglomerado revestido en chapa con acabado nogal oscuro barnizado, de 910x430x1800 mm.	1	375,67 €	375,67 €
ud	ARMARIO ESTAN.PUERT.4ENTREP.910x430x1800 Armario con estantes y puertas con 4 entrepaños fabricado en tablero aglomerado revestido en chapa con acabado nogal oscuro barnizado, medidas: 910x430x1800 mm.	1	532,65 €	532,65 €
ud	BUTACA TELA Butaca con brazos tapizados, patas cromadas y cuerpo de la silla tapizado en tela de loneta gruesa en distintos colores, la altura de la silla es de 830 mm., el ancho del respaldo es de 580 mm. y el ancho del asiento 520mm.	3	199,12 €	597,36 €
ud	BOTIQUIN PRIMEROS AUXILIOS 460x380x130mm. Botiquín de primeros auxilios de pared fabricado en chapa de acero esmaltado, con llave. Dotación incluida: 1 botella de 250 ml. de alcohol, 1 botella de 250 ml. de agua oxigenada, 1 paquete de algodón de 25 gr., 2 sobres de gasa estéril de 20x20 cm., 1 tijera de 13 cm., 1 pinza de plástico de 13 cm., 1 caja de tiritas de 10 unidades en diversas medidas, 1 rollo de espaldarape de 5 m.x1,5 cm., 2 guantes de latex, 2 vendas de malla de 5 m.x10 cm., 1 venda de malla de 5 m.x10 cm., 1 manual de primeros auxilios, de 460x380x130 cm.	1	47,62 €	47,62 €
ud	ESPEJO MURAL VESTUARIOS Y ASEOS Espejo mural para vestuarios y aseos, colocado.	1	48,57 €	48,57 €
ud	TAQUILLA 1,85m. ALTO 2 COMPARTIMENTOS Taquilla de chapa de acero con refuerzo, soldado con cierre por falleva con candado; dos compartimentos y puertas macizas la altura total es de 1850 mm., la anchura de compartimento 300 mm.	3	388,72 €	1.166,16 €
<b>TOTAL APARTADO 2.1.7. MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO</b>				<b>3.284,80 €</b>
<b>APARTADO 2.1.8. APARATOS SANITARIOS</b>				
ud	P.DUCHA PORC.80x80 BLA. ODEON Plato de ducha de porcelana, de 80x80 cm., blanco, con grifería mezcladora exterior monomando, con ducha teléfono de caudal regulable, flexible de 150 cm. y soporte articulado, cromada, incluso válvula de desague sifónica, con salida horizontal de 60 mm., instalada y funcionando.	1	177,42 €	177,42 €

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
ud	INOD.T.BAJO COMPL. S.NORMAL BLA. Inodoro de porcelana vitrificada blanco, de tanque bajo, serie normal colocado mediante tacos y tornillos al solado, incluso sellado con silicona, y compuesto por: taza, tanque bajo con tapa y mecanismos y asiento con tapa lacados, con bisagras de acero, instalado, incluso con llave de escuadra de 1/2" cromada y latiguillo flexible de 20 cm. y de 1/2", funcionando.	1	161,46 €	161,46 €
ud	LAV.62x48 S.ALTA.BLA.G.MMDO. Lavabo de porcelana vitrificada blanco, de 62x48 cm., para colocar empotrado en encimera de mármol o similar (sin incluir), con grifo mezclador monomando, modelo Ergos, con aireador y enlaces de alimentación flexibles, incluso válvula de desague de 32 mm., llaves de escuadra de 1/2" cromadas, y latiguillos flexibles de 20 cm. y de 1/2", instalado y funcionando.	1	170,73 €	170,73 €
ud	DOSIFICADOR JABÓN LÍQUIDO ANTOGOTE ABS Suministro y colocación de dosificador antígo de jabón líquido con pulsador, de 1 l., depósito de ABS blanco con visor transparente, colocado mediante anclajes de fijación a la pared, y instalado.	1	24,97 €	24,97 €
ud	DISPENSADOR P.HIGIENICO IND. EPOXI.BLA. Suministro y colocación de dispensador de papel higiénico industrial 250/300 m., con carcasa metálica acabado en epoxi blanco, colocado mediante anclajes de fijación a la pared, y instalado.	1	29,18 €	29,18 €
ud	DISPENSADOR TOALLAS PAPEL EPOXI.BLA. Suministro y colocación de dispensador de toalla de papel plegada en C/Z con carcasa de acero acabado en epoxi blanco, colocado mediante anclajes de fijación a la pared, y instalado.	1	32,31 €	32,31 €
<b>TOTAL APARTADO 2.1.8. APARATOS SANITARIOS</b>				<b>596,07 €</b>

**APARTADO 2.1.9. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA**

m3	EXCAVACION.CIMIENTOS.Y POZOS ROCA MEDIOS.MECÁNICOS. Excavación en cimientos y pozos en roca con medios mecánicos, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.	19,2	10,42 €	200,06 €
m3	RELLENO ZANJAS C/ARENA Relleno de arena en zanjas, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.	16	10,13 €	162,08 €
m3	RELLENO ZANJAS/MAT. PRÉSTAMO Relleno localizado localizado en zanjas con productos procedentes de préstamos de material seleccionado, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.	3,2	3,77 €	12,06 €
m	TUBERÍA DE COBRE DE 10/12 mm. Tubería de cobre recocido, de 10/12 mm. de diámetro nominal, en instalaciones interiores de viviendas y locales comerciales, para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de cobre, instalada y funcionando, según normativa vigente, en ramales de longitud inferior a 3 metros, incluso con protección de tubo corrugado de PVC.	3	5,20 €	15,60 €
m	TUBERÍA DE COBRE DE 16/18 mm. Tubería de cobre recocido, de 16/18 mm. de diámetro nominal, en instalaciones interiores de viviendas y locales comerciales, para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de cobre, instalada y funcionando, según normativa vigente, en ramales de longitud inferior a 3 metros, incluso con protección de tubo corrugado de PVC.	53	6,35 €	336,55 €
ud	TERMO ELÉCT.JUNKERS HS 50-1 E Termostato eléctrico para el servicio de agua caliente sanitaria acumulada, Junkers modelo HS_50_1E o equivalente, con una capacidad útil de 50 litros. Potencia útil 1,2 kW. Termostato exterior regulable de 35°C a 70°C. Tensión de alimentación 230 V. Tiempo de calentamiento 145 min. Cubo de acero. Aislamiento de espuma de poliuretano y ánodo de sacrificio de magnesio. Válvula de seguridad y antirretorno de 6 kg/cm2. Dimensiones 450mm de diámetro y 550 mm de altura.	1	240,02 €	240,02 €
m	TUBERÍA POLIETILENO DN25 mm. 1" Tubería de polietileno sanitario, de 25 mm. (1") de diámetro nominal, de alta densidad y para 1 MPa de presión máxima, colocada en instalaciones interiores de viviendas y locales comerciales, para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de polietileno, instalada y funcionando, según normativa vigente, en ramales de longitud superior a 3 m., y sin protección superficial.	8	3,49 €	27,92 €
m	TUBERÍA POLIETILENO DN40 mm. 1 1/2" Tubería de polietileno sanitario, de 40 mm. (1 1/2") de diámetro nominal, de alta densidad y para 1 MPa de presión máxima, colocada en instalaciones interiores de viviendas y locales comerciales, para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de polietileno, instalada y funcionando, según normativa vigente, en ramales de longitud superior a 3 m., y sin protección superficial.	34	5,60 €	190,40 €
ud	LLAVE DE COMPUESTA 1 1/2" 40 mm. Suministro y colocación de llave de corte por compuesta, de 1 1/2" (40 mm.) de diámetro, de latón roscar, colocada mediante unión rosada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	2	13,21 €	26,42 €
ud	ELECTROVALVULA 2" Electrovalvula de plástico para una tensión de 24 V. con apertura manual, regulador de caudal y de presión, con conexión de 2", completamente instalada i/pequeño material.	2	213,02 €	426,04 €
ud	TOMA DE AGUA PARA LIMPIEZA DN 25mm Toma de agua industrial con válvula de bola manual de fundición y racor rápido de 25 mm de diámetro, con p.p. de piezas especiales de fundición, terminada, funcionando. Medida la unidad terminada.	4	95,99 €	383,96 €
ud	TOMA DE AGUA INDUSTRIAL DN 40mm Toma de agua industrial con válvula de bola manual de fundición y racor rápido de 40 mm de diámetro, con p.p. de piezas especiales de fundición, terminada, funcionando. Medida la unidad terminada.	1	132,60 €	132,60 €
<b>TOTAL APARTADO 2.1.9. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA</b>				<b>2.153,71 €</b>

**APARTADO 2.1.10. SEGURIDAD DE INCENDIOS**

ud	B.I.E. 25mm.x20 m. ARM. HORIZONTAL	2	336,97 €	673,94 €
----	------------------------------------	---	----------	----------

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
	Boca de incendio equipada (B.I.E.), comp. por armario horizontal de chapa de acero 68 x 55 x 24,2 cm. pintado en rojo, con puerta de acero inoxidable y cerradura, válvula de 1", latiguillo de alimentación, manómetro, lanza de triple efecto conectada por machón rosado, manguera semirrígida de 25 mm de diámetro y 20 metros de long., con inscripción para usar sobre cristal "USO EXCLUSIVO BOMBEROS", sin cristal.			
ud	EXTINTOR POLVO ABC 6 kg. AUTOM. Extintor automático de polvo químico ABC poliv. antibrasa, de eficacia 21A / 1113B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y rociador en boquilla de apertura automática por Tº, según Norma UNE. Medida la unidad instalada.	2	87,79 €	175,58 €
ud	EXTINTOR CO2 5 kg. Extintor de níquel carbónico CO2, de eficacia 89B, de 5 kg. de agente extintor, construido en acero, con soporte y manguera con difusor, según Norma UNE. Equipo con certificación AENOR. Medida la unidad instalada.	2	159,33 €	318,66 €
ud	PULS. ALARMA DE FUEGO Pulsador de alarma de fuego, color rojo, con microrruptor, led de alarma, sistema de comprobación con llave de rearme y lámina de plástico calibrada para que se enlace y no rompa. Ubicado en caja de 95x95x35 mm. Medida la unidad instalada.	2	35,02 €	70,04 €
ud	SIRENA ELÉCTR. ACÚSTICA. INT. Sirena electrónica 4 sonidos, con indicación acústica, de 68 a 103 dB de potencia, para uso interior, pintada en rojo. Medida la unidad instalada.	1	60,94 €	60,94 €
ud	SEÑAL PVC 297x420mm.FOTOLUM. Señalización de equipos contra incendios fotoluminiscente, de riesgo diverso, advertencia de peligro, prohibición, evacuación y salvamento, en PVC rígido de 1 mm. fotoluminiscente, de dimensiones 297x420 mm. Medida la unidad instalada.	10	10,20 €	102,00 €
<b>TOTAL APARTADO 2.1.10. SEGURIDAD DE INCENDIOS</b>				<b>1.401,16 €</b>
<b>APARTADO 2.1.11. INSTALACIÓN SANEAMIENTO Y VACIADOS</b>				
m3	EXCAVACIONES.CIMENTOS.Y POZOS ROCA MEDIOS.MECÁNICOS. Excavación en cimientos y pozos en roca con medios mecánicos, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.	39,75	10,42 €	414,20 €
m3	RELLENO ZANJAS C/ARENA Relleno de arena en zanjas, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.	23,08	10,13 €	233,80 €
m3	RELLENO ZANJAS/MAT. PRÉSTAMO Relleno localizado localizado en zanjas con productos procedentes de préstamos de material seleccionado, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.	16,69	3,77 €	62,92 €
m	BAJANTE PVC PLUVIALES 125 mm. Bajante de PVC de pluviales, de 125 mm. de diámetro, con sistema de unión por junta elástica (EN12200), colocada con abrazaderas metálicas, instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando.	50	10,78 €	539,00 €
ud	BOTE SIFÓNICO PVC C/SUMIDERO Suministro y colocación de bote sifónico de PVC, de 110 mm. de diámetro, colocado en el grueso del forjado, con cuatro entradas de 40 mm., y una salida de 50 mm., y con tapa de rejilla de PVC, para que sirva a la vez de sumidero, con sistema de cierre por lengüeta de caucho a presión, instalado, incluso con conexión de las canalizaciones que acometen y colocación del ramal de salida hasta el manguetón del inodoro, con tubería de PVC de 50 mm. de diámetro, funcionando.	1	28,98 €	28,98 €
m	TUBERÍA PVC SERIE B 40 mm. Tubería de PVC de evacuación serie B, de 40 mm. de diámetro, colocada en instalaciones interiores de desagüe, para baños y cocinas, con p.p. de piezas especiales de PVC y con unión pegada, instalada y funcionando.	3	3,49 €	10,47 €
m	TUBERÍA PVC SERIE B 50 mm. Tubería de PVC de evacuación serie B, de 50 mm. de diámetro, colocada en instalaciones interiores de desagüe, para baños y cocinas, con p.p. de piezas especiales de PVC y con unión pegada, instalada y funcionando.	4,5	4,07 €	18,32 €
m	TUBO PVC LISO MULTICAPA ENCOL. 110mm Colector de saneamiento enterrado de PVC liso multicapa con un diámetro 110 mm. encolado. Con p.p. de medios auxiliares y sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas.	58	8,25 €	478,50 €
m	TUBO PVC COMP. J.ELÁS.SN2 C.TEJA 160mm Colector de saneamiento enterrado de PVC de pared compacta de color teja y rigidez 2 kN/m2; con un diámetro 160 mm. y de unión por junta elástica colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta estándar colocada y medios auxiliares, sin incluir excavación, ni arena ni posterior relleno de la zanja. Con p.p. de medios auxiliares y sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas.	16,5	10,99 €	181,34 €
m	TUBO PVC CORR. J.ELÁS.SN8 C.TEJA 200mm Colector de saneamiento enterrado de PVC de pared corrugada doble color teja y rigidez 8 kN/m2; con un diámetro 200 mm. y con unión por junta elástica colocado en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta estándar colocada y medios auxiliares, sin incluir excavación, ni arena ni posterior relleno de la zanja. Con p.p. de medios auxiliares y sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas.	4,5	19,62 €	88,29 €
m	TUBERÍA ACERO GALVANIZADO D=60mm Tubería de acero galvanizado de 60 mm. de diámetro nom. Doble cordón de soldadura helicoidal, con parte proporc. de uniones, soportes y accesorios para montaje.	41	17,07 €	699,87 €
ud	VÁLV. COMPUE.CIERRE ELAST.D=60mm Válvula de compuerta de fundición PN 16 de 60 mm de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	9	172,55 €	1.552,95 €
ud	CARRETE PASAMUROS D=60mm Carrete pasamuros con placa de estanqueidad. Extremo embriddado; DN: 60; Material: acero inoxidable AISI 316; PN: 10; Longitud aproximada: 500 mm;	7	71,14 €	497,98 €

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
ud	CODO ACERO GALVANIZADO D=60mm. Codo de acero galvanizado con dos bocas de 60 mm. de diámetro, colocado en tubería de acero inoxidable, completamente instalado.	18	39,44 €	709,92 €
ud	TE ACERO GALVANIZADO D=60/60mm. Te de acero galvanizado con tres bocas de 60 mm. de diámetro, colocado en tubería de acero inoxidable, completamente instalado.	2	46,70 €	93,40 €
ud	ARQUETA REGISTRABLE HORM. 40x40x100 cm Arqueta de saneamiento registrable de 40 x 40 x 100 cm. interior, construida con hormigón armado, colocado sobre solera de hormigón en masa HM/20 de 10 cm. de espesor, losa de hormigón en base 20 cm. y tapa de fundición, terminada y con p.p. de medios auxiliares.	9	125,32 €	1.127,88 €
ud	ARQUETA REG. HORM C/REJA 40x40x100 cm Arqueta de saneamiento registrable de 40x40x100 cm. interior y profundidad, construida con hormigón armado colocado sobre solera de hormigón en masa HM/20l de 10 cm. de espesor, losa de hormigón en base 20 cm. y reja de fundición, terminada y con p.p. de medios auxiliares.	2	130,03 €	260,06 €
ud	SUM.SIF.FUND.C/REJ.FUND.400x400 105mm  Sumidero sifónico de fundición de 400 x 400 mm. con rejilla circular de fundición y con salida vertical de 105 mm.; para recogida de aguas pluviales o de locales húmedos, instalado y conexiónado a la red general de desagüe.	7	64,35 €	450,45 €
<b>TOTAL APARTADO 2.1.11. INSTALAC SANEAMIENTO Y VACIADOS</b>				<b>7.448,33 €</b>
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 2.1. NAVE E.T.A.P.</b>				<b>101.614,31 €</b>

**SUBCAPÍTULO 2.2. OBRA CIVIL E.T.A.P.****APARTADO 2.2.1. ARQUETA DE MEDICIÓN DE CAUDAL**

m3	EXCAVACION.CIMENTOS.Y POZOS ROCA MEDIOS.MECÁNICOS. Excavación en cimientos y pozos en roca con medios mecánicos, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.	24,59	11,25 €	276,64 €
m3	RELLENO TRASDÓS MURO/MAT. PRÉSTAMO Relleno localizado en trasdós de muros con productos procedentes de préstamos de material seleccionado, extendido, humectación y compactación en capas de 30 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.	12,36	7,07 €	87,39 €
m2	HORMIGÓN HM-20/P/20/I LIMPIEZA e=10 cm Hormigón de limpieza HM-20/P/20/I de espesor 10 cm., en cimientos de muro, incluso preparación de la superficie de asiento, regleado y nivelado, terminado.	7,41	8,47 €	62,76 €
m2	ENCOFRADO RECTO OCULTO CIMENTOS Encofrado recto oculto en cimientos de muro, incluso clavazón y desencofrado, terminado.	3,48	13,53 €	47,08 €
m3	HORMIGÓN HA-25/P/20/Ila CIMENTOS Hormigón HA-25/P/20/Ila en cimientos de muro, incluso preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado.	2,22	79,75 €	177,05 €
m2	ENCOFRADO RECTO VISTO ALZ. MUROS H.A Encofrado recto visto en alzados de muros de hormigón armado, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado.	22,68	19,14 €	434,10 €
m2	ENCOFR. MADERA LOSAS VISTO Encofrado y desencofrado de losa armada con tablero formado por tabla machihembrada de madera de pino de 22 mm., confeccionados previamente, considerando una postura. Normas NTE-EME.	8,77	21,70 €	190,31 €
m3	HORMIGÓN HA-25/P/20/Ila EN ALZADOS Hormigón HA-25/P/20/Ila en alzados de muros de hormigón armado, incluso vibrado y curado, totalmente terminado.	3,41	85,36 €	291,08 €
kg	ACERO CORRUGADO B 500 S Acero corrugado B 500 S, colocado en cimientos y alzados, incluso p/p de despuntes, alambre de atar y separadores, terminado.	654,97	1,05 €	687,72 €
ud	TRAMPILLA TAPA TRIANGULAR 750 X 750. FUNDICIÓN D-400 Trampilla de registro y marco de fundición dúctil de 750 x 750 mm. compuesta por dos tapas triangulares, clase D-400, carga de rotura mayor de 40 Tm, instalada en pozo de registro, arqueta o en hueco de hombre.	3	423,90 €	1.271,70 €
kg	ACERO S275JR Acero de tipo laminado S275JR en caliente para vigas y correas, con uniones soldadas; dos capas de imprimación con pintura de minio, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV y normas CTE DB SE-A.	89,14	1,72 €	153,32 €
<b>TOTAL APARTADO 2.2.1. ARQUETA DE MEDICIÓN DE CAUDAL</b>				<b>3.679,15 €</b>

**APARTADO 2.2.2. ARQUETA DE BY-PASS DE E.T.A.P.**

m3	EXCAVACION.CIMENTOS.Y POZOS ROCA MEDIOS.MECÁNICOS. Excavación en cimientos y pozos en roca con medios mecánicos, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.	23,03	11,25 €	259,09 €
m3	RELLENO TRASDÓS MURO/MAT. PRÉSTAMO Relleno localizado en trasdós de muros con productos procedentes de préstamos de material seleccionado, extendido, humectación y compactación en capas de 30 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.	11,86	7,07 €	83,85 €
m2	HORMIGÓN HM-20/P/20/I LIMPIEZA e=10 cm Hormigón de limpieza HM-20/P/20/I de espesor 10 cm., en cimientos de muro, incluso preparación de la superficie de asiento, regleado y nivelado, terminado.	6,77	8,47 €	57,34 €

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
m2	ENCOFRADO RECTO OCULTO CIMENTOS Encofrado recto oculto en cimientos de muro, incluso clavazón y desencofrado, terminado.	3,18	13,53 €	43,03 €
m3	HORMIGÓN HA-25/P/20/Ila CIMENTOS Hormigón HA-25/P/20/Ila en cimientos de muro, incluso preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado.	2,03	79,75 €	161,89 €
m2	ENCOFRADO RECTO VISTO ALZ. MUROS H.A. Encofrado recto visto en alzados de muros de hormigón armado, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado.	20,6	19,14 €	394,28 €
m2	ENCOFR. MADERA LOSAS VISTO Encofrado y desencofrado de losa armada con tablero formado por tabla machihembrada de madera de pino de 22 mm., confeccionados previamente, considerando una postura. Normas NTE-EME.	8,43	21,70 €	182,93 €
m3	HORMIGÓN HA-25/P/20/Ila EN ALZADOS Hormigón HA-25/P/20/Ila en alzados de muros de hormigón armado, incluso vibrado y curado, totalmente terminado.	2,73	85,36 €	233,03 €
kg	ACERO CORRUGADO B 500 S Acero corrugado B 500 S, colocado en cimientos y alzados, incluso p/p de despuntes, alambre de atar y separadores, terminado.	583,23	1,05 €	612,39 €
ud	TRAMPILLA TAPA TRIANGULAR 750 X 750. FUNDICIÓN D-400 Trampilla de registro y marco de fundición dúctil de 750 x 750 mm. compuesta por dos tapas triangulares, clase D-400, carga de rotura mayor de 40 Tm, instalada en pozo de registro, arqueta o en hueco de hombre.	6	423,90 €	2.543,40 €
kg	ACERO S275JR Acero de tipo laminado S275JR en caliente para vigas y correas, con uniones soldadas; dos capas de imprimación con pintura de minio, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV y normas CTE DB SE-A.	102,25	1,72 €	175,87 €
<b>TOTAL APARTADO 2.2.2. ARQUETA DE BY-PASS DE E.T.A.P.</b>				<b>4.747,10 €</b>

**APARTADO 2.2.3. CÁMARA DE MEZCLA**

m2	HORMIGÓN HM-20/P/20/I LIMPIEZA e=10 cm Hormigón de limpieza HM-20/P/20/I de espesor 10 cm., en cimientos de muro, incluso preparación de la superficie de asiento, regleado y nivelado, terminado.	2,08	8,47 €	17,62 €
m2	ENCOFRADO RECTO OCULTO CIMENTOS Encofrado recto oculto en cimientos de muro, incluso clavazón y desencofrado, terminado.	1,68	13,53 €	22,73 €
m3	HORMIGÓN HA-30/P/20/IV CIMENTOS Hormigón HA-30/P/20/IV en cimientos, incluso preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado.	0,83	83,13 €	69,00 €
m3	HORMIGÓN HM-20/P/40/I RELLENOS Hormigón HM-20 en rellenos, incluso vibrado, regleado y curado, terminado.	2,1	70,49 €	148,03 €
m2	ENCOFR. RECTO ALZ. MUROS MOLDES DECORAT. Encofrado recto visto en alzados de muros de hormigón armado con moldes decorativos de 1 cm de espesor, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado.	17,64	22,66 €	399,72 €
m2	ENCOFRADO RECTO VISTO ALZ. MUROS H.A. Encofrado recto visto en alzados de muros de hormigón armado, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado.	16,8	19,14 €	321,55 €
m3	HORMIGÓN HA-30/P/20/IV EN ALZADOS Hormigón HA-30/P/20/IV en alzados de muros y pilares de hormigón armado, incluso vibrado y curado, terminado.	4,84	88,74 €	429,50 €
m	BANDA DE PVC a = 220 mm Banda de PVC de 220mm de anchura para juntas de dilatación o construcción. Colocada	7,8	4,69 €	36,58 €
m2	IMPERM.DEPOS.MOR.HIDRAULIC. Impermeabilización de paramentos horizontales o verticales en paredes de depósitos, con revestimiento cementoso elástico e impermeable, a base de cementos modificados con polímeros, Prelastic 500 de COPSA o equivalente, incluso saturación previa del soporte, terminada.	8,2	11,08 €	90,86 €
m2	ENTR.TRAMEX 30x30/30x2 GALV. Entramado metálico formado por rejilla de plateria de acero galvanizado tipo Tramex de 30x2 mm., formando cuadrícula de 30x30 mm. y bastidor con uniones electrosoldadas, i/ perfiles de apoyo, i/soldadura y ajuste a otros elementos.	6,07	170,28 €	1.033,60 €
m	BARANDILLA TUBO 90cm.TUBO VERT.20x20x1 Barandilla de 90 cm. de altura, construida con tubos huecos de acero laminado en frío, con pasamanos superior de 100x40x2 mm., inferior de 80x40x2 mm. dispuestos horizontalmente y montantes verticales de tubo de 20x20x1 mm. colocados cada 12 cm., soldados entre sí, i/patillas de anclaje cada metro, elaborada en taller, montaje y pintado en obra.	4,82	45,55 €	219,55 €
<b>TOTAL APARTADO 2.2.3. CÁMARA DE MEZCLA</b>				<b>2.788,74 €</b>

**APARTADO 2.2.4. CÁMARAS DE FLOCULACIÓN**

m2	HORMIGÓN HM-20/P/20/I LIMPIEZA e=10 cm Hormigón de limpieza HM-20/P/20/I de espesor 10 cm., en cimientos de muro, incluso preparación de la superficie de asiento, regleado y nivelado, terminado.	14,31	8,47 €	121,21 €
m2	ENCOFRADO RECTO OCULTO CIMENTOS Encofrado recto oculto en cimientos de muro, incluso clavazón y desencofrado, terminado.	4,28	13,53 €	57,91 €

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
m3	HORMIGÓN HA-30/P/20/IV CIMENTOS Hormigón HA-30/P/20/IV en cimientos, incluso preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado.	5,72	83,13 €	475,50 €
m2	ENCOFR. RECTO ALZ. MUROS MOLDES DECORAT. Encofrado recto visto en alzados de muros de hormigón armado con moldes decorativos de 1 cm de espesor, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado.	38,22	22,66 €	866,07 €
m2	ENCOFRADO RECTO VISTO ALZ. MUROS H.A Encofrado recto visto en alzados de muros de hormigón armado, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado.	77,28	19,14 €	1.479,14 €
m3	HORMIGÓN HA-30/P/20/IV EN ALZADOS Hormigón HA-30/P/20/IV en alzados de muros y pilares de hormigón armado, incluso vibrado y curado, terminado.	16,5	88,74 €	1.464,21 €
m	BANDA DE PVC a = 220 mm Banda de PVC de 220mm de anchura para juntas de dilatación o construcción. Colocada	13,1	4,69 €	61,44 €
m2	IMPERM.DEPOS.MOR.HIDRAULIC. Impregnación de paramentos horizontales o verticales en paredes de depósitos, con revestimiento cementoso elástico e impermeable, a base de cementos modificados con polímeros, Prelastic 500 de COPSA o equivalente, incluso saturación previa del soporte, terminada.	87,84	11,08 €	973,27 €
ud	PATE DE POLIPROPILENO PARA ESCALERA Unidad de pate de escalera de polipropileno. Totalmente colocado.	24	4,19 €	100,56 €
m2	ENTR.TRAMEX 30x30/30x2 GALV. Entramado metálico formado por rejilla de plétina de acero galvanizado tipo Tramex de 30x2 mm., formando cuadrícula de 30x30 mm. y bastidor con uniones electrosoldadas, i/pieles de apoyo, i/soldadura y ajuste a otros elementos.	4,85	170,28 €	825,86 €
m	BARANDILLA TUBO 90cm.TUBO VERT.20x20x1 Barandilla de 90 cm. de altura, construida con tubos huecos de acero laminado en frío, con pasamanos superior de 100x40x2 mm., inferior de 80x40x2 mm. dispuestos horizontalmente y montantes verticales de tubo de 20x20x1 mm. colocados cada 12 cm., soldados entre sí, i/patillas de anclaje cada metro, elaborada en taller, montaje y pintado en obra.	16	45,55 €	728,80 €
<b>TOTAL APARTADO 2.2.4. CÁMARAS DE FLOCULACIÓN</b>				<b>7.153,97 €</b>

**APARTADO 2.2.5. DECANTADORES LAMELARES**

m2	HORMIGÓN HM-20/P/20/I LIMPIEZA e=10 cm Hormigón de limpieza HM-20/P/20/I de espesor 10 cm., en cimientos de muro, incluso preparación de la superficie de asiento, regleado y nivelado, terminado.	40,81	8,47 €	345,66 €
m2	ENCOFRADO RECTO OCULTO CIMENTOS Encofrado recto oculto en cimientos de muro, incluso clavazón y desencofrado, terminado.	10,4	13,53 €	140,71 €
m3	HORMIGÓN HA-30/P/20/IV CIMENTOS Hormigón HA-30/P/20/IV en cimientos, incluso preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado.	16,32	83,13 €	1.356,68 €
m3	HORMIGÓN HM-20/P/40/I RELLENOS Hormigón HM-20 en rellenos, incluso vibrado, regleado y curado, terminado.	15,67	70,49 €	1.104,58 €
m2	ENCOFR. RECTO ALZ. MUROS MOLDES DECORAT. Encofrado recto visto en alzados de muros de hormigón armado con moldes decorativos de 1 cm de espesor, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado.	64,68	22,66 €	1.465,65 €
m2	ENCOFRADO RECTO VISTO ALZ. MUROS H.A Encofrado recto visto en alzados de muros de hormigón armado, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado.	223,44	19,14 €	4.276,64 €
m3	HORMIGÓN HA-30/P/20/IV EN ALZADOS Hormigón HA-30/P/20/IV en alzados de muros y pilares de hormigón armado, incluso vibrado y curado, terminado.	45,85	88,74 €	4.068,73 €
m	BANDA DE PVC a = 220 mm Banda de PVC de 220mm de anchura para juntas de dilatación o construcción. Colocada	61,7	4,69 €	289,37 €
m2	IMPERM.DEPOS.MOR.HIDRAULIC. Impregnación de paramentos horizontales o verticales en paredes de depósitos, con revestimiento cementoso elástico e impermeable, a base de cementos modificados con polímeros, Prelastic 500 de COPSA o equivalente, incluso saturación previa del soporte, terminada.	203,41	11,08 €	2.253,78 €
m2	ENTR.TRAMEX 30x30/30x2 GALV. Entramado metálico formado por rejilla de plétina de acero galvanizado tipo Tramex de 30x2 mm., formando cuadrícula de 30x30 mm. y bastidor con uniones electrosoldadas, i/pieles de apoyo, i/soldadura y ajuste a otros elementos.	9,76	170,28 €	1.661,93 €
m	BARANDILLA TUBO 90cm.TUBO VERT.20x20x1 Barandilla de 90 cm. de altura, construida con tubos huecos de acero laminado en frío, con pasamanos superior de 100x40x2 mm., inferior de 80x40x2 mm. dispuestos horizontalmente y montantes verticales de tubo de 20x20x1 mm. colocados cada 12 cm., soldados entre sí, i/patillas de anclaje cada metro, elaborada en taller, montaje y pintado en obra.	28,3	45,55 €	1.289,07 €
<b>TOTAL APARTADO 2.2.5. DECANTADORES LAMELARES</b>				<b>18.252,80 €</b>

**APARTADO 2.2.6. DEPÓSITO AGUA DECANTADA**

m2	HORMIGÓN HM-20/P/20/I LIMPIEZA e=10 cm	13,78	8,47 €	116,72 €
----	--	-------	--------	----------

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
	Hormigón de limpieza HM-20/P/20/I de espesor 10 cm., en cimientos de muro, incluso preparación de la superficie de asiento, regleado y nivelado, terminado.			
m2	ENCOFRADO RECTO OCULTO CIMENTOS Encofrado recto oculto en cimientos de muro, incluso clavazón y desencofrado, terminado.	4,2	13,53 €	56,83 €
m3	HORMIGÓN HA-30/P/20/IV CIMENTOS Hormigón HA-30/P/20/IV en cimientos, incluso preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado.	5,51	83,13 €	458,05 €
m2	ENCOFR. RECTO ALZ. MUROS MOLDES DECORAT. Encofrado recto visto en alzados de muros de hormigón armado con moldes decorativos de 1 cm de espesor, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado.	43,06	22,66 €	975,74 €
m2	ENCOFRADO RECTO VISTO ALZ. MUROS H.A. Encofrado recto visto en alzados de muros de hormigón armado, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado.	53,6	19,14 €	1.025,90 €
m2	ENCOFR. MADERA LOSAS VISTO Encofrado y desencofrado de losa armada con tablero formado por tabla machihembrada de madera de pino de 22 mm., confeccionados previamente, considerando una postura. Normas NTE-EME.	19,44	21,70 €	421,85 €
m3	HORMIGÓN HA-30/P/20/IV EN ALZADOS Hormigón HA-30/P/20/IV en alzados de muros y pilares de hormigón armado, incluso vibrado y curado, terminado.	22,9	88,74 €	2.032,15 €
m	BANDA DE PVC a = 220 mm Banda de PVC de 220mm de anchura para juntas de dilatación o construcción. Colocada	15,4	4,69 €	72,23 €
m2	IMPERM.DEPOS.MOR.HIDRAULIC. Impregnación de paramentos horizontales o verticales en paredes de depósitos, con revestimiento cementoso elástico e impermeable, a base de cementos modificados con polímeros, Prelastic 500 de COPSA o equivalente, incluso saturación previa del soporte, terminada.	63	11,08 €	698,04 €
m2	TAPA DE ARQUETA CHAPA ESTRIADA Tapa metálica para arqueta, realizada con chapa estriada de 4/5 mm. de espesor con tirador ocultable, recercada en su cara inferior con angular metálico de 25x25x3 mm., y contracero de angular de 30x30x3 mm., elaborada en taller i/montaje en obra con recido de albañilería.	0,64	78,21 €	50,05 €
ud	PATE DE POLIPROPILENO PARA ESCALERA Unidad de pate de escalera de polipropileno. Totalmente colocado.	24	4,19 €	100,56 €
m	BARANDILLA TUBO 90cm.TUBO VERT.20x20x1 Baranda de 90 cm. de alto, hecha en tubos huecos de acero laminado en frío, con pasamanos superior de 100 x 40 x 2 mm., inferior de 80 x 40 x 2 mm. dispuestos horizontalmente y montantes verticales de tubo de 20 x 20 x 1 mm. colocados cada 12 cm., soldados entre sí, i/patillas de anclaje cada metro, elaborada en taller, montaje y pintado en obra.	9,9	45,55 €	450,95 €
m	ESCALERA VERTICAL C/GUARDAHOMBRE Escalera vertical prefabricado de chapa de acero galvanizado y perforada de 2 mm. de espesor, huella de 250 mm., totalmente montada y colocada.	4	158,97 €	635,88 €
<b>TOTAL APARTADO 2.2.6. DEPÓSITO AGUA DECANTADA</b>				<b>7.094,95 €</b>
<b>APARTADO 2.2.7 ARMADO DEPÓSITO CONJUNTO</b>				
kg	ACERO CORRUGADO B 500 S Acero corrugado B 500 S, colocado en cimientos y alzados, incluso p/p de despuntes, alambre de atar y separadores, terminado.	9992,7	1,05 €	10.492,34 €
<b>TOTAL APARTADO 2.2.7. ARMADO DEPÓSITO CONJUNTO</b>				<b>10.492,34 €</b>
<b>APARTADO 2.2.8. DEPÓSITO DE HOMOGENEIZACIÓN FANGOS</b>				
m3	EXCAVACION.CIMENTOS.Y POZOS ROCA MEDIOS.MECÁNICOS. Excavación en cimientos y pozos en roca con medios mecánicos, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.	110,52	11,25 €	1.243,35 €
m3	RELLENO TRASDÓS MURO/MAT. PRÉSTAMO Relleno localizado en trasdós de muros con productos procedentes de préstamos de material seleccionado, extendido, humectación y compactación en capas de 30 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.	65,16	7,07 €	460,68 €
m2	HORMIGÓN HM-20/P/20/I LIMPIEZA e=10 cm Hormigón de limpieza HM-20/P/20/I de espesor 10 cm., en cimientos de muro, incluso preparación de la superficie de asiento, regleado y nivelado, terminado.	12,6	8,47 €	106,72 €
m2	ENCOFRADO RECTO OCULTO CIMENTOS Encofrado recto oculto en cimientos de muro, incluso clavazón y desencofrado, terminado.	6,48	13,53 €	87,67 €
m3	HORMIGÓN HA-30/P/20/IV CIMENTOS Hormigón HA-30/P/20/IV en cimientos, incluso preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado.	5,04	83,13 €	418,98 €
m2	ENCOFRADO RECTO VISTO ALZ. MUROS H.A. Encofrado recto visto en alzados de muros de hormigón armado, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado.	87	19,14 €	1.665,18 €
m2	ENCOFR. MADERA LOSAS VISTO Encofrado y desencofrado de losa armada con tablero formado por tabla machihembrada de madera de pino de 22 mm., confeccionados previamente, considerando una postura. Normas NTE-EME.	14,9	21,70 €	323,33 €

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
m3	HORMIGÓN HA-30/P/20/IV EN ALZADOS Hormigón HA-30/P/20/IV en alzados de muros y pilares de hormigón armado, incluso vibrado y curado, terminado.	14,42	88,74 €	1.279,63 €
kg	ACERO CORRUGADO B 500 S Acerro corrugado B 500 S, colocado en cimientos y alzados, incluso p/p de despuntes, alambre de atar y separadores, terminado.	1881,12	1,05 €	1.975,18 €
m	BANDA DE PVC a = 220 mm Banda de PVC de 220mm de anchura para juntas de dilatación o construcción. Colocada	15	4,69 €	70,35 €
m2	IMPERM.DEPOS.MOR.HIDRAULIC. Impregnación de paramentos horizontales o verticales en paredes de depósitos, con revestimiento cementoso elástico e impermeable, a base de cementos modificados con polímeros, Prelastic 500 de COPSA o equivalente, incluso saturación previa del soporte, terminada.	48,81	11,08 €	540,81 €
m2	TAPA DE ARQUETA CHAPA ESTRIADA Tapa metálica para arqueta, realizada con chapa estriada de 4/5 mm. de espesor con tirador ocultable, recercada en su cara inferior con angular metálico de 25x25x3 mm., y contracerclo de angular de 30x30x3 mm., elaborada en taller i/montaje en obra con recubido de albañilería.	2,64	78,21 €	206,47 €
ud	PATE DE POLIPROPILENO PARA ESCALERA Unidad de pate de escalera de polipropileno. Totalmente colocado.	10	4,19 €	41,90 €
<b>TOTAL APARTADO 2.2.8. DEPÓSITO HOMOGENEIZACIÓN FANGOS</b>				<b>8.420,25 €</b>

**APARTADO 2.2.9. DEPÓSITO DE FANGOS ESPESADOS**

m3	EXCAVACION.CIMENTOS.Y POZOS ROCA MEDIOS.MECÁNICOS. Excavación en cimientos y pozos en roca con medios mecánicos, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.	49,86	11,25 €	560,93 €
m3	RELLENO TRASDÓS MURO/MAT. PRÉSTAMO Relleno localizado en trasdós de muros con productos procedentes de préstamos de material seleccionado, extendido, humectación y compactación en capas de 30 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.	32,93	7,07 €	232,82 €
m2	HORMIGÓN HM-20/P/20/I LIMPIEZA e=10 cm Hormigón de limpieza HM-20/P/20/I de espesor 10 cm., en cimientos de muro, incluso preparación de la superficie de asiento, regleado y nivelado, terminado.	5,46	8,47 €	46,25 €
m2	ENCOFRADO RECTO OCULTO CIMENTOS Encofrado recto oculto en cimientos de muro, incluso clavazón y desencofrado, terminado.	3,76	13,53 €	50,87 €
m3	HORMIGÓN HA-30/P/20/IV CIMENTOS Hormigón HA-30/P/20/IV en cimientos, incluso preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado.	2,18	83,13 €	181,22 €
m2	ENCOFRADO RECTO VISTO ALZ. MUROS H.A Encofrado recto visto en alzados de muros de hormigón armado, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado.	40,18	19,14 €	769,05 €
m2	ENCOFR. MADERA LOSAS VISTO Encofrado y desencofrado de losa armada con tablero formado por tabla machihembrada de madera de pino de 22 mm., confeccionados previamente, considerando una postura. Normas NTE-EME.	6,15	21,70 €	133,46 €
m3	HORMIGÓN HA-30/P/20/IV EN ALZADOS Hormigón HA-30/P/20/IV en alzados de muros y pilares de hormigón armado, incluso vibrado y curado, terminado.	7,24	88,74 €	642,48 €
kg	ACERO CORRUGADO B 500 S Acerro corrugado B 500 S, colocado en cimientos y alzados, incluso p/p de despuntes, alambre de atar y separadores, terminado.	906,16	1,05 €	951,47 €
m	BANDA DE PVC a = 220 mm Banda de PVC de 220mm de anchura para juntas de dilatación o construcción. Colocada	8,2	4,69 €	38,46 €
m2	IMPERM.DEPOS.MOR.HIDRAULIC. Impregnación de paramentos horizontales o verticales en paredes de depósitos, con revestimiento cementoso elástico e impermeable, a base de cementos modificados con polímeros, Prelastic 500 de COPSA o equivalente, incluso saturación previa del soporte, terminada.	20,15	11,08 €	223,26 €
ud	TRAMPILLA TAPA TRIANGULAR 750 X 750. FUNDICIÓN D-400 Trampilla de registro y marco de fundición dúctil de 750 x 750 mm. compuesta por dos tapas triangulares, clase D-400, carga de rotura mayor de 40 Tm, instalada en pozo de registro, arqueta o en hueco de hombre.	1	423,90 €	423,90 €
ud	PATE DE POLIPROPILENO PARA ESCALERA Unidad de pate de escalera de polipropileno. Totalmente colocado.	8	4,19 €	33,52 €
<b>TOTAL APARTADO 2.2.9. DEPÓSITO DE FANGOS ESPESADOS</b>				<b>4.287,69 €</b>

**APARTADO 2.2.10. LOSA CIMENTACIÓN FILTROS**

m2	ENCOFRADO RECTO OCULTO CIMENTOS Encofrado recto oculto en cimientos de muro, incluso clavazón y desencofrado, terminado.	5,4	13,53 €	73,06 €
m3	HORMIGÓN HA-25/P/20/Ila CIMENTOS Hormigón HA-25/P/20/Ila en cimientos de muro, incluso preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado.	5,4	79,75 €	430,65 €
kg	ACERO CORRUGADO B 500 S	369,89	1,05 €	388,38 €

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
	Acero corrugado B 500 S, colocado en cimientos y alzados, incluso p/p de despentes, alambre de atar y separadores, terminado.			
	<b>TOTAL APARTADO 2.2.10. LOSA CIMENTACIÓN FILTROS</b>			<b>892,09 €</b>
	<b>APARTADO 2.2.11. RED DE TUBERÍAS Y VALVULERÍA</b>			
m3	EXCAVACION.CIMIENTOS.Y POZOS ROCA MEDIOS.MECÁNICOS. Excavación en cimientos y pozos en roca con medios mecánicos, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.	99	10,42 €	1.031,58 €
m3	RELLENO ZANJAS C/ARENA Relleno de arena en zanjas, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.	34,69	10,13 €	351,41 €
m3	RELLENO ZANJAS/MAT. PRÉSTAMO Relleno localizado localizado en zanjas con productos procedentes de préstamos de material seleccionado, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.	90,07	3,77 €	339,56 €
ud	COLECTOR DE ASPIRACIÓN Ø200mm Colector general de impulsión del grupo de bombeo, construido en tubería de acero galvanizado de 200 mm de diámetro. compuesto por: 3 injertos DN65 y 1 injerto DN200, incluyendo acero de anclaje, codos, tes,bridas, filtro de toma de 200 mm de diámetro y pequeño material, totalmente colocado y probado.	1	1.025,42 €	1.025,42 €
m	TUBERÍA ACERO GALVANIZADO D=60mm Tubería de acero galvanizado de 60 mm de diámetro nominal con doble cordón de soldadura helicoidal, incluso parte proporcional de uniones, soportes y accesorios para el montaje.	122	17,07 €	2.082,54 €
m	TUBERÍA ACERO GALVANIZADO D=100mm Tubería de acero galvanizado de 100 mm de diámetro nominal con doble cordón de soldadura helicoidal, incluso parte proporcional de uniones, soportes y accesorios para el montaje.	36	29,86 €	1.074,96 €
m	TUBERÍA ACERO GALVANIZADO D=200mm Tubería de acero galvanizado de 200 mm de diámetro nominal con doble cordón de soldadura helicoidal, incluso parte proporcional de uniones, soportes y accesorios para el montaje.	86	57,95 €	4.983,70 €
m	CONDUC.FUNDICIÓN DÚCTIL C/ENCH. D=200 Tubería de fundición dúctil de 200 mm de diámetro interior colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta estándar colocada y medios auxiliares, sin incluir excavación, ni arena ni posterior relleno de la zanja, colocada s/NT-E-IFA-11.	12,5	46,04 €	575,50 €
ud	CARRETE PASAMUROS D=60mm Carrete pasamuros con placa de estanqueidad. Extremo embriddado; DN: 60; Material: acero inoxidable AISI 316; PN: 10; Longitud aproximada: 500 mm;	10	71,14 €	711,40 €
ud	CARRETE PASAMUROS D=100mm Carrete pasamuros con placa de estanqueidad. Extremo embriddado; DN: 100; Material: acero inoxidable AISI 316; PN: 10; Longitud aproximada: 500 mm;	1	84,42 €	84,42 €
ud	CARRETE PASAMUROS D=200mm Carrete pasamuros con placa de estanqueidad. Extremo embriddado; DN:200; Material: acero inoxidable AISI 316; PN: 10; Longitud aproximada: 500 mm.	10	178,59 €	1.785,90 €
ud	CODO ACERO GALVANIZADO D=60mm. Codo de acero galvanizado con dos bocas de 60 mm. de diámetro, colocado en tubería de acero inoxidable, completamente instalado.	33	39,44 €	1.301,52 €
ud	CODO ACERO GALVANIZADO D=100mm. Codo de acero galvanizado con dos bocas de 100 mm. de diámetro, colocado en tubería de acero inoxidable, completamente instalado.	7	59,48 €	416,36 €
ud	CODO ACERO GALVANIZADO D=150mm. Codo de acero galvanizado con dos bocas de 150 mm. de diámetro, colocado en tubería de acero inoxidable, completamente instalado.	1	91,00 €	91,00 €
ud	CODO ACERO GALVANIZADO D=200mm. Codo de acero galvanizado con dos bocas de 200 mm. de diámetro, colocado en tubería de acero inoxidable, completamente instalado.	21	119,03 €	2.499,63 €
ud	TE ACERO GALVANIZADO D=60/60mm. Te de acero galvanizado con tres bocas de 60 mm. de diámetro, colocado en tubería de acero inoxidable, completamente instalado.	8	46,70 €	373,60 €
ud	TE ACERO GALVANIZADO D=150/150mm. Te de acero galvanizado con tres bocas de 150 mm. de diámetro, colocado en tubería de acero inoxidable, completamente instalado.	1	103,02 €	103,02 €
ud	TE ACERO GALVANIZADO D=200/200mm. Te de acero galvanizado con tres bocas de 200 mm. de diámetro, colocado en tubería de acero inoxidable, completamente instalado.	16	135,15 €	2.162,40 €
ud	REDUC.ACERO GALVANIZADO D=200/150 Reducción de acero galvanizado de 200 mm. y 150 mm. de diámetro, colocado en tubería de acero inoxidable, completamente instalado.	5	115,14 €	575,70 €
ud	VÁLV.COMPUCE.CIERRE ELAST.D=50mm Válvula de compuerta de fundición PN 16 de 60 mm de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	3	145,14 €	435,42 €
ud	VÁLV.COMPUCE.CIERRE ELAST.D=60mm Válvula de compuerta de fundición PN 16 de 60 mm de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	7	172,55 €	1.207,85 €

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
ud	VÁLV.COMPU.E.CIERRE ELAST.D=200mm Válvula de compuerta de fundición PN 16 de 200 mm de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.	12	676,97 €	8.123,64 €
ud	VALV. ACCIONAM NEUMATICO D=60 mm Válvula de bola o PIC de accionamiento neumático, DN 60, colocada en tubería de abastecimiento de agua o fangos, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.	5	476,34 €	2.381,70 €
ud	ELECTROVÁLVULA D=200mm 16bar  Electroválvula de compuerta de fundición PN 16 de 200 mm de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones, motor y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	2	3.242,65 €	6.485,30 €
ud	VÁLV.MARIP.PALAN.C/META.D=65mm  Válvula de mariposa de fundición de accionamiento por palanca, de 65 mm. de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	1	60,29 €	60,29 €
ud	VÁLV.RETENC.CLAPETA PN-16 D=50 mm Válvula de retención de fundición, de clapeta, PN-16, de 50 mm de diámetro interior, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.	1	111,94 €	111,94 €
ud	VÁLV.RETENC.CLAPETA PN-16 D=60 mm Válvula de retención de fundición, de clapeta, PN-16, de 60 mm de diámetro interior, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.	4	133,95 €	535,80 €
ud	VÁLV.RETENC.CLAPETA PN-16 D=150 mm Válvula de retención de fundición, de clapeta, PN-16, de 150 mm de diámetro interior, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.	2	470,06 €	940,12 €
ud	VÁLV.RETENC.CLAPETA PN-16 D=200 mm Válvula de retención de fundición, de clapeta, PN-16, de 200 mm de diámetro interior, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.	2	732,55 €	1.465,10 €
ud	FILTRO EN Y CAZAPIEDRAS D=200 mm Filtro en Y cazapiedras, de 200 mm de diámetro interior, incluso uniones y accesorios, completamente instalada.	1	704,39 €	704,39 €
ud	CARRETE DESMONTAJE D=150mm Carrete de desmontaje de fundición con junta de estanqueidad; DN:150. Material: S235JR; Ejecución: galvanizado en caliente.	4	455,11 €	1.820,44 €
ud	CARRETE DESMONTAJE D=200mm Carrete de desmontaje de fundición con junta de estanqueidad; DN:200. Material: S235JR; Ejecución: galvanizado en caliente.	17	661,58 €	11.246,86 €
ud	ARQUETA REGISTRABLE HORM. 60x60x100 cm Arqueta de saneamiento registrable de 60x60x100 cm. interior, construida con hormigón armado, colocado sobre solera de hormigón en masa HM/20 de 10 cm. de espesor, losa de hormigón en base 20 cm. y tapa de fundición, terminada y con p.p. de medios auxiliares.	3	217,95 €	653,85 €
ud	ARQUETA VÁLV HORM. 110x110 cm Arqueta para alojamiento de válvulas en conducciones de agua, de 110x110x150 cm. interior, construida con hormigón armado, colocado sobre solera de hormigón en masa HM/20/P/20/l de 10 cm. de espesor, losa de hormigón en base 20 cm. y tapa de fundición, terminada y con p.p. de medios auxiliares.	2	953,24 €	1.906,48 €
<b>TOTAL APARTADO 2.2.11. RED DE TUBERÍAS Y VALVULERÍA</b>				<b>59.648,80 €</b>
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 2.2. OBRA CIVIL E.T.A.P.</b>				<b>127.457,88 €</b>

**SUBCAPÍTULO 2.3. EQUIPOS DE E.T.A.P****APARTADO 2.3.1. CÁMARA DE MEZCLA RÁPIDA**

ud	COMPUERTA ACCIONAM MANUAL 300X300mm  Compuerta mural de accionamiento manual. Estanqueidad a 4 lados. Ancho obertura: 300 mm, altura de tablero: 300 mm, desplazamiento tajadera: husillo no ascendente. Accionamiento: cilindro neumático. Materiales: bastidor, husillo, tablero y columna de maniobra en Al-Si316L, cierre y juntas estanqueidad en EPDM. Instalada y comprobada.	2	297,51 €	595,02 €
ud	AGITADOR HELICE SABRE 200mm Agitador vertical en cámara de mezcla rápida de DOSAPRO o equivalente, de las características siguientes: Hélice: tipo SABRE, diámetro: 200 mm, longitud de eje: 1.000 mm, velocidad de salida: 1500 rpm. Incluye placa de anclaje. Accionamiento: potencia motor 1,5 kW, 1.500 rpm, 50 Hz, protección IP 55. Materiales: eje y hélice en acero inoxidable AISI 316. Instalado y comprobado.	1	581,10 €	581,10 €

**TOTAL APARTADO 2.3.1. CÁMARA DE MEZCLA RÁPIDA****1.176,12 €****APARTADO 2.3.2. CÁMARAS DE FLOCULACIÓN**

ud	AGITADOR VERTICAL SABRE 2x1000 MM Agitador vertical en cámara de floculación de DOSAPRO o equivalente, de las características siguientes: Hélice: tipo SABRE, diámetro: 1.000 mm, longitud de eje: 3.200 mm, velocidad de salida: 20,7 rpm. Incluye placa de anclaje. Accionamiento: potencia motor 0,37 kW, 1.500 rpm, 50 Hz, protección IP 55. Materiales: eje y hélice en acero inoxidable AISI 316. Instalado y comprobado. Instala- do y comprobado.	2	1.350,78 €	2.701,56 €
----	--	---	------------	------------

**TOTAL APARTADO 2.3.2. CÁMARAS DE FLOCULACIÓN****2.701,56 €****APARTADO 2.3.3. DECANTACIÓN LAMELAR**

ud	COMPUERTA ACCIONAMIENTO MANUAL 600 X 650 mm Compuerta mural de accionamiento manual. Estanca. Ancho: 600 mm, altura de tablero: 650 mm. Accionamiento por cilindro neumático. Instalada y comprobada.	2	935,97 €	1.871,94 €
----	--	---	----------	------------

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
ud	TUB RECTANG. PERFORADA DE ACERO INOX.	2	1.957,61 €	3.915,22 €
	Tubería perforada de acero electrosoldado galvanizado en caliente y con tratamiento anticorrosión, para entrada de agua en decantador con anchura de base variable de 0,90-0,2m y altura variable de 0,65-0,20m con una longitud de 6,5m y 42 taladros de 78mm en la parte inferior de la tubería, separados 30mm, según planos, totalmente colocada en decantador lamelar, incluso parte proporcional de uniones y accesorios.			
m3	MODULOS LAMELARES	26,4	341,64 €	9.019,30 €
	Módulos lamelares adecuadas para tratamiento de agua potable DECANTEK o equivalente con las características siguientes: Geometría:hexagonal, ángulo de inclinación: 60°, altura lamela: 1,0 m, longitud lamela: 1,16 m, distancia entre lamelas: 80 mm, superficie específica: 11 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> . Material: PVC con calidad alimentaria. Totalmente instalados.			
kg	ACERO S275JR	1059,28	1,72 €	1.821,96 €
	Acero de tipo laminado S275JR en caliente para vigas y correas, con uniones soldadas; dos capas de imprimación con pintura de minio, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV y normas CTE DB SE-A.			
m	CANAleta DE RECOGIDA DE AGUA DECANTADA	36	190,71 €	6.865,56 €
	Canaleta de recogida de agua decantada de acero galvanizado en caliente y con tratamiento anticorrosión, con ancho de canal de 30cm y una altura de cajeros de 40cm, totalmente colocada en decantador lamelar, incluso parte proporcional de uniones y accesorios.			
<b>TOTAL APARTADO 2.3.3. DECENTACIÓN LAMELAR</b>				<b>23.493,98 €</b>

**APARTADO 2.3.4. FASE DE FILTRACIÓN Y LAVADO**

ud	BOMBA CENTRIF. HORIZ AGUA A FILTROS	3	1.432,94 €	4.298,82 €
	Bomba de tipo centrífuga horizontal monocelular GRUNDFOS (o equivalente) para impulsar agua decantada a filtros, de las caract siguientes: Caudal: 60 m <sup>3</sup> /h, altura manométrica: 8 m.c.a. Conexión de aspiración DN-65mm y conexión de descarga DN-50mm. Accionamiento: 2,2 kW de potencia, 2900 rpm, 400/690V, IP55, clase F. Materiales: impulsor y voluta en EN-JL 1040 DIN W. Totalmente instalada y comprobada.			
ud	EQUIPO FILTRACIÓN EN CONTINUO	2	53.557,66 €	107.115,32 €
	Equipo de filtrado de lavado en continuo. Modelo. M-1500 de SANIFUTUR (o equivalente) de 4,4 m <sup>2</sup> de superficie de filtrado, ejecutado en chapa de acero S235JR, con revestimiento interior consistente en dos capas de pintura epoxi de calidad alimentaria de 300 m y exteriormente con una capa de poliuretano de 100 micras. Incluso, lechos de soporte y filtración de tipo multicapa, boquillas difusoras en PP, bocas de hombre para carga y descarga, válvulas de seguridad en latón Ø 2" válvula de purga y vaciado. Totalmente instalado y probado.			
ud	MANOMETRO DE ESFERA 1/2"	2	178,41 €	356,82 €
	Manómetro de tipo esfera con las sig. características: Tipo: muelle tubular, diá. de conexión: 1/2" rosca gas, diámetro de esfera: 100mm., protección: en baño de glicerina, escala de medida: de acuerdo a las condiciones de trabajo. Accesorios: separador de membrana construido en acero inoxidable, sifón, válvula de aislamiento y purga.			
<b>TOTAL APARTADO 2.3.4. FASE DE FILTRACIÓN Y LAVADO</b>				<b>111.770,96 €</b>

**APARTADO 2.3.5. INSTALACIÓN DE COAGULANTE**

SUBAPARTADO 2.3.5.1. ALMACENAMIENTO				
ud	DEPOSITO VERTICAL DE PRFV DE 1000 l	1	956,55 €	956,55 €
	Depósito vertical de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 1000 litros de base plana y fondo superior bombeado de diámetro: 1000mm, altura de cilindro: 1300mm, altura total 1650mm de MIPS o equivalente, construido con barrera química de resina Vinilester y refuerzo mecánico de resina ortofitalica. Incluye boca de hombre superior y 2 tubuladuras de diferentes diámetros. Totalmente colocado.			
ud	AGITADOR PARA DEP. REACTIVOS VOL 1000 l	1	484,92 €	484,92 €
	Agitador vertical marca ITT FLYGT (o equivalente) para depósitos de reactivos de las caract. sig: Turbina de 3 palas inclinadas, diámetro: 140 mm. Incluye placa de anclaje cuadrada de 250 x 250mm. Accionamiento: potencia motor 0,37kW, 1500 rpm, 50Hz, protección IP55. Materiales: eje y hélice en SS316L. Instalado y comprobado. Instalado y comprobado.			
ud	BOMBA TRASIEGO DE REACTIVOS	1	749,44 €	749,44 €
	Bomba centrífuga monocelular horizontal de aspiración axial, ejecución: horizontal, caudal nominal: 10 m <sup>3</sup> /h, altura manométrica: 5 m.c.a. conexión de aspiración: 65 mm, conexión de impulsión: 50 mm. Accionamiento: 0,50 kW de potencia, 1.385 rpm, 400 V, 50 Hz, IP55, clase F. Materiales: cuerpo hidráulico e impulsor en Acero inoxidable AISI 316 y tipo de cierre BQQV. Instalada y comprobada.			
ud	CONEXIÓN MANGUERA CAMIONES CISTERNA	1	206,86 €	206,86 €
	Conexión para manguera de camiones cisterna de reactivos. Incluye rácor rápido de conexión de manguera, válvula de aislamiento DN 80, codos y resto de accesorios de montaje.			
ud	MANOMETRO DE ESFERA 1/2"	1	178,41 €	178,41 €
	Manómetro de tipo esfera con las sig. características: Tipo: muelle tubular, diá. de conexión: 1/2" rosca gas, diámetro de esfera: 100mm., protección: en baño de glicerina, escala de medida: de acuerdo a las condiciones de trabajo. Accesorios: separador de membrana construido en acero inoxidable, sifón, válvula de aislamiento y purga.			
ud	CONTROLADOR DE NIVEL NEUMÁTICO	1	105,80 €	105,80 €
	Controlador de nivel neumático de señalización simple. En cuerpo y tapa en aluminio, cámara de presión en poliéster reforzado con fibra de vidrio y membrana en neopreno. Instalado y comprobado.			
ud	VÁLVULA BOLA FUNDICIÓN 1 1/2" 40 mm	1	131,69 €	131,69 €
	Suministro y colocación de válvula de cierre tipo bola, de 1 1/2" (40 mm.) de diámetro, de fundición, con paso recto y para 16 atmósferas de presión máxima, colocada mediante unión roscada con bridas, totalmente equipada, instalada y funcionando.			
ud	VÁLVULA RETENCIÓN DE 1 1/2" 40 mm.	1	19,56 €	19,56 €
	Suministro y colocación de válvula de retención, de 1 1/2" (40 mm.) de diámetro, de latón fundido; colocada mediante unión roscada, totalmente equipada, instalada y funcionando.			
ud	TUBERIA DE TRASIEGO REACTIVOS A DEPOSITOS ALMACENAM PVC 40 mm.	1	49,30 €	49,30 €

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
	Tubería de PVC de presión, de 40 mm. de diámetro nominal, PN-16 colocada en trasiego de reactivos desde la cisterna al depósito de almacenamiento de reactivos, con p.p. de piezas especiales de PVC de presión, instalada y funcionando, según normativa vigente.			
m	TUBERÍA PVC DE PRESIÓN 50 mm.	5	5,59 €	27,95 €
	Tubería de PVC de presión, de 50 mm. de diámetro nominal, PN-16 colocada en instalaciones interiores con p.p. de piezas especiales de PVC de presión, instalada y funcionando, según normativa vigente, y sin protección superficial.			
ud	LLAVE DE COMPUERTA DE 2" 50 mm. Suministro y colocación de llave de corte por compuerta, de 2" (50 mm.) de diámetro, de latón roscar, colocada mediante unión roscada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	1	17,40 €	17,40 €
<b>SUBAPARTADO 2.3.5.2. DOSIFICACIÓN</b>				
ud	COLECTOR ASPIRACIÓN BOMB. DOSIFC Colector aspiración de las bombas dosificadoras, construido en tubería de PVC, PN-10. Compuesto por: 1 entradas DN50 y 2 salidas DN50.	1	50,58 €	50,58 €
ud	LLAVE DE COMPUERTA DE 2" 50 mm. Suministro y colocación de llave de corte por compuerta, de 2" (50 mm.) de diámetro, de latón roscar, colocada mediante unión roscada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	2	17,40 €	34,80 €
ud	AMORTIGUADOR DE PULSACIONES	2	296,96 €	593,92 €
	Amortiguador de pulsaciones para las bombas de dosificadoras, de las siguientes características. Materiales: cuerpo en polipropileno, vejiga en nitrilo. Presión de hinchado: 0,7 de la presión real de trabajo.			
ud	BOMBA DOSIFC. DE PISTON Y MEMBRANA Q=15 l/s	2	719,83 €	1.439,66 €
	Bomba dosificadora de pistón y membrana de DOSAPRO o equivalente de las características siguientes. Rango de caudal: 1,5-15 l/h, contrapresión: 10 bar, cadencia: 144 gpm, regulación de caudal: 10-100%. Accionamiento: 120 W potencia motor, 220/380 V, 50 Hz, IP-55. Materiales: cuerpo y caja de válvulas en polipropileno, bolas cerámicas, asientos en Aflas y membrana en PTFE. I/accesorios de montaje, totalmente instalada y comprobada.			
ud	FILTRO MANUAL EN Y 50 mm Filtro manual en Y de 50 mm de diámetro nominal con conexiones roscadas, y luz de malla de 400 micras. Materiales: cuerpo en GG25, tamiz en AISI316, i/accesorios totalmente colocado	2	40,70 €	81,40 €
ud	MANOMETRO DE ESPERA 1/2"	1	178,41 €	178,41 €
	Manómetro de tipo esfera con las sig. características: Tipo: muelle tubular, diá. de conexión: 1/2" rosca gas, diámetro de esfera: 100mm., protección: en baño de glicerina, escala de medida: de acuerdo a las condiciones de trabajo. Accesorios: separador de membrana construido en acero inoxidable, sifón, válvula de aislamiento y purga.			
ud	MEDIDOR DE CAUDAL ÁREA VARIABLE	2	376,39 €	752,78 €
	Medidor de caudal de área variable, de las siguientes características: graduación: 120-1200 l/h; presión máxima: 16 bar; para una temperatura: de 20 °C; conexiones: roscadas; tolerancia: ± 1,25% final de escala. Instalado y probado			
ud	VÁLVULA RETENCIÓN DE 1 1/4" 32 mm. Suministro y colocación de válvula de retención, de 1 1/4" (32 mm.) de diámetro, de latón fundido; colocada mediante unión roscada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	2	15,40 €	30,80 €
ud	LLAVE DE ESFERA PVC 1 1/4" 32mm.	3	9,65 €	28,95 €
	Suministro y colocación de llave de corte por esfera de accionamiento manual, de 1 1/4" (32 mm.) de diámetro, de PVC PN-16, colocada mediante unión encolada, totalmente equipada, instalada y funcionando.			
ud	VALVULA MULTIFUNCION DOSIFICACION 32mm	2	208,05 €	416,10 €
	Válvula multifunción para tubería de dosificación para generar una contrapresión: 0,5 - 1 bar. Materiales en contacto con el producto: válvulas en PVDF/PP, membrana en PTFE reforzado con EPDM y juntas en Vitón B.			
ud	VÁLVULA DE SEGURIDAD 32mm Válvula de seguridad para bombas dosificadoras de las siguientes características: presión de tarado: 3,5 bar; conexiones: 1 1/4"; materiales en contacto con el producto: PVC/PTFE. Incluye tubería de conexión con la aspiración de la bomba en acero al carbono galvanizado.	2	200,82 €	401,64 €
m	TUBERÍA PVC DE PRESIÓN 32 mm. Tubería de PVC de presión, de 32 mm. de diámetro nominal, PN-16 colocada en instalaciones interiores, con p.p. de piezas especiales de PVC de presión, instalada y funcionando, según normativa vigente.	25	3,82 €	95,50 €
<b>TOTAL APARTADO 2.3.5. INSTALACIÓN DE COAGULANTE</b>				<b>7.032,42 €</b>

**APARTADO 2.3.6. INSTALACIÓN DE FLOCUOLANTE**

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
<b>SUBAPARTADO 2.3.6.1. ALMACENAMIENTO</b>				
ud	DEPOSITO VERTICAL DE PRVF DE 1000 l	1	956,55 €	956,55 €
	Depósito vertical de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 1000 litros de base plana y fondo superior bombeado de diámetro: 1000mm, altura de cilindro: 1300mm, altura total 1650mm de MIPS o equivalente, construido con barrera química de resina Vinilester y refuerzo mecánico de resina ortoftálica. Incluye boca de hombre superior y 2 tubuladuras de diferentes diámetros. Totalmente colocado.			
ud	AGITADOR PARA DEP. REACTIVOS VOL 1000 l	1	484,92 €	484,92 €
	Agitador vertical marca ITT FLYGT (o equivalente) para depósitos de reactivos de las caract. sig: Turbina de 3 palas inclinadas, diámetro: 140 mm. Incluye placa de anclaje cuadrada de 250 x 250mm. Accionamiento: potencia motor 0,37kW, 1500 rpm, 50Hz, protección IP55. Materiales: eje y hélice en SS316L. Instalado y comprobado. Instalado y comprobado.			
ud	CONTROLADOR DE NIVEL NEUMÁTICO	1	105,80 €	105,80 €
	Controlador de nivel neumático de señalización simple. En cuerpo y tapa en aluminio, cámara de presión en poliéster reforzado con fibra de vidrio y membrana en neopreno. Instalado y comprobado.			
m	TUBERÍA PVC DE PRESIÓN 50 mm.	5	5,59 €	27,95 €

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
	Tubería de PVC de presión, de 50 mm. de diámetro nominal, PN-16 colocada en instalaciones interiores con p.p. de piezas especiales de PVC de presión, instalada y funcionando, según normativa vigente, y sin protección superficial.			
ud	LLAVE DE COMPUERTA DE 2" 50 mm. Suministro y colocación de llave de corte por compuerta, de 2" (50 mm.) de diámetro, de latón roscar, colocada mediante unión rosada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	1	17,40 €	17,40 €
<b>SUBAPARTADO 2.3.6.2. DOSIFICACIÓN</b>				
ud	COLECTOR ASPIRACIÓN BOMB. DOSIFC Colector aspiración de las bombas dosificadoras, construido en tubería de PVC, PN-10. Compuesto por: 1 entradas DN50 y 2 salidas DN50.	1	50,58 €	50,58 €
ud	LLAVE DE COMPUERTA DE 2" 50 mm. Suministro y colocación de llave de corte por compuerta, de 2" (50 mm.) de diámetro, de latón roscar, colocada mediante unión rosada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	2	17,40 €	34,80 €
ud	AMORTIGUADOR DE PULSACIONES  Amortiguador de pulsaciones para las bombas de dosificadoras, de las siguientes características. Materiales: cuerpo en polipropileno, vejiga en nitrilo. Presión de hincha: 0,7 de la presión real de trabajo.	2	296,96 €	593,92 €
ud	BOMBA DOSIFC. DE PISTON Y MEMBRANA Q=10 l/s  Bomba dosificadora de pistón y membrana de DOSAPRO (o equivalente) de las características siguientes. Rango de caudal: 1-10 l/h, contrapresión: 12 bar,cadencia: 72 gpm, regulación de caudal: 10-100%. Accionamiento: 120W potencia motor, 220/380V, 50Hz, IP-55. Materiales: cuerpo y caja de válvulas en polipropileno, bolas cerámicas, asientos en Aflas y membrana en PTFE. i/accesorios de montaje, totalmente instalada y comprobada.	2	644,25 €	1.288,50 €
ud	FILTRO MANUAL EN Y 50 mm Filtro manual en Y de 50 mm de diámetro nominal con conexiones rosadas, y luz de malla de 400 micras. Materiales: cuerpo en GG25, tamiz en AISI316, i/accesorios totalmente colocado	2	40,70 €	81,40 €
ud	MANOMETRO DE ESFERA 1/2"  Manómetro de tipo esfera con las sig. características: Tipo: muelle tubular, diámetro de conexión: 1/2" rosca gas, diámetro de esfera: 100mm., protección: en baño de glicerina, escala de medida: de acuerdo a las condiciones de trabajo. Accesorios: separador de membrana construido en acero inoxidable, sifón, válvula de aislamiento y purga.	1	178,41 €	178,41 €
ud	MEDIDOR DE CAUDAL ÁREA VARIABLE  Medidor de caudal de área variable, de las siguientes características: graduación: 120-1200 l/h; presión máxima: 16 bar; para una temperatura: de 20 °C; conexiones: rosadas; tolerancia: ± 1,25% final de escala. Instalado y probado	2	376,39 €	752,78 €
ud	VÁLVULA RETENCIÓN DE 1 1/4" 32 mm. Suministro y colocación de válvula de retención, de 1 1/4" (32 mm.) de diámetro, de latón fundido; colocada mediante unión rosada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	2	15,40 €	30,80 €
ud	LLAVE DE ESFERA PVC 1 1/4" 32mm.  Suministro y colocación de llave de corte por esfera de accionamiento manual, de 1 1/4" (32 mm.) de diámetro, de PVC PN-16, colocada mediante unión encolada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	6	9,65 €	57,90 €
ud	VALVULA MULTIFUNCION DOSIFICACION 32mm  Válvula multifunción para tubería de dosificación para generar una contrapresión: 0,5 - 1 bar. Materiales en contacto con el producto: válvulas en PVDF/PP, membrana en PTFE reforzado con EPDM y juntas en Vitón B.	2	208,05 €	416,10 €
ud	VÁLVULA DE SEGURIDAD 32mm Válvula de seguridad para bombas dosificadoras de las siguientes características: presión de tarado: 3,5 bar; conexiones: 1 1/4"; materiales en contacto con el producto: PVC/PTFE. Incluye tubería de conexión con la aspiración de la bomba en acero al carbono galvanizado.	2	200,82 €	401,64 €
m	TUBERÍA PVC DE PRESIÓN 32 mm. Tubería de PVC de presión, de 32 mm. de diámetro nominal, PN-16 colocada en instalaciones interiores, con p.p. de piezas especiales de PVC de presión, instalada y funcionando, según normativa vigente.	50	3,82 €	191,00 €
<b>TOTAL APARTADO 2.3.6. INSTALACIÓN DE FLOCULANTE</b>				<b>5.670,45 €</b>
<b>APARTADO 2.3.7. INSTALACIÓN DE REGULADOR DE pH</b>				
<b>SUBAPARTADO 2.3.7.1. ALMACENAMIENTO</b>				
ud	DEPOSITO VERTICAL DE PRFV DE 1000 l  Depósito vertical de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 1000 litros de base plana y fondo superior bombeado de diámetro: 1000mm, altura de cilindro: 1300mm, altura total 1650mm de MIPS/0 equivalente, construido con barrera química de resina Vinilíster y refuerzo mecánico de resina ortoftálica. Incluye boca de hombre superior y 2 tubuladuras de diferentes diámetros. Totalmente colocado.	1	956,55 €	956,55 €
ud	BOMBA TRASIEGO DE REACTIVOS Bomba centrífuga monocelular horizontal de aspiración axial, ejecución: horizontal, caudal nominal: 10 m3/h, altura manométrica: 5 m.c.a. conexión de aspiración: 65 mm, conexión de impulsión: 50 mm. Accionamiento: 0,50 kW de potencia, 1.385 rpm, 400 V, 50 Hz, IP55, clase F. Materiales: cuerpo hidráulico e impulsor en Acero inoxidable AISI 316 y tipo de cierre BQQV. Instalada y comprobada.	1	749,44 €	749,44 €
ud	CONEXIÓN MANGUERA CAMIONES CISTERNA Conexión para manguera de camiones cisterna de reactivos. Incluye rácor rápido de conexión de manguera, válvula de aislamiento DN 80, codos y resto de accesorios de montaje.	1	206,86 €	206,86 €
ud	MANOMETRO DE ESFERA 1/2"  Manómetro de tipo esfera con las sig. características: Tipo: muelle tubular, diámetro de conexión: 1/2" rosca gas, diámetro de esfera: 100mm., protección: en baño de glicerina, escala de medida: de acuerdo a las condiciones de trabajo. Accesorios: separador de membrana construido en acero inoxidable, sifón, válvula de aislamiento y purga.	1	178,41 €	178,41 €
ud	CONTROLADOR DE NIVEL NEUMÁTICO  Controlador de nivel neumático para la regulación del nivel de líquido en tanques y cisternas. Incluye sensor de presión y dispositivo de control.	1	105,80 €	105,80 €

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
	Controlador de nivel neumático de señalización simple. En cuerpo y tapa en aluminio, cámara de presión en poliéster reforzado con fibra de vidrio y membrana en neopreno. Instalado y comprobado.			
ud	VÁLVULA BOLA FUNDICIÓN 1 1/2" 40 mm Suministro y colocación de válvula de cierre tipo bola, de 1 1/2" (40 mm.) de diámetro, de fundición, con paso recto y para 16 atmósferas de presión máxima, colocada mediante unión roscada con bridas, totalmente equipada, instalada y funcionando.	1	131,69 €	131,69 €
ud	VÁLVULA RETENCIÓN DE 1 1/2" 40 mm. Suministro y colocación de válvula de retención, de 1 1/2" (40 mm.) de diámetro, de latón fundido; colocada mediante unión roscada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	1	19,56 €	19,56 €
ud	TUBERÍA DE TRASIEGO REACTIVOS A DEPOSITOS ALMACENAM PVC 40 mm. Tubería de PVC de presión, de 40 mm. de diámetro nominal, PN-16 colocada en trasiego de reactivos desde la cisterna al depósito de almacenamiento de reactivos, con p.p. de piezas especiales de PVC de presión, instalada y funcionando, según normativa vigente.	1	49,30 €	49,30 €
m	TUBERÍA PVC DE PRESIÓN 50 mm.  Tubería de PVC de presión, de 50 mm. de diámetro nominal, PN-16 colocada en instalaciones interiores con p.p. de piezas especiales de PVC de presión, instalada y funcionando, según normativa vigente, y sin protección superficial.	5	5,59 €	27,95 €
ud	LLAVE DE COMPUERTA DE 2" 50 mm. Suministro y colocación de llave de corte por compuerta, de 2" (50 mm.) de diámetro, de latón rosca, colocada mediante unión roscada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	1	17,40 €	17,40 €
<b>SUBAPARTADO 2.3.7.2. DOSIFICACIÓN</b>				
ud	COLECTOR ASPIRACIÓN BOMB. DOSIFC Colector aspiración de las bombas dosificadoras, construido en tubería de PVC, PN-10. Compuesto por: 1 entradas DN50 y 2 salidas DNS50.	1	50,58 €	50,58 €
ud	LLAVE DE COMPUERTA DE 2" 50 mm. Suministro y colocación de llave de corte por compuerta, de 2" (50 mm.) de diámetro, de latón rosca, colocada mediante unión roscada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	3	17,40 €	52,20 €
ud	AMORTIGUADOR DE PULSACIONES  Amortiguador de pulsaciones para las bombas de dosificadoras, de las siguientes características. Materiales: cuerpo en polipropileno, vejiga en nitrilo. Presión de hinchado: 0,7 de la presión real de trabajo.	3	296,96 €	890,88 €
ud	BOMBA DOSIFC. DE PISTON Y MEMBRANA Q=10 l/s  Bomba dosificadora de pistón y membrana de DOSAPRO (o equivalente) de las características siguientes. Rango de caudal: 1-10 l/h, contrapresión: 12 bar, cañería: 72 gpm, regulación de caudal: 10-100%. Accionamiento: 120W potencia motor, 220/380V, 50Hz, IP-55. Materiales: cuerpo y caja de válvulas en polipropileno, bolas cerámicas, asientos en Aflas y membrana en PTFE. i/accesorios de montaje, totalmente instalada y comprobada.	2	644,25 €	1.288,50 €
ud	TOMA DE AGUA PARA LIMPIEZA DN 25mm Toma de agua industrial con válvula de bola manual de fundición y racor rápido de 25 mm de diámetro, con p.p. de piezas especiales de fundición, terminada, funcionando. Medida la unidad terminada.	1	95,99 €	95,99 €
ud	FILTRO MANUAL EN Y 50 mm Filtro manual en Y de 50 mm de diámetro nominal con conexiones roscadas, y luz de malla de 400 micras. Materiales: cuerpo en GG25, tamiz en AISI316, i/accesorios totalmente colocado	2	40,70 €	81,40 €
ud	MANOMETRO DE ESPERA 1/2"  Manómetro de tipo esfera con las sig. características: Tipo: muelle tubular, diá. de conexión: 1/2" rosca gas, diámetro de esfera: 100mm., protección: en baño de glicerina, escala de medida: de acuerdo a las condiciones de trabajo. Accesorios: separador de membrana construido en acero inoxidable, sifón, válvula de aislamiento y purga.	1	178,41 €	178,41 €
ud	MEDIDOR DE CAUDAL ÁREA VARIABLE  Medidor de caudal de área variable, de las siguientes características: graduación: 120-1200 l/h; presión máxima: 16 bar; para una temperatura: de 20 °C; conexiones: roscadas; tolerancia: ± 1,25% final de escala. Instalado y probado	2	376,39 €	752,78 €
ud	VÁLVULA RETENCIÓN DE 1 1/4" 32 mm. Suministro y colocación de válvula de retención, de 1 1/4" (32 mm.) de diámetro, de latón fundido; colocada mediante unión roscada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	2	15,40 €	30,80 €
ud	LLAVE DE ESFERA PVC 1 1/4" 32mm.  Suministro y colocación de llave de corte por esfera de accionamiento manual, de 1 1/4" (32 mm.) de diámetro, de PVC PN-16, colocada mediante unión encolada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	3	9,65 €	28,95 €
ud	VALVULA MULTIFUNCION DOSIFICACION 32mm  Válvula multifunción para tubería de dosificación para generar una contrapresión: 0,5 - 1 bar. Materiales en contacto con el producto: válvulas en PVDF/PP, membrana en PTFE reforzado con EPDM y juntas en Vitón B.	2	208,05 €	416,10 €
ud	VÁLVULA DE SEGURIDAD 32mm Válvula de seguridad para bombas dosificadoras de las siguientes características: presión de tarado: 3,5 bar; conexiones: 1 1/4"; materiales en contacto con el producto: PVC/PTFE. Incluye tubería de conexión con la aspiración de la bomba en acero al carbono galvanizado.	2	200,82 €	401,64 €
m	TUBERÍA PVC DE PRESIÓN 32 mmn. Tubería de PVC de presión, de 32 mm. de diámetro nominal, PN-16 colocada en instalaciones interiores, con p.p. de piezas especiales de PVC de presión, instalada y funcionando, según normativa vigente.	45	3,82 €	171,90 €
<b>TOTAL APARTADO 2.3.7. INSTALACIÓN DE REGULADOR DE pH</b>				<b>6.883,09 €</b>

**APARTADO 2.3.8. INSTALACIÓN DE HIPOCLORITO SÓDICO****SUBAPARTADO 2.3.8.1. ALMACENAMIENTO**

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
ud	DEPOSITO VERTICAL DE PRFV DE 1000 l Depósito vertical de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 1000 litros de base plana y fondo superior bombeado de diámetro: 1000mm, altura de cilindro: 1300mm, altura total 1650mm de MIPS o equivalente, construido con barrera química de resina Vinilíster y refuerzo mecánico de resina ortoftálica. Incluye boca de hombre superior y 2 tubuladuras de diferentes diámetros. Totalmente colocado.	1	956,55 €	956,55 €
ud	AGITADOR PARA DEP. REACTIVOS VOL 1000 l Agitador vertical marca ITT FLYGT (o equivalente) para depósitos de reactivos de las caract. sig: Turbina de 3 palas inclinadas, diámetro: 140 mm. Incluye placa de anclaje cuadrada de 250 x 250mm. Accionamiento: potencia motor 0,37kW, 1500 rpm, 50Hz, protección IP55. Materiales: eje y hélice en SS316L. Instalado y comprobado. Instalado y comprobado.	1	484,92 €	484,92 €
ud	BOMBA TRASIEGO DE REACTIVOS Bombas centrífugas monocelulares horizontales de aspiración axial, ejecución: horizontal, caudal nominal: 10 m3/h, altura manométrica: 5 m.c.a. conexión de aspiración: 65 mm, conexión de impulsión: 50 mm. Accionamiento: 0,50 kW de potencia, 1.385 rpm, 400 V, 50 Hz, IP55, clase F. Materiales: cuerpo hidráulico e impulsor en Acero inoxidable AISI 316 y tipo de cierre BQQ. Instalada y comprobada.	1	749,44 €	749,44 €
ud	CONEXIÓN MANGUERA CAMIONES CISTERNA Conexión para manguera de camiones cisterna de reactivos. Incluye rácor rápido de conexión de manguera, válvula de aislamiento DN 80, codos y resto de accesorios de montaje.	1	206,86 €	206,86 €
ud	ALIMENTACION DE AGUA A CIERRES BOMBA Conjunto de tuberías y accesorios para alimentación de agua a los cierres de las bombas incluso válvula de bola de diámetro 10 mm y latiguillos de cobre recocido 10/8.	1	78,21 €	78,21 €
ud	MANOMETRO DE ESPERA 1/2" Manómetro de tipo esfera con las sig. características: Tipo: muelle tubular, diá. de conexión: 1/2" rosca gas, diámetro de esfera: 100mm., protección: en baño de glicerina, escala de medida: de acuerdo a las condiciones de trabajo. Accesorios: separador de membrana construido en acero inoxidable, sifón, válvula de aislamiento y purga.	1	178,41 €	178,41 €
ud	CONTROLADOR DE NIVEL NEUMÁTICO Controlador de nivel neumático de señalización simple. En cuerpo y tapa en aluminio, cámara de presión en poliéster reforzado con fibra de vidrio y membrana en neopreno. Instalado y comprobado.	1	105,80 €	105,80 €
ud	VÁLVULA BOLA FUNDICIÓN 1 1/2" 40 mm Suministro y colocación de válvula de cierre tipo bola, de 1 1/2" (40 mm.) de diámetro, de fundición, con paso recto y para 16 atmósferas de presión máxima, colocada mediante unión roscada con bridas, totalmente equipada, instalada y funcionando.	1	131,69 €	131,69 €
ud	VÁLVULA RETENCIÓN DE 1 1/2" 40 mm. Suministro y colocación de válvula de retención, de 1 1/2" (40 mm.) de diámetro, de latón fundido; colocada mediante unión roscada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	1	19,56 €	19,56 €
ud	TUBERIA DE TRASIEGO REACTIVOS A DEPOSITO ALMACENAM. PVC 40 mm. Tubería de PVC de presión, de 40 mm. de diámetro nominal, PN-16 colocada en trasiego de reactivos desde la cisterna al depósito de almacenamiento de reactivos, con p.p. de piezas especiales de PVC de presión, instalada y funcionando, según normativa vigente.	1	49,30 €	49,30 €
m	TUBERÍA PVC DE PRESIÓN 50 mm. Tubería de PVC de presión, de 50 mm. de diámetro nominal, PN-16 colocada en instalaciones interiores con p.p. de piezas especiales de PVC de presión, instalada y funcionando, según normativa vigente, y sin protección superficial.	5	5,59 €	27,95 €
ud	LLAVE DE COMPUERTA DE 2" 50 mm. Suministro y colocación de llave de corte por compuerta, de 2" (50 mm.) de diámetro, de latón roscar, colocada mediante unión roscada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	1	17,40 €	17,40 €
<b>SUBAPARTADO 2.3.8.2. DOSIFICACIÓN</b>				
ud	COLECTOR ASPIRACIÓN BOMB. DOSIFC Colector aspiración de las bombas dosificadoras, construido en tubería de PVC, PN-10. Compuesto por: 1 entradas DN50 y 2 salidas DNS50.	1	50,58 €	50,58 €
ud	LLAVE DE COMPUERTA DE 2" 50 mm. Suministro y colocación de llave de corte por compuerta, de 2" (50 mm.) de diámetro, de latón roscar, colocada mediante unión roscada o soldada, totalmente equipada, instalada y funcionando.	3	17,40 €	52,20 €
ud	AMORTIGUADOR DE PULSACIONES Amortiguador de pulsaciones para las bombas de dosificadoras, de las siguientes características. Materiales: cuerpo en polipropileno, vejiga en nitrilo. Presión de hinchado: 0,7 de la presión real de trabajo.	3	296,96 €	890,88 €
ud	BOMBA DOSIFC. DE PISTON Y MEMBRANA Q=5 l/s Bomba dosificadora de pistón y membrana de DOSAPRO o equivalente de las características siguientes. Rango de caudal: 0,5-5 l/h, contrapresión: 12 bar, cadencia: 144 gpm, regulación de caudal: 10-100%. Accionamiento: 120 W potencia motor, 220/380 V, 50 Hz, IP-55. Materiales: cuerpo y caja de válvulas en polipropileno, bolas cerámicas, asientos en Aflas y membrana en PTFE. I/accesorios de montaje, totalmente instalada y comprobada.	3	595,49 €	1.786,47 €
ud	FILTRO MANUAL EN Y 50 mm Filtro manual en Y de 50 mm de diámetro nominal con conexiones roscadas, y luz de malla de 400 micras. Materiales: cuerpo en GG25, tamiz en AISI316, i/accesorios totalmente colocado	3	40,70 €	122,10 €
ud	MANOMETRO DE ESPERA 1/2" Manómetro de tipo esfera con las sig. características: Tipo: muelle tubular, diá. de conexión: 1/2" rosca gas, diámetro de esfera: 100mm., protección: en baño de glicerina, escala de medida: de acuerdo a las condiciones de trabajo. Accesorios: separador de membrana construido en acero inoxidable, sifón, válvula de aislamiento y purga.	2	178,41 €	356,82 €
ud	MEDIDOR DE CAUDAL ÁREA VARIABLE Medidor de caudal de área variable, de las siguientes características: graduación: 120-1200 l/h; presión máxima: 16 bar; para una temperatura: de 20 °C; conexiones: roscadas; tolerancia: ± 1,25% final de escala. Instalado y probado	3	376,39 €	1.129,17 €
ud	VÁLVULA RETENCIÓN DE 1 1/4" 32 mm.	3	15,40 €	46,20 €

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
	Suministro y colocación de válvula de retención, de 1 1/4" (32 mm.) de diámetro, de latón fundido; colocada mediante unión roscada, totalmente equipada, instalada y funcionando.			
ud	LLAVE DE ESFERA PVC 1 1/4" 32mm.	7	9,65 €	67,55 €
	Suministro y colocación de llave de corte por esfera de accionamiento manual, de 1 1/4" (32 mm.) de diámetro, de PVC PN-16, colocada mediante unión encolada, totalmente equipada, instalada y funcionando.			
ud	VALVULA MULTIFUNCION DOSIFICACION 32mm	3	208,05 €	624,15 €
	Válvula multifunción para tubería de dosificación para generar una contrapresión: 0,5 - 1 bar. Materiales en contacto con el producto: válvulas en PVDF/PP, membrana en PTFE reforzado con EPDM y juntas en Vitón B.			
ud	VÁLVULA DE SEGURIDAD 32mm	3	200,82 €	602,46 €
	Válvula de seguridad para bombas dosificadoras de las siguientes características: presión de tarado: 3,5 bar; conexiones: 1 1/4"; materiales en contacto con el producto: PVC/PTFE. Incluye tubería de conexión con la aspiración de la bomba en acero al carbono galvanizado.			
m	TUBERÍA PVC DE PRESIÓN 32 mm.	55	3,82 €	210,10 €
	Tubería de PVC de presión, de 32 mm. de diámetro nominal, PN-16 colocada en instalaciones interiores, con p.p. de piezas especiales de PVC de presión, instalada y funcionando, según normativa vigente.			
	<b>TOTAL APARTADO 2.3.8. INSTALACIÓN DE HIPOCLORITO SÓDICO</b>			<b>8.944,77 €</b>
	<b>APARTADO 2.3.9. DEPÓSITO HOMOGENEIZACIÓN DE FANGOS</b>			
ud	INTERRUPTOR DE NIVEL	3	55,07 €	165,21 €
	Interruptor de nivel tipo boya ecológica (sin plomo ni mercurio). Instalación: vertical, protección: IP 68. Materiales: cubierta en polipropileno y prensacable en EPDM. Instalado y comprobado.			
ud	BOMBA DE FANGOS A ESPESADOR	2	2.085,66 €	4.171,32 €
	Bomba centrífuga sumergible de impulsión de fangos decantados a espesador de ABS o equivalente de las características siguientes. Caudal: 5,4 m³/h, altura manométrica: 10 m.c.a. Impulsor: Vortex, paso libre de sólidos: 60 mm, conexión de descarga: 65 mm. Accionamiento: 2,2 kW de potencia, 1.450 rpm, 400 V, IP68, clase F. Materiales: impulsor en Fundición Gris GG 25, voluta en Fundición Gris GG 25, eje en acero inoxidable AISI 420. Incluye zócalo de descarga, tubo guía, soporte superior, espárragos de anclaje y cadena de acero inoxidable. Instalada y comprobada.			
ud	BOMBA DE RECIRCULACION DE FANGOS	2	2.085,66 €	4.171,32 €
	Bomba centrífuga sumergible de recirculación de fangos de ABS o equivalente de las características siguientes. Caudal: 5,4 m³/h, altura manométrica: 10 m.c.a. Impulsor: Vortex, paso libre de sólidos: 60 mm, conexión de descarga: 65 mm. Accionamiento: 2,2 kW de potencia, 1.450 rpm, 400 V, IP68, clase F. Materiales: impulsor en Fundición Gris GG 25, voluta en Fundición Gris GG 25, eje en acero inoxidable AISI 420. Incluye zócalo de descarga, tubo guía, soporte superior, espárragos de anclaje y cadena de acero inoxidable. Instalada y comprobada.			
ud	MANOMETRO DE ESFERA 1/2"	2	178,41 €	356,82 €
	Manómetro de tipo esfera con las sig. características: Tipo: muelle tubular, diá. de conexión: 1/2" rosca gas, diámetro de esfera: 100mm., protección: en baño de glicerina, escala de medida: de acuerdo a las condiciones de trabajo. Accesorios: separador de membrana construido en acero inoxidable, sifón, válvula de aislamiento y purga.			
	<b>TOTAL APARTADO 2.3.9. DEPÓSITO HOMOGENEIZACIÓN DE FANGOS</b>			<b>8.864,67 €</b>
	<b>APARTADO 2.3.10. ESPESADOR DE GRAVEDAD</b>			
ud	ESPESADOR DE GRAVEDAD D=2000mm	1	7.087,27 €	7.087,27 €
	Espesador de fangos por gravedad tipo MIPS A equiv. ejecutado en PRVF tipo cilíndrico vertical abierto de 2.000 mm de diámetro, altura recta de 2,25 m y fondo cónico a 56°. Dotado de bridas de conexión para alimentación, rebosadero perimetral tipo Thompson, tubo central tranquilizador, bridas de salida de fangos y de salida de sobrenadante, incluso pies de soporte. Totalmente instalado y probado.			
	<b>TOTAL APARTADO 2.3.10. ESPESADOR DE GRAVEDAD</b>			<b>7.087,27 €</b>
	<b>APARTADO 2.3.11. DEPÓSITO DE FANGOS ESPESADOS</b>			
ud	INTERRUPTOR DE NIVEL	3	55,07 €	165,21 €
	Interruptor de nivel tipo boya ecológica (sin plomo ni mercurio). Instalación: vertical, protección: IP 68. Materiales: cubierta en polipropileno y prensacable en EPDM. Instalado y comprobado.			
	<b>TOTAL APARTADO 2.3.11. DEPÓSITO DE FANGOS ESPESADOS</b>			<b>165,21 €</b>
	<b>APARTADO 2.3.12. EQUIPOS AUXILIARES</b>			
ud	GRUPO DE PRESIÓN 2x1,1 kW	1	3.861,76 €	3.861,76 €
	Grupo de presión formado por dos bombas centrífugas verticales GRUNDFOS o equivalente para impulsión de agua potable a sanitarios en la E.T.A.P., de las características siguientes: Caudal: 2,22 l/s, altura manométrica: 20m.c.a., conexión de aspiración DN-40mm, conexión d e impulsión DN-50mm. Accionamiento: 2x1,1kW de potencia, 380/480V, IP55, clase F. Materiales: cuerpo de bomba, eje motor e impulsores en acero inoxidable, cuerpos de aspiración en fundición, difusores en policarbonato con fibra de vidrio y cierre mecánico de grafito/cerámica. Incluye depósito de membrana de 200l. Totalmente instalado y comprobado.			
	<b>TOTAL APARTADO 2.3.12. EQUIPOS AUXILIARES</b>			<b>3.861,76 €</b>
	<b>APARTADO 2.3.13. RED DE AIRE</b>			
ud	COMPRESOR DE AIRE	1	2.668,55 €	2.668,55 €

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
	Compresor de tipo rotativo de paletas ATLAS COPCO (o equivalente) con dispositivo de regulación automática con válvulas antirretorno de las características siguientes. Accionamiento: 4kW de potencia motor con un caudal de aire de 504 l/min a 7bar y un depósito de 250 litros, 380V, 50Hz, IP55, clase F. Instalado y comprobado.			
ud	PREFILTRO ALTA EFICACIA Prefiltro de alta eficacia, grado B. Prefiltro de partículas hasta 1 micra. Máx. contenido de aerosoles de aceite: 0,5ppm a 21°C, conexiones: rosca 3/8", caudal máximo: 0,5m3/min. Dispone de purga automática, manómetro diferencial y visor de condensados.	1	99,44 €	99,44 €
ud	FILTRO POST-SECADOR Filtro posterior al secador para eliminación de polvo del desecante. Conexiones: rosca gas 3/8", caudal máximo: 0,5m3/min. Dispone de purga manual, manómetro diferencial y visor de condensados. Instalado y probado	1	204,27 €	204,27 €
ud	UNIDAD COMBINADA Unidad combinada. Compuesta de: - Postfiltro de partículas hasta 0,1micra. - Filtro de carbón activo para eliminación de vapores de aceite e hidrocarburos olorosos, con un residual máximo de 0,003ppm a 21°C Conexiones: rosca gas 3/8", caudal máximo: 1,5m3/min. Dispone de purga manual, manómetro diferencial y visor de condensados.	1	99,44 €	99,44 €
ud	SECADOR DE AIRE FRIGORÍFICO Secador de aire frigorífico ATLAS COPCO o equivalente, de las características siguientes. Conexiones entrada/salida: G 1/2", indicador analógico de punto de rocío, economizador aire-aire, intercambiador aire-freón, potencia 0,25 KW, totalmente instalado y probado.	1	1.699,37 €	1.699,37 €
ud	PURGADOR AUTOM. 1" Purgador automático de fundición, con brida, de 1" de diámetro, colocada en tubería de distribución de aire, i/accesorios, completamente instalado.	2	134,10 €	268,20 €
ud	MANOMETRO DE ESPERA 1/2" Manómetro de tipo esfera con las sig. características: Tipo: muelle tubular, diá. de conexión: 1/2" rosca gas, diámetro de esfera: 100mm., protección: en baño de glicerina, escala de medida: de acuerdo a las condiciones de trabajo. Accesorios: separador de membrana construido en acero inoxidable, sifón, válvula de aislamiento y purga.	1	178,41 €	178,41 €
ud	TUB. DIST. AIRE ACERO ELECTROSOL. Colectores para distribución de aire de servicio formado por tubería de acero electrosoldado longitudinalmente con diámetros comprendidos entre DN 1" y DN 1 1/2" DIN 2440, incluso parte proporcional de uniones, valvulería soportes y accesorios para el montaje.	1	261,82 €	261,82 €
<b>TOTAL APARTADO 2.3.13. RED DE AIRE</b>				<b>5.479,50 €</b>
<b>APARTADO 2.3.14. INSTRUMENTACIÓN</b>				
ud	MEDIDOR DE pH Medidor de pH modelo ABB o equivalente, de las características siguientes: material de accesorio y cuerpo de electrodo en polipropileno, electrodo tipo cartucho rosado, incluyendo electrodo de vidrio para pH, electrodo de referencia, sensor PT100 para compensación d temperatura, conectores eléctricos IP67. Consta tambien de indicador-transmisor basado en microprocesador, con display LCD de dos líneas de 5 dígitos, rango programable de -2 a 16 pH, funciones de control configurables, compensación de temperatura, señales de salida 4-20 mA, alarmas 3 relés, con autodiagnóstico, alimentación eléctrica y montaje en pared. Totalmente instalado y probado	1	1.582,40 €	1.582,40 €
ud	MEDIDOR DE TURBIDEZ Medidor de turbidez agua bruta modelo ABB o equivalente, de las características siguientes: sistema de medida mediante luz dispersa a 90°, caudal y presión de prueba 0,5-1,5 l/s, 3 bar, rango programable entre 0-25/250 NTU, con sistema de limpieza automática, unidad electrónica programable de montaje mural, indicación digital, señal de salida 4-20mA, alarmas 2 relés, con autodiagnóstico, alimentación eléctrica y montaje en pared. Totalmente instalado y probado	1	4.643,67 €	4.643,67 €
ud	ANALIZADOR DE CLORO RESIDUAL Analizador de cloro residual modelo PROMINENT o equivalente de las características siguientes: montaje en pared con protección IP 65, y rango de medición 0-2 ppm, entrada señal de medida 4-20 mA, salida señal 4-20 mA, tipo de control, proporcional, relé de alarma y 2 relés de límite. Incluye sond para cloro con medidor amperométricos, rango de medida 0,02-2 ppm, rango de temperatura 5-45°C, rango de pH: 5,5-9,5, presión máxima 3 bar. Montado en panel, totalmente instalado y probado.	1	3.742,62 €	3.742,62 €
ud	TRANSMISOR DE NIVEL ULTRASÓNICO Transmisor de nivel ultrasónico modelo ENDRESS HAUSER o equivalente, con material PC/ABS, señal de salida 4-20 mA, teclado con indicador y totalizador, alarmas 3 relés libres de potencial SPDT, totalmente instalado y probado.	6	1.155,86 €	6.935,16 €
ud	MEDIDOR CAUDAL ELECTROM DN 60mm Unidad de medidor de caudal electromagnético de PROMAG 10W DN 60 (2 1/2"), incluso elementos auxiliares necesarios, totalmente instalado y probado	1	1.171,80 €	1.171,80 €
ud	MEDIDOR CAUDAL ELECTROM DN 150mm Unidad de medidor de caudal electromagnético de PROMAG 10W DN 150 (6"), incluso elementos auxiliares necesarios, totalmente instalado y probado	2	1.384,70 €	2.769,40 €
<b>TOTAL APARTADO 2.3.14. INSTRUMENTACIÓN</b>				<b>20.845,05 €</b>
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 2.3. EQUIPOS DE E.T.A.P</b>				<b>213.976,81 €</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 2. E.T.A.P</b>				<b>442.646,60 €</b>

**CAPÍTULO 3. DEPÓSITO AGUA TRATADA ETAP****SUBCAPÍTULO 3.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS**

m2	DESBROCE TERRENO SIN CLASIFICAR	380,33	0,53 €	201,57 €
----	---------------------------------	--------	--------	----------

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
	Desbroza y limpia superficial de terreno sin clasificar hasta una pro fundidad de 30 cm, por medios mecánicos, con carga y transporte de los productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluyendo la retirada de arbolado.			
m3	EXCAV.CIM.Y POZOS TIERRAS C/AGOTAM AGUA Excavación en cimientos y pozos en terreno de tránsito, con agotamiento de agua, incluso carga y transporte de los productos de la ex- excavación a vertedero o lugar de empleo.	346,64	5,09 €	1.764,40 €
m3	EXCAVACION.CIMENTOS.Y POZOS ROCA MEDIOS.MECÁNICOS. Excavación en cimientos y pozos en roca con medios mecánicos, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.	313,63	11,25 €	3.528,34 €
m3	RELLENO TRASDÓS MURO/MAT. FILTRANTE Relleno localizado en trasdós de muros con material filtrante, extendido, humectación y compactación en capas de 30 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.	20,3	13,88 €	281,76 €
m	DREN CIRCULAR PVC D= 125 mm Tubería corrugada de PVC circular, ranurada, de diámetro 125 mm. en drenaje longitudinal, incluso preparación de la superficie de asiento, compactación y nivelación, terminado.	50,75	3,93 €	199,45 €
m2	LÁMINA GEOTEXTIL 100 gr/m2 MURO H.A. Lámina geotextil no tejida, compuesta por filamentos de propileno unidos por agujeteado y posterior calandrado, con un gramaje de 100 gr/m2, colocada mediante fijación mecánica en trasdós de muros de hormigón armado, completamente terminado.	129,92	2,42 €	314,41 €
m3	RELLENO TRASDÓS MURO/MAT. EXCAVACIÓN Relleno localizado en trasdós de muros con productos de la excavación, extendido, humectación y compactación en capas de 30 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.	210,03	5,61 €	1.178,27 €
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 3.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>7.468,20 €</b>
<b>SUBCAPÍTULO 3.2. VASO DEL DEPÓSITO</b>				
m2	HORMIGÓN HM-20/P/20/I LIMPIEZA e=10 cm Hormigón de limpieza HM-20/P/20/I de espesor 10 cm., en cimientos de muro, incluso preparación de la superficie de asiento, regleado y nivelado, terminado.	153,94	8,47 €	1.303,87 €
m2	ENCOFRADO CURVO OCULTO EN CIMENTOS Encofrado curvo oculto en cimientos, incluso material de clavazón, mantenimiento, desencofrado y líquido desencofrante. Totalmente terminado	41,08	19,98 €	820,78 €
m2	ENCOFRADO CURVO VISTO EN ALZADOS Encofrado curvo visto en alzados, incluso material de clavazón, mantenimiento, desencofrado y líquido desencofrante. Totalmente terminado	495,51	25,10 €	12.437,30 €
m2	ENCOFRADO RECTO VISTO ALZ. MUROS H.A. Encofrado recto visto en alzados de muros de hormigón armado, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado.	21,61	19,14 €	413,62 €
m2	ENCOFR. MADERA LOSAS VISTO Encofrado y desencofrado de losa armada con tablero formado por tabla machihembrada de madera de pino de 22 mm., confeccionados previamente, considerando una postura. Normas NTE-EME.	153,94	21,70 €	3.340,50 €
m3	HORMIGÓN HA-30/P/20/IV CIMENTOS Hormigón HA-30/P/20/IV en cimientos, incluso preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado.	58,79	83,13 €	4.887,21 €
m3	HORMIGÓN HA-30/P/20/IV EN ALZADOS Hormigón HA-30/P/20/IV en alzados de muros y pilares de hormigón armado, incluso vibrado y curado, terminado.	112,85	88,74 €	10.014,31 €
kg	ACERO CORRUGADO B 500 S Acero corrugado B 500 S, colocado en cimientos y alzados, incluso p/p de despuntes, alambre de atar y separadores, terminado.	19251,29	1,05 €	20.213,85 €
m	BANDA DE PVC a = 220 mm Banda de PVC de 220mm de anchura para juntas de dilatación o construcción. Colocada	76,21	4,69 €	357,42 €
m2	IMPERM.DEPOS.MOR.HIDRAULIC. Impermeabilización de paramentos horizontales o verticales en paredes de depósitos, con revestimiento cementoso elástico e impermeable, a base de cementos modificados con polímeros, Prelastic 500 de COPSA o equivalente, incluso saturación previa del soporte, terminada.	358,34	11,08 €	3.970,41 €
ud	REJILLA VENTILACIÓN DEPÓSITO Rejilla para ventilación de cámara de aire de 20x20 cm. ejecutada con perfiles de acero laminado en frío, galvanizados, doble agrafado y construida con tubular 50x15x1,5 en bastidor, lamas fijas de espesor mínimo 0,8 mm., patillas de fijación, i/recipiento de albañilería.	6	177,82 €	1.066,92 €
ud	PATE DE POLIPROPILENO PARA ESCALERA Unidad de pate de escalera de polipropileno. Totalmente colocado.	19	4,19 €	79,61 €
m	ESCALERA VERTICAL C/GUARDAHOMBRE Escalera vertical gato con guardahombre con peldaño prefabricado de chapa de acero galvanizado y perforada de 2 mm. de espesor, huella de 250 mm., totalmente montada y colocada.	6	158,97 €	953,82 €
m2	TAPA DE ARQUETA CHAPA ESTRIADA Tapa metálica para arqueta, realizada con chapa estriada de 4/5 mm. de espesor con tirador ocultable, recercada en su cara inferior con angular metálico de 25x25x3 mm., y contracero de angular de 30x30x3 mm., elaborada en taller i/montaje en obra con recibido de albañilería.	0,64	78,21 €	50,05 €
ud	CARRETE PASAMUROS D=150mm Carrete pasamuros con placa de estanqueidad. Extremo embriddado; DN: 150; Material: acero inoxidable AISI 316; PN: 10; Longitud aproximada: 500 mm;	6	113,43 €	680,58 €

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
m2	FÁB.BLOQ.HORMIG.GRIS 40x20x20 cm Fábrica de bloques de hormigón color gris de medidas 40x20x20 cm., para terminación posterior, i/relleno de hormigón HM-20 N/mm <sup>2</sup> y armadura en zona según normativa y recibido con mortero de cemento y arena de río 1/6, i/p.p. de piezas especiales, roturas, aplomados, mivelados y limpieza todo ello según NTE-FFB-6.	145,07	20,07 €	2.911,55 €
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 3.2. VASO DEL DEPÓSITO</b>			<b>63.501,80 €</b>
	<b>SUBCAPÍTULO 3.3. CÁMARA DE LLAVES</b>			
m2	HORMIGÓN HM-20/P/20/I LIMPIEZA e=10 cm Hormigón de limpieza HM-20/P/20/I de espesor 10cm., en cimientos de muro, incluso preparación de la superficie de asiento, regleado y nivelado, terminado.	14,1	8,47 €	119,43 €
m2	ENCOFRADO RECTO OCULTO CIMENTOS Encofrado recto oculto en cimientos de muro, incluso clavazón y desencofrado, terminado.	7,44	13,53 €	100,66 €
m3	HORMIGÓN HA-25/P/20/Ila CIMENTOS Hormigón HA-25/P/20/Ila en cimientos de muro, incluso preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado.	4,06	79,75 €	323,79 €
m2	ENCOFRADO RECTO VISTO ALZ. MUROS H.A Encofrado recto visto en alzados de muros de hormigón armado, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado.	60,16	19,14 €	1.151,46 €
m3	HORMIGÓN HA-25/P/20/Ila EN ALZADOS Hormigón HA-25/P/20/Ila en alzados de muros de hormigón armado, incluso vibrado y curado, totalmente terminado.	5,56	85,36 €	474,60 €
kg	ACERO CORRUGADO B 500 S Acero corrugado B 500 S, colocado en cimientos y alzados, incluso p/p de despuntes, alambre de atar y separadores, terminado.	1070,27	1,05 €	1.123,78 €
m2	FÁB.BLOQ.HORMIG.GRIS 40x20x20 cm Fábrica de bloques de hormigón color gris de medidas 40x20x20 cm., para terminación posterior, i/relleno de hormigón HM-20 N/mm <sup>2</sup> y ar- madura en zona según normativa y recibido con mortero de cemento y arena de río 1/6, i/p.p. de piezas especiales, roturas,aplomados, mivelados y limpieza todo ello según NTE-FFB-6.	13,1	20,07 €	262,92 €
m2	ENFOSC. MAESTR.-FRATAS. 1/3 VER. Enfoscado maestreado y fratasado, de 20 mm. de espesor en toda su superficie, con mortero de cemento y arena de río (M-5), sobre paramentos verticales, con maestras cada metro, i/preparación y humedecido de soporte, limpieza, medios auxiliares con empleo, en su caso, de andamiaje homologado, así como distribución de material en tajos y p.p. de costes indirectos, s/NTE/RPE-7.	26,2	12,86 €	336,93 €
m2	PINTURA PLÁSTICA BLANCA Pintura plástica lisa blanca PROCOLOR YUMBO PLUS o equivalente en paramentos verticales y horizontales, lavable dos manos, i/ljado y emplastecido.	54,02	5,27 €	284,69 €
m2	FORJ.VIG.ARMADA SEMI.17+5 B70 Forjado 17+5 cm., formado por viguetas armadas semirresistentes de hormigón, separadas 70 cm. entre ejes, bovedilla cerámica 70x25x17 cm. y capa de compresión de 5 cm. de HA-25/P/20/I, elaborado en central, c/armadura (2,00 kg/m <sup>2</sup> ), terminado. Según normas NTE, EF- HE y EHE.	18,24	28,74 €	524,22 €
ud	PUERTA CHAPA LISA 90x200 GALV. Puerta de chapa lisa de 1 hoja de 90x200 cm. realizada con doble chapa de acero galvanizado de 1 mm. de espesor, perfiles de acero conformado en frío, herrajes de colgar y seguridad, cerradura con manilla de nylon, cerco de perfil de acero conformado en frío con garras para recibir a obra, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra.	2	75,24 €	150,48 €
m2	VENT.AL.B. CORREDERAS 2 HOJAS Carpintería de aluminio lacado blanco de 60 micras, en ventanas correderas de 2 hojas, mayores de 1 m <sup>2</sup> . y menores de 2 m <sup>2</sup> , de superficie total, compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-S.	0,72	81,73 €	58,85 €
m2	LUNA INCOLORA 4 mm. Acríslamato con luna incolora de 4 mm de espesor, fijación sobre carpintería con acuíando mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales y sellado en frío con silicona incolora, incluso cortes de vidrio y colocación de junquillos, según NTE-FVP-8	0,72	18,98 €	13,67 €
m2	ENTR.TRAMEX 30x30/30x2 GALV. Entramado metálico formado por rejilla de pletna de acero galvanizado tipo Tramex de 30x2 mm., formando cuadrícula de 30x30 mm. y bastidor con uniones electrosoldadas, i/ perfiles de apoyo, i/soldadura y ajuste a otros elementos.	1,89	170,28 €	321,83 €
m	BARANDILLA TUBO 90cm.TUBO VERT.20x20x1 Barandilla de 90 cm. de altura, construida con tubos huecos de acero laminado en frío, con pasamanos superior de 100x40x2 mm., inferior de 80x40x2 mm. dispuestos horizontalmente y montantes verticales de tubo de 20x20x1 mm. colocados cada 12 cm., soldados entre sí, i/patillas de anclaje cada metro, elaborada en taller, montaje y pintado en obra.	2,85	45,55 €	129,82 €
ud	SUM.SIF.PVC C/REJ.PVC 300x300 SV 90-110 Sumidero sifónico de PVC con rejilla de PVC de 300x300 mm. y con salida vertical de 90-110 mm.; para recogida de aguas pluviales o de locales húmedos, instalado y conexionado a la red general de desagüe, incluso con p.p. de pequeño material de agarre y medios auxiliares, y sin incluir arqueta de apoyo.	1	27,07 €	27,07 €
ud	CARRETE PASAMUROS D=150mm Carrete pasamuros con placa de estanqueidad. Extremo embriado; DN: 150; Material: acero inoxidable AISI 316; PN: 10; Longitud aproximada: 500 mm;	6	113,43 €	680,58 €
m	CONDUC.PVC JUN.ELÁST.PN 10 D=160	38,7	17,50 €	677,25 €

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
	Tubería de PVC de 160 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm2, c/p.p. de medios auxiliares, colocada y probada s/NTE-IFA-11.			
ud	ELECTROVÁLVULA D=150mm 16bar	1	2.962,42 €	2.962,42 €
	Electroválvula de compuerta de fundición PN 16 de 150 mm de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones, motor y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.			
ud	VÁLV.COMPUÉ.CIERRE ELAST.D=150mm	4	396,45 €	1.585,80 €
	Válvula de compuerta de fundición PN 16 de 150 mm de diámetro interior, cierre elástico, colocada en tubería de abastecimiento de agua, incluso uniones y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.			
ud	CARRETE DESMONTAJE D=150mm	6	455,11 €	2.730,66 €
	Carrete de desmontaje de fundición con junta de estanqueidad; DN:150. Material: S235JR; Ejecución: galvanizado en caliente.			
ud	CONTADOR CAUDAL WOLTMAN D=150mm	1	1.039,68 €	1.039,68 €
	Contador de caudal tipo Woltman con emisor de pulsos, colocado en tubería de abastecimiento de agua de 150 mm de diámetro, incluso uniones y accesorios y carrete de desmontaje, completamente instalado.			
ud	BOMBA DOSIFIC. DE PISTON Y MEMBRANA Q=5 l/s	1	595,49 €	595,49 €
	Bomba dosificadora de pistón y membrana de DOSAPRO o equivalente de las características siguientes.Rango de caudal: 0,5-5 l/h, contrapresión: 12 bar, cadencia: 144 gpm, regulación de caudal: 10-100%. Accionamiento: 120 W potencia motor, 220/380 V, 50 Hz, IP-55. Materiales: cuerpo y caja de válvulas en polipropileno, bolas cerámicas, asientos en Aflas y membrana en PTFE. I/accesorios de montaje, totalmente instalada y comprobada.			
ud	DEPÓSITO VERTICAL DE PRFV DE 500 l	1	687,89 €	687,89 €
	Depósito vertical de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 500 l de base plana y fondo superior bombeado de diámetro: 800 mm, altura de cilindro: 1.000 mm, altura total 1.110 mm de MIPS A o equivalente, construido con barrera química de resina Vinilester. Incluye boca de hombre superior y 2 tubuladuras de diferentes diámetros. Totalmente colocado.			
ud	REGULADOR CONT. DE CLORO LIBRE	1	2.729,92 €	2.729,92 €
	Medidor de cloro amperométrico con microporcesador, rango 0-2,0-5,0-10,0-20 ppm de Cl2, compensación automática de temperatura, dos puntos de intervención posicionables en toda la escala, programación del ciclo de lavado de la sonda, pogramación de retardo de alarma, calibración automática con salida 4-20 mA, célula amperométrica termocompensada con electrodos de platino y cobre, conexión 1/4", regulador de flujo, material en PVC y plexiglass, totalmente montado y probado			
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 3.3. CÁMARA DE LLAVES</b>				<b>19.093,89 €</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 3. DEPÓSITO AGUA TRATADA ETAP</b>				<b>90.063,89 €</b>

## CAPÍTULO 4. URBANIZACIÓN

### SUBCAPÍTULO 4.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS

m2	DESBROZ TERRENO SIN CLASIFICAR	787,64	0,53 €	417,45 €
	Desbrozo y limpieza superficial de terreno sin clasificar hasta una profundidad de 30 cm, por medios mecánicos, con carga y transporte de los productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluyendo la retirada de arbolado.			
m3	DESMONTE TERRENO SIN CLASF. I/TRANSPORTE	105,02	2,68 €	281,45 €
	Desmonte en terreno sin clasificar de la explanación con medios mecánicos, incluso transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo a cualquier distancia.			
m3	TERRAPLÉN C/SUELO SELECCIONADO	25,91	4,54 €	117,63 €
	Terraplén con suelo seleccionado procedente de préstamos CBR>20, incluyendo extendido, humectación y compactación. Totalmente terminado.			
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 4.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>816,53 €</b>

### SUBCAPÍTULO 4.2. RED VIARIA

m3	ZAHORRA NATURAL EN SUBBASE IP=0	78,32	12,95 €	1.014,24 €
	Zahorra natural, husos ZN(50)/ZN(20), en sub-base, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento, en capas de 20/25 cm. de espesor y con índice de plasticidad cero, medido sobre perfil.			
m2	HORMIGÓN HP-35 EN PAVIMENTOS	305,7	18,39 €	5.621,82 €
	Pavimento de hormigón HP-35 de resistencia característica a flexotracción, en espesores de 20/30 cm., incluso extendido, encofrado de borde, reglado, vibrado, curado con producto filmógeno, estriado o ranurado y p.p. de juntas.			
m2	PAV.BALDO.CEM.IMIT.PIEDRA 40x40	42,94	45,36 €	1.947,76 €
	Pavimento de baldosa hidráulica de cemento textura pétreo, en color, alta resistencia, de 40x40 cm., sobre solera de hormigón HM-20/P/20/l de 10 cm. de espesor, sentada con mortero 1/6 de cemento, i/p.p. de junta de dilatación, enlechado y limpieza.			
m	BORDI.HORM.BICAPA GRIS 9-10x20	110,3	11,75 €	1.296,03 €
	Bordillo de hormigón bicapa, de color gris, achaflanado, de 9 y 10 cm. de bases superior e inferior y 20 cm. de altura, colocado sobre solera de hormigón HM-20/P/20/l, de 10 cm. de espesor, rejuntado y limpieza, sin incluir la excavación previa ni el relleno posterior.			

### TOTAL SUBCAPÍTULO 4.2. RED VIARIA

m3	SUBCAPÍTULO 4.3. RED DE SANEAMIENTO Y PLUVIALES			
m3	EXCAVACION.CIMENTOS.Y POZOS ROCA MEDIOS.MECÁNICOS.	57,37	10,42 €	597,80 €
	Excavación en cimientos y pozos en roca con medios mecánicos, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.			

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
m3	RELLENO ZANJAS C/ARENA Relleno de arena en zanjas, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.	22,17	10,13 €	224,58 €
m3	RELLENO ZANJAS/MAT. PRÉSTAMO Relleno localizado localizado en zanjas con productos procedentes de préstamos de material seleccionado, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.	35,2	3,77 €	132,70 €
m	TUBO PVC LISO MULTICAPA ENCOL. 110mm Colector de saneamiento enterrado de PVC liso multicapa con un diámetro 110 mm. encolado. Con p.p. de medios auxiliares y sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas.	15,6	8,25 €	128,70 €
m	TUBO PVC CORR. J.ELÁS.SN8 C.TEJA 200mm Colector de saneamiento enterrado de PVC de pared corrugada doble color teja y rigidez 8 kN/m2; con un diámetro 200 mm., y con unión por junta elástica colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta estándar colocada y medios auxiliares, sin incluir excavación, ni arena ni posterior relleno de las zanjas. Con p.p. de medios auxiliares y sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas.	201,2	19,62 €	3.947,54 €
ud	ARQUETA REGISTRABLE HORM. 60x60x100 cm Arqueta de saneamiento registrable de 60x60x100 cm. interior, construida con hormigón armado, colocado sobre solera de hormigón en masa HM/20 de 10 cm. de espesor, losa de hormigón en base 20 cm. y tapa de fundición, terminada y con p.p. de medios auxiliares.	2	217,95 €	435,90 €
ud	CONO SUP. Y TAPA FUND POZO HORM D=100cm. Cono superior de pozo de registro de 100 cm. de diámetro interior y 1 m. de altura útil interior, formado por cuerpo del pozo de hormigón en masa encorfrado a una cara y 20 cm. de espesor con encorfrado metálico mediante molde de cuerpo y otro para formación de cono asimétrico de 40 cm. de altura como bracal para 20 posturas, incluyendo el cierre con marco y tapa de fundición, recibido de pates, con medios auxiliares, incluyendo la excavación y con relleno perimetral al tiempo que se ejecuta la formación del pozo.	7	409,00 €	2.863,00 €
m	POZO REGISTRO HORMIGON D=100cm. Pozo de registro de 100 cm. diámetro interior, formado por solera de hormigón de 20 cm. de espesor, ligeramente armada con mallazo, cuerpo del pozo de hormigón en masa encorfrado a una cara con molde metálico y con p.p. de medios auxiliares, pates y su recibido.	3,5	212,53 €	743,86 €
ud	TANQUE DEPURACIÓN PREFABRICADO 1700 l Tanque depuración de PRFV con un compartimento de decantación-digestión en cuyo interior se separan dos cámaras una de sedimentación y otra de digestión y un segundo compartimento de biofiltración. El volumen del tanque es de 1.700 l con una longitud de 1,70 m y un diámetro de 1,15 m, con un diámetro de entrada de agua bruta de 110 mm y el de salida de agua tratada también de 110 mm, y dos bocas de acceso de polipropileno, colocado sobre lecho de arena de río de 10 cm. de espesor, instalado y listo para funcionar, incluyendo excavación para su alojamiento, el relleno perimetral posterior, y con p.p. de medios auxiliares, ayudas de albañilería y solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 15 cm. de espesor sobre la instalación.	1	922,10 €	922,10 €
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 4.3. RED DE SANEAMIENTO Y PLUVIALES</b>				<b>9.996,18 €</b>

**SUBCAPÍTULO 4.4. CERRAMIENTO Y DIVISIONES**

m2	ENCOFRADO RECTO VISTO ALZ. MUROS H.A. Encofrado recto visto en alzados de muros de hormigón armado, incluso clavazón y desencofrado, totalmente terminado.	12,88	19,14 €	246,52 €
m3	HORMIGÓN HA-25/P/20/Ila EN ALZADOS Hormigón HA-25/P/20/Ila en alzados de muros de hormigón armado, incluso vibrado y curado, totalmente terminado.	1,84	85,36 €	157,06 €
kg	ACERO CORRUGADO B 500 S Acero corrugado B 500 S, colocado en cimientos y alzados, incluso p/p de despuntes, alambre de atar y separadores, terminado.	147,51	1,05 €	154,89 €
m	M.S/T PLASTIF. 40/14-17 V. 2,00 Cercado de 2,00 m. de altura realizado con malla simple torsión plastificada en verde, de trama 40/14-17, tipo Teminsa y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm. de diámetro, p.p. de postes de esquina, jambones y tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada i/replanteo y recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/I de central.	317	23,20 €	7.354,40 €
ud	PUERTA CORR. S/CARRIL TUBO 5x2 Puerta corredera sobre carril de una hoja de 5x2 m. formada por bastidor de tubo de acero laminado 60x60x2 mm. y rejilla electrosoldada provista de carril de rodadura para empotrar en el pavimento, poste de tope y puente guía provistos de rodillos diam 100, orejitas para cerradura, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra.	1	914,38 €	914,38 €
ud	CANCELA TUBO ACERO LAMI.FRÍO 2 HOJAS 4X2 M Cancela de 2 hojas de 4,00x2,00m. con marco de perfil rectangular con pestaña PDS-26 (40x30cm), rejilla electrosoldada 200x50 de diámetro 5, poste zincado o galvanizado diámetro 60, dispositivo para candado, barra de tranca, pasador de pie, i/herrajes de colgar y seguridad, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra.	2	543,44 €	1.086,88 €
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 4.4. CERRAMIENTO Y DIVISIONES</b>				<b>9.914,13 €</b>

**TOTAL CAPÍTULO 4. URBANIZACIÓN****30.606,69 €****CAPÍTULO 5. INSTALACIONES ELÉCTRICAS****SUBCAPÍTULO 5.1. INSTALACIÓN DE M.T.****APARTADO 5.1.1. INSTALACIÓN DE M.T. EN E.T.A.P.****54.947,12 €**

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
	<b>APARTADO 5.1.2. INSTALACIÓN DE M.T. EN CAPTACIÓN</b>			<b>29.064,13 €</b>
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 5.1. INSTALACIÓN DE M.T.</b>			<b>84.011,25 €</b>
	<b>SUBCAPÍTULO 5.2. INSTALACIÓN DE B.T.</b>			
	<b>APARTADO 5.2.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA E.T.A.P</b>			<b>71.675,23 €</b>
	<b>APARTADO 5.2.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN DÉPOSITOS</b>			<b>6.128,45 €</b>
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 5.2. INSTALACIÓN DE B.T</b>			<b>77.803,68 €</b>
	<b>TOTAL CAPÍTULO 5. INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>			<b>161.814,93 €</b>
	<b>CAPÍTULO 6. AUTOMATISMOS Y TELECONTROL</b>			
ud	RACK DEPORTADO EN CAPTACIÓN	1	5.147,89 €	5.147,89 €
	Rack deportado en captación de agua con GSM totalmente instalada, probada y puesta en marcha, según especificaciones técnicas, incluye: Tarjetas y racks de E/S, Alimentación independiente para sensores y estación, Fuente de alimentación de seguridad. Incluye también el montaje en cuadro con armario HIMEL IP55 700 x 500 x 300 con placa de montaje, protecciones diferencial y manetotérmica, medidores de nivel y/ presión, relés adaptadores de señales de campo, base de enchufe, carril, bornas, canal y pequeño material eléctrico.			
ud	ESTACIÓN REMOTA DEP. DISTRIBUCIÓN	3	3.655,41 €	10.966,23 €
	Estación remota en nuevos depósitos a construir con 12ED, 4SD, 4FA y 0SA con GSM totalmente instalada, probada y puesta en marcha, según especificaciones técnicas, incluyendo: Procesador Nec 31 bits, Memoria SRAM 512 Kb, DRAM 8 Mb, Flash Eprom 2Mb, Reloj y salvaguardado por pila, Modem RTC V34 integrado, 1 puerto RS232; 2 puertos RS485, Batería de litio de respaldo, Servidor web integrado; translado de alarmas, fax, e-mail, automatismos, Tarjetas y racks de E/S, Alimentación independiente para sensores y estación, Fuente de alimentación de seguridad y Modem GSM con antena Yagui, fuente de alimentación, puerto RS232 y accesorios. Incluye también el montaje en cuadro con armario HIMEL IP55 700x500x300 con placa de montaje, protecciones diferencial y manetotérmica, medidores de nivel y/ presión, relés adaptadores de señales de campo, base de enchufe, carril, bornas, canal y pequeño material eléctrico.			
ud	MEDIDOR DE NIVEL SUMERGIBLE	3	629,27 €	1.887,81 €
	Medidor sumergible de nivel PTX1730 en acero inoxidable, rango a elegir con salida 4-20 mA y 10 metros de cable, totalmente colocado y probado.			
ud	MEDIDOR DE PRESIÓN	2	323,90 €	647,80 €
	Medidor de presión PTX1400 en acero inoxidable, rango a elegir con salida 4-20 mA, totalmente colocado y probado.			
ud	BOYA DE NIVEL DE SEGURIDAD	9	55,52 €	499,68 €
	Boya de nivel de seguridad contruida con material plastico, libre de mercurio y con una longitud de cable de 8 m, totalmente colocada y probada			
ud	DETECTOR DE FLUJO	2	231,35 €	462,70 €
	Detector de inserción para tuberías en carga, fabricado en latón, y con contacto libre de tensión, totalmente colocado y probado			
ud	MEDIDOR DE CONSUMO O VOLTAJE	2	307,23 €	614,46 €
	Medidor de consumo o voltaje (380V). Totalmente colocado y probado			
ud	SISTEMA CONTROL EN CCM	1	19.624,63 €	19.624,63 €
	Sistema de control de la E.T.A.P. compuesto por automata programable modelo PREMIUM UNIT 200, marca TELEMECANICA ó equiv, con procesador central, fuente de alimentación, memoria RAM para 256 entradas digitales y 128 salidas, fuentes de alimentación comunitada de 3 y 5 amps, módulos para 24 entradas analógicas aisladas y módulos para 48 salidas analógicas con punto común. Incluye programación del PLC según criterios, elementos auxiliares para el correcto funcionamiento de la instalación, terminal táctil de 10,2" TFT 64K colores ETH, dossier completo en soporte informático y papel con el listado de in-outs y programa, p.p. de pequeño material, medios auxiliares y costes indirectos. Totalmente instalado, conexiónado y funcionando			
ud	SINOPTICO MOSAICO 1X0,75 M <sup>2</sup>	1	6.586,73 €	6.586,73 €
	Sinóptico sobre mosaico de dimensiones 1000x750, con 50 puntos luminosos bicolores y 11 visualizadores pseudoalfanuméricos de 4 dígitos, equipo controlador (1 tarjeta CPU-Interface, 4 tarjetas para leds, de 128 salidas, con protocolo RS-232, 1 tarjeta para displays, 10/20 salidas, RS-232, 1 fuente de alimentación a 220V/5V 12A, 1 fuente de alimentación a 220V/12V 5A), con marco bastidor formado por estructura de 3400mm por 1400mm de altura para montaje mural sobre hueco. Incluyendo transporte a obra, p/a de pequeño material, medios auxiliares y costes indirectos. Totalmente instalado conectado y funcionando.			
	<b>TOTAL CAPÍTULO 6. AUTOMATISMOS Y TELECONTROL</b>			<b>46.437,93 €</b>

**CAPÍTULO 7. ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS****SUBCAPÍTULO 7.1. EQUIPOS EN CAPTACIÓN**

ud	BOMBA CENTRIFUGA 37 kW	2	10.230,00 €	20.460,00 €
	Bomba de eje vertical CAPRARI KKCM 100N o equivalente para impulsar agua bruta a ETAP, de las características siguientes: Caudal: 58,7 m <sup>3</sup> /h, altura manométrica: 67,1 m.c.a. Accionamiento: 37 kW de potencia motor, 2900 rpm, 400 V, IP55, clase de aislamiento F. Materiales: cuerpo de aspiración y cuerpo de impulsión en fundición, rodamiento en fundición, eje en acero inoxidable, cojinete en acero y junta de cierre en goma nitrílica			
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 7.1. EQUIPOS EN CAPTACIÓN</b>			<b>20.460,00 €</b>

**SUBCAPÍTULO 7.2. CONEXIONES HIDRÁULICAS E.T.A.P Y DÉPOSITOS**

m3	EXCAV ZANJA TIERRA C/ENTIB. Y AGOTAM	32,34	3,37 €	108,99 €
----	--------------------------------------	-------	--------	----------

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
	Excavación en zanja en tierra, con entibación y agotamiento de agua, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.			
m3	EXCAVACION.CIMIENTOS.Y POZOS ROCA MEDIOS.MECÁNICOS. Excavación en cimientos y pozos en roca con medios mecánicos, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.	27,3	10,42 €	284,47 €
m3	RELLENO ZANJAS C/ARENA Relleno de arena en zanjas, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.	37,44	10,13 €	379,27 €
m3	HORMIGÓN HP-35 EN PAVIMENTOS  Pavimento de hormigón HP-35 de resistencia característica a flexo-tracción, en espesores de 20/30 cm., incluso extendido, encofrado de borde, regleado, vibrado, curado con producto filmógeno, estriado o ranurado y p.p. de juntas.	19,2	91,94 €	1.765,25 €
m	COND.POLIET.PE 100 PN 16 D=200mm.  Tubería de polietileno alta densidad PE100, de 200 mm de diámetro nominal y una presión de trabajo de 16 kg/cm2, suministrada en barras, colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de elementos de unión y medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni arena, ni el relleno posterior de la zanja, colocada s/NTE-IFA-13.	105	27,49 €	2.886,45 €
m	COND.POLIET.PE 100 PN 16 D=160mm.  Tubería de polietileno alta densidad PE100, de 160 mm de diámetro nominal y una presión de trabajo de 16 kg/cm2, suministrada en barras, colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de elementos de unión y medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni arena, ni el relleno posterior de la zanja, colocada s/NTE-IFA-13.	299	18,39 €	5.498,61 €
m	CONDUC.FUNDICIÓN DÚCTIL C/ENCH. D=150  Tubería de fundición dúctil de 150 mm de diámetro interior colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de junta estándar colocada y medios auxiliares, sin incluir excavación, ni arena ni posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	36	34,51 €	1.242,36 €
ud	TE ELECTROSOLDABLE PE-AD 90º D=200mm Te electrosoldable de polietileno alta densidad de 200 mm. de diámetro, colocado en tubería de polietileno de abastecimiento de agua, sin incluir el dado de anclaje, completamente instalado.	1	440,09 €	440,09 €
ud	TE ELECTROSOLDABLE PE-AD 90º D=160mm Te electrosoldable de polietileno alta densidad de 160 mm. de diámetro, colocado en tubería de polietileno de abastecimiento de agua, sin incluir el dado de anclaje, completamente instalado.	3	180,96 €	542,88 €
ud	CODO ELECTROS. PE-AD 90º D=160mm Codo de 90º electrosoldado de polietileno alta densidad de 160 mm. de diámetro, colocado en tubería de polietileno de abastecimiento de agua, sin incluir el dado de anclaje, completamente instalado.	2	125,98 €	251,96 €
ud	MANGUERO REDUCIDO ELECTRO. PE-AD D=200/160mm  Manguito reducido electrosoldado de polietileno alta densidad de 200/160 mm. de diámetro, colocado en tubería de polietileno de abastecimiento de agua, sin incluir el dado de anclaje, completamente instalado.	1	189,40 €	189,40 €
ud	TE FUNDICIÓN I/JUNTAS D=150mm. Te de fundición con tres enchufes de 150 mm. de diámetro, colocado en tubería de fundición de abastecimiento de agua, i/juntas, sin incluir dado de anclaje, completamente instalado.	2	106,52 €	213,04 €
ud	VENTOSA TRIFUNCIONAL DN2" TUB 150mm  Ventosa trifuncional de 2" de un solo cuerpo con sistema de cierre por disco plano actuado por levas o palancas de ROSS o equivalente, con cuerpo y tapa de fundición y partes internas de acero inoxidable, colocada en tubería de abastecimiento de agua de 150 mm de diámetro, i/juntas y accesorios, completamente instalada y probada.	1	616,19 €	616,19 €
ud	ANCLAJE CODO COND.AGUA.D=60-225  Dado de anclaje para codo de 45º o 90º en conducciones de agua, de diámetros comprendidos entre 60 y 225 mm., con hormigón HA-25/P/20/Ila, elaborado en central para relleno del dado, i/excavación, encofrado, colocación de armaduras, vibrado, desencofrado y arreglo de tierras, s/NTE-IFA-15-16.	2	45,59 €	91,18 €
ud	ANCLAJE T COND.AGUA.D=150-160 mm Dado de anclaje para pieza en T en conducciones de agua, de diámetros comprendidos entre 150 y 160 mm., con hormigón HA-25/P/20/I, elaborado en central para relleno del dado, i/excavación, encofrado, colocación de armaduras, vibrado, desencofrado y arreglo de tierras, s/NTE-IFA-17.	6	40,27 €	241,62 €
ud	ANCLAJE T COND.AGUA.D=200-225 mm Dado de anclaje para pieza en T en conducciones de agua, de diámetros comprendidos entre 200 y 225 mm., con hormigón HA-25/P/20/Ila, elaborado en central para relleno del dado, i/excavación, encofrado, colocación de armaduras, vibrado, desencofrado y arreglo de tierras, s/NTE-IFA-17.	1	43,55 €	43,55 €
ud	CONO SUP. Y TAPA FUND POZO HORM D=100cm.  Cono superior de pozo de registro de 100 cm. de diámetro interior y 1 m. de altura útil interior, formado por cuerpo del pozo de hormigón en masa encofrado a una cara y 20 cm. de espesor con encofrado metálico mediante molde de cuerpo y otro para formación de cono asimétrico de 40 cm. de altura como bocal para 20 posturas, incluyendo el cierre con marco y tapa de fundición, recibido de pates, con medios auxiliares, incluyendo la excavación y con relleno perimetral al tiempo que se ejecuta la formación del pozo.	1	409,00 €	409,00 €
m	POZO REGISTRO HORMIGON D=100cm. Pozo de registro de 100 cm. diámetro interior, formado por solera de hormigón de 20 cm. de espesor, ligeramente armada con mallazo, cuerpo del pozo de hormigón en masa encofrado a una cara con molde metálico y con p.p. de medios auxiliares, pates y su recibido.	0,6	212,53 €	127,52 €
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 7.2. CONEXIONES HIDRÁULICAS E.T.A.P Y DEPÓSITOS</b>				<b>15.331,83 €</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 7 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS</b>				<b>36.117,78 €</b>

UD	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
<b>CAPÍTULO 8. INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA</b>				
ud	<b>CAPTADOR FOTOVOLTAICO</b> Módulo fotovoltaico Isotrópico ISF-150 ó equivalente de Silicio Monocristalino - 156 mm x 156 mm., 13,5 Kg., 150W de potencia nominal , 22,6V de tensión en cto. abierto, 8,70 amperios de corriente de cortocircuito.	62	424,80 €	26.337,60 €
ud	<b>INVERSOR FOTOVOLTAICO</b> Inversor fotovoltaico marca Sunny Boy, modelo 4000TL, 4000W de potencia nominal, 50 Hz / 230V, Eficiencia de 96,4% - 97%, IP65, 22 amp de intensidad máxima de salida.	2	1.753,00 €	3.506,00 €
m	<b>SISTEMA DE MONITORIZACIÓN</b> Sistema de monitorización el cual incluye cuatro tarjetas RS-485, dos dispositivos GSM/GPRS, cable convertidor RS-485/RS-232 USB, sensores de temperatura, insolación y anemómetro, software técnico para la monitorización y seguimiento de la instalación y PC.	1	2.349,00 €	2.349,00 €
m	<b>ARMARIO</b> Ud. Armario estanco marca Uriarte modelo Safybox ART-107, IP55 de policarbonato autoextinguible, 1000 x 750 x300mm, o similar.	1	591,18 €	591,18 €
m	<b>CAJA ESTANCA</b> Ud. Caja estanca marca Uriarte modelo Safybox CA-1515s, IP-66 de material termoplástico autoextinguible, Clase II, 135 x 135 x 130 mm con prensaestopas; o similar.	4	18,54 €	74,16 €
m	<b>CONDUCTOR COBRE</b> Conductor de cobre unipolar flexible de tensión nominal 0,6/1kV con aislamiento de polipropileno reticulado XLPE Iristech de Pirelli o similar de 1x35 mm <sup>2</sup> libre de halógenos, no propagador del incendio, con baja emisión de gases tóxicos y corrosivos y baja opacidad de humos.	60	2,35 €	141,00 €
<b>TOTAL CAPÍTULO 8. INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA</b>				<b>32.998,94 €</b>

**TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL****887.006,29 €**

## **12.7. ÍNDICE DE FIGURAS DE LA MEMORIA**

FIG. 2.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE CABO VERDE

Fte: <http://mapadeafrica.net/mapa-fisico-de-africa> (modificación propia) ..... 7

FIG. 2.2. ISLAS DE CABO VERDE Y SITUACIÓN DE CIDADE VELHA

Fte: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1a/Topographic\\_map\\_of\\_Cape\\_Verde-es.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1a/Topographic_map_of_Cape_Verde-es.svg)

(modificación propia) ..... 8

FIG. 2.3. VISTA DESDE SATÉLITE DE CIDADE VELHA

Fte: <http://maps.google.es/> ..... 9

FIG. 2.4. AGUA PROCEDENTE DE RIO ARRIBA

Fte: propia. Año 2004 ..... 10

FIG. 2.5. DESEMBOCADURA EN MAR DEL AGUA PROCEDENTE DE RIVERA GRANDE

Fte: propia. Año 2004 ..... 11

FIG. 2.6. VALLE DE RIBERA GRANDE

Fte: propia. Año 2008 ..... 12

FIG. 2.7. CIDADE VELHA. FOTOGRAFÍA DESDE SANTA CLARA

Fte: [http://www.bestourism.com/img/items/big/1246/Cidade-Velha\\_Aerial-view\\_4686.jpg](http://www.bestourism.com/img/items/big/1246/Cidade-Velha_Aerial-view_4686.jpg) ..... 13

FIG. 2.8. CIDADE VELHA. FOTOGRAFÍA DESDE LA REAL FORTALEZA DE S. FELIPE. S. XVI.

Fte: propia. Año 2002 ..... 14

FIG. 2.9. CIDADE VELHA. CENTRO URBANO. PILOURINHO O PICOTA. S. XVI.

Fte: propia. Año 2002 ..... 14

## FIG. 3.1. SITUACIÓN E.T.A.P. RESPECTO A CAPTACIÓN

Fte: propia y modificada ..... 17

## FIG. 4.1. NÚMERO DE HABITANTES SEGÚN ZONA

Fte: <http://www.citypopulation.de/CapeVerde.html> ..... 18

## FIG. 5.1. ESQUEMA GENERAL DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA

Fte: Propia ..... 22

## FIG. 6.1. VISTA EN SECCIÓN DE OBRA DE CAPTACIÓN DE LA E.T.A.P. DE CIDADE VELHA

Fte: Propia ..... 24

## FIG. 6.2. VISTA EN PLANTA DE OBRA DE CAPTACIÓN DE LA E.T.A.P. DE CIDADE VELHA

Fte: Propia ..... 24

## FIG. 6.3. ARQUETA DE CAUDALÍMETRO DE LA E.T.A.P.

Fte: Propia ..... 28

## FIG. 6.4. ARQUETA DE BYPASS DE LA E.T.A.P.

Fte: Propia ..... 30

## FIG. 6.5. EJEMPLO DE CÁMARA DE MEZCLA CON ELECTROAGITADOR

Fte: [http://3.bp.blogspot.com/\\_pVBUxeQ8h5U/TA0twCADrLI/AAAAAAAEEU/7LPqYrJWkp4/s320/flash-mixing.jpg](http://3.bp.blogspot.com/_pVBUxeQ8h5U/TA0twCADrLI/AAAAAAAEEU/7LPqYrJWkp4/s320/flash-mixing.jpg) ..... 31

## FIG. 6.6. CURVA DE PROGRESO DE CLORO RESIDUAL FRENTE A CLORO AÑADIDO

Fte: Manual técnico del agua. Degremont. Capítulo 15. Oxidación-desinfección ..... 34

## FIG. 6.7. ZONAS DE FORMACIÓN DE LAS CLORAMINAS

Fte: <http://www.elaguapotable.com/cloram1.gif> ..... 36

## FIG. 6.8. NEUTRALIZACIÓN COLOIDAL

Fte: <http://www.fortunecity.es/felices/andorra/51/coagulante.jpe> ..... 37

**FIG. 6.9. POTENCIAL "Z" Y CAPAS ELÉCTRICAS EN LAS PARTÍCULAS COAGULADAS**

Fte:[http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/ap/ciencias\\_quimicas\\_y\\_farmaceuticas/ap-fisquim-farm12/images/fig1002.gif](http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/ap/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/ap-fisquim-farm12/images/fig1002.gif).....38

**FIG. 6.10. COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN**

Fte: Propia.....42

**FIG. 6.11. AGLOMERACIÓN DE PARTÍCULAS COAGULADAS**

Fte: Propia.....43

**FIG. 6.12. FLUJO ASCENSIONAL DE AGUA Y SEDIMENTACIÓN DE PARTÍCULAS EN DECANTADOR**

Fte: Sedimentación. Ing. Victor Maldonado Yactayo.  
<http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualII/tomoII/siete.pdf>.....46

**FIG. 6.13. EFECTO DE INTRODUCCIÓN DE SUPERFICIES INTERMEDIAS EN DECANTADORES CONVENCIONALES**

Fte: Sedimentación. Ing. Victor Maldonado Yactayo.  
<http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualII/tomoII/siete.pdf> .....48

**FIG. 6.14. INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE SEDIMENTACIÓN AL AUMENTAR EL AREA SUPERFICIAL**

Fte: Sedimentadores laminares. Ing. José Pérez (C.E.P.I.S.)  
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan/007926/07926-15.pdf>.....50

**FIG. 6.15. EQUIVALENCIA SUPERFICIAL ENTRE DECANTADOR DE PLACAS HORIZONTALES E INCLINADAS**

Fte: [http://www.acsmedioambiente.com/equipos/clarificador\\_lamella.htm](http://www.acsmedioambiente.com/equipos/clarificador_lamella.htm) .....52

**FIG. 6.16. TRAYECTORIA DE PARTÍCULA EN PLACAS PARALELAS INCLINADAS**

Fte: Sedimentación. Ing. Victor Maldonado Yactayo.  
<http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualII/tomoII/siete.pdf>.....53

**FIG. 6.17. PARÁMETRO "S" SEGÚN EL TIPO DE MÓDULO**

Fte: Sedimentación. Ing. Victor Maldonado Yactayo.

<http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomoII/siete.pdf>.....55

**FIG. 6.18. PARTES DE DECANTADOR LAMELAR**

Fte: <http://mto2aerator.blogspot.com/p/lamella.html> (modificación propia).....56

**FIG. 6.19. MÓDULOS LAMELARES**

Fte: <http://www.ictisp.com/~filtec/decantek.htm> .....58

**FIG. 6.20. FLUJO ASCENSIONAL DE AGUA Y SEDIMENTACIÓN DE PARTÍCULAS EN EL DECANTADOR**

Fte: <http://www.thewatertreatments.com/wastewater-sewage-treatment/clariflocculator>.....59

**FIG. 6.21. FILTRO. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO**

Fte: Filtración de arena. Manual técnico. (<http://www.regaber.com/>)

<http://www.hidroglobal.com/libreria/Manual%20Filtraci%20Arena.pdf>.....65

**FIG. 6.22. PROCESOS DE FILTRADO Y LAVADO**

Fte: [http://www.edarma.com/informacion/Present\\_EDASAND\\_Edarma\\_ES.pdf](http://www.edarma.com/informacion/Present_EDASAND_Edarma_ES.pdf) .....66

**FIG. 6.23. FUNCIONAMIENTO DE FILTRO**

Fte: [http://www.edarma.com/informacion/Present\\_EDASAND\\_Edarma\\_ES.pdf](http://www.edarma.com/informacion/Present_EDASAND_Edarma_ES.pdf)

(modificación propia) .....69

**FIG. 6.24. ÁCIDO HIPOCLOROSO VS. ION HIPOCLORITO**

Fte: [http://www.itc.es/pdf/Technical\\_documents/Agua-mara-Esp.pdf](http://www.itc.es/pdf/Technical_documents/Agua-mara-Esp.pdf) .....75

**FIG. 6.25. ESPESADOR DE GRAVEDAD**

Fte: <http://www.salher.com/download/Catalogos/espanol.pdf> .....80

**FIG. 6.26. ZONAS DEL ESPESADOR DE GRAVEDAD**

Fte: <http://www.salher.com/download/Catalogos/espanol.pdf> .....81

## FIG. 6.27. SECCIÓN 3D DEL ESPESADOR DE GRAVEDAD

Fte: <http://www.mipsa.es/producto/decantadores-y-espesadores-de-fangos> ..... 82

## FIG. 8.1. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTEMPERIE (CTI)

Fte: <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:DSCN9488.JPG> ..... 99

## FIG. 8.2. ESQUEMA ELÉCTRICO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Fte: Propia..... 100

## FIG. 8.3. PÉRDIDAS DE ENERGÍA SOLAR ANTES DE LLEGAR A LA TIERRA

Fte: [http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/La\\_energ%C3%ADa\\_proveniente\\_del\\_sol](http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/La_energ%C3%ADa_proveniente_del_sol)..... 102

## FIG. 8.4. EXPULSIÓN DE ELECTRÓN DE SU POSICIÓN NORMAL

Fte: <http://proteccionradiologica.wordpress.com/2009/12/> ..... 103

## FIG. 8.5. PLACA FOTOVOLTAICA. UNIÓN PN

Fte:[http://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/home\\_main\\_frame/03\\_celula/01\\_basico/3\\_celula\\_03.htm](http://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/home_main_frame/03_celula/01_basico/3_celula_03.htm)..... 104

## FIG. 8.6. PLACA FOTOVOLTAICA. UNIÓN PN

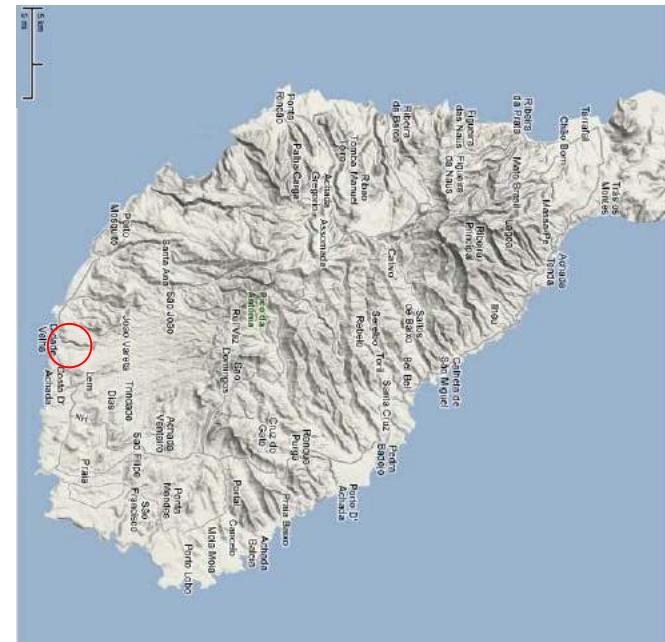
Fte: [http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/La\\_energ%C3%ADa\\_proveniente\\_del\\_sol](http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/La_energ%C3%ADa_proveniente_del_sol)..... 105

## FIG. 8.7. ESTRUCTURA DE PLACA SOLAR FOTOVOLTAICA

Fte: [http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/La\\_energ%C3%ADa\\_proveniente\\_del\\_sol](http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/La_energ%C3%ADa_proveniente_del_sol)..... 106

## **ÍNDICE DE PLANOS**

- 1. EMPLAZAMIENTO Y LOCALIZACIÓN**
- 2. SOLUCIÓN GENERAL ADOPTADA**
- 3.1. E.T.A.P. URBANIZACIÓN E.T.A.P. Y DEPÓSITO. ENTRADAS Y SALIDAS HIDRÁULICAS**
- 3.2. E.T.A.P. ESQUEMA FUNCIONAL**
- 3.3. E.T.A.P. REDES DE TUBERÍAS**
- 3.4. E.T.A.P. CÁMARAS DE FLOCULACIÓN Y DECANTACIÓN**
- 3.5. E.T.A.P. DEPÓSITO DE HOMOGENEIZACIÓN DE FANGOS**
- 3.6. E.T.A.P. ESPESADOR Y DEPÓSITO DE FANGOS ESPESADOS**
- 3.7. E.T.A.P. EQUIPOS DE FILTRACIÓN**
- 3.8. E.T.A.P. ARQUETA CAUDALÍMETRO**
- 3.9. E.T.A.P. ARQUETA BY-PASS**
- 4.1. NAVE INDUSTRIAL. IMPLANTACIÓN**
- 4.2. NAVE INDUSTRIAL. ALZADOS**
- 4.3. NAVE INDUSTRIAL. PLANTA DE CUBIERTA Y ALZADOS**
- 5.1. DEPÓSITO DE AGUA TRATADA. PLANTA Y ALZADOS**



## CAPTACIÓN

		<b>E.T.A.P. CIDADE VELHA, CABO VERDE</b>	
		Designación del plano:	PLANO N°
FECHA: ENE - 2012	ESCALA: Original A3	EMPLAZAMIENTO Y LOCALIZACIÓN	1
AUTOR DEL PROYECTO			
<b>DANIEL SEGURA PÉREZ</b>			

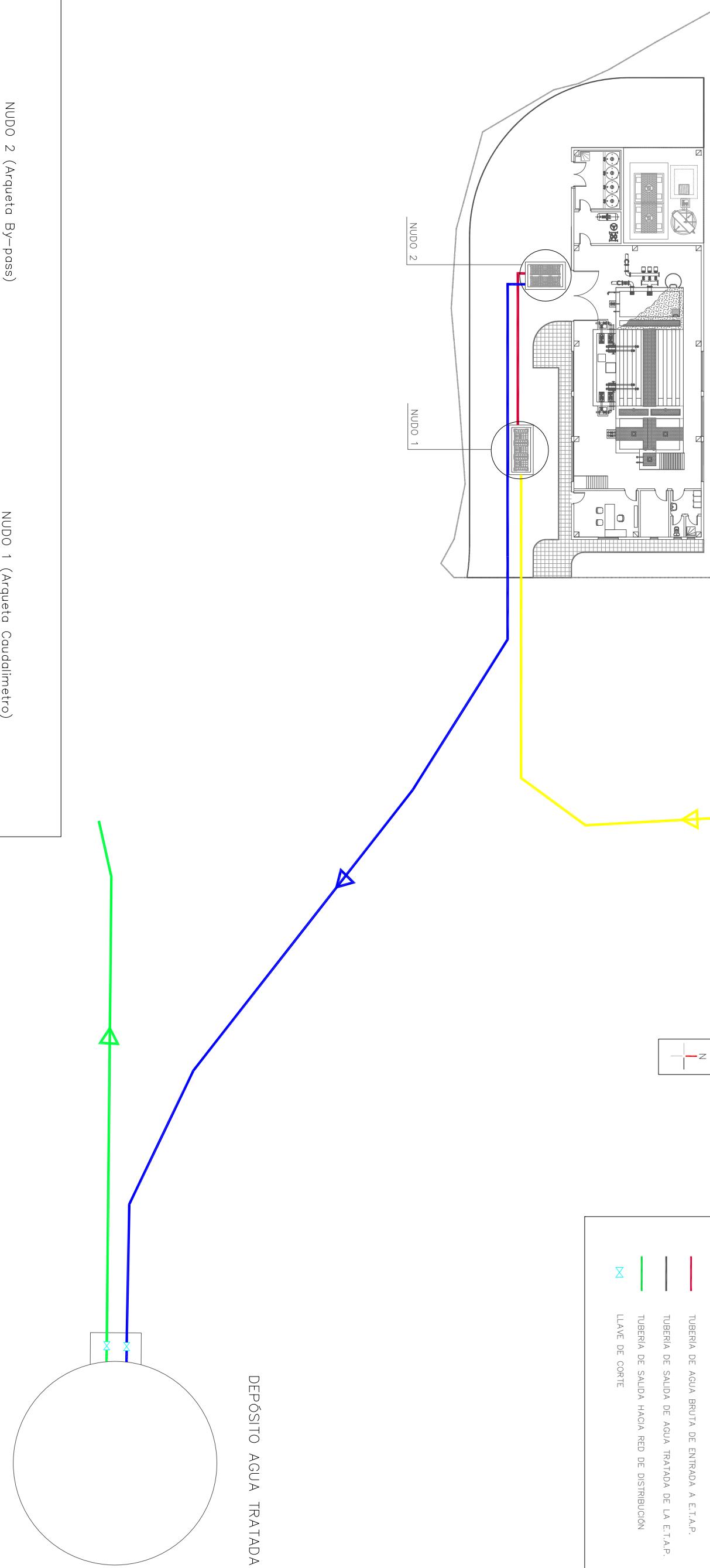


E.T.A.P.

LEYENDA

	TUBERIA DE AGUA BRUTA PROCEDENTE DE CAPTACION
	TUBERIA DE AGUA BRUTA DE ENTRADA A E.T.A.P.
	TUBERIA DE SALIDA DE AGUA TRATADA DE LA E.T.A.P.
	TUBERIA DE SALIDA HACIA RED DE DISTRIBUCION
	LLAVE DE CORTE

DEPÓSITO AGUA TRATADA



NUDO 2 (Arqueta By-pass)

SALIDA DE DECANTADOR

ACERO  $\phi 200$

2.15

0.20

1.75

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

0.20

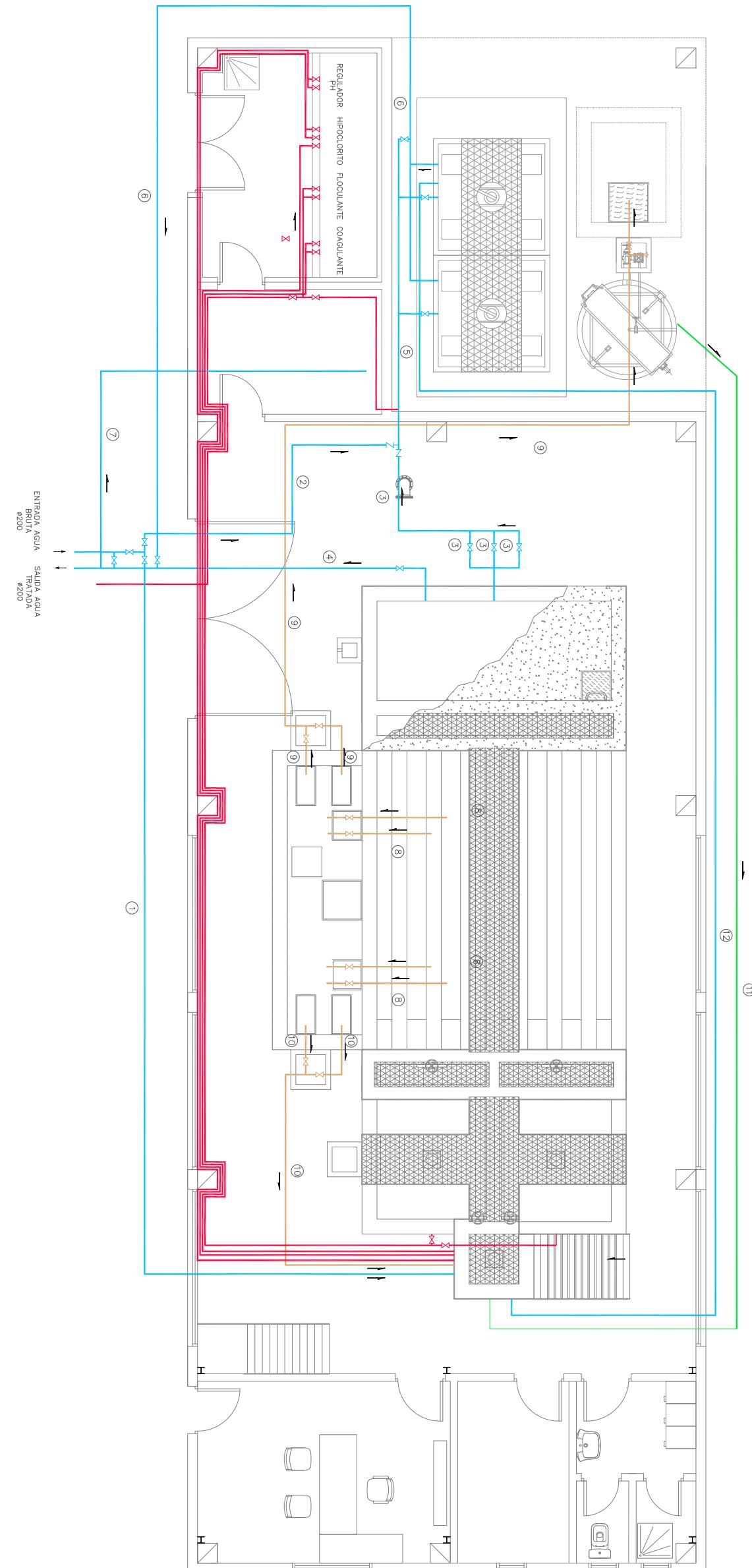
0.20

0.20

0.20

0.20





E.T.A.P. CIDADE VELHA, CABO VERDE

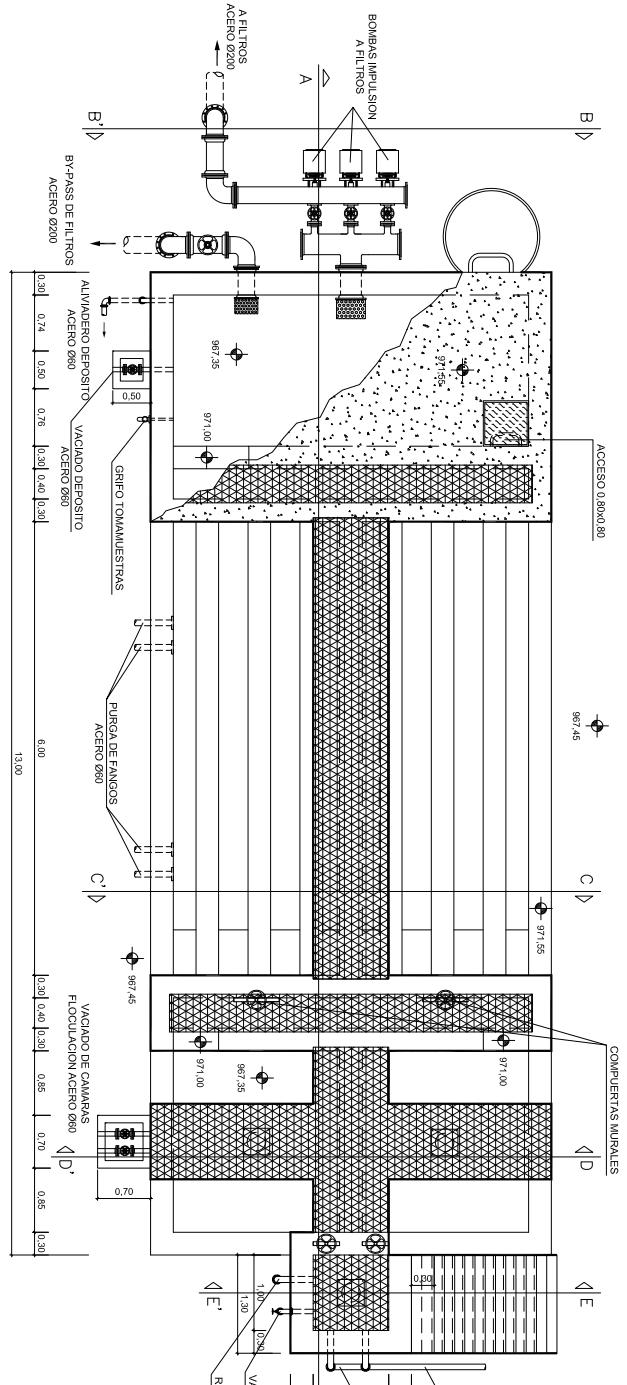
E.T.A.P. REDES DE TUBERÍAS

3.3

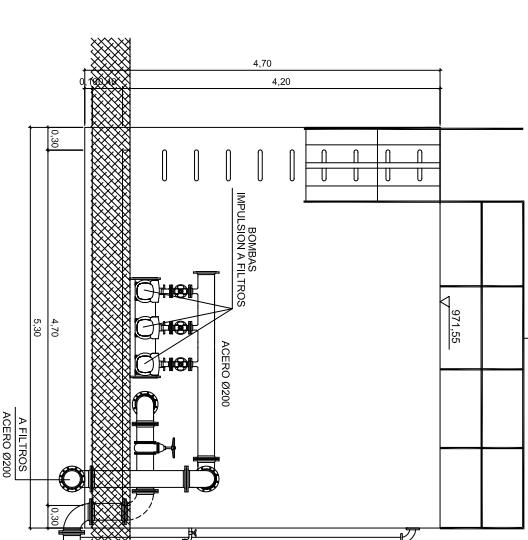
卷之三

AUTOR DEL PROYECTO

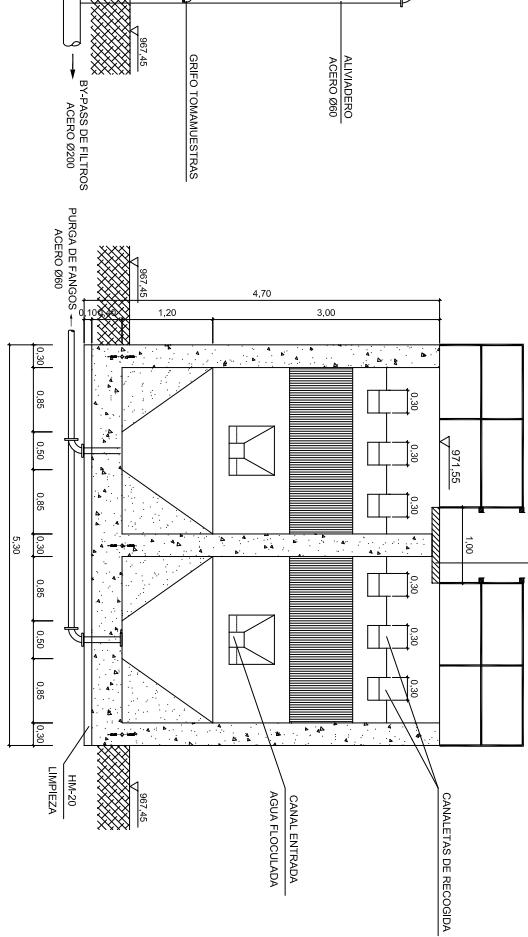
DANIEL SEGURA PÉREZ



SECCION D-D'  
CAMARA DE FLOCULACION



SECCION E-E'  
CAMARA DE MEZCLA



SECCION A-A'



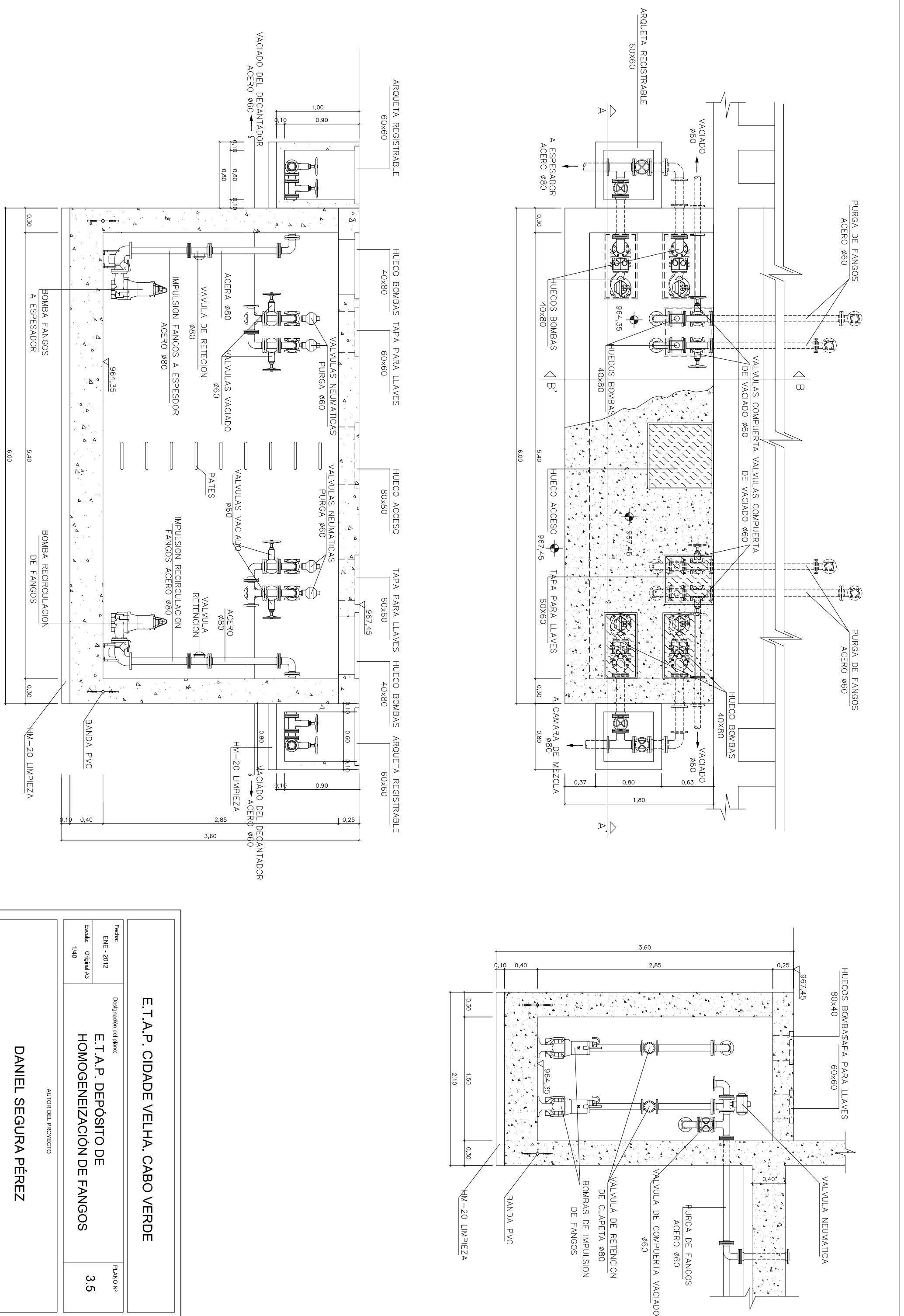
SECCION FRONTAL

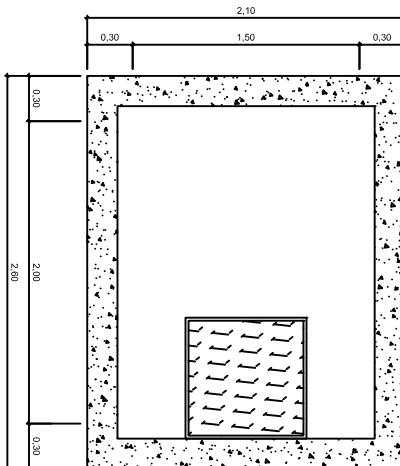
SECCION LATERAL

<b>E.T.A.P. CIDADE VELHA. CABO VERDE</b>		
Fecha: ENE-2012 Escala: 1/100	Designación del plano: <b>E.T.A.P. CÁMARAS DE FLOCULACIÓN Y DECCANTACIÓN</b>	PLANO N° <b>3.4</b>

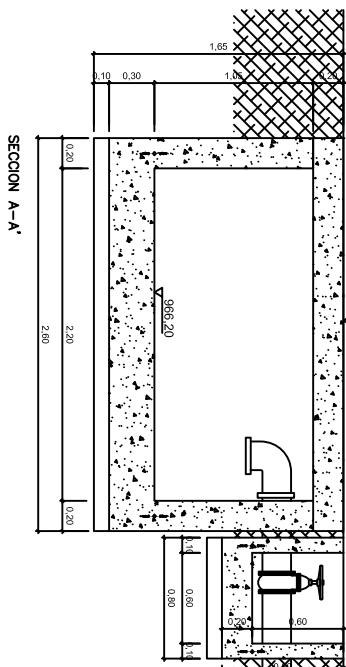
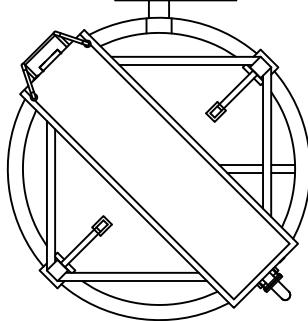
AUTOR DEL PROYECTO

DANIEL SEGURA PÉREZ

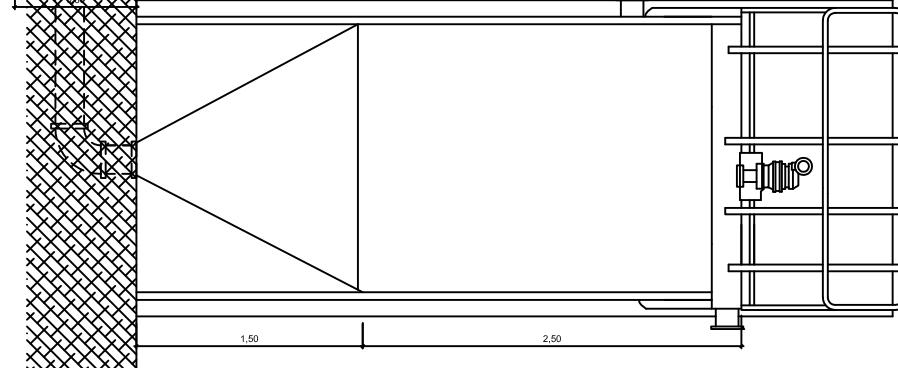




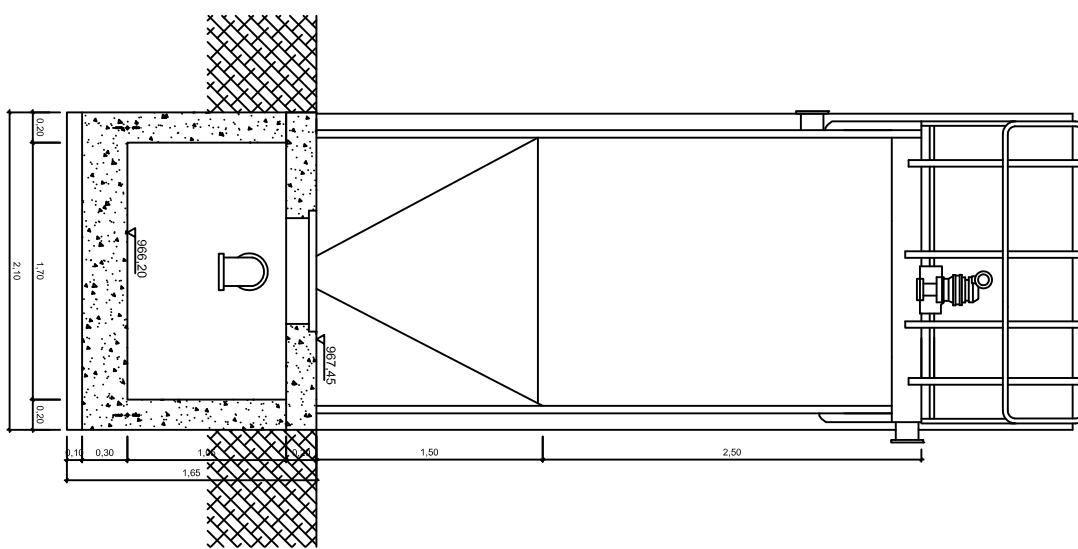
PLANTA



SECCION A-A'



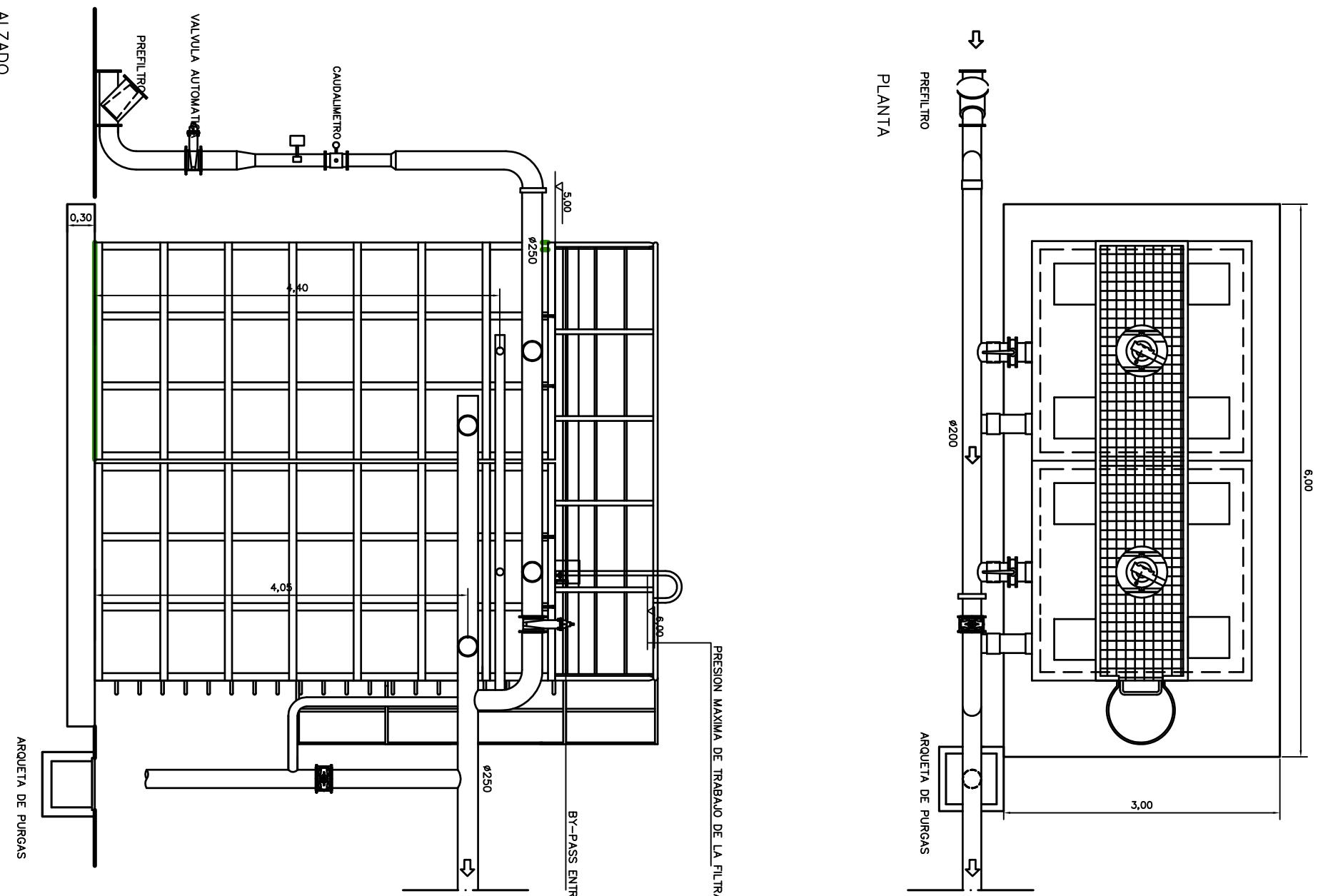
SECCION B-B' (ARMADO)



E.T.A.P. CIDADE VELHA, CABO VERDE

Fecha: ENE - 2012	Designación del pliego: E.T.A.P. ESPESADOR Y DEPÓSITO DE FANGOS ESPESADOS	Plano N° 3.6
----------------------	---	-----------------

AUTOR DEL PROYECTO  
DANIEL SEGURA PÉREZ



### E.T.A.P. CIDADE VELHA, CABO VERDE

Fecha: ENE - 2012  
Designación del pliego:

Escala: Original A3

E.T.A.P. EQUIPOS DE FILTRACIÓN

3.7

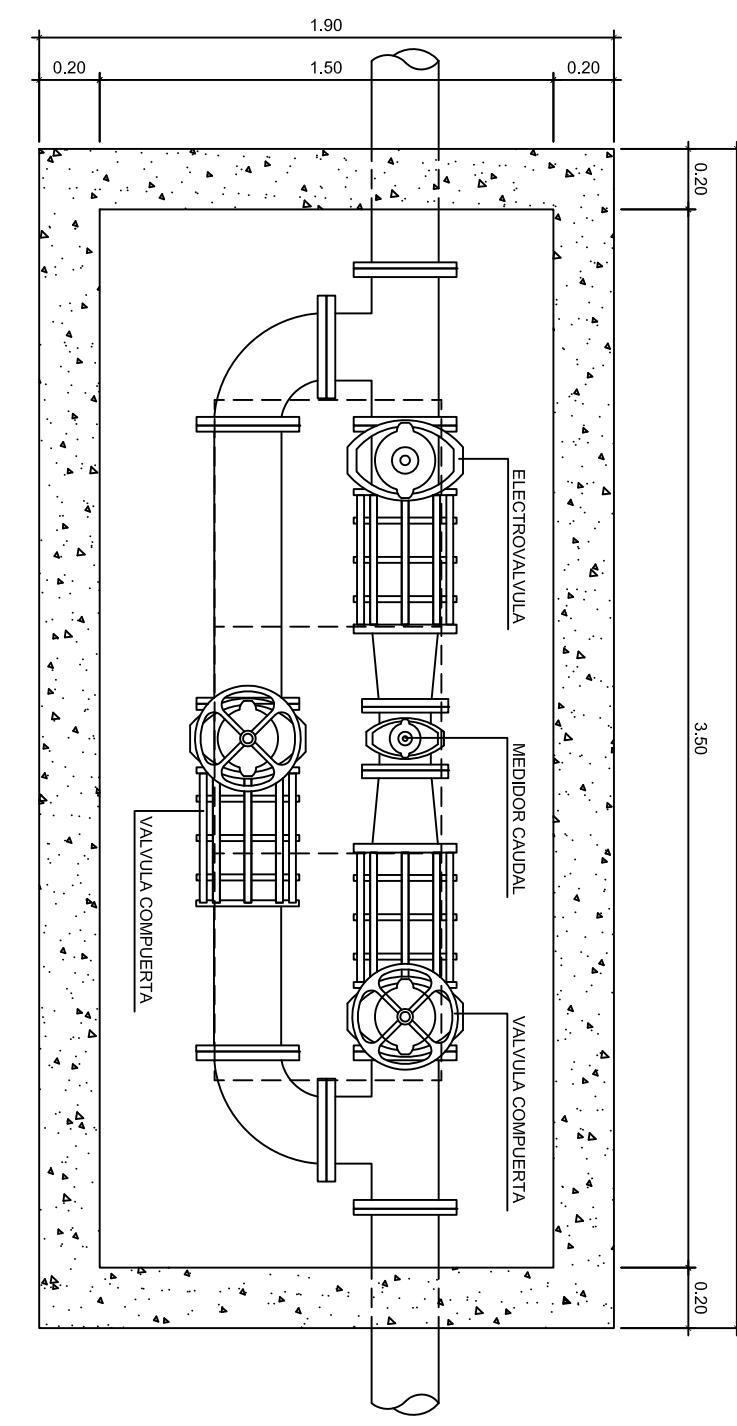
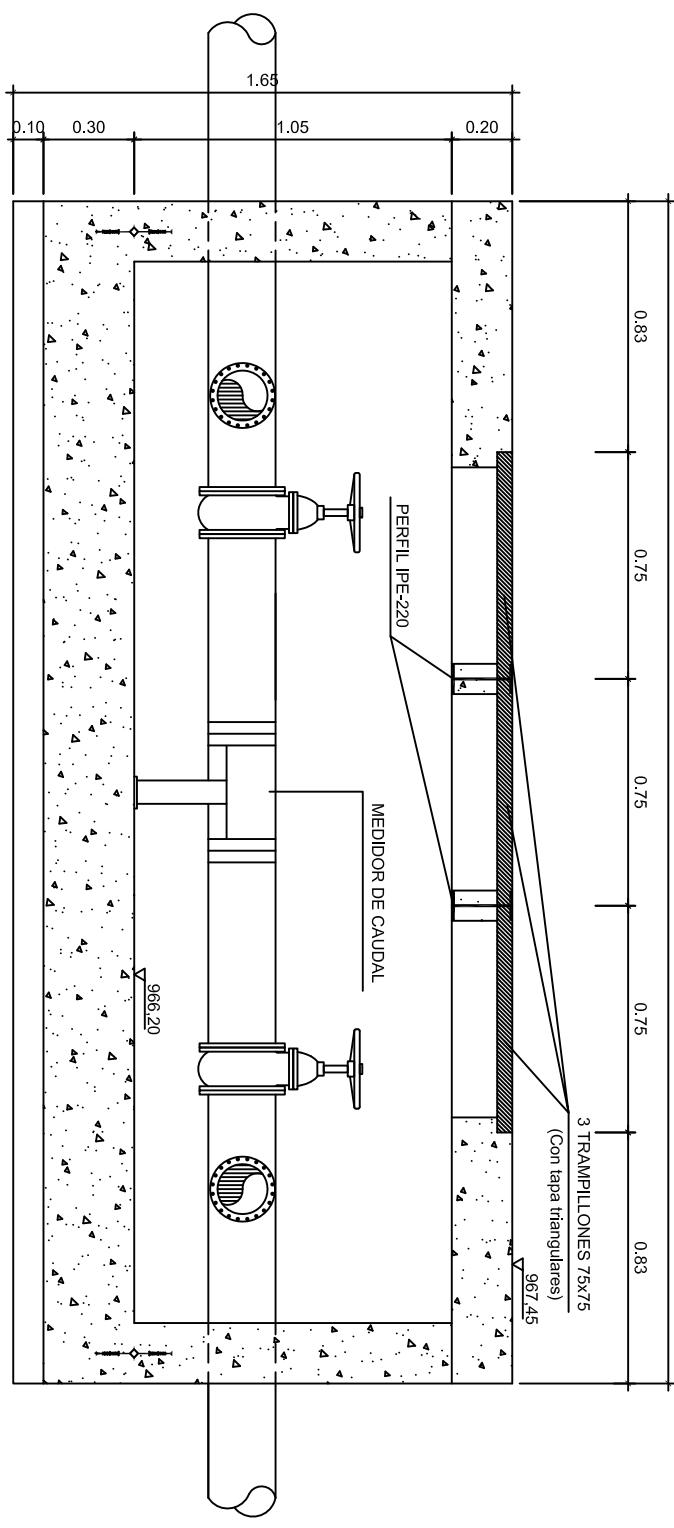
PIANO N°

ALZADO

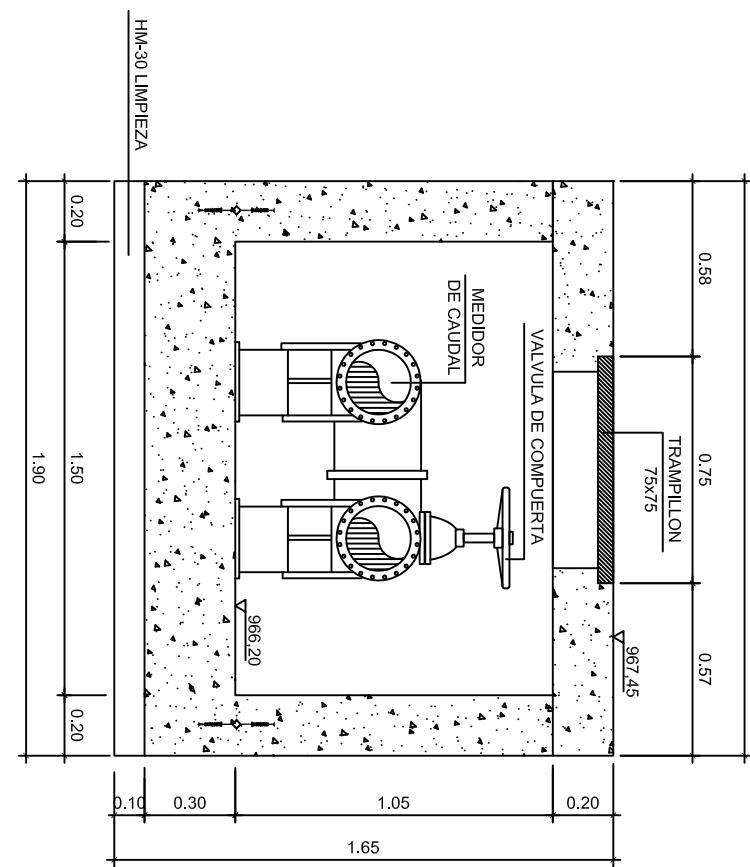
ARQUETA DE PURGAS

AUTOR DEL PROYECTO

DANIEL SEGURA PÉREZ



SECCION B-B'



E.T.A.P. CIDADE VELHA. CABO VERDE

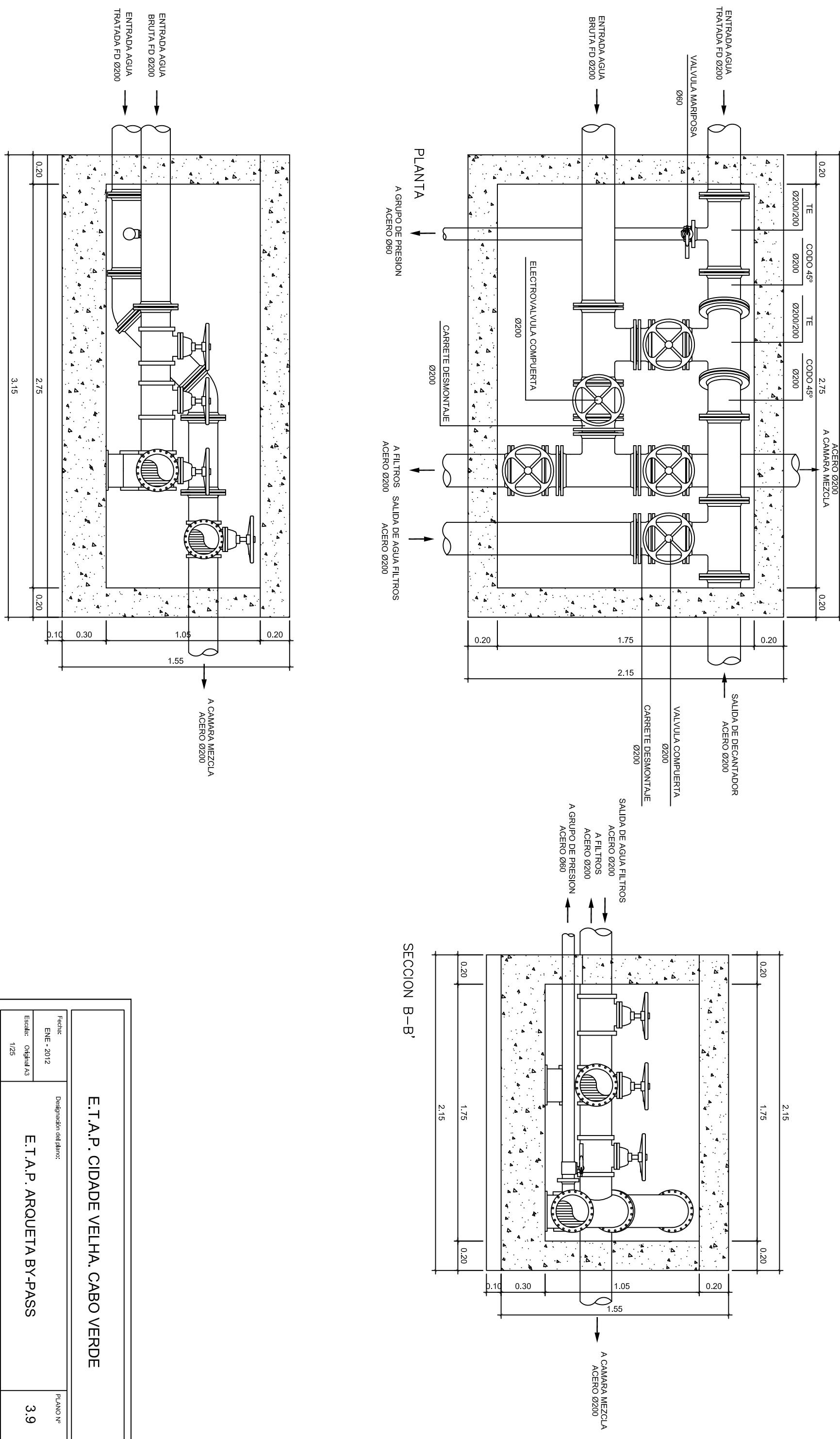
Fecha: ENE - 2012	Designación del pliego:
Escala: 1/25	E.T.A.P. ARQUETA DE CAUDALÍMETRO

PLANO N°  
3.8

SECCION A-A'

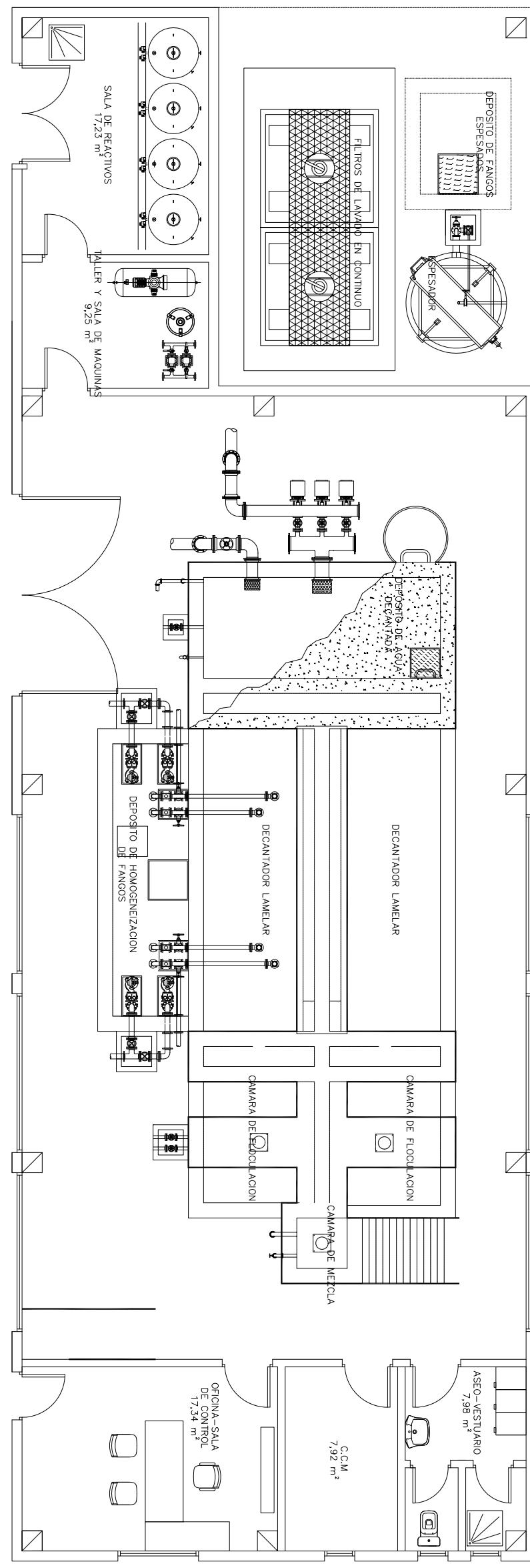
DANIEL SEGURA PÉREZ

AUTOR DEL PROYECTO



## SECCION A-A'

DANIEL SEGURA PÉREZ



### E.T.A.P. CIDADE VELHA, CABO VERDE

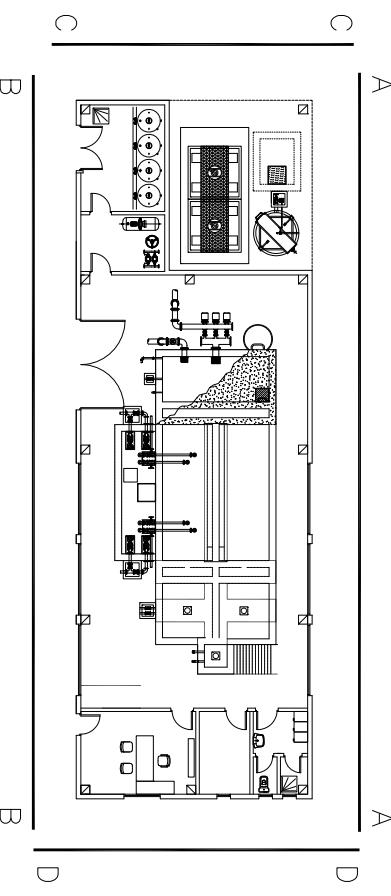
Fecha: ENE - 2012  
Designación del plano: PLANO N°  
Escala: Original A3

NAVE INDUSTRIAL. IMPLANTACIÓN

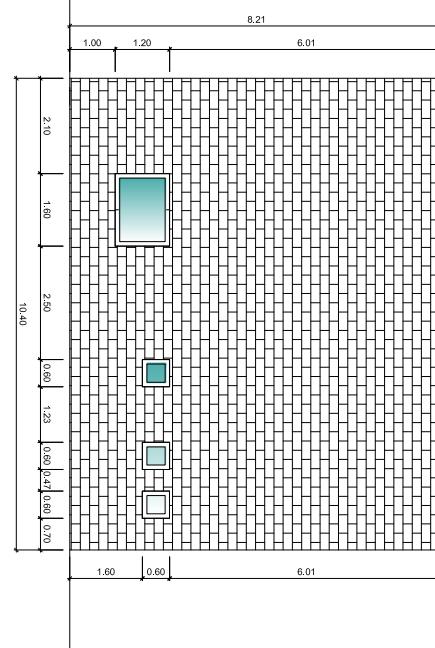
4.1

AUTOR DEL PROYECTO

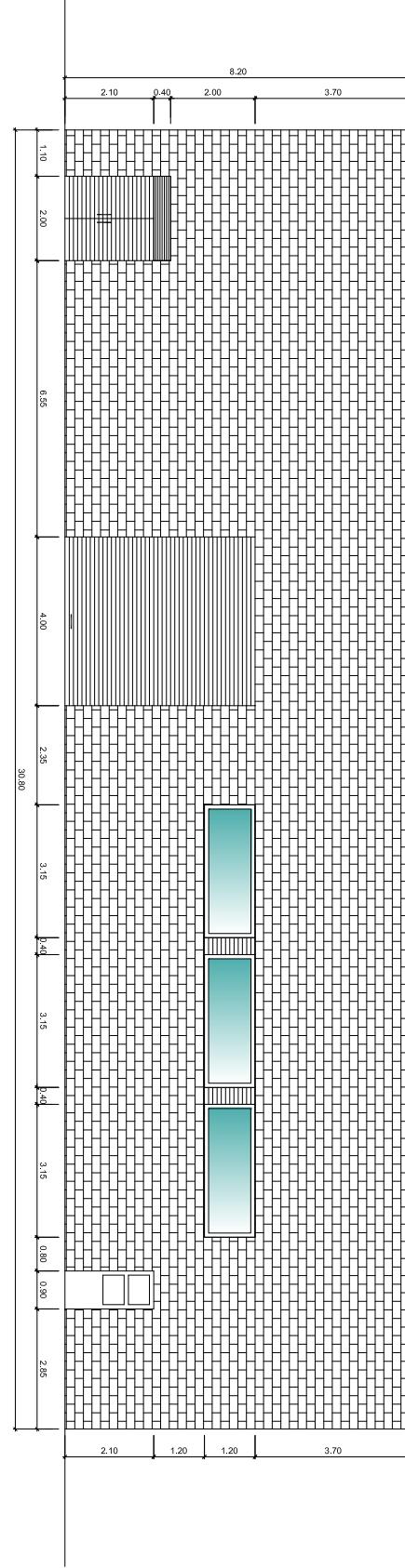
DANIEL SEGURA PÉREZ



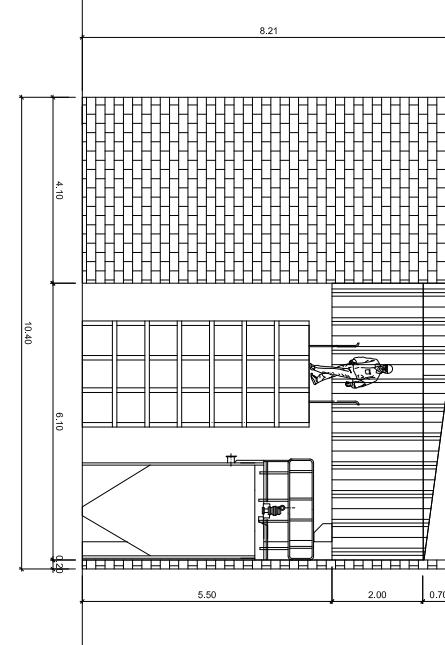
ALZADO OESTE ( C - C )



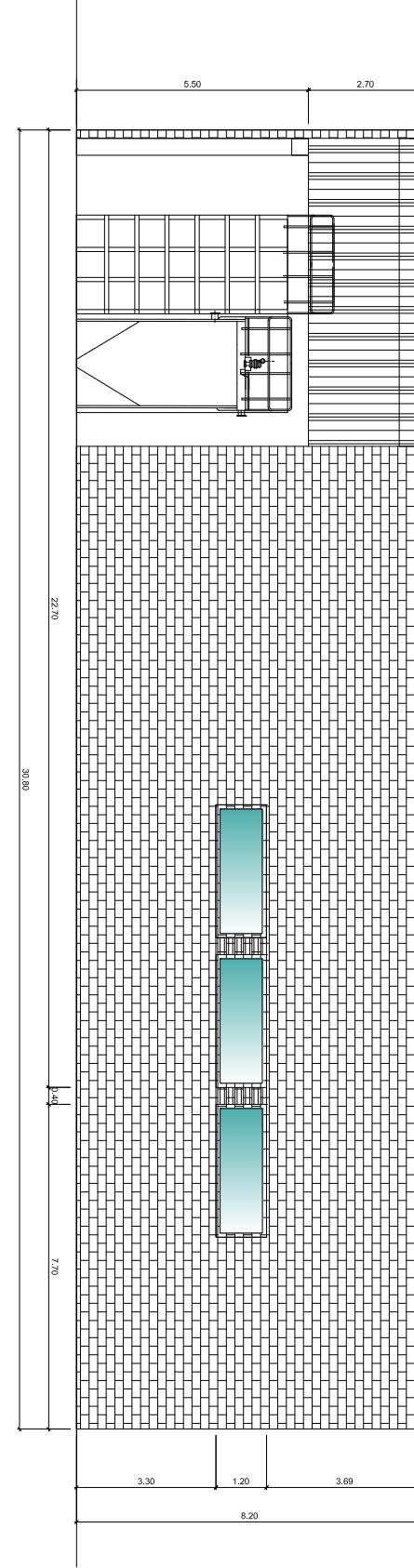
ALZADO SUR ( B - B )



ALZADO OESTE ( D - D )



ALZADO NORTE ( A - A )



### E.T.A.P. CIDADE VELHA. CABO VERDE

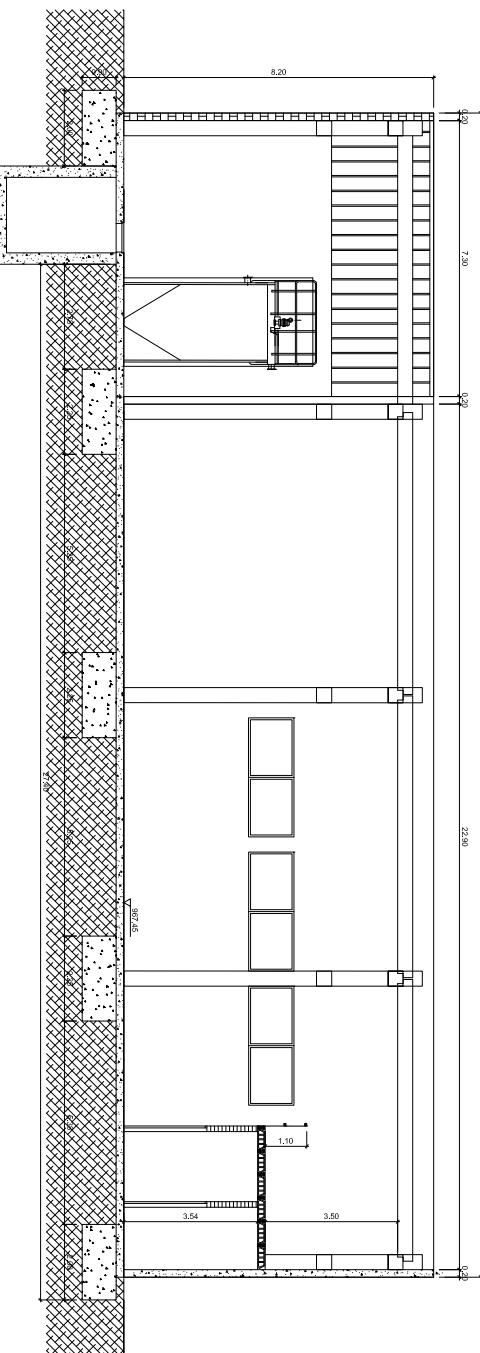
Fecha:  
ENE - 2012  
Escala: Original A3  
1/166

Designación del plano:  
NAVE INDUSTRIAL. ALZADOS

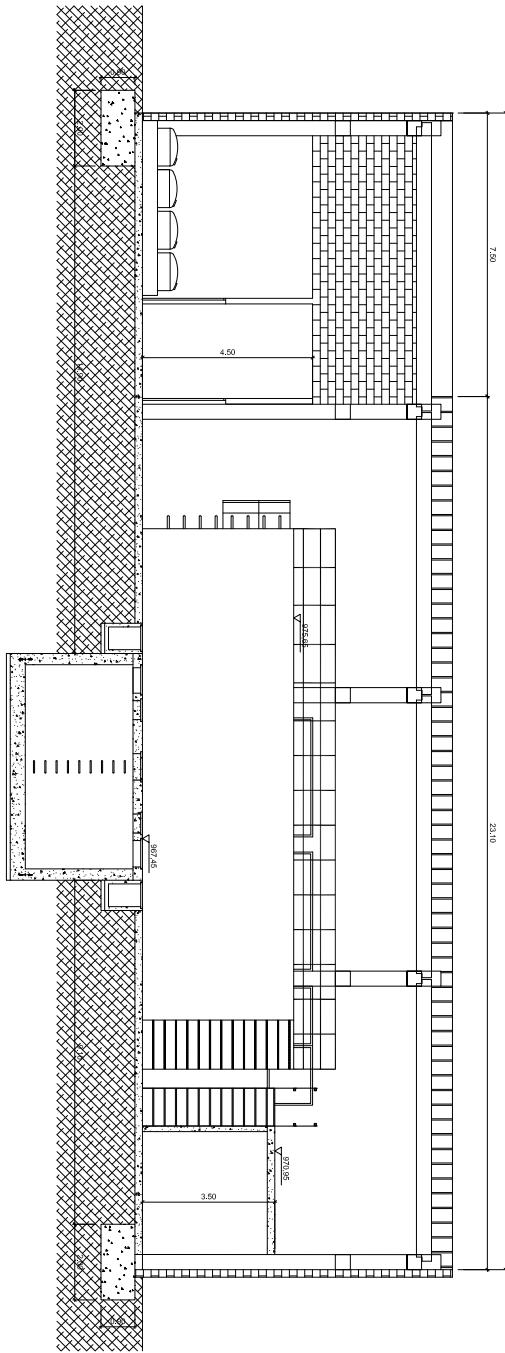
PLANO N°  
4.2

AUTOR DEL PROYECTO

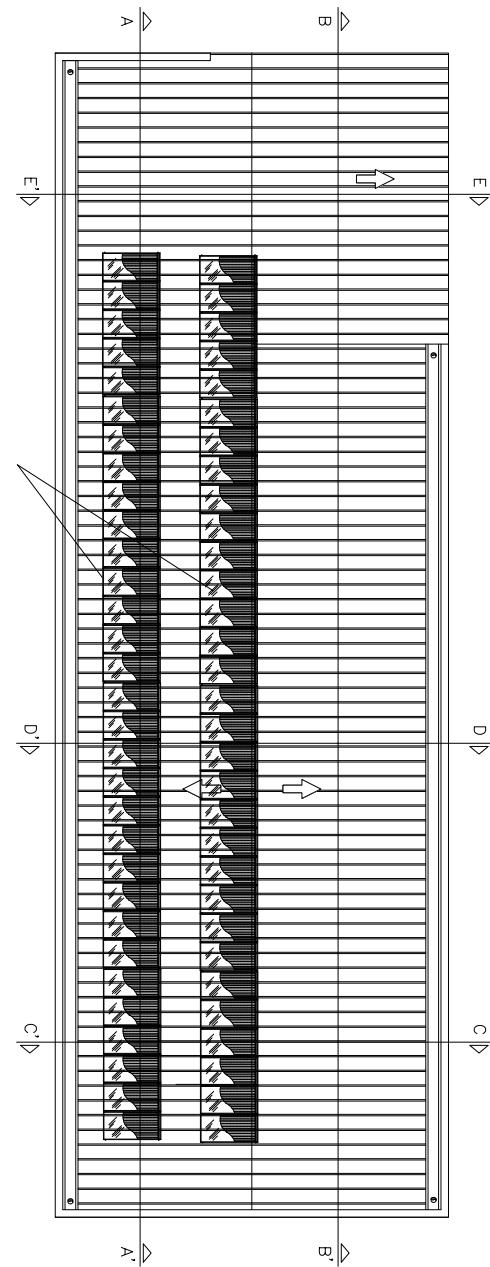
DANIEL SEGURA PÉREZ



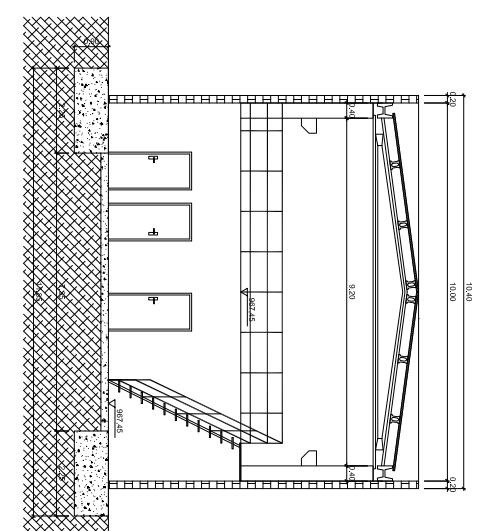
SECCION A-A'



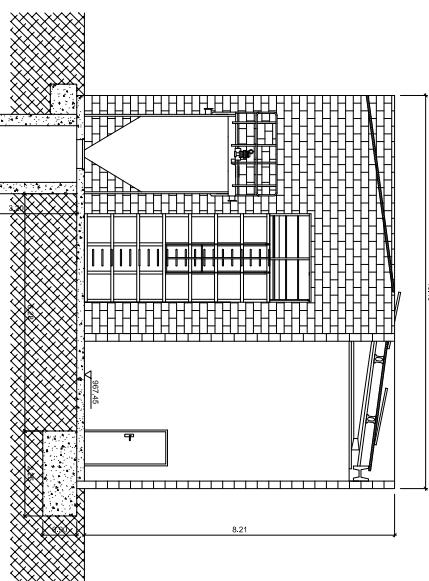
PLANIA



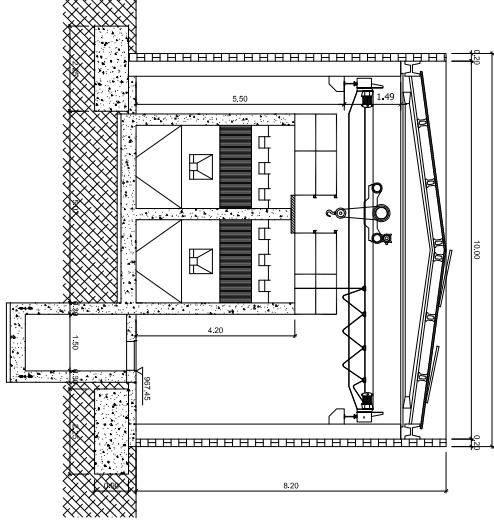
2 hileras de 31 plazas solares



SECTION C-C



SECCION D-D'



Placa solar fotovoltaica



## NAVE INDUSTRIAL. PLANTA DE CUBIERTA Y ALZADOS

E.T.A.P. CIDADE VELHA. CABO VERDE

Designación del planu

## NAVE INDUSTRIAL. PLANTA DE CUBIERTA Y ALZADOS

NAVE INDUSTRIAL.  
PIANTA DE CUBIERTA Y ALZADOS.

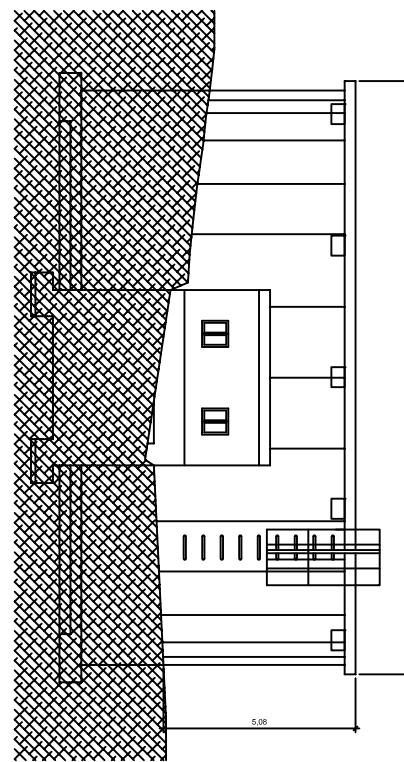
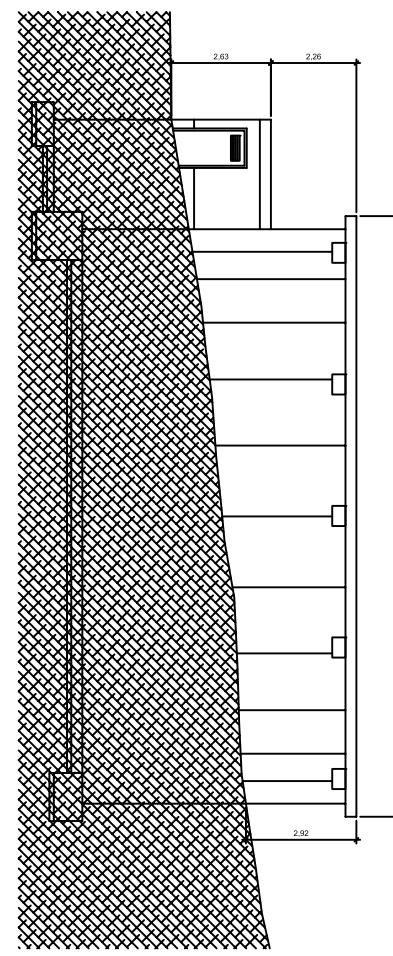
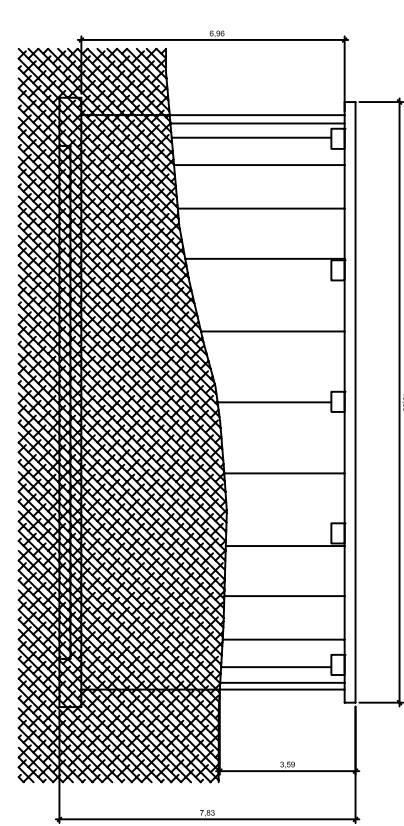
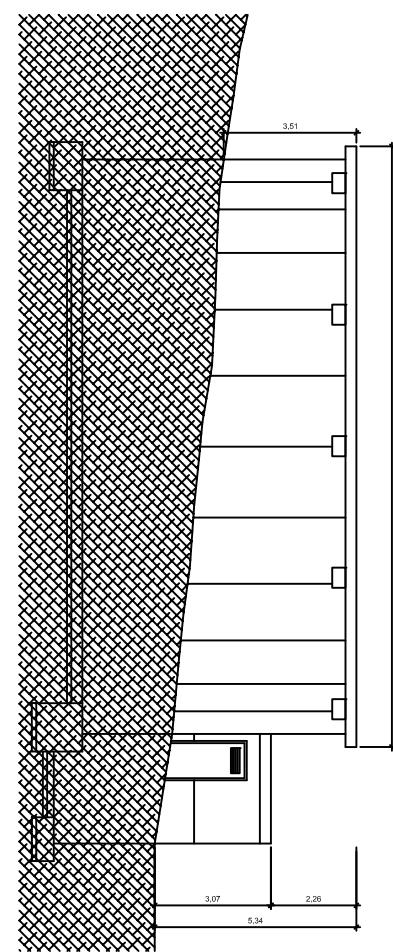
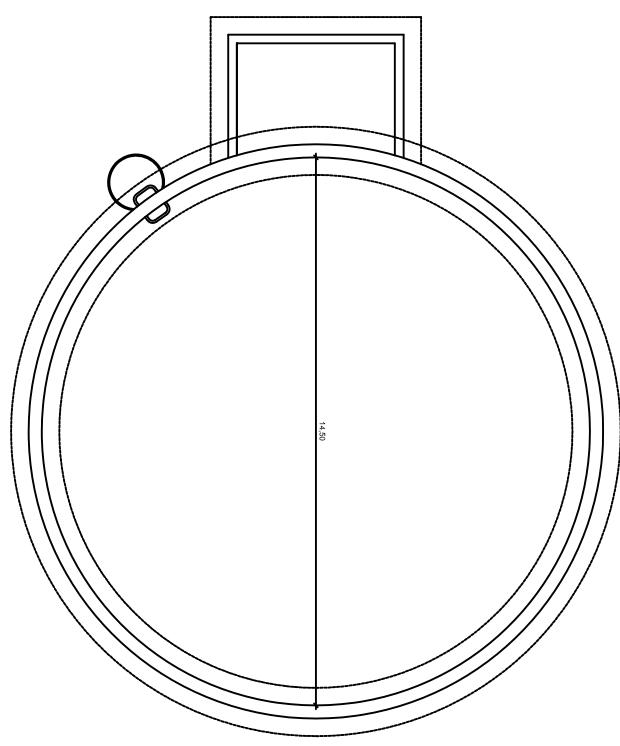
43

43

SECCION B-B'

SECCION E-E'

DANIEL SEGURA PEREZ



**E.T.A.P. CIDADE VELHA, CABO VERDE**

Fecha: ENE - 2012	Designación del pliego: DEPÓSITO DE AGUA TRATADA.	PLANO N° 5.1
Escala: 1/200	Original A3	

PLANO N°  
5.1

AUTOR DEL PROYECTO

DANIEL SEGURA PÉREZ