

**Departamento de Ingeniería de la Construcción y
Proyectos de Ingeniería**

Proyecto Fin de Carrera



**E.D.A.R. PARA UN PARQUE EMPRESARIAL CON
CAPACIDAD DE TRATAMIENTO DE 1200 M³/DÍA Y
POSIBILIDAD DE AMPLIACIÓN DEL 100%.**

TOMO I

**DOCUMENTO Nº 1:
MEMORIA Y ANEJOS (1/2)**

**Alumno: África Chacón González
Tutor: Agustín Maraver Guerrero**



ÍNDICE GENERAL

TOMO I.- DOCUMENTO Nº 1.- MEMORIA Y ANEJOS (1/2)

MEMORIA

ANEJOS

Anejo nº 1: Diseño del proceso de tratamiento

Anejo nº 2: Cálculo hidráulico

Anejo nº 3: Cálculo de estructuras

TOMO II.- DOCUMENTO Nº 1.- MEMORIA Y ANEJOS (2/2)

Anejo nº 4: Cálculos eléctricos

Anejo nº 5: Instrumentación, automatización y control

Anejo nº 6: Estudio explotación

Anejo nº 7: Estudio de seguridad y salud

Anejo nº 8: Plan de obras

TOMO III.- DOCUMENTO Nº 2.- PLANOS

TOMO IV.- DOCUMENTO Nº 3.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO Nº 4.- PRESUPUESTOS

Mediciones

Cuadro de Precios nº 1

Presupuesto parciales

Resumen de Presupuestos



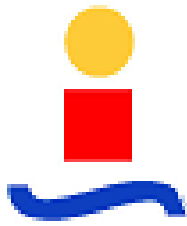
**Departamento de Ingeniería de la Construcción y
Proyectos de Ingeniería**

Proyecto Fin de Carrera

**EDAR para un Parque Empresarial con
Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%**

Alumno: África Chacón González

Tutor: Agustín Maraver Guerrero



**E.D.A.R. PARA UN PARQUE EMPRESARIAL
CON CAPACIDAD DE TRATAMIENTO DE
1200 M³/DÍA Y POSIBILIDAD DE
AMPLIACIÓN DEL 100%.**

MEMORIA



MEMORIA



ÍNDICE (1/3)

PARTE I.- OBJETO DE LAS OBRAS Y BASES DE PARTIDAS

I.1.- OBJETO DEL PROYECTO	5
I.2.- PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	6
I.3.- BASES DE PARTIDA, RESULTADOS A OBTENER Y PUNTOS LÍMITES	11

PARTE II.- DESCRIPCION Y JUSTIFICACION

II.1.- LÍNEA DE AGUA	19
II.1.1.- Pozo de gruesos	19
II.1.2.- Predesbaste	20
II.1.3.- Bombeo de entrada	20
II.1.4.- Unidad de Pretratamiento compacto	22
II.1.5.- Medición de caudal al tratamiento biológico	23
II.1.7.- Reactor biológico	23
II.1.8.- Desfosfatación por vía química	26
II.1.9.- Decantación secundaria	27
II.1.10.- Instalación de Hipoclorito Sódico para Control Biológico	29
II.1.11.- Tratamiento Terciario	31
II.2.- LÍNEA DE LODOS	32
II.2.1.- Recirculación fangos biológicos	32
II.2.2.- Fangos secundarios en exceso	34
II.2.3.- Espesado de fangos	37
II.2.4.- Acondicionamiento y deshidratación de lodos	39
II.2.5.- Desodorización	43
II.3.- REDES	44
II.3.1.- Línea de by-pass	44
II.3.2.- Red de pluviales	44
II.3.3.- Red de vaciados y sobrenadantes	44
II.3.4.- Red de agua potable y de servicios	44
II.4.- ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DE OBRA CIVIL	45
II.4.1.- Movimiento general de tierras	45
II.4.2.- Obra civil emplazamiento de recintos y equipos	45
II.4.3.- Características generales de la edificación	46



II.4.4.- Urbanización general y acabados	47
II.5.- INSTRUMENTACIÓN, CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN.....	49
II.5.1.- Instrumentación.....	49
II.5.2.- Control y automatización.....	49
II.6.- ELECTRICIDAD	50
II.6.1.- Línea de media tensión	50
II.6.2.- Centro de transformación.....	50
II.6.3.- Cuadros eléctricos	50
II.6.4.- Instalación eléctrica.....	54
II.6.5.- Alumbrado	54

PARTE III.- CONSIDERACIONES GENERALES

III.1. MATERIALES	57
III.2. PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍAS	57
III.3. PRESUPUESTO	57
III.4. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO	58



ÍNDICE (3/3)

ANEJOS

- Anejo nº 1: Diseño del proceso de tratamiento
- Anejo nº 2: Cálculo hidráulico
- Anejo nº 3: Cálculo de estructuras
- Anejo nº 4: Cálculos eléctricos
- Anejo nº 5: Instrumentación, automatización y control
- Anejo nº 6: Estudio explotación
- Anejo nº 7: Estudio de seguridad y salud
- Anejo nº 8: Plan de obras



PARTE I

OBJETO DE LAS OBRAS Y BASES DE PARTIDA



I.1.- OBJETO DEL PROYECTO

El presente documento tiene por objeto la presentación del proyecto fin de carrera "*EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y Posibilidad de Ampliación del 100%*", cuyo autor es la alumna África Chacón González, Para la obtención del título de Ingeniero de Organización Industrial en la Escuela Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla.

Este Proyecto consiste en la definición, justificación y valoración de las obras necesarias para la construcción y puesta en marcha de la E.D.A.R. Parque Empresarial, así como la definición de los equipos y unidades de tratamiento mediante los que se obtendrá un efluente con las condiciones exigidas. Adicionalmente y en particular, los criterios de calidad del efluente del Tratamiento Terciario, según su futura utilización ("Riego de zonas verdes urbanas"), han sido extraídos del Real Decreto 1620/2007 de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.



I.2.- PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Para el dimensionado y la implantación de la EDAR se han considerado una serie de especificaciones recogidas en los diferentes estudios bibliográficos, y de aspectos medioambientales, que han llevado a optar por la solución propuesta en lugar de otras alternativas.

Dado que el caudal a tratar por la depuradora irá aumentando de forma gradual, conforme se vaya desarrollando el propio Parque Empresarial, se ha considerado necesaria la **instalación de equipos de capacidad variable** que permitan adaptar fácilmente el funcionamiento del proceso biológico a las necesidades particulares de cada periodo, asegurando un rendimiento óptimo del proceso en todo momento. En este sentido podríamos señalar la instalación de un variador de frecuencia en el pozo de elevación de agua bruta, que permite regular la capacidad de los equipos de bombeo en función de las necesidades propias de cada periodo.

Teniendo en cuenta la diversidad de actividades que puede albergar el Parque Empresarial existe la posibilidad de que las características del agua residual que llegue a la planta puedan variar notablemente a lo largo del día, con los efectos negativos que este hecho tendría sobre el desarrollo del proceso biológico de depuración. Este hecho debe verse amortiguado por la implantación de una normativa interna de vertidos a saneamiento que limite las cargas contaminantes que las empresas implantadas en el Parque Empresarial puedan realizar.

Los objetivos principales que se han cumplido con al E.D.A.R. proyectada se pueden agrupar en los siguientes apartados:

- Las bases a considerar para la **determinación de los Datos de Partida** de esta EDAR se indica el siguiente cuadro que aclara el alcance de cada una de las dos fases de construcción consideradas, especificando la capacidad de tratamiento establecida para cada etapa del proceso de depuración. Para los recintos y equipos a construir durante la 2ª Fase se realizará una reserva adecuada de espacio.

ELEMENTOS DE LA LÍNEA DE TRATAMIENTO	PORCENTAJE CUBIERTO RESPECTO A LA CAPACIDAD MÁXIMA DE LA EDAR PARA EL AÑO HORIZONTE (%)	
	1ª FASE	2ª FASE
PRETRATAMIENTO		
Pozo de gruesos	100 %	----
Cámara de bombeo	100 %	----
Tamizado	100 %	----
Desarenado-Desengrasado	100 %	----



TRATAMIENTO SECUNDARIO Y TERCIARIO		
Arqueta de distribución	100 %	----
Reactores biológicos	50 % (1 línea de 2)	100 % (2 líneas de 2)
Decantadores secundarios	50 % (1 línea de 2)	100 % (2 líneas de 2)
Bombeo de lodos	50 % (1 línea de 2)	100 % (2 líneas de 2)
Tratamiento Terciario	25 % (1 línea de 4)	100 % (4 líneas de 4)
LÍNEA DE LODOS		
Espesador por gravedad	100 %	----
Deshidratación y almacenamiento	100 %	----

- Basándose en la experiencia en este tipo de terrenos y por la información facilitada por la administración del polígono, se realiza la **Cimentación** de todos los recintos y edificios **mediante losas de cimentación de hormigón armado**.
- La implantación proyectada, optimiza el espacio disponible en la parcela de la E.D.A.R. El resultado es una **instalación compacta, fácil de mantener y explotar**. La depuradora resulta, además, **agradable para el ocasional visitante**, que encontrará unas instalaciones ordenadas y con una **cuidada terminación en obra civil, urbanización y jardinería**.
- En el diseño de la E.D.A.R. se ha pretendido **minimizar las repercusiones negativas que para el medio ambiente** pudiera ocasionar el funcionamiento de la planta, en particular aspectos estéticos, ruidos y olores. Para reducir el impacto visual se ha previsto **ajardinar todas las zonas de la urbanización** de una manera funcional, de estética cuidada y ambientada en el paisaje, con plantaciones arbustivas y arboledas, junto con cerramiento vegetal en todo el perímetro.
Para reducir y minimizar la producción de ruidos y olores, se instalarán tratamientos adecuados de los mismos, con elección de **equipos con poca producción de ruidos** como aireadores sumergidos en vez de soplantes para el desarenado, ubicar la mayor parte de equipos electromecánicos en el interior de edificios, y **desodorización por filtros de carbón activo** de todas las zonas susceptibles de originar malos olores (edificio de pretratamiento, espesador de fangos, sala de deshidratación de fangos y tolva de almacenamiento de fangos deshidratados).
- Todas las **tuberías vistas** se han proyectado de acero inoxidable **AISI-316 L**: Impulsión de agua bruta, transporte de arenas y grasas, impulsión de aireación para biológicos, recirculación de fangos biológicos, extracción de fangos en excesos, colector de entrada de fangos y salidas de sobrantes del espesador, impulsión de fangos espesados a deshidratación e impulsión de fangos deshidratados a tolva de almacenamiento. **Aumentando así la vida de las conducciones ante la capacidad corrosiva del entorno de las instalaciones de una E.D.A.R..**
- Utilización de **estructura metálica y cubiertas ligeras** en todos los edificios de la E.D.A.R. lo que facilita la reducción de los plazos de construcción y reduce las cargas muertas que se



transmiten a la cimentación. De este modo se consiguen edificios menos rígidos que los de hormigón armado frente a posibles asentamientos diferenciales.

- Elección de equipo compacto de pretratamiento, tamizado + desarenado + desengrasado, con ciertas ventajas que presenta, como menor espacio, mínima obra civil, mayor limpieza que asegura una sencilla explotación, reduce problemas de salpicaduras y la producción de malos olores
- Los **reactores biológicos** considerados han sido dimensionados para una **edad del lodo** que garantice tanto la estabilidad de los fangos, como la estabilidad de los procesos de nitrificación. Se proyecta una línea de tratamiento biológico, previendo el espacio y las infraestructuras necesarias para la construcción de una **segunda línea en una segunda fase**.
- La configuración de reactores **con zonas óxica y anóxica**, permite la eliminación de nitrógeno, minimiza la desnitrificación incontrolada o endógena y los problemas de esponjamiento de lodo o bulking.
- Se propone la aireación de los recintos biológicos mediante **aireadores superficiales de doble velocidad** que, frente a sistemas de aireación sumergidos tipo soplante-difusores, aportan un menor coste y una mayor flexibilidad de operación.
- Se diseña instalación de dosificación de reactivo para la desfosfatación vía química.
- Se considera la instalación completa de **almacenamiento y dosificación de hipoclorito sódico**, a emplear en el proceso biológico para evitar problemas de bulking y foaming, y como dosificación adicional al Tratamiento Terciario.
- Con la **planta proyectada se garantizarán**, para las condiciones de partida y los equipos e instalaciones considerados, los parámetros exigidos a la E.D.A.R., **según Real Decreto 1620/2007 de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas**

Resumimos a continuación las principales características de las obras contempladas en el Proyecto de la estación depuradora:

- **Pozo de gruesos** con reja de gruesos para la eliminación de las arenas y los sólidos de mayor tamaño. Se ha diseñado en el interior del edificio para disminuir el impacto medioambiental debido a los malos olores. Se diseña para el total del caudal futuro.
- **Bombeo de entrada** mediante bombas sumergibles controladas por un variador de frecuencia y un sensor ultrasónico de nivel para favorecer la modulación del caudal de entrada a la planta. Se ha diseñado en el interior del edificio con una instalación de desodorización mediante carbón activo, para disminuir el impacto medioambiental debido a los malos olores.



- **Equipo compacto de pretratamiento:** Desbaste fino mediante tamiz rotativo autolimpiante de 3 mm de luz de malla, con retirada de residuos a contenedor mediante tornillo transportador-compactador. Desarenado para el total del caudal especificado en el Pliego de Bases, compuesto por lavado, clasificado y transporte a contenedor mediante tornillo sinfín inclinado. Desengrasado con concentrado de grasas mediante dispositivo automático y descarga a través de una tolva al contenedor. Este tipo de equipos cerrados minimizan el problema de las salpicaduras y la producción de malos olores.
- **Medida de caudal del agua al tratamiento biológico** mediante caudalímetro electromagnético en la conducción general de alimentación.
- **Tratamiento biológico** de baja carga con desnitrificación en cámara anóxica y oxigenación mediante aereadores superficiales así como desfosfatación química mediante unidad de almacenamiento y dosificación de coagulante (sulfato de aluminio), inyectado en una cámara previa al decantador secundario (floculación).
- **Decantación secundaria** compuesta por una línea mediante puente decantador circular, se ha previsto el espacio y las infraestructuras necesarias para la ampliación en segunda fase de una línea más.
- **Bombeo y microfiltración** del agua decantada, mediante impulsión con bomba centrífuga sumergible a filtro autolimpiante así como **desinfección del efluente** mediante sistema de reactores UV en tubería y sistema auxiliar de desinfección mediante hipoclorito de sodio.
- **Reutilización de agua tratada para agua de servicios y riego**, mediante grupo de presión, del depósito de agua del tratamiento terciario.
- **Recirculación de fangos activos** para la **biología del proceso**, mediante electrobombas centrífugas sumergibles, y para la **desnitrificación**, mediante electrobombas sumergibles de hélice. **Extracción de fangos secundarios en exceso** para su incorporación al proceso de tratamiento de fangos, mediante bomba centrífuga sumergible.
- **Espesamiento de lodos** en exceso mediante espesador de gravedad.
- **Acondicionamiento de fangos** espesados para su deshidratación, mediante dosificación de polielectrolito.
- **Deshidratación de fangos** espesados y acondicionados, mediante centrífuga decantadora, alimentada por bombas de tornillo helicoidal dimensionado para tratar el total de los fangos producidos en el futuro.
- **Transporte y almacenamiento de fangos deshidratados** mediante bomba de tornillo helicoidal y tolva.



- **Desodorización de pretratamiento, espesamiento, almacenamiento y deshidratación de fangos** mediante sistema de extracción de aire y tratamiento por filtro de carbón activo.
- **Red de conducciones interiores** de by-pass, sobrenadantes, vaciados, agua potable y agua de servicio y riego.
- **Edificio Pretratamiento y Deshidratación**, optimizando al máximo el espacio, en dos planta, donde se ubica el pretratamiento, sala de deshidratación, taller, almacén y sala de cuadros.
- **Edificio de Control**, donde se ubica la sala de control y los aseos
- **Urbanización y jardinería** de la parcela:
 - * Viales de hormigón y acerado de baldosa hidráulica.
 - * Red de pluviales.
 - * Red de alumbrado exterior con farolas de 4 m y brazos murales.
 - * Ajardinamiento con arbustos decorativos y plantas aromáticas.
- **Automatización y control** del funcionamiento de la E.D.A.R. mediante autómata programable y PC, con software SCADA.
- **Instrumentación** de proceso:
 - * Medidor de nivel por ultrasonidos, en el pozo de bombeo de elevación.
 - * Medidores electromagnéticos de caudal de agua bruta, agua a biológico, fangos recirculados, fangos en exceso y fangos espesados a deshidratación y agua tratada.
 - * Medidor de oxígeno disuelto.
 - * Medidor de pH y temperatura del agua bruta.
- **Movimiento general de tierra:**
 - * Desbroce del terreno y transporte a vertedero..
 - * Explanación de la parcela.
- Tal como se indica se valora también la construcción de la segunda línea de biológico y decantación para llegar a la capacidad de tratamiento del año horizonte.

Estas obras consisten en:

- 2º Reactor biológico.
- 2º Tanque de Homogeneización.
- Redes de interconexión.
- Ampliación de la electricidad.
- Equipamiento electromecánico.



I.3.- BASES DE PARTIDA, RESULTADOS A OBTENER Y PUNTOS LIMITES

I.3.a.-BASES DE PARTIDA

Los **datos de partida** recogidos para el dimensionamiento del proceso de depuración, serán:

	<u>1ª FASE</u>		<u>2ª FASE</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• Tipo de agua a tratar :	Agua Residual de Polígono Industrial			
• Población : Equivalente (hab-eq) (2.3.PBT):	10.000,00	10.000,00	20.000,00	20.000,00
• Dotación: Pobl. equivalente (l/hab-eq/día) :	120,00	120,00	120,00	120,00
• Altitud topográfica (m.s.n.m.) : Topográfica (m.s.n.m.):	740,00	740,00	740,00	740,00
• Temperaturas : Tª media del agua (°C) : Tª media del aire (°C) :	12,00 5,00	18,00 25,00	12,00 5,00	18,00 25,00
• Caudales: Diarios (2.2.PBT): Diarios (Q _D) (m ³ /d) :	1.200,00	1.200,00	2.400,00	2.400,00
Horarios (2.2.PBT): Q _{mín} (m ³ /h) :	25,00	25,00	50,00	50,00
Q _m (Q _D /24) (m ³ /h) :	50,00	50,00	100,00	100,00
Q _{pb} (m ³ /h) :	120,00	120,00	240,00	240,00
Q _{Máx Pret} (m ³ /h) :	240,00	240,00	240,00	240,00



	<u>1ª FASE</u>		<u>2ª FASE</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
DBO₅ :				
Unitarios (gr DBO ₅ /pna/día) :				
Pobl. equivalente (gr DBO ₅ /hab-eq/día) :	60,00	60,00	60,00	60,00
Concentración (mg/l) :				
Media (mg/l) (2.3.PBT):	500,00	500,00	500,00	500,00
Máx. (1,5 x Media) (mg/l) :	750,00	750,00	750,00	750,00
Diario (kg DBO ₅ /día) (2.3.PBT):	600,00	600,00	1.200,00	1.200,00
Descomposición DBO ₅ soluble (SDBO ₅) :				
DBO ₅ soluble (SDBO ₅) (50% DBO₅) (mg/l) :	250,00	250,00	250,00	250,00
DBO ₅ coloidal (DBO _{5,col}) (20% DBO₅) (mg/l) :	100,00	100,00	100,00	100,00
DBO ₅ decant. (DBO _{5,dec}) (30% DBO₅) (mg/l) :	150,00	150,00	150,00	150,00
DQO :				
Unitarios (gr DQO/pna/día) :				
Pobl. equivalente (gr DQO/hab-eq/día) :	150,00	150,00	150,00	150,00
Concentración (mg/l) :				
Media (mg/l) (2.3.PBT):	1.250,00	1.250,00	1.250,00	1.250,00
Máxima (1,5xMedia) (mg SS/l) :	1.875,00	1.875,00	1.875,00	1.875,00
Relación DBO ₅ /DQO (%) :	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%
Diario (kg DQO/día) :	1.500,00	1.500,00	3.000,00	3.000,00
Descomposición :				
DQO biodegradable (S _{bi}) (mg/l) :	800,00	800,00	800,00	800,00
DQO inerte (DQO _{inerte}) (mg/l) :	450,00	450,00	450,00	450,00
SST:				
Unitarios (gr SST/pna/día) :				
Pobl. equivalente (gr SST/hab-eq/día) :	60,00	60,00	60,00	60,00
Concentración (mg/l) :				
Media (mg SS/l) (2.3.PBT):	500,00	500,00	500,00	500,00
Máxima (1,5xMedia) (mg SS/l) :	750,00	750,00	750,00	750,00
Relación SST/DBO ₅ (%) :	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Diario (kg SST/día) :	600,00	600,00	1.200,00	1.200,00
Descomposición :				
Volátiles (SSV) (70,00% SST) (mg/l) :	350,00	350,00	350,00	350,00
Minerales (SSM) (30,00% SST) (mg/l) :	150,00	150,00	150,00	150,00



	<u>1ª FASE</u>		<u>2ª FASE</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
NT :				
NTK :				
Unitarios (gr N/pna/día) :				
Pobl. equivalente (gr N/hab-eq/día) :	6,00	6,00	6,00	6,00
Concentración (mg/l) :				
Media (mg N-NTK/l) (2.3.PBT):	50,00	50,00	50,00	50,00
Máxima (1,5xMedia) (mg/l) :	75,00	75,00	75,00	75,00
Relación NTK / DBO ₅ (%) (> 4,65) :	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
Diario (kg N/día) :	60,00	60,00	120,00	120,00
N- inorgánico(N-NO₃) :				
Unitarios (gr N-NO ₃ /pna/día) :				
Pobl. equiv. (gr N- NO ₃ /hab-eq/día) :	0,00	0,00	0,00	0,00
Concentración (mg/l) :				
Media (mg N-NO ₃ /l) :	0,00	0,00	0,00	0,00
Máxima (1,5xMedia) (mg/l) :	0,00	0,00	0,00	0,00
Diario (kg N-NO ₃ /día) :	0,00	0,00	0,00	0,00
NT (NTK + N inorgánico) :				
Unitarios (gr N/pna/día) :				
Pobl. equivalente (gr N/hab-eq/día) :	6,00	6,00	6,00	6,00
Concentración media (mg N/l) :	50,00	50,00	50,00	50,00
Diario (kg N/día) :	60,00	60,00	120,00	120,00
Nitrógeno Total :				
NT _{er} (mg/l) :	50,00	50,00	50,00	50,00
N-inorgánico (mg/l) :	0,00	0,00	0,00	0,00
NTK _{er} (NTK ₁) (mg/l) (2.3.PBT):	50,00	50,00	50,00	50,00
Descomposición estimada del N-NTK :				
NTK _{insoluble,decant} (mg/l) (10% NTK) :	5,00	5,00	5,00	5,00
NTK _{soluble no biod} (mg/l) (2% NTK) (a) :	1,00	1,00	1,00	1,00
NTK _{biod no amon} (mg/l) (2% NTK) (b) :	1,00	1,00	1,00	1,00
NTK _{refractario} (mg/l) (a+b) :	2,00	2,00	2,00	2,00



	<u>1ª FASE</u>		<u>2ª FASE</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
P-total :				
Unitarios(gr P/pna/día) :				
Pobl. equivalente (gr P/hab-eq/día) :	1,20	1,20	1,20	1,20
Concentración (mg P/l) :				
Media (mg P/l) (2.3.PBT):	10,00	10,00	10,00	10,00
Máxima (1,5xMedia) (mg/l) :	15,00	15,00	15,00	15,00
Relación P-Total/DBO ₅ (%) (Mín. 1,1%):	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Diario (kg P/día) :	12,00	12,00	24,00	24,00
Fósforo :				
Fósforo decantable (10% P-total) (mg/l) :	1,00	1,00	1,00	1,00
Fósforo no decantable (mg/l) :	9,00	9,00	9,00	9,00
Orto-fosfatos (25% P-total) (mg/l) :	2,50	2,50	2,50	2,50
Poli-fosfatos (mg/l) :	7,50	7,50	7,50	7,50
Aceites y grasas :				
Unitarios(gr/pna/día) :				
Pobl. equivalente (gr/hab-eq/día) :	12,00	12,00	12,00	12,00
Concentración (mg/l) :				
Media (mg/l) :	100,00	100,00	100,00	100,00
Máxima (1,5xMedia) (mg/l) :	150,00	150,00	150,00	150,00
Relación Ac.Gras./DBO ₅ (%) :	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%
Diario (kg/día) :	120,00	120,00	240,00	240,00
pH :	7,50	7,50	7,50	7,50
Alcalinidad (mg CO₃Ca/l) :	350,00	350,00	350,00	350,00

Para el dimensionamiento de la *oxigenación* en los reactores se tendrá en cuenta la temperatura media del aire, del licor, la altitud topográfica, las concentraciones medias y máximas de DBO₅ y los caudales medios y puntas de entrada al biológico.



Para el dimensionamiento de los *reactores* (estabilidad, posibilidad de nitrificación, posibilidad de desnitrificación...) se considerarán las estimaciones de t^a del licor, DBO₅ soluble (**SDBO₅**), DQO biodegradable (**Sbi**), descomposición del N-NTK, pH y alcalinidad. Estas estimaciones se han basado considerando aguas típicamente urbanas cuando no se han podido extraer de la documentación facilitada.

RESULTADOS A OBTENER

Los **resultados a obtener** por el proceso de depuración proyectado sobre muestras integradas de 24 horas, en base a los datos de partida, serán los siguientes:

	<u>1ª FASE</u>		<u>2ª FASE</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<u>AGUA</u>				
• DBO₅:				
Concentración máxima (mg O ₂ /l) (2.4.PBT):	25,00	25,00	25,00	25,00
ó Reducción mínima (%) (*):	70 - 90	70 - 90	70 - 90	70 - 90
• DQO:				
Concentración máxima (mg O ₂ /l) (2.4.PBT):	125,00	125,00	125,00	125,00
ó Reducción mínima (%) (*):	75,00	75,00	75,00	75,00
• SS:				
Concentración máxima (mg SS/l) (2.4.PBT):	35,00	35,00	35,00	35,00
ó Reducción mínima (%) (*):	90,00	90,00	90,00	90,00
• NT:				
Concentración máxima (mg NT/l) (2.4.PBT):	15,00	15,00	15,00	15,00
ó Reducción mínima (%):	70-80	70-80	70-80	70-80
• N-NH₄:				
Concentración máxima (mg N-NH ₄ /l) (2.4.PBT):	6,00	6,00	6,00	6,00
• PT:				
Concentración máxima (mg PT/l) (2.4.PBT):	2,00	2,00	2,00	2,00
ó Reducción mínima (%):	80,00	80,00	80,00	80,00

LODOS

- **Lodos:**



Sequedad mínima (%MS) (2.4.PBT):	20,00	20,00	20,00	20,00
Estabilidad mínima (% mat. vol. Máx.) (4.5.1.PBT):	65,00	65,00	65,00	65,00

Datos en negrita: Resultados a obtener expresados en el **Pliego de Bases Técnicas**.

(*) Las reducciones están relacionadas con el caudal de entrada.



I.5.b.2.- Puntos de conexión

a) Llegada de agua bruta.

El agua bruta a la parcela se tomará de un pozo anexo a la parcela mediante tubería de diámetro 500 mm. Se conducirá el agua hasta el pozo de gruesos de la E.D.A.R.

b) Restitución del agua tratada.

El punto de vertido se realizará al arroyo colindante con la parcela, mediante una tubería de diámetro 500 mm.

d) Toma de Energía Eléctrica.

La toma de energía eléctrica se entiende se realizará a pie de parcela en MT.

e) Toma de agua potable.

De la misma forma la toma de agua potable se realizará a pie de parcela

f) Telefonía.

Se considera que a pie de parcela se podrá tener el punto de enganche a la red telefónica.



PARTE II

DESCRIPCION Y JUSTIFICACION



PARTE II.- DESCRIPCION Y JUSTIFICACION

El proyecto de la E.D.A.R. Parque Empresarial consta de:

II.1.- LÍNEA DE AGUA DE LA E.D.A.R.

II.1.1.- Pozo de gruesos

La recepción del agua a tratar por la EDAR se produce en un pozo de gruesos, previo a la cámara de bombeo. La función de este pozo de gruesos será la **retirada de las arenas y partículas más pesadas así como la retención de elementos de gran tamaño** que pudieran afectar al funcionamiento de los equipos posteriores instalados en la planta.

Los residuos acumulados en el pozo de gruesos podrán ser **extraídos periódicamente gracias a una cuchara bivalva de 50 litros** de capacidad instalada sobre un polipasto eléctrico. La descarga de la bivalva se realizará sobre un contenedor metálico de dimensiones adecuadas.

El dimensionamiento hidráulico de este elemento del proceso se ha realizado teniendo en cuenta las necesidades de la EDAR para el año Horizonte (240 m³/h), por lo que **no será necesaria su ampliación durante la 2ª Fase de Construcción de la planta.**

Para minimizar el impacto sobre el resto del Parque Empresarial, sobre todo con referencia a la propagación de malos olores, se ha previsto la construcción del pozo de gruesos en el interior del Edificio de Explotación, que estará dotado de una instalación de desodorización mediante carbón activo.

	<u>1ª FASE</u>		<u>2ª FASE</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Unidades contempladas :				
• <i>Unidades contempladas (uds./EDAR):</i>	1,00	1,00	1,00	1,00
Dimensiones totales :				
• <i>Zona prismática :</i>				
- Largo (m/pozo):	4,50	4,50	4,50	4,50
- Ancho (m/pozo):	1,70	1,70	1,70	1,70
- Altura (m/pozo):	1,50	1,50	1,50	1,50
• <i>Zona troncopiramidal :</i>				
- Base superior tronco pirámide:				
Largo (m/pozo):	4,50	4,50	4,50	4,50
Ancho (m/pozo):	1,70	1,70	1,70	1,70
- Base inferior tronco pirámide:				
Largo (m/pozo):	3,50	3,50	3,50	3,50
Ancho (m/pozo):	0,70	0,70	0,70	0,70



- Altura (m/pozo):	0,50	0,50	0,50	0,50
• <i>Volumen total útil (m³/pozo):</i>	13,92	13,92	13,92	13,92
Parámetros de funcionamiento :				
• <i>Carga hidráulica por pozo :</i>				
- A Q medio (m ³ /h/m ²):	6,54	6,54	13,07	13,07
- A Q máx. pret. (m ³ /h/m ²) :	31,37	31,37	31,37	31,37
• <i>Tiempo de retención por pozo :</i>				
- A Q medio (minutos) :	13,77	13,77	6,89	6,89
- A Q máx.pret. (min.) (> 1 s/4.1.PBT):	2,87	2,87	2,87	2,87
• <i>Almacenamiento (d):</i>				
- Tiempo de autonomía por pozo (d) :	17,82	17,82	8,91	8,91

II.1.2.- Predesbaste

El paso a la cámara de bombeo se realiza a través de una reja de limpieza manual con una luz de paso de 80 mm

II.1.3.- Bombeo de entrada

Para elevar el agua bruta hasta la cabeza del tratamiento se ha previsto una cámara de bombeo, equipada con bombas centrífugas sumergibles especialmente diseñadas para el trasiego de aguas residuales.

La instalación de un variador de frecuencia común para esta instalación, así como el número de bombas adoptado (3 + 1 R), **aseguraré en todo momento una adaptación eficaz del caudal de bombeo de la EDAR al caudal de agua residual que vaya generando el Parque Empresarial** a lo largo de su desarrollo hasta el año Horizonte.

Para minimizar el impacto sobre el resto del Parque Empresarial, sobre todo con referencia a la propagación de malos olores, se ha previsto la construcción de la cámara de bombeo en el interior del Edificio de Explotación, que estará dotado de una instalación de desodorización mediante carbón activo.

	<u>1ª FASE</u>		<u>2ª FASE</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Pozo de bombeo :				
• <i>Nº de unidades:</i>	1,00	1,00	1,00	1,00
• <i>Tipo:</i>	Rectangular			
• <i>Dimensiones unitarias:</i>				
- Longitud (m):	4,50	4,50	4,50	4,50
- Ancho (m):	2,50	2,50	2,50	2,50



- Niveles:				
Mínimo (m):	0,70	0,70	0,70	0,70
Máximo (m):	1,90	1,90	1,90	1,90
Entre arranque (m):	0,40	0,40	0,40	0,40
Máximo útil (m):	1,20	1,20	1,20	1,20
Útil con bombeo previsto (m):	1,20	1,20	1,20	1,20
- Superficie (m ²):	11,25	11,25	11,25	11,25
- Volumen:				
Máximo útil (m ³):	13,50	13,50	13,50	13,50
Total útil con bombeo previsto (m ³):	13,50	13,50	13,50	13,50
Entre arranques (m ³):	4,50	4,50	4,50	4,50
• <i>Tiempo de retención total:</i>				
- A Q medio (minutos):	16,20	16,20	8,10	8,10
- A Q máximo (minutos):	3,38	3,38	3,38	3,38

	<u>1ª FASE</u>		<u>2ª FASE</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Equipos de bombeo :				
• <i>Características generales (4.1.PBT):</i>				
- Tipo de bombas:	Electrobombas sumergibles			
- Control de funcionamiento:	Un (1) variador de frecuencia común			
- Control de arranques:	Medidor de nivel ultrasónico + boya de mínimo			
• <i>Características unitarias:</i>				
- Bomba tipo 1:	80,00	80,00	80,00	80,00
• <i>Nº de unidades:</i>				
- Funcionamiento máximo (ud/pozo) (≥ 2 s/4.1.PBT):	3,00	3,00	3,00	3,00
- Reserva máxima (ud/pozo) (≥ 1 s/4.1.PBT):	1,00	1,00	1,00	1,00
- Totales instaladas (d/pozo):	4,00	4,00	4,00	4,00
• <i>Parámetros de funcionamiento:</i>				
- Caudal máximo de bombeo (m ³ /hora):	240,00	240,00	240,00	240,00
- Nº arranques máximo (arranques/hora):	4,44	4,44	4,44	4,44
- Funcionamiento medio (h_{fio}/d):	5,00	5,00	10,00	10,00



II.1.4.- Unidad de Pretratamiento Compacta

Los caudales bombeados de agua residual serán tratados en un equipo compacto de pretratamiento: tamizado + desarenado/desengrasado. Se trata de un equipo cerrado que minimiza el problema de las salpicaduras y la producción de malos olores.

La capacidad de tratamiento de este equipo será igual al caudal máximo de pretratamiento especificado (240 m³/h).

A continuación se describen brevemente las distintas funciones desarrolladas por el equipo compacto seleccionado:

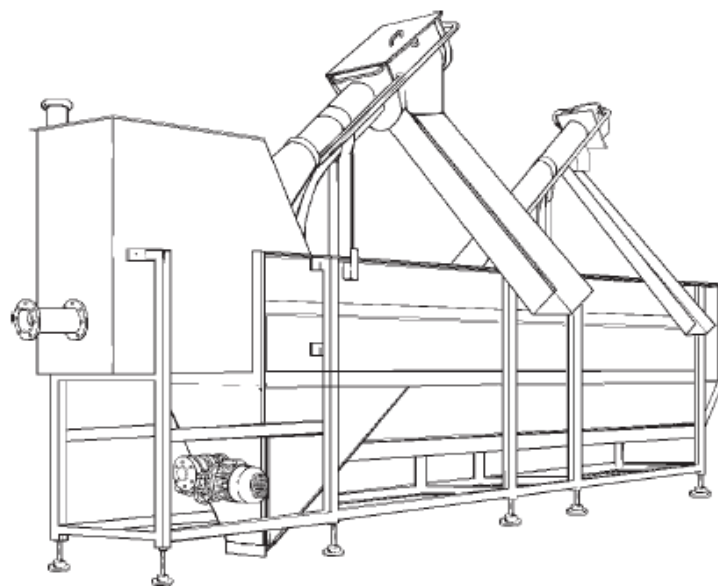
A.- Desbaste de finos:

Se realiza mediante un tamiz (con sistema automático de limpieza) de 3 mm de luz de malla. La recogida y transporte de los residuos extraídos del tamiz hasta los contenedores de almacenamiento se realizará mediante un tornillo transportador-compactador.

B.- Desarenado-desengrasado:

En esta zona, se eliminan las arenas y las grasas que influyen negativamente en los procesos posteriores. De esta manera, se elimina la acción abrasiva de las partículas de tamaño superior a 200,00 µm y las grasas que interfieren en la estructura del flóculo en los procesos de fangos activos, dificultando la difusión del oxígeno, de la DBO₅ y de los nutrientes al interior de la película biológica.

Las arenas son lavadas, clasificadas y transportadas a un contenedor mediante un tornillo sinfín inclinado. A su vez, las grasas son concentradas mediante un dispositivo automático y descargadas a través de una tolva al contenedor.





II.1.5.- Medición de caudal al tratamiento biológico

Con objeto de medir el caudal de entrada al Tratamiento Biológico se instalará un (1) caudalímetro electromagnético DN- 200, en la conducción general de alimentación

II.1.6.- Reactor biológico

Se considera la construcción de un (1) reactor biológico de tipo paralelepípedo. El cálculo del mismo se ha desarrollado teniendo en cuenta las necesidades implicadas en los procesos de eliminación de materia orgánica (DBO₅) y nitrógeno. Es por este motivo por el que se ha compartimentado en dos zonas el reactor biológico. Una primera zona anóxica que servirá de selector biológico (minimiza la aparición de problemas de bulking y foaming) y permitirá el desarrollo de los procesos de desnitrificación. Y una segunda zona óxica, de mayor volumen, donde se desarrolla de forma completa el proceso de nitrificación.

La eliminación necesaria de fósforo se garantizará mediante la adición de un agente químico (sulfato de aluminio) en la casaca de salida de los reactores, justo antes de la entrada del agua a la decantación secundaria. Los lodos químicos generados decantarán simultáneamente con los lodos biológicos en el seno de los decantadores secundarios. Un correcto dimensionado de los reactores debe tener en cuenta la cantidad adicional de lodos generados por el proceso químico de desfosfatación, ya que de no ser así se vería menguada la calidad del efluente de la planta así como la capacidad de tratamiento de la línea de lodos.

Se considerarán **turbinas superficiales** para la oxigenación de los reactores biológicos. Se han adoptado un total de dos (2) turbinas superficiales por cada reactor, habiéndose calculado su capacidad de aeración teniendo en cuenta tanto las necesidades de oxígeno para la eliminación de la materia carbonatada (DBO₅), como las necesidades de oxígeno derivadas de los procesos de nitrificación y desnitrificación (eliminación de nitrógeno). A nivel de cálculo se ha considerado una concentración de oxígeno disuelto en el licor mixto de los reactores de, al menos, 2 mg/l. El control de la oxigenación se realizará por medio de sondas de oxígeno disuelto en los reactores, así como por temporización de 24 horas.

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Características del Reactor Biológico :		
• <i>Tipo:</i>	Paralelepípedo	
• <i>Nº de Unidades:</i>		
TOTAL (ud/EDAR):	1,00	1,00



	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Características Geométricas Unitarias :		
• <i>Características zona óxica:</i>		
Dimensiones unitarias:		
Longitud (m/ud):	28,50	28,50
Anchura (m/ud):	15,25	15,25
Altura útil (m/ud):	4,00	4,00
Altura total (m/ud):	4,50	4,50
Superficie (m ² /ud):	434,63	434,63
Volumen útil (m ³ /ud):	1.738,50	1.738,50
fx (m ³ óxica/m ³ reactor):	0,75	0,75
• <i>Características zona anóxica:</i>		
Dimensiones unitarias:		
Longitud (m/ud):	9,50	9,50
Anchura (m/ud):	15,25	15,25
Altura útil (m/ud):	4,00	4,00
Altura total (m/ud):	4,50	4,50
Superficie (m ² /ud):	144,88	144,88
Volumen útil (m ³ /ud):	579,50	579,50
fa (m ³ anóxica/m ³ reactor):	0,25	0,25
• <i>Volumen reactor biológico:</i>		
Unitario (m ³ /reactor):	2.318,00	2.318,00
Total (m ³ /E.D.A.R):	2.318,00	2.318,00
Parámetros de funcionamiento :		
• <i>Concentración de sólidos en el Reactor [SSRA]</i>		
Biológicos (kg SSRABio/m ³ RA):	3,83	3,83
Quím. por desfosf. (kg SSRA _{quím} /m ³ RA):	0,17	0,17
Totales (kg SSRA/m ³ RA):	4,00	4,00
• <i>Carga másica (Cm) :</i>		
Para biología (kg DBO ₅ /kg SSRA _{bio} /d) :	0,068	0,068
TOTAL i/desfosf. (kg DBO ₅ /kg SSRA/d) :	0,065	0,065
• <i>Carga volúmica (Cv) :</i>		
Kg DBO ₅ /m ³ /d:	0,259	0,259
• <i>Edad del lodo (E) (días) :</i>		
Total E (d) :	18,41	18,41
• <i>Tiempos de retención a Q_m (tr) :</i>		
Total (h) :	46,36	46,36



	DISEÑO	
	Invierno	Verano
Necesidades de oxígeno (unitarias por reactor) :		
• <i>Necesidades reales totales unitarias por reactor:</i>		
- Diarias medias (kg O ₂ /día/reactor):	1.288,28	1.418,06
- Horarias (kg O ₂ /h/reactor):		
- Medias (kg O ₂ /h/reactor):	53,68	59,09
- Puntas (kg O ₂ /h/reactor):	72,40	76,94
Equipos de oxigenación considerados (unitario) :		
• <i>Tipo de aereadores:</i>	Turbinas de aireación superficial	
• <i>Aireador tipo 1:</i>		
- N° de unidades (ud/reactor):	2,00	2,00
- Potencia unitaria:		
En C.V. (C.V./aereador):	40,00	40,00
- Aporte O ₂ :		
Unitario (kg O ₂ /h/aereador):	47,04	43,88
Total (kg O ₂ /h/reactor):	94,08	87,76
• <i>Totales por reactor:</i>		
- Potencia total instalada:		
En C.V. (C.V./reactor):	80,00	80,00
- Aporte total de O ₂ (kg O ₂ /h/reactor):	94,08	87,76
• <i>Parámetros de funcionamiento:</i>		
- Funcionamiento medio (h/d):	13,69	16,16
- Potencia agitación (W/m ³ RA):	33,87	33,87
- Oc-load :		
Máx. (kg O ₂ /kg DBO _{5elim}) (24 h/d):	3,77	3,52
Medio (kg O ₂ /kg DBO _{5elim}) (medio):	2,15	2,37
Equipos de agitación considerados para mantenimiento de S.S. en cámara anóxica :		
• <i>Tipo de agitadores:</i>	Agitador sumergible	
• <i>Agitador tipo 1:</i>		
- N° de unidades (uds/reactor):	1,00	1,00
- Potencia instalada (kW/agitador):	4,00	4,00



II.1.7.- Desfosfatación por vía química.

El fósforo excedente del proceso biológico de depuración será eliminado por vía química, mediante la adición de sulfato de aluminio a la salida de los reactores biológicos, antes del paso del agua a los decantadores secundarios. De este modo los lodos químicos generados por la precipitación del fósforo excedente serán capturados junto con los lodos propiamente biológicos del reactor en el seno de los decantadores secundarios. Por otro lado, se prevee la existencia de un punto de dosificación adicional en el tratamiento terciario de la EDAR (aguas arriba de los equipos de filtración) para el caso en que resultara necesaria.

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Reactivo y dosis :		
• <i>Reactivo:</i>		
- Naturaleza del producto comercial:	Sulfato de aluminio líquido	
- Peso molecular del $(\text{SO}_4)_3 \text{Al}_2 \times 14 \text{H}_2\text{O}$:	593,96	593,96
- Riqueza del producto comercial:		
En $(\text{SO}_4)_3 \text{Al}_2 \times \text{H}_2\text{O}$ sólido (%):	48,50	48,50
- Densidad del producto comercial (g/cm ³):	1,34	1,34
• <i>Dosis de producto comercial:</i>		
- Dosis de producto químico (mg/l):		
Dosis considerada(mg/l):	110,05	109,88
Estequiometría (mol Al/mol P _{elim}) :	2,00	2,00
Equipos de dosificación :		
• <i>Equipos de dosificación:</i>		
- Tipo:	Bomba dosificadora	
- N° unidades:		
Funcionamiento (ud/EDAR):		
Total (ud/EDAR):	1,00	1,00
- Características unitarias:		
Caudal máximo (l/h/ud):	60,00	60,00
Regulación (%):	10 - 100	10 - 100



Almacenamiento (Depósitos) :

• <i>Tipo :</i>	Depósitos de PRFV en cubeto de seguridad	
• <i>Nº unidades / EDAR:</i>	1,00	1,00
• <i>Capacidad unitaria (m³/ud):</i>	2,00	2,00
• <i>Autonomía i/reserva a Qm (d):</i>	20,22	20,25

Producción de fangos químicos :

• <i>Producción TOTAL fangos químicos:</i>		
- Concentración (mg/l):	17,97	17,94
- Diarios (kg/d/E.D.A.R.):	21,57	21,53

Consumo de alcalinidad por defosfatación química :

• <i>Consumo de alcalinidad (mg CO₃ Ca/l):</i>	13,48	13,46
---	-------	-------

II.1.8.- Decantación secundaria

La decantación secundaria constituye una etapa esencial dentro del proceso de depuración ya que, en definitiva, es en los decantadores donde se realiza la separación entre el agua clara y depurada, y los lodos generados en el proceso.

El diseño de los decantadores se ha desarrollado con especial cuidado, contrastando los resultados obtenidos mediante los métodos clásicos de cálculo (carga hidráulica, carga de sólidos, etc.) con los resultados obtenidos por medio de otras metodologías más actuales y rigurosas, como la Norma alemana ATV - 131 / 2000 o el Manual of Practice Nº 8 (MOP-8) de la Water Environmental Federation (WEF).

La aplicación de la norma ATV - 131 / 2000 resulta de gran utilidad ya que tiene en cuenta las características de sedimentabilidad de los lodos generados en el proceso y la capacidad del decantador para alcanzar un determinado espesamiento de los mismos. Para ello realiza una serie de cálculos específicos que determinan el calado adecuado del decantador, dividiendo éste en una serie de capas sucesivas: clarificación, separación, almacenamiento y espesamiento.

Para facilitar las labores de construcción de los decantadores, se han adoptado canales perimetrales internos como medio de recogida del efluente clarificado.

Se construirá un (1) único decantador circular equipado con un puente de rasquetas radial.



	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Características del decantador secundario :		
• <i>Tipo (4.6.PBT):</i>	Circular con puente y extracc. lodos pozo	
• <i>Nº decantadores (uds / E.D.A.R.) :</i>	1,00	1,00
• <i>Definición geométrica (unitaria):</i>		
- Diámetro (m):	13,00	13,00
- Calado s/borde (m):	3,50	3,50
- Pendiente del fondo (%):	8,00	8,00
- Recogida del caudal:		
Tipo :	Canal circular interior	
Diámetro hidráulico (m):	11,70	11,70
Longitud de recogida (m):	36,76	36,76
- Superficie de decantación (m ²):	132,73	132,73
- Volumen s.i./poceta central (m ³):	487,29	487,29
- Poceta central:		
Diámetro superior (m):	3,00	3,00
Diámetro inferior (m):	2,00	2,00
Altura (m):	1,00	1,00
Volumen (m ³):	4,97	4,97
- Campana central:		
Diámetro (m/ud):	2,60	2,60
Altura (m/ud):	2,00	2,00
Parámetros de funcionamiento :		
• <i>Cargas hidráulicas:</i>		
- A Q _m (m ³ /h/m ²) :	0,38	0,38
- A Q _p (m ³ /h/m ²) :	0,90	0,90
• <i>Carga de sólidos:</i>		
- A Q _m (kg SST/m ² /h) :	1,51	1,51
- A Q _p (kg SST/m ² /h) :	3,62	3,62
• <i>Tiempo de retención:</i>		
- A Q _m (h) :	9,75	9,75
- A Q _p (h):	4,06	4,06
• <i>Caudal efluente:</i>		
- A Q _m (m ³ /h/ml) :	1,36	1,36
- A Q _p (m ³ /h/ml) :	3,26	3,26
• <i>Campana central (decantadores circulares) :</i>		
- Velocidades de circulación:		
A Q _m (m ³ /h/m ²) :	9,42	9,42
A Q _p (m ³ /h/m ²) :	22,60	22,60
- Relaciones geométricas:		
h campana/h medio decant. (%):	49,75	49,75
Φ campana/Φ decant. (%):	20,00	20,00



II.1.9.- Instalación de Hipoclorito Sódico

La presente oferta considera una instalación completa de almacenamiento y dosificación de hipoclorito sódico, a emplear en el control del crecimiento de las bacterias filamentosas causantes de los problemas de bulking y foaming. En este sentido, y para los casos en que resulte necesario, se han planteado dos posibles puntos de aplicación: o bien la conducción de lodos recirculados desde el decantador secundario, o bien la superficie del propio reactor biológico.

Así mismo, formando parte de la misma instalación, se ha considerado un punto de dosificación adicional que daría servicio al Tratamiento Terciario. Este punto de dosificación tendría un doble objetivo. Por un lado, de manera periódica, podría inyectar una dosis de choque en la alimentación a los sistemas de filtración para prevenir el desarrollo del biofouling en el seno del mismo. Y por otro lado, podría inyectar una pequeña dosis de hipoclorito a la salida del Tratamiento Terciario para el caso en que, por necesidades particulares de uso, se requiriera un determinado nivel residual de cloro en el agua.

La existencia de esta instalación de dosificación de hipoclorito sódico en el Tratamiento Terciario aporta un grado de seguridad adicional a la planta, ya que en casos de avería del sistema de desinfección por radiación UV, esta instalación podría actuar como sistema de desinfección de emergencia.



<u>DISEÑO</u>		
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• Reactivo a dosificar:		
- Nombre:	Hipoclorito sódico comercial	
- Riqueza (g Cl/l):	150,00	150,00
• Puntos de dosificación posibles:		
- Punto de dosificación A (Control microorganismos):	Recirculación de fangos o Superficie de reactores	
- Punto de dosificación B (Trat. Terciario):	Entrada a filtración y salida de tratamiento	
• Tasas de dosificación adoptadas:		
- Punto de dosificación A (kg Cl/Tm MS/d):	10,00	10,00
- Punto de dosificación B (mg Cl/l):	30,00	30,00
• Equipos de dosificación :		
- Tipo:	Bomba dosificadora	
- N° de unidades (uds/EDAR):		
Total (uds/EDAR):	1,00	1,00
Caudal máximo unitario (l/h/ud):	60,00	60,00
Regulación (%):	10-100	10-100
• Almacenamiento :		
- Tipo:	Depósito cilíndrico de PRFV en cubeto de seguridad	
- N° de unidades (uds/EDAR):	1,00	1,00
- Capacidad unitaria (m³):	10,00	10,00
- Autonomía i/reserva (d):	16,18	16,18



II.1.10.- Tratamiento Terciario.

La naturaleza y características de los distintos elementos que constituyen el Tratamiento Terciario ofertado han sido seleccionadas de acuerdo con la calidad final del agua a obtener, conforme a lo marcado por el Real Decreto 1620/2007 de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

Según la utilización prevista para el efluente del Tratamiento Terciario ("Riego de zonas verdes urbanas"), el RD 1620/2007 recoge las siguientes calidades mínimas para el agua:

Parámetro	Valor Máximo Admisible (VMA)
Nematodos intestinales (huevos/10 l):	1,00
Escherichia coli (UFC/100 ml):	200,00
Sólidos en suspensión (mg/l):	20,00
Turbidez (NTU):	10,00

Se procederá a la instalación de una línea de Tratamiento Terciario de 25 m³/h de capacidad. La composición de la línea de tratamiento terciario será la siguiente:

1.	Bombeo de alimentación
2.	Posibilidad de dosificación de reactivos en línea (Hipoclorito sódico y sulfato de aluminio)
3.	Sistema de filtración (filtro de malla autolimpiante con una luz de paso de 20 µm)
4.	Sistema de desinfección UV en tubería
5.	Arqueta final de acumulación de agua tratada (alimentación a grupos de presión para riego)



Una descripción más detallada de la línea de tratamiento propuesta sería la siguiente:

	<u>DISEÑO</u>		<u>2ª FASE</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Caudal nominal de diseño (m³/h):	25,00	25,00	100,00	100,00
Bombeo de alimentación:				
Tipo:	Bomba centrífuga sumergible			
Número de unidades / EDAR:	1,00	1,00	4,00	4,00
Caudal unitario (m ³ /h/bomba):	25,00	25,00	25,00	25,00
Caudal total (m ³ /h/EDAR):	25,00	25,00	100,00	100,00
Dosificación de reactivos:				
Hipoclorito sódico:				
Objetivo:	Impedir desarrollo biofouling en el seno del sistema de filtración posterior.			
Instalación:	Ver apartado "Instalación de hipoclorito sódico".			
Sulfato de aluminio:				
Objetivo:	Optimizar la reducción de turbidez si fuese necesario.			
Instalación:	Ver apartado "Desfosfatación por vía química".			
Filtración:				
Tipo:	Filtro de malla autolimpiante			
Luz de paso (µm):	20,00	20,00	20,00	20,00
Número de unidades / EDAR:	1,00	1,00	4,00	4,00
Capacidad unitaria (m ³ /h/filtro):	25,00	25,00	25,00	25,00
Capacidad total (m ³ /h/EDAR):	25,00	25,00	100,00	100,00
Desinfección:				
Tipo:	Reactor de radiación UV en tubería			
Nivel de escherichia coli de salida (UFC/100 ml):	200,00	200,00	200,00	200,00
Número de unidades / EDAR:	1,00	1,00	4,00	4,00
Capacidad unitaria (m ³ /h/reactor):	25,00	25,00	25,00	25,00
Capacidad total (m ³ /h/EDAR):	25,00	25,00	100,00	100,00



II.2.- LÍNEA DE LODOS DE LA E.D.A.R.

II.2.1.- Recirculación de fangos biológicos

La recirculación de lodos desde el decantador secundario se llevará a cabo mediante un total de dos (2) bombas centrífugas sumergibles, instaladas en un pozo de bombeo adosado al reactor.

Para potenciar los procesos biológicos de desnitrificación se instalará en cada reactor una bomba sumergible de hélice, con objeto de recircular el licor mixto desde el final de la zona óxica hasta la cabeza de la zona anóxica.

Nº de líneas:	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• N° de reactores biológicos:	1,00	1,00
• N° de decantadores secundarios:	1,00	1,00
• N° de pozos en funcionamiento:	1,00	1,00
• N° pozos/decantador:	1,00	1,00

Equipos de recirculación de fangos para DBO₅ (por línea):

• <i>Características por línea:</i>		
- Tipo :	Bombas sumergibles	
- N° de unidades condiciones normales:		
En funcionamiento.(uds/línea):	2,00	2,00
- Características unitarias de las bombas:		
Caudal (m ³ /h/ud):	50,00	50,00
- Caudal (m ³ /h/pozo):	100,00	100,00
- Recirculación s/ Q _m (%) :	200,00	200,00
- IVF máxima (ml/g) :	166,67	166,67

Eqs. recirculación de licor mixto para mant. de S.S. y desnitrificación (por reactor):

• <i>Características:</i>		
- Tipo:	Bomba sumergible de hélice	
- N° de bombas/reactor:	1,00	1,00
- Características unitarias:		
Caudal (m ³ /h/ud):	125,00	125,00



II.2.2.- Fangos en exceso al espesador

La extracción de los fangos en exceso del proceso se realizará desde un único pozo. En dicho pozo se instalará una (1) electrobomba sumergible.

Para calcular la capacidad de bombeo necesaria para estas bombas de extracción se ha tenido en cuenta la producción adicional de fangos químicos debidos a la desfosfatación mediante adición de sulfato de aluminio.

Las bombas de extracción de lodos en exceso se instalarán en el mismo pozo que las bombas de recirculación que, como ya se comentó, estará adosado al reactor biológico.



	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Producción de lodos biológicos en exceso :		
• <i>Reactores:</i>		
- En funcionamiento (ud/EDAR) :	1,00	1,00
• <i>Lodos en exceso totales:</i>		
- Unitarios (kg F_{exec} /kg DBO_{5elim}) :		
Calculados (kg F_{exec} /kg DBO_{5elim}):	0,846	0,846
Considerados (kg F_{exec} /kg DBO_{5elim}):	0,846	0,846
- Diarios :		
Calculados :		
Por reactor (kg F_{exec} /d):	482,09	482,08
Total (kg F_{exec} /d/EDAR):	482,09	482,08
Considerados :		
Por reactor (kg F_{exec} /d):	482,09	482,09
Total (kg F_{exec} /d/EDAR):	482,09	482,09
• <i>Volátiles considerados:</i>		
- Diarios (kg FV_{exec} /d/reactor):	302,09	302,09
- Total (kg FV_{exec} /d/EDAR):	302,09	302,09
• <i>Minerales considerados:</i>		
- Diarios (kg FM_{exec} /d/reactor):	180,00	180,00
- Total (kg FM_{exec} /d/EDAR):	180,00	180,00
• <i>Estabilidad considerada (%MV):</i>	59,98	59,98
• <i>Totalidad de fangos, incluyendo los procedentes de la desfosfatación:</i>		
- Total ($F_{exec} + F_{dest}$) (kg /d/EDAR):	503,66	503,62
Extracción de fangos :		
• <i>Nº de líneas de extracción:</i>		
- Total (uds/E.D.A.R.) :	1,00	1,00
• <i>Concentración en la extracción:</i>		
- Consid.(Kg/m ³) :	6,00	6,00



	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Equipos de extracción (unitarios, por línea de extracción) :		
• <i>Características por línea de extracción:</i>		
- Tipo:	Electrobomba sumergible	
- N° de bombas:		
Total (ud/EDAR) :	1,00	1,00
- Características unitarias:		
Caudal máximo (m ³ /h/ud):	6,00	6,00
• <i>Parámetros de funcionamiento por línea de extracción.:</i>		
- Caudales diarios:		
Másicos (kg/d/línea extracción):	503,66	503,62
Volumica (m ³ /d/línea extracción):		
Desde decant. 2° (m ³ /d/línea):	83,94	83,94
- Caudales horarios máximos		
Másicos (kg/h/línea extracción):		
Desde decant. 2° (kg/h/lín. extracc):	36,00	36,00
Volumica máxima (m ³ /h/línea extracción):		
Unitaria máx. (m ³ /h/lín. extracc.):	6,00	6,00
- Funcionamiento diario mínimo (h/d/línea):		
Desde decant. 2° (h/día/ud _{fto}):	13,99	13,99
• <i>Parámetros de funcionamiento (total EDAR) :</i>		
- Caudales diarios:		
Másicos (kg/d/EDAR):	503,66	503,62
Volumica (m ³ /d/EDAR):		
Desde decant. 2° (m ³ /d/EDAR):	83,94	83,94
- Caudales horarios máximos		
Másicos (kg/h/EDAR):		
Desde decant. 2° (kg/h/EDAR):	36,00	36,00
Volumica máxima (m ³ /h/EDAR):		
Unitaria máxima (m ³ /h/EDAR):	6,00	6,00
- Funcionamiento diario mínimo (h/d/línea):		
Desde decant. 2° (h/día/ud _{fto}):	13,99	13,99



II.2.3.- Espesamiento de lodos

Los lodos en exceso será enviados a un espesador por gravedad prefabricado, previo a su envío a la instalación de deshidratación.

El espesador por gravedad será dimensionado con vistas a garantizar una doble función: conseguir un espesamiento adecuado de los lodos en exceso y, por otro lado, servir como depósito de almacenamiento intermedio de los lodos, absorbiendo las paradas semanales de la instalación de deshidratación. Dado que la deshidratación funcionará durante cinco días a la semana, la autonomía con la que se diseñará el espesador será de 4 días: tres días de parada de la deshidratación (tarde y noche del "Viernes", "Sábado", "Domingo" y madrugada del "Lunes"), más un día adicional de seguridad.



	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Equipos elegidos :		
• <i>Tipo :</i>	Prefabricado de PRFV	
• <i>Nº de unidades / EDAR:</i>	1,00	1,00
• <i>Características unitarias:</i>		
Parte cilíndrica superior:		
Diámetro (m/ud):	4,00	4,00
Altura cilíndrica (m/ud):	2,50	2,50
Parte troncocónica inferior:		
Diámetro (m/ud):		
Parte superior (m/ud) :	4,00	4,00
Parte inferior (m/ud) :	0,40	0,40
Altura troncocónica (m/ud):	2,70	2,70
Ángulo s/horizontal (º/ud):	56,31	56,31
Características globales:		
Superficie (m ² /ud):	12,57	12,57
Volumen (m ³ /ud):	43,97	43,97
Altura total útil (m/ud):	5,20	5,20
Altura total (m/ud):	5,50	5,50
• <i>Parámetros de funcionamiento unitario:</i>		
Carga de sólidos:		
Diaría (kg/d/m ² /ud):	40,08	40,08
Horaria (kg/h/m ² /ud):	2,86	2,86
Carga hidráulica:		
Diaría (m ³ /d/m ² /ud):	6,68	6,68
Horaria (m ³ /h/m ² /ud) :	0,48	0,48
Tiempos de retención (días):		
Hidráulica de entrada (días):	0,52	0,52
Lodos espesados (días):	3,06	3,06



Características lodos espesados (unitarios) :

• <i>Concentración de salida estimada (kg/m³):</i>	35,00	35,00
• <i>Sólidos diarios:</i>		
- Másicos (kg/d/ud):	503,66	503,62
- Volúmicos (m ³ /d/ud):	14,39	14,39

II.2.4.- Acondicionamiento y deshidratación de lodos

La deshidratación de los lodos generados en la depuradora, ya espesados, se realizará por medio de una (1) centrífuga, alimentada mediante una bomba de tornillo helicoidal.

La deshidratación estará en servicio tan sólo cinco (5) días a la semana, estando el número de horas diarias de operación limitado a ocho (8) horas (duración de un turno de trabajo normal).

Previo a su entrada en la centrífuga, el lodo será acondicionado mediante inyección de polielectrolito, permitiendo así una optimización del proceso de deshidratación.

El almacenamiento de los lodos deshidratados se realizará en una tolva metálica de 15 m³ de capacidad unitaria.

Para minimizar el impacto sobre el resto del Parque Empresarial, sobre todo con referencia a la propagación de malos olores, se ha previsto la instalación del sistema de deshidratación en el interior del Edificio de Explotación, que estará dotado de una instalación de desodorización mediante carbón activo.

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Equipos de deshidratación :		
• <i>Tipo :</i>	Decantador centrífugo	
• <i>Nº de unidades (ud/EDAR) :</i>	1,00	1,00
• <i>Características unitarias :</i>		
- Caudales másicos (kg/h/centrífuga):		
Máximo del equipo:	150,00	150,00
Máximo en condiciones de trabajo:	150,00	150,00
- Caudales volúmicos (m ³ /h/centrífuga):		
Máximo del equipo:	4,29	4,29
Máximo en condiciones de trabajo:	4,29	4,29



	DISEÑO	
	Invierno	Verano
• <i>Parámetros de funcionamiento (A carga máxima):</i>		
- Funcionamiento mínimo equipos:		
Semanal ($d_{fto}/sem.$) :	5,00	5,00
Diario (h_{fto}/d) :	4,70	4,70
- Carga másica (kg MS/h/ud):	150,00	150,00
- Carga volúmica (m ³ /h/ud):	4,29	4,29
Equipos alimentación deshidratación :		
• <i>Tipo:</i>	Bomba de tornillo excéntrico	
• <i>Nº de unidades (ud/EDAR) :</i>	1,00	1,00
• <i>Características unitarias:</i>		
- Caudal máximo (m ³ /h):	6,00	6,00
- Regulación de caudal (%):	10 -100	10 -100
Equipos acondicionamiento de fangos :		
• <i>Reactivo acondicionante:</i>		
- Agente:	Polielectrolito	
- Dosis producto puro:		
Máxima ($d_{Máx}$) (kg poli/Tn MS):	7,00	7,00
Media (d_{Med}) (kg poli/Tn MS) :	5,00	5,00
- Dilución de polielectrolito:		
Salida de preparación:		
En peso (%):	0,35	0,35
En concentración (kg poli/m ³):	3,50	3,50
Inyección en equipo de deshidratación:		
En peso (%):	0,10	0,10
En concentración (kg poli/m ³):	1,00	1,00
Sistema de dilución pre-inyección:		
Tipo:	En línea con control por rotámetro	
Agua a añadir en línea (%):	71,43	71,43
• <i>Consumos polielectrolito unitarios:</i>		
- Producto puro (A dosis media):		
Horarios (kg/h _{fto}):	0,75	0,75
Diarios (kg/d _{fto}):	3,53	3,53
Anual (kg/año):	919,17	919,10
- Solución (A dosis media):		
Horarios (l/h _{fto}):	214,29	214,29
Diarios (l/d _{fto}):	1.007,31	1.007,23



		DISEÑO	
		Invierno	Verano
• <i>Equipos de preparación polielectrolito:</i>			
- Tipo :		Equipo de preparación automático y compacto	
- N° de unidades (ud/EDAR) :		1,00	1,00
- Capacidad unitaria máxima (l/h):		700,00	700,00
Equipos acondicionamiento de fangos (Cont.) :			
• <i>Equipos dosificación:</i>			
- Tipo:		Bomba dosificadora de tornillo helicoidal	
- N° de unidades (ud/EDAR) :		1,00	1,00
- Características unitarias:			
Caudal máximo (l/h):		1.000,00	1.000,00
Regulación de caudal:		Manual	
Mínimo (%):		20,00	20,00
Máximo (%):		100,00	100,00
• <i>Almacenamiento:</i>			
- Tipo:		En Sacos	
- N° de unidades:			
En funcionamiento:		1,00	1,00
En reserva:		2,00	2,00
- Capacidad unitaria (kg/ud):		25,00	25,00
A d _{Med} (d _{fio}) :		21,27	21,27



Lodos deshidratados :

• *Producción lodos deshidratados:*

- Conc. estimada (kg MS/m ³) :	200,00	200,00
- Producción másica:		
Horario (kg MS/h _{fto}):	150,00	150,00
Diario (kg MS/d _{fto}):	705,12	705,06
- Producción volúmica:		
Horario (m ³ /h _{fto}):	0,75	0,75
Diario (m ³ /d _{fto}):	3,53	3,53

• *Transporte lodos deshidratados:*

- Extracción y salida a almacenamiento:

Tipo :	Bomba de tornillo excéntrico	
Nº de unidades (ud/EDAR) :	1,00	1,00
Características unitarias:		
Caudal máximo (m ³ /h):	1,00	1,00

• *Almacén lodos deshidratados:*

- Tipo :	Tolva metálica cubierta	
- Nº de unidades (ud/EDAR) :	1,00	1,00
- Volumen unitario (m ³ /ud):	15,00	15,00
- Autonomía i/reserva (d _{fto}) :	4,25	4,25



II.2.5.- Desodorización

Para la desodorización se ha previsto la instalación de un sistema de renovación y purificación de aire basado en filtros de carbón activado. El sistema de desodorización prevé un ciclo de renovaciones suficientes para renovar el volumen del **edificio de Pretratamiento y Deshidratación, así mismo se desodorizará el espesador de fangos y la tolva de almacenamiento de fangos deshidratados como puntos importantes de producción de olores.**

Las características de la instalación son:

- Volumen total a desodorizar: 570 m³.
- N° renovaciones/hora: 7.
- Caudal de tratamiento: 4.000 m³/h



II.3.- REDES

II.3.1.- LÍNEA DE BY-PASS

La E.D.A.R. proyectada dispondrá de un **by-pass y alivio de emergencia en el bombeo** de elevación de agua bruta.

Se proyecta en una red con tubería de PVC-PE estructurada y diámetro 500 mm.

II.3.2.- RED DE PLUVIALES

La red de pluviales se conecta a la red de agua y by-pass. La conexión de los imbornales a la red de pluviales se realiza con tubería PVC Ø 200 mm.

II.3.3.- RED DE VACIADOS Y SOBRENADANTES

Todos los sobrenadantes producidos y las aguas sanitarias del Edificio de Control, se conducirán al pozo de bombeo de agua bruta, así como el vaciado del reactor biológico, creando una red de sobrenadantes y vaciados de PVC Ø 300 mm.

II.3.4.- RED DE AGUA POTABLE Y DE SERVICIOS

Se proyecta una acometida de agua potable desde el punto de conexión dentro de la parcela.

Se instalará un grupo de presión, para proveer a la planta de una red de agua de servicios para riego y mantenimiento, esta agua se cogerá del depósito de agua del terciario.



II.4.- ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DE OBRA CIVIL

Se han adoptado los siguientes criterios constructivos:

- Movimiento general de tierras
- Obra civil en emplazamiento de recintos y equipos
- Edificación
- Urbanización general y acabados
- Normativa aplicada y características de los materiales
- Planta general de urbanización

II.4.1.- Movimiento general de tierras

Para el movimiento general de tierras se ha seguido la siguiente metodología:

1. Desbroce de la cobertura vegetal, con transporte de todo el material extraído a vertedero.
2. Excavación en vaciado de aparatos y cimentaciones de edificación, con objeto de realizar las soleras y cimentaciones necesarias, de acuerdo con las conclusiones del informe geotécnico.
3. Sobreexcavación perimetral en todos los aparatos para permitir el encofrado a dos caras de muros.
4. Relleno en trasdós de muros hasta cota de urbanización general con material procedentes de la propia excavación y material seleccionado procedente de préstamo.

Las magnitudes resultantes de este movimiento general de tierras figuran en las mediciones correspondientes.

Se ha considerado el transporte a vertedero de todos los productos sobrantes de la excavación.

II.4.12.- Obra Civil en emplazamiento de recintos y equipos

La excavación para el emplazamiento de recintos y equipos figura medida y valorada en cada uno de ellos.

Esta excavación se considera a partir de la cota correspondiente al terreno después del movimiento general de tierras y hasta la profundidad necesaria para la correcta cimentación de cada uno de los tanques y equipos, tal como se ha indicado en el punto anterior.

Se ejecutará una subbase de 30 cm de espesor realizada con zahorra artificial, en los recintos más profundos, sobre la que se colocará una capa de 10 cm de hormigón HM-15 de nivelación y limpieza, procediéndose a la puesta en obra de las soleras y cimentaciones correspondientes. El espesor de las soleras y muros, se ha considerado, en general de 30 cm.



Todos los recintos y depósitos se construirán mediante muros y losas de cimentación de hormigón armado (HA-30 /B/40/IIIb , B-500-S), para una clase general de exposición, de acuerdo con la Instrucción EHE, **apoyados sobre losa de cimentación con espesor en función del tipo de recinto** a soportar. El hormigón HA-30 ofrece la compactidad adecuada para proteger a las armaduras, y el acero B-500-S permite un ahorro significativo en el armado de las caras de muros y losas que no están en contacto con las aguas residuales, aunque impliquen un ligero sobre coste en el armado de las caras en contacto con las aguas residuales, dado que se dimensionan por fisuración.

A las losas de cimentación se las dota de un sobreancho de longitud variable según el tipo de recinto para efectuar un mejor reparto de tensiones y optimización de las posteriores ejecuciones (encofrado de muros).

II.4.3.- Edificación

Está prevista la construcción de los siguientes edificios:

- Edificio de Pretratamiento-Deshidratación de dimensiones 16,25 x 11,30m
- Edificio de Control de dimensiones 9,90 x 5,20 m.

Edificio de pretratamiento

El edificio de pretratamiento ha sido proyectado de la manera más compacta posible. Así pues, en este edificio se integrará el pozo de gruesos, el bombeo de agua bruta y una zona de deshidratación. De la misma forma el edificio alberga la sala de cuadros eléctricos, así como una zona de taller y almacén

Edificio de Control

Se construirá un edificio de control que albergará la sala de control donde se monitorizará toda la planta. Dicho edificio consta de sala de control y aseos con taquillas.

Como características significativas de la edificación prevista, pueden distinguirse:

- **Estructura:** Los edificios se proyectarán mediante pórticos en estructura metálica A-42 b y cubierta aligerada formado por paneles autoportantes. La cimentación se proyectará mediante losas de cimentación, según edificio.
- **Cerramiento:** El cerramiento de las fachadas será con bloques de hormigón visto e interior con enfoscado y enlucido con cemento en las zonas industriales y con yeso en oficinas, y embarrado interior, cámara de aire con aislante tipo porexpán de 5 cm de espesor, y tabicón de ladrillo hueco sencillo en el edificio de control.
- **Acabados:** El cerramiento será como el indicado anteriormente, acristalamiento en ventanas, con carpintería de aluminio lacado, para reducir el ruido de las máquinas en edificios industriales.

El solado en zonas industriales será con tratamiento superficial de suelo, con pendientes



a sumideros, para facilitar su limpieza en edificios o zonas industriales.

En el edificio de control, los solados utilizados serán baldosas de terrazo de grano medio acristalado en todas las dependencias. Se utilizará gres antideslizante en aseos.

Los paramentos estarán acabados con guarnecido de yeso y pintura plástica lisa en el edificio de control, y guarnecido de cemento en zonas industriales, excepto en aseos, laboratorio y zona de deshidratación que irán alicatados con plaqueta de gres y azulejos hasta los 2,00/3,00 m de altura.

La carpintería interior, excepto en zonas industriales, será de madera contrachapada para pintar.

En los edificios industriales la carpintería en ventana será de aluminio lacado excepto las puertas exteriores para acceso de vehículos las cuales serán de chapa metálica.

Cumplirán todas las edificaciones con las Normas Básicas de Edificación y, muy especialmente, las relativas a condiciones acústicas, térmicas y protección contra incendios.

II.4.4- URBANIZACIÓN GENERAL Y ACABADOS

Con la urbanización propuesta se garantizan los servicios de acceso, tanto peatonal como rodado a cada una de las zonas de tratamiento de la Planta, para lo cual se ha dispuesto un vial perimetral.

Según estos criterios, las características principales de la urbanización son:

Acceso y urbanización:

Los viales dentro de la E.D.A.R. estarán compuestos por una base de 20 cm de zahorra natural compactada y un pavimento de hormigón (HM-20) de 20 cm. de espesor, con bordillos de hormigón.

El Edificio de Control y Deshidratación, contará con un acerado de 1,20 m de ancho y bordillo de hormigón.

Los recintos se comunican con caminos peatonales de 1,20 m de anchura con firme de gravilla procedente del machaqueo.

Se han dispuesto cuatro plazas de aparcamiento.

Se incluye cerramiento del perímetro de la E.D.A.R. formado por:

- Cerramiento tipo B, consistente en una valla metálica formada por tubo de acero galvanizado cada 3 m y malla galvanizada de simple torsión de 2,80 m de altura, sobre zapata corrida de hormigón de 40 cm de anchura.



- Cerramiento tipo A, consistente en una valla metálica formada por tubo de acero galvanizado cada 3 m y malla galvanizada de simple torsión de 2,00 m de altura, sobre fábrica de bloque con una altura de 0,8 m, apoyado sobre zapata corrida de hormigón de 40 cm de anchura

El cerramiento se completa con puerta de acceso de dos hojas.

Viales:

Se ha diseñado un vial que comunica con cada uno de los edificios, recintos y equipos, de tal forma que todos los elementos mecánicos son accesibles a través del vial.

La anchura de este vial es de 5 m, incluyendo las zonas de maniobras de vehículos pesados, donde se sitúan ensanchamiento para retirada de contenedores de residuos.

La retirada de fangos producidos en la deshidratación, se prevé por carga desde la tolva de almacenamiento a camión. Debiendo haber sitio suficiente para el acceso y maniobra de los camiones.

El trazado de los viales en planta lo constituyen alineaciones rectas enlazadas por curvas circulares, sin elementos de transición adoptando como radio mínimo, tanto en intersecciones como en cambio de dirección 5 m.

Aceras:

Se han dispuesto aceras en fachadas de los distintos edificios con anchura de 1,20 m.

Estas aceras están constituidas por baldosas de hormigón prefabricado sobre una capa de mortero de 5 cm y base de hormigón de 10 cm de espesor.

Tendrán una pendiente transversal del 2% para la evacuación de pluviales hacia los viales.

Caminos peatonales:

Se han dispuesto rodeando cada uno de los recintos y equipos de tal forma que la visita a los mismos quede garantizada.

Su acabado está dispuesto en gravilla extendida en 10 cm de espesor.

Conectan tanto con aceras como con el vial de la planta.



II.5.- INSTRUMENTACIÓN, CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

II.5.1.- INSTRUMENTACIÓN

La instrumentación propuesta consiste en:

La instrumentación propuesta consiste en:

- Medidor ultrasónico de nivel en bombeo de agua bruta.
- Medidor de agua a biológico mediante caudalímetro electromagnético.
- Medición de caudal de recirculación de fangos mediante caudalímetro electromagnético.
- Medición de caudal de fangos secundarios en exceso mediante caudalímetro electromagnético.
- Medidor de pH y temperatura de agua bruta.
- Medición de caudal de agua tratada por el tratamiento terciario medio de caudalímetro electromagnético.

II.5.2.- CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

El control automático de la E.D.A.R. se realizará a través de autómatas programables (PLCs). Se instalará un PLC en los CCM de deshidratación- pretratamiento y CCM Biológico, todo conectado a un ordenador al que enviará las señales que puede necesitar para presentación en pantalla del estudio de la planta. De esta forma si las comunicaciones fallan en cada PLC podrá continuar de forma individual e independiente con la gestión de los equipos a él encomendados.

Se suministrará software tanto para los PLC como para el ordenador. El del ordenador será un paquete SCADA que facilitará la gestión de la E.D.A.R. permitiendo actuaciones de marcha y parada, cambio de parámetros y consignas, seguimiento histórico para optimización de la gestión (archivo de alarmas, partes diarios, semanas, mensuales, anuales, gráficos).

Para el control de los procesos exclusivamente para las instalaciones objeto del presente estudio sin contemplar integración ni manipulación alguna de instalaciones existentes, se proyecta a base de autómatas programables industriales a instalar en el interior de su cuadro eléctrico correspondiente. Asimismo, se deberán instalar las protecciones, fuentes de alimentación, relés y demás dispositivos asociados al proceso de automatización de tal forma que se garantice el adecuado funcionamiento de las instalaciones.

La relación de PLC's es la siguiente:

CONCEPTO	VALOR
PLC - CCM BIO	1 ud.
PLC - CCM PRET-DESH	1 ud.



II.6.- ELECTRICIDAD

II.6.1.- LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

No forma parte del presente proyecto.

II.6.2.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

No forma parte del presente proyecto. Se estima que la carga en BT de las instalaciones es de 185,77kW, la cual deberá estar disponible junto a la reserva prevista en CT

II.6.3.- CUADROS ELÉCTRICOS

- **CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN EN EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO.**

El cuadro de distribución general, con índice de protección IP42 según UNE 20.324-78 y color RAL 7032, a situar acoplado al centro de control de motores correspondiente en sala de cuadros junto con CCM Biológico y sobre arqueta de canalización, de dimensiones aprox. 2.000 (alto) x 2.000 (ancho) x 400 (fondo) mm, está formado por:

- 1 ud. interruptor automático magnetotérmico omnipolar general de cabecera de las instalaciones de valor nominal adecuado y poder de corte industrial acorde a las exigencias del centro de transformación proyectado.
- 3 uds. transformadores toroidales sumatorios de intensidad en entrada para relé diferencial.
- 1 ud. relé diferencial electrónico regulable en tiempo y sensibilidad asociado a los trafos sumatorios, para disparo del interruptor general de entrada en caso de fallo.
- 1 ud. pletinas de cobre electrolítico de alta conductividad y bajas pérdidas, de sección adecuada a las solicitaciones térmicas y electrodinámicas de la instalación.
- 1 ud. analizador de redes de registro de parámetros de red sin bus de comunicaciones.
- 3 uds. transformadores toroidales de intensidad para registro del analizador de redes.
- 1 ud. salida para línea de alimentación de batería de condensadores formada por tres unidades de bases fusibles y tres fusibles de alto poder de ruptura.
- 1 ud. salida para línea de alimentación al cuadro general de alumbrado, con interruptor automático magnetotérmico de corte omnipolar.
- 1 Ud. salidas para líneas de alimentación a cuadros de control de motores formada por interruptor automático magnetotérmico de corte omnipolar.
- Ventilación interior del armario, a base de sistema filtrante por rejilla lateral superior con filtro y extracción de aire lateral inferior por extractor eléctrico con mando a base de termostato de control.
- Sistema de calefacción a base de resistencia calefactora con mando a base de termostato de control.
- Alumbrado interior del armario mediante lámpara fluorescente de mando manual y base enchufe monofásica acoplada.
- Toma de tierra, realizada con cable de 35 mm² de sección y pica de acero cobrizado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro .
- Carpeta portaplanos lateral con documentación unifilar del cuadro



- CUADROS DE CONTROL DE MOTORES**

La relación de equipos de los cuadros de motores contemplados y sus potencias asociadas serán:

CCM BIO						
DENOMINACIÓN EQUIPO	POT. P2 [kW]	UDS. INST.	UDS. SERV.	REND. ELECT.	FACTOR POT.	POT. TOTAL P1 [kW]
1.- Agitador sumergible cámara anóxica.	4,00	1	1	0,84	0,82	4,77
2.- Aereador superficial	30,00	2	2	0,91	0,85	65,88
3.- Bomba dosificadora hipoclorito	0,37	1	1	0,65	0,75	0,57
4.- Puente decantador	0,37	1	1	0,65	0,75	0,57
5.- Bombas recirculación de fangos.	1,95	2	1	0,81	0,82	2,40
6.- Bombas fango en exceso.	2,20	1	1	0,81	0,82	2,71
7.- Bomba licor mixto	3,00	1	1	0,83	0,82	3,62
8.- Bombeo a microfiltración terciario	7,50	1	1	0,87	0,85	8,67
9.- Filtro autolimpiante terciario	0,25	1	1	0,63	0,74	0,40
10.- Grupo presión	1,50	1	1	0,79	0,81	1,90
11.- Sistema de desinfección UV	2,00	1	1	0,81	0,82	2,47
12.- Bomba sulfato férrico	0,37	1	1	0,65	0,75	0,57
SUBTOTAL		14	13			94,52

CCM PRET-DESH						
DENOMINACIÓN EQUIPO	POT. P2 [kW]	UDS. INST.	UDS. SERV.	REND. ELECT.	FACTOR POT.	POT. TOTAL P1 [kW]
1.- Polipasto 2000 kg - Cuchara bivalva	1,50	1	1	0,79	0,81	1,90
2.- Bomba sumergible agua bruta	9,00	3	3	0,86	0,85	31,40
3.- Tamiz compacto	1,50	1	1	0,79	0,81	1,90
4.- Desarenador	0,55	1	1	0,70	0,77	0,79
5.- Tornillo arenas	1,10	1	1	0,77	0,80	1,43
6.- Desengrasado	0,55	1	1	0,70	0,77	0,79
7.- Aireación	1,50	1	1	0,79	0,81	1,90
8.- Centrífuga decantadora	15,00	1	1	0,89	0,85	16,83
9.- Motor rascador	0,55	1	1	0,70	0,77	0,79
10.- Equipo automático de preparación polielectrolito	1,50	1	1	0,79	0,81	1,90
11.- Bomba fangos espesados	3,00	1	1	0,83	0,82	3,62
12.- Bomba dosificadora de polielectrolito	0,37	1	1	0,65	0,75	0,57
13.- Bomba tornillo fangos deshidratados	7,50	1	1	0,87	0,85	8,67
14.- Extractor sala cuadros	0,40	1	1	0,70	0,77	0,57
15.- Desodorización	5,00	1	1	0,85	0,83	5,85
16.- Compuerta tolva	0,55	1	1	0,70	0,77	0,79
17.- Electroválvula limpieza tamiz	0,01	1	1	0,57	0,74	0,02
18.- Electroválvula limpieza Centrífuga	0,01	1	1	0,57	0,74	0,02
SUBTOTAL		20	20			79,74



Los Cuadros de Control de Motores con índice de protección IP42 según UNE 20.324-78 y color RAL 7032, se situarán en sala de cuadros sobre arqueta de canalización, serán registrables por el frente mediante puertas y contruidos a base de módulos de dimensiones aprox. 2.000 (alto) x 800 (ancho) x 400 (fondo) mm, conteniendo debidamente cableado y conexionado:

- 1 ud. interruptor automático magnetotérmico onnipolar general de entrada, de calibre apropiado y poder de corte industrial.
- 3 uds. transformadores toroidales sumatorios de intensidad en entrada para relé diferencial.
- 1 ud. relé diferencial electrónico regulable en tiempo y sensibilidad asociado a los trafos sumatorios, para disparo del interruptor general de entrada en caso de fallo.
- 1 ud. pletinas de cobre electrolítico de alta conductividad y bajas pérdidas, de sección adecuada a las solicitudes térmicas y electrodinámicas de la instalación con pantalla protectora frente a contactos directos.
- 1 ud. interruptor automático magnetotérmico omipolar para protección primaria del trafo de mando, de calibre apropiado y poder de corte industrial.
- 1 ud. transformador de mando 400/24V de potencia 0,75kVA.
- 1 ud. interruptor automático magnetotérmico onnipolar para protección secundaria del trafo de mando, de calibre apropiado y poder de corte industrial.
- Conjuntos de protección motor de hasta 4,50 kW, formados por arrancador directo tipo DOL a base de contactor de línea y relé térmico regulable de protección motor con contactos auxiliares de señalización; maniobra para selector de tres posiciones tipo manual-0-automático, pilotos frontales de visualización de estado de marcha y disparo térmico y etiqueta identificativa de equipo.
- Conjuntos de protección motor formados por ARRANCADOR DIRECTO TIPO DOL a base de contactor de línea y relé térmico regulable de protección motor con contactos auxiliares de señalización; maniobra para selector de tres posiciones tipo manual-0-automático, pilotos frontales de visualización de estado de marcha y disparo térmico y etiqueta identificativa de equipo.
- Conjuntos de protección motor a base de ARRANCADOR ELECTRÓNICO TIPO SS con contactor de línea para arranque electrónico de motor (sin incluir éste), con contactos auxiliares de señalización de marcha, maniobra para selector de tres posiciones tipo manual-0-automático, pilotos frontales de visualización de estado de marcha y disparo térmico y etiqueta identificativa de equipo.
- Conjuntos de protección motor a base de ARRANCADOR VARIADOR DE FRECUENCIA con contactor de línea para arranque electrónico de motor (sin incluir éste), con contactos auxiliares de señalización de marcha, maniobra para selector de tres posiciones tipo manual-0-automático, pilotos frontales de visualización de estado de marcha y disparo térmico y etiqueta identificativa de equipo.
- Conjunto de relés auxiliares de maniobra, mecanismos de alternancia para equipos y enclavamientos para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Ventilación interior del armario, a base de sistema filtrante por rejilla superior con filtro y extracción de aire inferior por extractor eléctrico con mando a base de termostato de control.
- Sistema de calefacción a base de resistencia calefactora con mando a base de termostato de control.
- Alumbrado interior del armario mediante lámpara fluorescente de mando manual y base enchufe monofásica acoplada.
- Toma de tierra, realizada con cable de 35 mm² de sección y pica de acero cobrizado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro .



- RELACIÓN DE EQUIPOS, POTENCIAS Y FUNCIONAMIENTO**

PROCESO	SISTEMA DE CONTROL
Cuchara bivalva	Control manual mediante botonera
Puente grúa 2000 kg	
Bomba sumergible agua bruta	Manual y automático mediante medidor ultrasónico de nivel en lazo PID. Proyectado un variador de velocidad para todas las bombas.
Tamiz rotativo	Control manual y automático mediante temporizador.
Electroválvula limpieza	Control manual y automático enclavado mediante temporizador.
Puente desarenador-desengrasador	Manual y automático mediante temporizador y fin de carrera para cambio de dirección.
Bomba de arenas	Manual y automático enclavado al puente en el arranque y tiempo de funcionamiento temporizado.
Turbina aireación	Control manual y automático mediante temporizador.
Clasificador de arenas	Manual y automático enclavado con bomba arena en arranque y parada temporizada.
Concentrador de grasas	Manual y automático por temporizador.
Agitador sumergible cámara anóxica.	Manual y automático mediante temporizador.
Aereador superficial	Manual, semiautomático temporizado y automático según niveles de consigna programables del sensor de oxígeno disuelto con arranque electrónico.
Bomba dosificadora hipoclorito	Manual y automático mediante temporizador.
Puente decantador	Funcionamiento continuo. Manual y automático mediante temporizador.
Bombas recirculación de fangos.	Manual y semiautomático por temporizador, con boya de mínimo.
Bombas fango en exceso.	Manual y automático mediante temporizador y boya de mínimo común con recirculación.
Bombas licor mixto	Manual y automático mediante temporizador.
Bombeo a microfiltración terciario	Manual y automático mediante boyas de nivel.
Grupo presión	Según maniobra de cuadro propio de equipo.
Filtro autolimpiante terciario	Manual por botonera.
Sistema de desinfección UV	Manual y automático.
Bomba sulfato férrico	Manual y automático mediante temporizador.
Extractor mural	Manual y automático mediante temporizador



PROCESO	SISTEMA DE CONTROL
Centrífuga decantadora y motor rascador.	Manual o según secuencia de deshidratación.
Electroválvula limpieza	Manual o según secuencia de deshidratación.
Equipo automático de preparación polielectrolito	Según maniobra de cuadro propio de equipo.
Bomba de fangos a deshidratación.	Manual o según secuencia de deshidratación.
Bomba dosificadora de polielectrolito	Manual o según secuencia de deshidratación.
Bomba tornillo fangos deshidratados	Manual o según secuencia de deshidratación.
Tornillo transportador	Manual o según secuencia de deshidratación.
Desodorización	Manual y automático mediante temporizador.
Compuerta tolva	Manual por botonera.

II.6.4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación se proyecta bajo tubería rígida de PVC enterrada en zanja reglamentaria y arquetas de paso, cajas de conexión, racores, etc., y con llegada a zona de receptores eléctricos mediante arqueta de llegada y desde este punto con canalización vista a partir de tubería, canal, bandeja o tubo de PVC con sus correspondientes soportes, cajas de conexiones estancas con bornes de unión, tubos metaplas o similar y racores de conexión según cada caso; proyectándose una instalación lo más estanca permisible.

La alimentación eléctrica a los distintos receptores, se proyecta con cable de cobre RV-K 0,6/1 kV, con secciones adecuadas a la potencia y tipología de receptor con mínimo de 2,5 mm². Para los circuitos de alimentación del mando en campo se prevé cable RV-K 0,6/1kV de sección adecuada a la tipología del mando con mínimo de 1,5 mm². Desde los cuadros generales de alumbrado proyectados, se prevé alimentar a los distintos receptores con cable de cobre con aislamiento H07V y sección adecuada a las características y tipología del receptor a alimentar. Para la interconexión de señales digitales, se utilizará cable de cobre RV-K 0,6/1kV de sección adecuada y mínima de 1,0 mm², mientras que para las señales analógicas se utilizará el mismo aislamiento pero con cable apantallado.

II.6.5. ALUMBRADO

Se prevé la instalación en lugar accesible de un Cuadro General de Alumbrado (C.G.A.) y una serie de subcuadros locales de alumbrado con la valoración y cuantificación concretada en la tabla adjunta, así como elementos para iluminación y otros usos. La aparamenta deberá estar formada al menos por un interruptor general automático de corte omipolar con poder de corte adecuado a las exigencias de las instalaciones, el cual alimenta a los distintos interruptores automáticos magnetotérmicos e interruptores diferenciales correspondientes a cada una de las salidas descritas.



Se prevén en la instalación, los dispositivos que se determinan en la tabla que a continuación se expone:

CONCEPTO	VALOR
LUM. INDUSTRIAL VHgcc DE 250 W	4 Uds.
LUM. FLUORESCENTE LAMAS DE 72 W TOTALES	4 Uds.
LUM. FLUORESCENTE ESTANCA DE 72 W TOTALES	4 Uds.
LUM. EMERGENCIA DE 150Lm/1h	6 Uds.
LUM. INCANDESCENTE DE 60 W	2 Uds.
BASE ENCHUFE 2x16A+T	15 Uds.
BASE ENCHUFE 3x32A+T	3 Uds.
COLUMNA GALVANIZ. 4m. VHgcc DE 250 W	5 Uds.
BRAZO MURAL 1,5m. VHgcc DE 250 W	4 Uds.



PARTE III

CONSIDERACIONES GENERALES



III.1.- MATERIALES

En los Planos, Mediciones y Pliego de Prescripciones Técnicas, se especifican con todo detalle las dimensiones y clases de fábricas de que se componen cada obra, así como las condiciones que han de cumplir los distintos materiales y prescripciones para su puesta en obra a fin de obtener su correcta ejecución.

III.2.- PLAZO DE EJECUCION Y GARANTÍAS

Teniendo en cuenta el volumen de la obra, la naturaleza de la misma, los plazos a seguir serán los siguientes:

- 1) **Construcción: ONCE (11) meses** a partir del día siguiente del Acta de Replanteo de las obras.
- 2) **Puesta en marcha: UN (1) mes** a partir del onceavo mes de haberse empezado la construcción.
- 3) **Periodo de garantía: 1 año** a partir de la fecha del Acta de Recepción.

III.3.- PLAN DE OBRA

Se desarrolla la Planificación de las Obras, con plazos totales y parciales, en el que se describen las previsiones de tiempo y recursos de la ejecución de las obras, con expresión gráfica en un diagrama de barras, en el que figuran, valorados en ejecución material, los importes de las diferentes actividades, así como la previsión de ejecución y certificación mensual.

III.4.- PRECIOS

Los precios de las distintas unidades de obra, se han obtenido teniendo en cuenta el costo de la mano de obra y los precios de los materiales del mercado, así como los costos y rendimientos de la maquinaria a emplear.

En estos precios se consideran incluidos todos los trabajos, medios auxiliares y materiales que sean necesarios para la correcta ejecución y acabado de cualquier unidad de obra.

III.5.- PRESUPUESTO

Aplicando los precios calculados a las unidades de obra proyectadas, resulta que:

El Presupuesto de ejecución material de la **E.D.A.R. PARQUE EMPRESARIAL DE ALHEDÍN (GRANADA)** ascenderá a la cantidad de **OCHOCIENTOS TREINTA Y DOS MIL TRESCIENTOS SESENTA Y NUEVE CON VEINTINUEVE (832.369,29 –€)**.



III.6.- DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO

Este Proyecto consta de los siguientes documentos:

DOCUMENTO Nº 1.- MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJOS

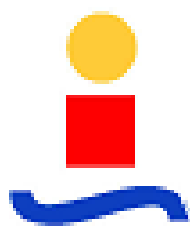
- Anejo nº 1: Diseño del proceso de tratamiento
- Anejo nº 2: Cálculo hidráulico
- Anejo nº 3: Cálculo de estructuras
- Anejo nº 4: Cálculos eléctricos
- Anejo nº 5: Instrumentación, automatización y control
- Anejo nº 6: Estudio explotación
- Anejo nº 7: Estudio de seguridad y salud
- Anejo nº 8: Plan de obras

DOCUMENTO Nº 2.- PLANOS

DOCUMENTO Nº 3.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

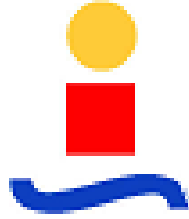
DOCUMENTO Nº 4.- PRESUPUESTOS

- Mediciones
- Cuadro de Precios nº 1
- Presupuesto parciales
- Resumen de Presupuestos
- Presupuesto general



**E.D.A.R. PARA UN PARQUE EMPRESARIAL
CON CAPACIDAD DE TRATAMIENTO DE
1200 M³/DÍA Y POSIBILIDAD DE
AMPLIACIÓN DEL 100%.**

ANEJOS



**Departamento de Ingeniería de la Construcción y
Proyectos de Ingeniería**

**E.D.A.R. PARA UN PARQUE EMPRESARIAL CON
CAPACIDAD DE TRATAMIENTO DE 1200 M³/DÍA Y
POSIBILIDAD DE AMPLIACIÓN DEL 100%.**

Anejo nº 1.- Diseño del proceso de tratamiento



ANEJO Nº 1

DISEÑO DEL PROCESO DE TRATAMIENTO



ÍNDICE (1 de 3)

A1.0.- INTRODUCCIÓN	5
A1.I.- BASES DE PARTIDA Y RESULTADOS A OBTENER	17
A1.I.1.- Bases de partida	18
A1.I.2.- Resultados a obtener	23
A1.II.- LÍNEA DE AGUA	24
A1.II.1.- Pozo de gruesos	25
A1.II.1.a.- Datos de partida	26
A1.II.1.b.- Criterios de dimensionamiento	26
A1.II.1.c.- Dimensionamiento	27
A1.II.1.c.1.- Exposición de métodos	28
A1.II.1.c.2.- Cálculos	31
A1.II.1.d.- Pozo de gruesos. Resumen	34
A1.II.2.- Elevación de agua bruta	36
A1.II.2.a.- Datos de partida	37
A1.II.2.b.- Criterios de dimensionamiento	37
A1.II.2.c.- Dimensionamiento	38
A1.II.2.c.1.- Exposición de métodos	39
A1.II.2.c.2.- Cálculos	40
A1.II.2.d.- Elevación de agua bruta. Aguas residuales. Resumen	42
A1.II.3.- Unidad de Pretratamiento Compacta	44
A1.II.4.- Medición de caudal al Tratamiento Biológico	46
A1.II.4.a.- Datos de partida	46
A1.II.4.b.- Dimensionamiento	46
A1.II.4.c.- Medición de caudal al Tratamiento Biológico. Resumen	47



ÍNDICE (2 de 3)

A1.II.5.- Reactor biológico	48
A1.II.5.a.- Datos de partida	49
A1.II.5.b.- Criterios de dimensionamiento	50
A1.II.5.c.- Dimensionamiento	51
A1.II.5.c.1.- Exposición de métodos	52
A1.II.5.c.2.- Cálculos	62
A1.II.5.d.- Reactor biológico. Resumen	70
A1.II.6.- Recirculaciones	72
A1.II.6.a.- Datos de partida	73
A1.II.6.b.- Criterios de dimensionamiento	73
A1.II.6.c.- Dimensionamiento	74
A1.II.6.c.1.- Exposición de métodos	75
A1.II.6.c.2.- Cálculos	77
A1.II.6.d.- Recirculaciones. Resumen	79
A1.II.7.- Oxigenación y agitación	80
A1.II.7.a.- Datos de partida	81
A1.II.7.b.- Criterios de dimensionamiento	82
A1.II.7.c.- Dimensionamiento	83
A1.II.7.c.1.- Exposición de métodos	84
A1.II.7.c.2.- Cálculos	95
A1.II.7.d.- Oxigenación y agitación. Resumen	98
A1.II.8.- Desfosfatación por vía química	99
A1.II.8.a.- Datos de partida	100
A1.II.8.b.- Dimensionamiento	101
A1.II.8.b.1.- Exposición de métodos	102
A1.II.8.b.2.- Cálculos	104
A1.II.8.c.- Desfosfatación por vía química. Resumen	106
A1.II.9.- Decantación secundaria	107
A1.II.9.a.- Datos de partida	108
A1.II.9.b.- Criterios de dimensionamiento	108
A1.II.9.c.- Dimensionamiento	109
A1.II.9.c.1.- Exposición de métodos	110
A1.II.9.c.2.- Cálculos	112
A1.II.9.d.- Decantación secundaria. Resumen	116



ÍNDICE (3 de 3)

A1.II.10.- Arqueta de acumulación del efluente del Tratamiento Secundario	117
A1.II.11.- Instalación de hipoclorito sódico	118
A1.II.11.a.- Datos de partida	119
A1.II.11.b.- Criterios de dimensionamiento	119
A1.II.11.c.- Dimensionamiento	120
A1.II.11.d.- Instalación de hipoclorito sódico. Resumen	121
A1.II.12.- Tratamiento Terciario	122
 A1.III.- LÍNEA DE LODOS	 124
A1.III.1.- Producción y extracción de lodos en exceso	125
A1.III.1.a.- Datos de partida	126
A1.III.1.b.- Criterios de dimensionamiento	126
A1.III.1.c.- Dimensionamiento	127
A1.III.1.c.1.- Exposición de métodos	128
A1.III.1.c.2.- Cálculos	129
A1.III.1.d.- Producción y extracción de lodos en exceso. Resumen	131
A1.III.2.- Espesamiento por gravedad de lodos	133
A1.III.2.a.- Datos de partida	134
A1.III.2.b.- Criterios de dimensionamiento	135
A1.III.2.c.- Dimensionamiento	136
A1.III.2.c.1.- Exposición de métodos	137
A1.III.2.c.2.- Cálculos	139
A1.III.2.d.- Espesamiento por gravedad de lodos. Resumen	141
A1.III.3.- Acondicionamiento y deshidratación de lodos	142
A1.III.3.a.- Datos de partida	143
A1.III.3.b.- Criterios de dimensionamiento	143
A1.III.3.c.- Dimensionamiento	144
A1.III.3.d.- Acondicionamiento y deshidratación de lodos. Resumen	149



A1.0.- INTRODUCCIÓN

El presente Anejo recoge los cálculos dimensionales y justificativos correspondientes a la EDAR del Parque Empresarial. La naturaleza y características de la línea de tratamiento considerada se fundamentan en las diferentes comparativas y estudios realizados para tratamientos de aguas residuales de este tipo. Adicionalmente y en particular, los criterios de calidad del efluente del Tratamiento Terciario, según su futura utilización ("Riego de zonas verdes urbanas"), han sido extraídos del Real Decreto 1620/2007 de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

Los equipos y recintos que constituyen las instalaciones han sido diseñadas para ofrecer un amplio margen de operación y una gran flexibilidad de maniobra al explotador de la planta.

Dado que el caudal a tratar por la depuradora irá aumentando de forma gradual, conforme se vaya desarrollando el propio Parque Empresarial, se ha considerado necesaria la instalación de equipos de capacidad variable que permitan adaptar fácilmente el funcionamiento del proceso biológico a las necesidades particulares de cada periodo, asegurando un rendimiento óptimo del proceso en todo momento. En este sentido podríamos señalar la instalación de un variador de frecuencia en el pozo de elevación de agua bruta, que permite regular la capacidad de los equipos de bombeo en función de las necesidades propias de cada periodo. Del mismo modo, la presencia de este variador de frecuencia evita los escalonamientos bruscos de bombeo que se presentan a lo largo del día, y que afectan, en mayor o menor medida, a los procesos físicos y biológicos de depuración.

Teniendo en cuenta la diversidad de actividades que puede albergar el Parque Empresarial existe la posibilidad de que las características del agua residual que llegue a la planta puedan variar notablemente a lo largo del día, con los efectos negativos que este hecho tendría sobre el desarrollo del proceso biológico de depuración. Este hecho debe verse amortiguado por la implantación de una normativa interna de vertidos a saneamiento que limite las cargas contaminantes que las empresas implantadas en el Parque Empresarial puedan realizar.

En este sentido, como factor de seguridad para las instalaciones, y como se puede apreciar en el apartado de "Bases de Partida" del presente Anejo, se han considerado unos máximos puntuales de los principales parámetros de contaminación.



Seguidamente, a modo de introducción, se describen los distintos elementos que constituyen la línea de tratamiento propuesta.

PRETRATAMIENTO

Pozo de gruesos:

La recepción del agua a tratar por la EDAR se produce en un pozo de gruesos, previo a la cámara de bombeo. La función de este pozo de gruesos será la retirada de las arenas y partículas más pesadas así como la retención de elementos de gran tamaño que pudieran afectar al funcionamiento de los equipos posteriores instalados en la planta. El paso a la cámara de bombeo se realiza a través de una reja de limpieza manual con una luz de paso de 80 mm

Los residuos acumulados en el pozo de gruesos podrán ser extraídos periódicamente gracias a una cuchara bivalva de 50 litros de capacidad instalada sobre un polipasto eléctrico. La descarga de la bivalva se realizará sobre un contenedor metálico de dimensiones adecuadas.

Para minimizar el impacto sobre el resto del Parque Empresarial, sobre todo con referencia a la propagación de malos olores, se ha previsto la construcción del pozo de gruesos en el interior del Edificio de Explotación, que estará dotado de una instalación de desodorización mediante carbón activo.

Elevación de agua bruta:

Para elevar el agua bruta hasta la cabeza del tratamiento se ha previsto una cámara de bombeo, equipada con bombas centrífugas sumergibles especialmente diseñadas para el trasiego de aguas residuales.

La instalación consta de un total de tres bombas centrífugas, actuando una de ellas como unidad de reserva. Adicionalmente se dejará espacio suficiente para la colocación de una cuarta bomba si se deseara en un futuro.



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

La instalación de un variador de frecuencia común para esta instalación, así como el número de bombas adoptado, asegurará en todo momento una adaptación eficaz del caudal de bombeo de la EDAR al caudal de agua residual que vaya generando el Parque Empresarial a lo largo de su desarrollo.



Para minimizar el impacto sobre el resto del Parque Empresarial, sobre todo con referencia a la propagación de malos olores, se ha previsto la construcción de la cámara de bombeo en el interior del Edificio de Explotación, que estará dotado de una instalación de desodorización mediante carbón activo.

Unidad de Pretratamiento Compacto:

Los caudales bombeados de agua residual serán tratados en un equipo compacto de pretratamiento: tamizado + desarenado/desengrasado. Se trata de un equipo cerrado que minimiza el problema de las salpicaduras y la producción de malos olores.

La capacidad de tratamiento de este equipo será igual al caudal máximo de pretratamiento especificado (240 m³/h).

A continuación se describen brevemente las distintas funciones desarrolladas por el equipo compacto seleccionado:

A.- Desbaste de finos:

Se realiza mediante un tamiz (con sistema automático de limpieza) de 3 mm de luz de malla. La recogida y transporte de los residuos extraídos del tamiz hasta los contenedores de almacenamiento se realizará mediante un tornillo transportador-compactador.

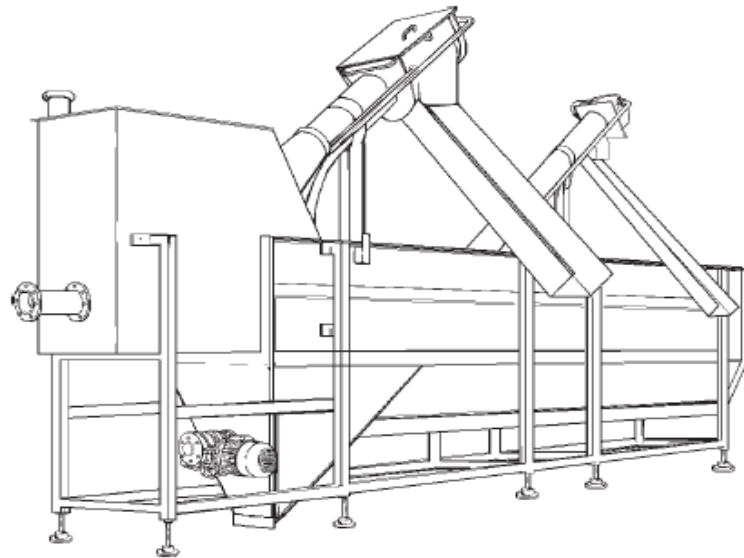
B.- Desarenado-desengrasado:

En esta zona, se eliminan las arenas y las grasas que influyen negativamente en los procesos posteriores. De esta manera, se elimina la acción abrasiva de las partículas de tamaño superior a 200,00 µm y las grasas que interfieren en la estructura del flóculo en los procesos de fangos activos, dificultando la difusión del oxígeno, de la DBO₅ y de los nutrientes al interior de la película biológica.



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

Las arenas son lavadas, clasificadas y transportadas a un contenedor mediante un tornillo sinfín inclinado. A su vez, las grasas son concentradas mediante un dispositivo automático y descargadas a través de una tolva al contenedor.





TRATAMIENTO SECUNDARIO

Medición de caudal al Tratamiento Biológico:

Con objeto de medir el caudal de entrada al Tratamiento Biológico se instalará un caudalímetro electromagnético en la conducción general de alimentación.

Reactor biológico:

Se considera la construcción de un (1) reactor biológico de tipo paralelepípedo. El cálculo del mismo se ha desarrollado teniendo en cuenta las necesidades implicadas en los procesos de eliminación de materia orgánica (DBO₅) y nitrógeno. Es por este motivo por el que se ha compartimentado en dos zonas el reactor biológico. Una primera zona anóxica que servirá de selector biológico (minimiza la aparición de problemas de bulking y foaming) y permitirá el desarrollo de los procesos de desnitrificación. Y una segunda zona óxica, de mayor volumen, donde se desarrolla de forma completa el proceso de nitrificación.

La eliminación necesaria de fósforo se garantizará mediante la adición de un agente químico (sulfato de aluminio) en la casaca de salida de los reactores, justo antes de la entrada del agua a la decantación secundaria. Los lodos químicos generados decantarán simultáneamente con los lodos biológicos en el seno de los decantadores secundarios. Un correcto dimensionado de los reactores debe tener en cuenta la cantidad adicional de lodos generados por el proceso químico de desfosfatación, ya que de no ser así se vería menguada la calidad del efluente de la planta así como la capacidad de tratamiento de la línea de lodos.

Recirculaciones:

La recirculación de lodos desde el decantador secundario se llevará a cabo mediante un total de dos (2) bombas centrífugas sumergibles, instaladas en un pozo de bombeo adosado al reactor.

Para potenciar los procesos biológicos de desnitrificación se instalará en cada reactor una bomba sumergible de hélice, con objeto de recircular el licor mixto desde el final de la zona óxica hasta la cabeza de la zona anóxica.



Oxigenación y agitación:

Se considerarán turbinas superficiales de aireación para la oxigenación del reactor biológico.

Se han adoptado un total de dos (2) turbinas superficiales, habiéndose calculado su capacidad de aeración teniendo en cuenta tanto las necesidades de oxígeno para la eliminación de la materia carbonatada (DBO₅) como las necesidades de oxígeno derivadas de los procesos de nitrificación y desnitrificación (eliminación de nitrógeno). A nivel de cálculo se ha considerado una concentración de oxígeno disuelto en el licor mixto de los reactores de, al menos, 2 mg/l.

El control de la oxigenación se realizará por medio de sondas de oxígeno disuelto en los reactores, así como por temporización de 24 horas.

Desfosfatación por vía química:

El fósforo excedente del proceso biológico de depuración será eliminado por vía química, mediante la adición de sulfato de aluminio a la salida de los reactores biológicos, antes del paso del agua a los decantadores secundarios. De este modo los lodos químicos generados por la precipitación del fósforo excedente serán capturados junto con los lodos propiamente biológicos del reactor en el seno de los decantadores secundarios. Por otro lado, se prevee la existencia de un punto de dosificación adicional en el tratamiento terciario de la EDAR (aguas arriba de los equipos de filtración) para el caso en que resultara necesaria.

Decantación secundaria:

La decantación secundaria constituye una etapa esencial dentro del proceso de depuración ya que, en definitiva, es en los decantadores donde se realiza la separación entre el agua clara y depurada, y los lodos generados en el proceso.

El diseño de los decantadores se ha desarrollado con especial cuidado, contrastando los resultados obtenidos mediante los métodos clásicos de cálculo (carga hidráulica, carga de sólidos, etc.) con los resultados obtenidos por medio de otras metodologías más actuales y rigurosas, como la Norma alemana ATV - 131 / 2000 o el Manual of Practice N° 8 (MOP-8) de la Water Environmental Federation (WEF).

La aplicación de la norma ATV - 131 / 2000 resulta de gran utilidad ya que tiene en cuenta las características de sedimentabilidad de los lodos generados en el proceso y la capacidad del decantador para alcanzar un determinado espesamiento de los mismos. Para ello realiza una serie de cálculos específicos que determinan el calado adecuado del decantador, dividiendo éste en una serie de capas sucesivas: clarificación, separación, almacenamiento y espesamiento.



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

Se construirá un (1) único decantador circular equipado con un puente de rasquetas radial.



Arqueta de acumulación del efluente:

El efluente de decantación secundaria será recogido en una arqueta de acumulación, a partir de la cual se podrá alimentar el agua al Tratamiento Terciario mediante la instalación de bombas centrífugas sumergibles. Los excesos de caudal sobre el caudal nominal de diseño del Tratamiento Terciario, o la totalidad del caudal de la planta en caso de que se desee obviar esta última etapa del tratamiento, serán aliviados hacia el colector de vertido final del efluente.

Instalación de hipoclorito sódico:

El presente proyecto considera una instalación completa de almacenamiento y dosificación de hipoclorito sódico, a emplear en el control del crecimiento de las bacterias filamentosas causantes de los problemas de bulking y foaming. En este sentido, y para los casos en que resulte necesario, se han planteado dos posibles puntos de aplicación: o bien la conducción de lodos recirculados desde el decantador secundario, o bien la superficie del propio reactor biológico.

Así mismo, formando parte de la misma instalación, se ha considerado un punto de dosificación adicional que daría servicio al Tratamiento Terciario. Este punto de dosificación tendría un doble objetivo. Por un lado, de manera periódica, podría inyectar una dosis de choque en la alimentación a los sistemas de filtración para prevenir el desarrollo del biofouling en el seno del mismo. Y por otro lado, podría inyectar una pequeña dosis de hipoclorito a la salida del Tratamiento Terciario para el caso en que, por necesidades particulares de uso, se requiriera un determinado nivel residual de cloro en el agua.

La existencia de esta instalación de dosificación de hipoclorito sódico en el Tratamiento Terciario aporta un grado de seguridad adicional a la planta, ya que en casos de avería del sistema de desinfección por radiación UV, esta instalación podría actuar como sistema de desinfección de emergencia.



TRATAMIENTO Terciario

La naturaleza y características de los distintos elementos que constituyen el Tratamiento Terciario ofertado han sido seleccionadas de acuerdo con la calidad final del agua a obtener, conforme a lo marcado por el Real Decreto 1620/2007 de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

Según la utilización prevista para el efluente del Tratamiento Terciario ("Riego de zonas verdes urbanas"), el RD 1620/2007 recoge las siguientes calidades mínimas para el agua:

Parámetro	Valor Máximo Admisible (VMA)
Nematodos intestinales (huevos/10 l):	1,00
Escherichia coli (UFC/100 ml):	200,00
Sólidos en suspensión (mg/l):	20,00
Turbidez (NTU):	10,00

Durante esta 1ª Fase de la depuradora se procederá a la instalación de una línea de Tratamiento Terciario de 25 m³/h de capacidad, que podrá ser ampliada a lo largo de sucesivas etapas hasta los 100 m³ / previstos para el año Horizonte. La composición de la línea de tratamiento terciario será la siguiente:

1.	Bombeo de alimentación
2.	Posibilidad de dosificación de reactivos en línea (Hipoclorito sódico y sulfato de aluminio)
3.	Sistema de filtración (filtro de malla autolimpiante con una luz de paso de 20 µm)
4.	Sistema de desinfección UV en tubería
5.	Arqueta final de acumulación de agua tratada (alimentación a grupos de presión para riego)



LÍNEA DE LODOS

Extracción de lodos en exceso:

La extracción de los fangos en exceso del proceso se realizará desde un único pozo. En dicho pozo se instalará una (1) electrobomba sumergible.

Para calcular la capacidad de bombeo necesaria para estas bombas de extracción se ha tenido en cuenta la producción adicional de fangos químicos debidos a la desfosfatación mediante adición de sulfato de aluminio.

Las bombas de extracción de lodos en exceso se instalarán en el mismo pozo que las bombas de recirculación que, como ya se comentó, estará adosado al reactor biológico.

Espesamiento por gravedad de lodos:

Los lodos en exceso será enviados a un espesador por gravedad prefabricado, previo a su envío a la instalación de deshidratación.

El espesador por gravedad será dimensionado con vistas a garantizar una doble función: conseguir un espesamiento adecuado de los lodos en exceso y, por otro lado, servir como depósito de almacenamiento intermedio de los lodos, absorbiendo las paradas semanales de la instalación de deshidratación. Dado que la deshidratación funcionará durante cinco días a la semana, la autonomía con la que se diseñará el espesador será de 4 días: tres días de parada de la deshidratación (tarde y noche del "Viernes", "Sábado", "Domingo" y madrugada del "Lunes"), más un día adicional de seguridad.



Acondicionamiento y deshidratación de lodos:

La deshidratación de los lodos generados en la depuradora, ya espesados, se realizará por medio de una (1) centrífuga, alimentada mediante una bomba de tornillo helicoidal.

La deshidratación estará en servicio tan sólo cinco (5) días a la semana, estando el número de horas diarias de operación limitado a ocho (8) horas (duración de un turno de trabajo normal).

Previo a su entrada en la centrífuga, el lodo será acondicionado mediante inyección de polielectrolito, permitiendo así una optimización del proceso de deshidratación.

El almacenamiento de los lodos deshidratados se realizará en una tolva metálica de 15 m³ de capacidad unitaria.

Para minimizar el impacto sobre el resto del Parque Empresarial, sobre todo con referencia a la propagación de malos olores, se ha previsto la instalación del sistema de deshidratación en el interior del Edificio de Explotación, que estará dotado de una instalación de desodorización mediante carbón activo.



A1.I.- BASES DE PARTIDA Y RESULTADOS A OBTENER



A1.I.1.- BASES DE PARTIDA

Los datos de partida considerados para el dimensionamiento del proceso de depuración quedan resumidos en las siguientes páginas:

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• Tipo de agua a tratar :	Agua Residual de Polígono Industrial	
• Población :		
Equivalente (hab-eq):	10.000,00	10.000,00
• Dotación:		
Pobl. equivalente (l/hab-eq/día) :	120,00	120,00
• Altitud topográfica (m.s.n.m.) :		
Topográfica (m.s.n.m.):	740,00	740,00
• Temperaturas :		
Tª media del agua (°C) :	12,00	18,00
Tª media del aire (°C) :	5,00	25,00
• Caudales:		
Diarios:		
Diarios (Q _D) (m ³ /d) :	1.200,00	1.200,00
Horarios:		
Q _{min} (m ³ /h) :	25,00	25,00
Q _m (Q _D /24) (m ³ /h) :	50,00	50,00
Q _{pb} (m ³ /h) :	120,00	120,00
Q _{Máx Pret} (m ³ /h) :	240,00	240,00



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• DBO ₅ :		
Unitarios (gr DBO ₅ /pna/día) :		
Pobl. equivalente (gr DBO ₅ /hab-eq/día) :	60,00	60,00
Concentración (mg/l) :		
Media (mg/l):	500,00	500,00
Máx. (1,5 x Media) (mg/l) :	750,00	750,00
Diario (kg DBO ₅ /día):	600,00	600,00
Descomposición DBO ₅ soluble (SDBO ₅) :		
DBO ₅ soluble (SDBO ₅) (50% DBO ₅) (mg/l) :	250,00	250,00
DBO ₅ coloidal (DBO _{5,col}) (20% DBO ₅) (mg/l) :	100,00	100,00
DBO ₅ decant. (DBO _{5,dec}) (30% DBO ₅) (mg/l) :	150,00	150,00
• DQO :		
Unitarios (gr DQO/pna/día) :		
Pobl. equivalente (gr DQO/hab-eq/día) :	150,00	150,00
Concentración (mg/l) :		
Media (mg/l):	1.250,00	1.250,00
Máxima (1,5xMedia) (mg SS/l) :	1.875,00	1.875,00
Relación DBO ₅ /DQO (%) :	40,0%	40,0%
Diario (kg DQO/día) :	1.500,00	1.500,00
Descomposición :		
DQO biodegradable (Sbi) (mg/l) :	800,00	800,00
DQO inerte (DQO _{inerte}) (mg/l) :	450,00	450,00
• SST:		
Unitarios (gr SST/pna/día) :		
Pobl. equivalente (gr SST/hab-eq/día) :	60,00	60,00
Concentración (mg/l) :		
Media (mg SS/l):	500,00	500,00
Máxima (1,5xMedia) (mg SS/l) :	750,00	750,00
Relación SST/DBO ₅ (%) :	100,0%	100,0%
Diario (kg SST/día) :	600,00	600,00
Descomposición :		
Volátiles (SSV) (70,00% SST) (mg/l) :	350,00	350,00
Minerales (SSM) (30,00% SST) (mg/l) :	150,00	150,00



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• NT :		
NTK :		
Unitarios (gr N/pna/día) :		
Pobl. equivalente (gr N/hab-eq/día) :	6,00	6,00
Concentración (mg/l) :		
Media (mg N-NTK/l):	50,00	50,00
Máxima (1,5xMedia) (mg/l) :	75,00	75,00
Relación NTK / DBO ₅ (%) (> 4,65) :	10,00%	10,00%
Diario (kg N/día) :	60,00	60,00
N- inorgánico(N-NO ₃) :		
Unitarios (gr N-NO ₃ /pna/día) :		
Pobl. equiv. (gr N- NO ₃ /hab-eq/día) :	0,00	0,00
Concentración (mg/l) :		
Media (mg N-NO ₃ /l) :	0,00	0,00
Máxima (1,5xMedia) (mg/l) :	0,00	0,00
Diario (kg N-NO ₃ /día) :	0,00	0,00
NT (NTK + N inorgánico) :		
Unitarios (gr N/pna/día) :		
Pobl. equivalente (gr N/hab-eq/día) :	6,00	6,00
Concentración media (mg N/l) :	50,00	50,00
Diario (kg N/día) :	60,00	60,00
Nitrógeno Total :		
NT _{er} (mg/l) :	50,00	50,00
N-inorgánico (mg/l) :	0,00	0,00
NTK _{er} (NTK ₁) (mg/l):	50,00	50,00
Descomposición estimada del N-NTK :		
NTK _{insoluble,decant} (mg/l) (10% NTK) :	5,00	5,00
NTK _{soluble no biod} (mg/l) (2% NTK) (a) :	1,00	1,00
NTK _{biod no amon} (mg/l) (2% NTK) (b) :	1,00	1,00
NTK _{refractario} (mg/l) (a+b) :	2,00	2,00



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• P-total :		
Unitarios(gr P/pna/día) :		
Pobl. equivalente (gr P/hab-eq/día) :	1,20	1,20
Concentración (mg P/l) :		
Media (mg P/l):	10,00	10,00
Máxima (1,5xMedia) (mg/l) :	15,00	15,00
Relación P-Total/DBO ₅ (%) (Mín. 1,1%) :	2,0%	2,0%
Diario (kg P/día) :	12,00	12,00
Fósforo :		
Fósforo decantable (10% P-total) (mg/l) :	1,00	1,00
Fósforo no decantable (mg/l) :	9,00	9,00
Orto-fosfatos (25% P-total) (mg/l) :	2,50	2,50
Poli-fosfatos (mg/l) :	7,50	7,50
• Aceites y grasas :		
Unitarios(gr/pna/día) :		
Pobl. equivalente (gr/hab-eq/día) :	12,00	12,00
Concentración (mg/l) :		
Media (mg/l) :	100,00	100,00
Máxima (1,5xMedia) (mg/l) :	150,00	150,00
Relación Ac.Gras./DBO ₅ (%) :	20,0%	20,0%
Diario (kg/día) :	120,00	120,00
• pH :	7,50	7,50
• Alcalinidad (mg CO ₃ Ca/l) :	350,00	350,00



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

NOTAS:

Para el dimensionamiento de la *oxigenación* en los reactores se tendrá en cuenta la temperatura media del aire, del licor, la altitud topográfica, las concentraciones medias y máximas de DBO₅ y los caudales medios y puntas de entrada al biológico.

Para el dimensionamiento de los *reactores* (estabilidad, posibilidad de nitrificación, posibilidad de desnitrificación...) se considerarán las estimaciones de t^a del licor, DBO₅ soluble (SDBO₅), DQO biodegradable (Sbi), descomposición del N-NTK, pH y alcalinidad . Estas estimaciones se han basado considerando aguas típicamente urbanas cuando no se han podido extraer de la documentación facilitada.



A1.1.2.- RESULTADOS A OBTENER

Los resultados a obtener por el proceso de depuración proyectado sobre muestras integradas de 24 horas, en base a los datos de partida serán los siguientes:

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<u>AGUA</u>		
• DBO ₅ :		
Concentración máxima (mg O ₂ /l):	25,00	25,00
ó Reducción mínima (%) (*):	70 - 90	70 - 90
• DQO:		
Concentración máxima (mg O ₂ /l):	125,00	125,00
ó Reducción mínima (%) (*):	75,00	75,00
• SS:		
Concentración máxima (mg SS/l):	35,00	35,00
ó Reducción mínima (%) (*):	90,00	90,00
• NT:		
Concentración máxima (mg NT/l):	15,00	15,00
ó Reducción mínima (%):	70-80	70-80
• N-NH ₄ :		
Concentración máxima (mg N-NH ₄ /l):	6,00	6,00
• PT:		
Concentración máxima (mg PT/l):	2,00	2,00
ó Reducción mínima (%):	80,00	80,00
<u>LODOS</u>		
• Lodos:		
Sequedad mínima (%MS):	20,00	20,00
Estabilidad mínima (% mat. vol. Máx.):	65,00	65,00

NOTAS:

(*) Las reducciones están relacionadas con el caudal de entrada.



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

A1.II.- LÍNEA DE AGUA



A1.II.1.- POZO DE GRUESOS

La recepción del agua a tratar por la EDAR se produce en un pozo de gruesos, previo a la cámara de bombeo. La función de este pozo de gruesos será la retirada de las arenas y partículas más pesadas así como la retención de elementos de gran tamaño que pudieran afectar al funcionamiento de los equipos posteriores instalados en la planta. El paso a la cámara de bombeo se realiza a través de una reja de limpieza manual con una luz de paso de 80 mm

Los residuos acumulados en el pozo de gruesos podrán ser extraídos periódicamente gracias a una cuchara bivalva de 50 litros de capacidad instalada sobre un polipasto eléctrico. La descarga de la bivalva se realizará sobre un contenedor metálico de dimensiones adecuadas.

Para minimizar el impacto sobre el resto del Parque Empresarial, sobre todo con referencia a la propagación de malos olores, se ha previsto la construcción del pozo de gruesos en el interior del Edificio de Explotación, que estará dotado de una instalación de desodorización mediante carbón activo.



A1.II.1.a.- Datos de Partida

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• Habitantes equivalentes (hab-eq):	10.000	10.000
• Caudales horarios:		
$Q_{\min}$ (m ³ /h) :	25,00	25,00
Q_m ($Q_D/24$) (m ³ /h) :	50,00	50,00
Q_{pb} (biológico) (m ³ /h) :	120,00	120,00
$Q_{\max}$ (pretratamiento) (m ³ /h) :	240,00	240,00

A1.II.1.b.- Criterios de dimensionamiento

• Desbaste en salida a cámara de bombeo:		
- Tipo:	Reja de limpieza manual	
- Luz de paso:	80,00	80,00
• Zona de retención hidráulica:		
- Carga hidráulica (m ³ /h/m ²):		
A Q medio (m ³ /h/m ²):	60,00	60,00
A Q máximo (m ³ /h/m ²) :	250,00	250,00
- Tiempo de retención (minutos):		
A Q medio (minutos) :	2,00	2,00
A Q máximo (minutos):	1,00	1,00
• Zona de almacenamiento de residuos:		
- Autonomía de almacenamiento (d):	1,00	1,00
• Producción de residuos:		
- Se estima una producción unitaria de residuos (l/1.000 hab-eq/d):	13,70	13,70
- Almacén mínimo (d):	1,00	1,00



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

A1.II.1.c.- Dimensionamiento



A1.II.1.c.1.- Exposición de métodos

Pozo de gruesos :

** Volumen útil (zona de retención hidráulica) :*

Vendrá definido por el tiempo de retención para un determinado caudal. Así:

$$V = \frac{Q \times tr}{60}$$

donde:

V = Volumen mínimo de retención a Q (m³).

Q = Caudal (m³/h).

tr = Tiempo de retención (minutos).

La superficie mínima vendrá definida por la carga hidráulica para un determinado caudal. Así:

$$S = \frac{Q}{Ch}$$

donde:

S = Superficie mínima para Q (m²).

Q = Caudal (m³/h).

Ch = Carga hidráulica (m³/h/m²).

Conociendo el volumen mínimo y la superficie se obtiene la altura (h₃).

** Volumen de recogida de sólidos (zona de almacenamiento) :*

El volumen mínimo para recogida de grandes sólidos será:

$$V_s = \frac{(hab-eq) \times Sg \times tr_s}{1000 \times 1000}$$

donde:

V_s = Vol. mín. para recogida de grandes sólidos (m³).

hab-eq = Habitantes equivalentes.

Sg = Concentr. grandes sólidos (l/1.000 hab-eq/d).

tr_s = Tiempo de retención (d).



La altura necesaria para almacenamiento de grandes residuos ($h_s = h_1 + h_2$) será tal que el volumen sea mayor que el volumen por recogida de sólidos (V_s).

$$V_{TS} = V_{pris} + V_{pir}$$

donde:

V_s = Volumen mín. para recogida de grandes sólidos. (m³).

V_{pris} = Volumen de la zona prismática destinada a la recogida de sólidos (m³).

V_{pir} = Volumen de la zona tronco-piramidal destinada a la recogida de sólidos (m³).

El volumen del tronco de pirámide viene definido por:

$$V_{pir} = \frac{1}{3} \times h_1 \times (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \times S_2})$$

donde:

V_{pir} = Volumen de la zona tronco-piramidal destinada a la recogida de sólidos (m³).

h_1 = Altura tronco pirámide (m).

S_1 = Superficie base inferior (m).

S_2 = Superficie base superior (m).

La altura de la zona prismática vendrá dada por:

$$h_2 = h_{prisT} - h_3$$

donde:

h_2 = Altura prismática destinada a recogida de sólidos (m).

h_{prisT} = Altura total de la zona prismática (m).

h_3 = Altura zona prismática útil (m).

El volumen total para la recogida de sólidos (V_{TS}) será:

$$V_{TS} = V_{pris} + V_{pir}$$



** Producción de residuos :*

El volumen diario de residuos vendrá dado por:

$$V_{Dr} = \frac{P \times P_{esp}}{1.000 \times 1.000}$$

donde:

V_{Dr} = Volumen diario de residuos (m³/d).

P = Población equivalente (hab-eq).

P_{esp} = Prod. específica estimada (l/1.000 hab-eq/d).

El volumen de residuos a almacenar será:

$$V_{ralm} = V_{Dr} \times t_{al}$$

donde:

V_{ralm} = Volumen mín. de residuos a almacenar (m³).

V_{Dr} = Volumen diario de residuos (m³/d).

t_{al} = Tiempo mín. de almacén estimado (d).



A1.II.1.c.2.- Cálculos

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Unidades contempladas :</i>		
• N° Unidades en la EDAR:	1,00	1,00
<i>Zona de retención hidráulica :</i>		
• Superficie mínima necesaria (m ² /pozo):		
- A Q medio (m ² /pozo):	0,83	0,83
- A Q máx. pret. (m ² /pozo):	0,96	0,96
• Volumen mínimo necesario (m ³ /ud):		
- A Q medio (m ³ /pozo):	1,67	1,67
- A Q máx. pret. (m ³ /pozo):	4,00	4,00
• Tipo:	Prismático	
• Dimensiones unitarias totales :		
- Largo (m/pozo):	4,50	4,50
- Ancho (m/pozo):	1,70	1,70
- Altura (m/pozo):	1,50	1,50
- Superficie (m ² /pozo):	7,65	7,65
- Volumen útil (m ³ /pozo):	11,48	11,48
<i>Parámetros de funcionamiento :</i>		
• Carga hidráulica por pozo :		
- A Q medio (m ³ /h/m ²):	6,54	6,54
- A Q máx. pret.(m ³ /h/m ²) :	31,37	31,37
• Tiempo de retención por pozo :		
- A Q medio (minutos):	13,77	13,77
- A Q máx. pret. (minutos):	2,87	2,87



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Zona de almacenamiento de residuos :</i>		
• <i>Volumen de residuos (m³ / pozo):</i>		
Diarios retenidos (m ³ /día/pozo):	0,14	0,14
Almacén mínimo necesario (m ³ /pozo):	0,14	0,14
• <i>Tipo:</i>	Troncopiramidal	
• <i>Dimensiones unitarias:</i>		
- Base superior tronco pirámide:		
Largo (m/pozo):	4,50	4,50
Ancho (m/pozo):	1,70	1,70
- Base inferior tronco pirámide:		
Largo (m/pozo):	3,50	3,50
Ancho (m/pozo):	0,70	0,70
- Alturas útiles (m):		
Prismática (m/pozo):	0,00	0,00
Troncopiramidal (m/pozo):	0,50	0,50
- Superficie (m ² /pozo):	7,65	7,65
- Volumen útil (m ³ /pozo):	2,44	2,44
• <i>Almacenamiento (d):</i>		
- Tiempo de autonomía por pozo (d) :	17,82	17,82
<i>Dimensiones totales :</i>		
• <i>Zona prismática :</i>		
- Largo (m/pozo):	4,50	4,50
- Ancho (m/pozo):	1,70	1,70
- Altura (m/pozo):	1,50	1,50
• <i>Zona troncopiramidal :</i>		
- Base superior tronco pirámide:		
Largo (m/pozo):	4,50	4,50
Ancho (m/pozo):	1,70	1,70
- Base inferior tronco pirámide:		
Largo (m/pozo):	3,50	3,50
Ancho (m/pozo):	0,70	0,70
- Altura (m/pozo):	0,50	0,50
• <i>Volumen total útil (m³/pozo):</i>	13,92	13,92



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Producción de residuos :</i>		
• <i>Volumen diario de residuos producidos (m³/d):</i>	0,14	0,14
• <i>Volumen mínimo para almacenamiento (m³):</i>	0,14	0,14
• <i>Destino de los residuos :</i>	Contenedor	
• <i>Nº de unidades:</i>	1,00	1,00
• <i>Capacidad y autonomía :</i>		
- Capacidad unitaria (m ³ /contenedor):	1,00	1,00
- Autonomía almacenamiento i/reserva (d):	7,30	7,30
• <i>Sistema de extracción :</i>		
- Tipo :	Cuchara bivalva en polipasto eléctrico	
- Capacidad (l) :	50,00	50,00



A1.II.1.d.- Pozo de gruesos. Resumen

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Unidades contempladas :		
• <i>Unidades contempladas (uds./EDAR):</i>	1,00	1,00
Dimensiones totales :		
• <i>Zona prismática :</i>		
- Largo (m/pozo):	4,50	4,50
- Ancho (m/pozo):	1,70	1,70
- Altura (m/pozo):	1,50	1,50
• <i>Zona troncopiramidal :</i>		
- Base superior tronco pirámide:		
Largo (m/pozo):	4,50	4,50
Ancho (m/pozo):	1,70	1,70
- Base inferior tronco pirámide:		
Largo (m/pozo):	3,50	3,50
Ancho (m/pozo):	0,70	0,70
- Altura (m/pozo):	0,50	0,50
• <i>Volumen total útil (m³/pozo):</i>	13,92	13,92
Parámetros de funcionamiento :		
• <i>Carga hidráulica por pozo :</i>		
- A Q medio (m ³ /h/m ²):	6,54	6,54
- A Q máx. pret. (m ³ /h/m ²) :	31,37	31,37
• <i>Tiempo de retención por pozo :</i>		
- A Q medio (minutos) :	13,77	13,77
- A Q máx.pret. (min.):	2,87	2,87
• <i>Almacenamiento (d):</i>		
- Tiempo de autonomía por pozo (d) :	17,82	17,82



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Producción de residuos :		
• <i>Destino de los residuos :</i>	Contenedor	
• <i>Nº de unidades (uds./EDAR):</i>	1,00	1,00
• <i>Capacidad y autonomía :</i>		
- Capacidad unitaria (m ³ /contenedor):	1,00	1,00
- Autonomía de almacenamiento i/reserva (d):	7,30	7,30
• <i>Sistema de extracción :</i>		
- Tipo :	Cuchara bivalva en polipasto eléctrico	
- Capacidad (l) :	50,00	50,00
• Desbaste en salida a cámara de bombeo:		
- Tipo:	Reja de limpieza manual	
- Luz de paso:	80,00	80,00



A1.II.2.- ELEVACIÓN DE AGUA BRUTA

Para elevar el agua bruta hasta la cabeza del tratamiento se ha previsto una cámara de bombeo, equipada con bombas centrífugas sumergibles especialmente diseñadas para el trasiego de aguas residuales.

La instalación consta de un total de tres bombas centrífugas, actuando una de ellas como unidad de reserva. Adicionalmente se dejará espacio suficiente para la colocación de una cuarta bomba si se deseara en un futuro.

La instalación de un variador de frecuencia común para esta instalación, así como el número de bombas adoptado, asegurará en todo momento una adaptación eficaz del caudal de bombeo de la EDAR al caudal de agua residual que vaya generando el Parque Empresarial a lo largo de su desarrollo.

Para minimizar el impacto sobre el resto del Parque Empresarial, sobre todo con referencia a la propagación de malos olores, se ha previsto la construcción de la cámara de bombeo en el interior del Edificio de Explotación, que estará dotado de una instalación de desodorización mediante carbón activo.



A1.II.2.a.- Datos de Partida

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• Caudales horarios:		
$Q_{\min}$ (m ³ /h) :	25,00	25,00
Q_m ($Q_D/24$) (m ³ /h) :	50,00	50,00
Q_{ob} (biológico) (m ³ /h) :	120,00	120,00
$Q_{\max}$ (pretratamiento) (m ³ /h) :	240,00	240,00

A1.II.2.b.- Criterios de dimensionamiento

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• Bombas:		
- Arranques máximos (uds/h):	7,00	7,00
- N° unidades:		
Totales (uds/pozo):	3,00	3,00
- Caudal unitario máximos (m ³ /h/ud):	80,00	80,00
- Caudales máx. de bombeo (m ³ /h/pozo):	240,00	240,00
- Distancias mínimas :		
Entre ejes bombas (m) :	1,00	1,00
Eje bomba/pared lateral (m):	0,60	0,60



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

A1.II.2.c.- Dimensionamiento



A1.II.2.c.1. - Exposición de métodos

Bombeo :

** Caudal unitario:*

Vendrá determinado por:

$$q = \frac{Q}{N}$$

donde:

q = Caudal unitario (m³/h/ud).

Q = Caudal a bombear (m³/h).

N = Número de bombas.

** Volumen pozo de bombeo:*

Volumen mínimo del pozo de bombeo (VB):

$$V_B = \frac{Q}{4 \times Z}$$

donde:

Z = Número máximo arranques (arranques/h).

Dimensionamiento pozo de bombeo:

La diferencia de altura mínima entre arranque y parada de una bomba (h_{A-P}) será:

$$h_{A-P} = \frac{V_b}{S}$$

donde:

V_b = Volumen mínimo entre arranque y parada
de una bomba (m³)

$$V_b = \frac{q}{4 \times Z}$$

S = Superficie pozo de bombeo (m²).

Estableciendo un margen mínimo h_s para asegurar la sumergencia de las electrobombas, la altura mínima de la lámina de agua en el pozo de bombeo, tomando como referencia el fondo del pozo, debe ser:

$$h_T = h_s + N \times h_{A-P}$$



A1.II.2.c.2. - Cálculos

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Pozo de bombeo :</i>		
• <i>Nº de unidades:</i>	1,00	1,00
• <i>Tipo:</i>	Rectangular	
• <i>Dimensiones mínimas:</i>		
- Volumen mínimo pozo bombeo (m ³):	8,57	8,57
- Volumen mínimo entre arranques (m ³):	2,86	2,86
- Anchura mínima pozo (m):	3,20	3,20
• <i>Dimensiones unitarias:</i>		
- Ancho (m):	4,50	4,50
- Longitud (m):	2,50	2,50
- Niveles:		
Mínimo (m):	0,50	0,50
Máximo (m):	1,95	1,95
Entre arranque (m):	0,48	0,48
Máximo útil (m):	1,45	1,45
Útil con bombeo previsto (m):	1,45	1,45
- Superficie (m ²):	11,25	11,25
- Volumen:		
Máximo útil (m ³):	16,31	16,31
Total útil con bombeo previsto (m ³):	16,31	16,31
Entre arranques (m ³):	5,44	5,44
• <i>Tiempo de retención total:</i>		
- A Q medio (minutos):	19,58	19,58
- A Q máximo (minutos):	4,08	4,08



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Equipos de bombeo :</i>		
• <i>Características generales:</i>		
- Tipo de bombas:	Electrobombas sumergibles	
- Control de funcionamiento:	Un (1) variador de frecuencia común	
- Control de arranques:	Medidor de nivel ultrasónico + boya de mínimo	
• <i>Características unitarias:</i>		
Caudal (m³/h/ud):	80,00	80,00
• <i>Nº de unidades:</i>		
- Totales instaladas (ud/pozo):	3,00	3,00
• <i>Parámetros de funcionamiento:</i>		
- Caudal máximo de bombeo (m³/hora) :	240,00	240,00
- N° arranques máximo (arranques/hora):	3,68	3,68
- Funcionamiento medio (h _{ño} /d):	5,00	5,00



A1.II.2.d.- Elevación de agua bruta. Resumen

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Pozo de bombeo :		
• <i>Nº de unidades:</i>	1,00	1,00
• <i>Tipo:</i>	Rectangular	
• <i>Dimensiones unitarias:</i>		
- Longitud (m):	4,50	4,50
- Ancho (m):	2,50	2,50
- Niveles:		
Mínimo (m):	0,50	0,50
Máximo (m):	1,95	1,95
Entre arranque (m):	0,48	0,48
Máximo útil (m):	1,45	1,45
Útil con bombeo previsto (m):	1,45	1,45
- Superficie (m ²):	11,25	11,25
- Volumen:		
Máximo útil (m ³):	16,31	16,31
Total útil con bombeo previsto (m ³):	16,31	16,31
Entre arranques (m ³):	5,44	5,44
• <i>Tiempo de retención total:</i>		
- A Q medio (minutos):	19,58	19,58
- A Q máximo (minutos):	4,08	4,08



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Equipos de bombeo :		
• <i>Características generales:</i>		
- Tipo de bombas:	Electrobombas sumergibles	
- Control de funcionamiento:	Un (1) variador de frecuencia común	
- Control de arranques:	Medidor de nivel ultrasónico + boya de mínimo	
• <i>Características unitarias:</i>		
Caudal (m ³ /h/ud):	80,00	80,00
• <i>Nº de unidades:</i>		
- Totales instaladas (d/pozo):	3,00	3,00
• <i>Parámetros de funcionamiento:</i>		
- Caudal máximo de bombeo (m ³ /hora):	240,00	240,00
- Nº arranques máximo (arranques/hora):	3,68	3,68
- Funcionamiento medio (h _{flot} /d):	5,00	5,00



A1.II.3.- UNIDAD DE PRETRATAMIENTO COMPACTA

Los caudales bombeados de agua residual serán tratados en un equipo compacto de pretratamiento: tamizado + desarenado/desengrasado. Se trata de un equipo cerrado que minimiza el problema de las salpicaduras y la producción de malos olores.

La capacidad de tratamiento de este equipo será igual al caudal máximo de pretratamiento especificado (240 m³/h).

A continuación se describen brevemente las distintas funciones desarrolladas por el equipo compacto seleccionado:

A.- Desbaste de finos:

Se realiza mediante un tamiz (con sistema automático de limpieza) de 3 mm de luz de malla. La recogida y transporte de los residuos extraídos del tamiz hasta los contenedores de almacenamiento se realizará mediante un tornillo transportador-compactador.

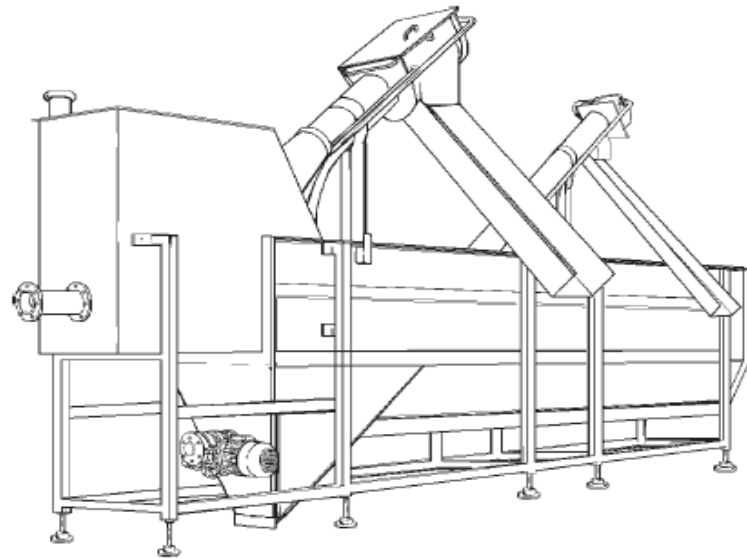
B.- Desarenado-desengrasado:

En esta zona, se eliminan las arenas y las grasas que influyen negativamente en los procesos posteriores. De esta manera, se elimina la acción abrasiva de las partículas de tamaño superior a 200,00 µm y las grasas que interfieren en la estructura del floculo en los procesos de fangos activos, dificultando la difusión del oxígeno, de la DBO₅ y de los nutrientes al interior de la película biológica.



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

Las arenas son lavadas, clasificadas y transportadas a un contenedor mediante un tornillo sinfin inclinado. A su vez, las grasas son concentradas mediante un dispositivo automático y descargadas a través de una tolva al contenedor.





A1.II.4.- MEDICIÓN DE CAUDAL AL TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Con objeto de medir el caudal de entrada al Tratamiento Biológico se instalará un caudalímetro electromagnético en la conducción general de alimentación.

A1.II.4.a.- Datos de Partida

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• Caudales horarios:		
$Q_{\min}$ (m ³ /h) :	25,00	25,00
Q_m ($Q_D/24$) (m ³ /h) :	50,00	50,00
Q_p (biológico) (m ³ /h) :	120,00	120,00

A1.II.4.b.- Dimensionamiento

• Medidor de caudal:		
Tipo:	Electromagnético en tubería	
Diámetro nominal (DN) (mm/ud) :	200,00	200,00
Nº de unidades / EDAR:	1,00	1,00
• Parámetros de funcionamiento:		
Velocidades en medidor:		
A caudal mínimo (m/s):	0,22	0,22
A caudal medio (m/s):	0,44	0,44
A caudal punta (m/s):	1,06	1,06



A1.II.4.c.- Medición de caudal al Tratamiento Biológico. Resumen

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• Medidor de caudal:		
Tipo:	Electromagnético en tubería	
Diámetro nominal (DN) (mm/ud) :	200,00	
Nº de unidades:	1,00	1,00
• Parámetros de funcionamiento:		
Velocidades en medidor:		
A caudal mínimo (m/s):	0,22	0,22
A caudal medio (m/s):	0,44	0,44
A caudal punta (m/s):	1,06	1,06



A1.II.5.- REACTOR BIOLÓGICO

Se considera la construcción de un (1) reactor biológico de tipo paralelepípedo. El cálculo del mismo se ha desarrollado teniendo en cuenta las necesidades implicadas en los procesos de eliminación de materia orgánica (DBO_5) y nitrógeno. Es por este motivo por el que se ha compartimentado en dos zonas el reactor biológico. Una primera zona anóxica que servirá de selector biológico (minimiza la aparición de problemas de bulking y foaming) y permitirá el desarrollo de los procesos de desnitrificación. Y una segunda zona óxica, de mayor volumen, donde se desarrolla de forma completa el proceso de nitrificación.

La eliminación necesaria de fósforo se garantizará mediante la adición de un agente químico (sulfato de aluminio) en la cascada de salida de los reactores, justo antes de la entrada del agua a la decantación secundaria. Los lodos químicos generados decantarán simultáneamente con los lodos biológicos en el seno de los decantadores secundarios. Un correcto dimensionado de los reactores debe tener en cuenta la cantidad adicional de lodos generados por el proceso químico de desfosfatación, ya que de no ser así se vería menguada la calidad del efluente de la planta así como la capacidad de tratamiento de la línea de lodos.



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

A1.II.5.a.- Datos de Partida

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• T ^a media del licor (°C):	12,00	18,00
• Q _m agua bruta (m ³ /h/EDAR):	50,00	50,00
• DBO ₅ :		
Entrada a reactores (DBO _{5er}):		
Total media (DBO _{5er}) (mg/l):	500,00	500,00
Soluble (SDBO _{5er}) (mg/l) :	250,00	250,00
Coloidal (CDBO _{5er}) (mg/l):	100,00	100,00
Decantable (DBO _{5dec,er}) (mg/l):	150,00	150,00
Salida máxima para cálculos:		
Concentración (DBO _{5sr}) (mg/l):	25,00	25,00
• DQO entrada estimada (DQO _{er}):		
Total (DQO _{er}) (mg/l):	1.250,00	1.250,00
Biodegradable (Sbi) (mg/l):	800,00	800,00
• SST :		
Entrada a reactores:		
Sólidos Totales (SST _{er}) (mg/l):	500,00	500,00
Sólidos Volátiles (SSV _{er}) (mg/l):	350,00	350,00
Sólidos Minerales (SSM _{er}) (mg/l):	150,00	150,00
Salida máxima para cálculos:		
Concentración (SST _{sr}) (mg/l):	35,00	35,00
• Nitrógeno (estimado):		
Entrada (s/descomposición estimada):		
NT _{er} (mg/l):	50,00	50,00
N-NO _{3er} (mg/l):	0,00	0,00
NTK _{er} (mg/l) (s/des.estimada):	50,00	50,00
NTK _{insoluble,decant} (mg/l):	5,00	5,00
NTK _{soluble no biod} (mg/l) (a):	1,00	1,00
NTK _{biod no amon} (mg/l) (b):	1,00	1,00
NTK _{refractario} (mg/l) (a+b):	2,00	2,00
Salida máxima estimada para cálculos:		
NT salida (NT _{sr}) (mg/l):	15,00	15,00
N-NH _{4sr} (mg/l):	6,00	6,00



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• Fósforo :		
Entrada estimada :		
P total (mg/l):	10,00	10,00
Fósforo decantable (mg/l) :	1,00	1,00
Fósforo no decantable (mg/l) :	9,00	9,00
Salida máxima para cálculos:		
P Total (mg/l):	2,00	2,00
• Producción de lodos por desfosfatación química :		
Concentración (mg/l) :	17,97	17,94
Diarios (Kg _{lodos,quím} /d/EDAR) :	21,57	21,53
• Recirculaciones unitarias (fracción de la realmente recirculada de los decantadores 2º):		
Medias desde decant. 2º (m³/h/reactor):	50,00	50,00
Del reactor (licor mixto) (m³/h/reactor):	62,50	62,50
• Alcalinidad entrada (mg CO ₃ Ca/l):		
Entrada agua bruta (mg CO ₃ Ca/l):	350,00	350,00
Cons. por desfosfat. química (mg CO ₃ Ca/l):	13,48	13,46
Total entrada reactores (mg CO ₃ Ca/l):	336,52	336,54
• pH mínimo agua bruta:	7,50	7,50

A1.II.5.b.-Criterios de dimensionamiento

• Descomposición reactor:		
Fracción zona óxica estimada (fx) (%):	75,00	75,00
Fracción zona anóxica (fa) (%):	25,00	25,00
• Parámetros de funcionamiento:		
Carga másica (Cm):		
Máx. (kg DBO ₅ /kg SSRA/d):	0,100	0,100
Mínima (kg DBO ₅ /kg SSRA/d) :	0,050	0,050
[SSRA]:		
Máxima (kg SSRA/m³RA):	4,00	4,00
Mínima (kg SSRA/m³RA):	3,00	3,00
Consid. (kgSSRA/m³RA):	4,00	4,00
• Alcalinidad:		
Mínima de salida (mg CO ₃ Ca/l):	100,00	100,00
Consumo por nitrifi. (mg CO ₃ Ca/mg NTK _{oxid}):	7,00	7,00
Aporte por desnitr. (mg CO ₃ Ca/mg N-NO _{3red}):	-3,50	-3,50
• pH óptimo para nitrificación :	8,00	8,00



A1.II.5.c.- Dimensionamiento



A1.II.5.c.1.- Exposición de métodos

Reactor biológico :

** Cálculo del volumen mínimo del reactor biológico*

El volumen mínimo del reactor (VRA_{min}) vendrá dado por:

$$VRA_{min} = \frac{DBO_{5er}}{Cm \times [SSRA]}$$

donde:

VRA_{min} = Volumen total reactor (m³) (RA)

DBO_{5er} = DBO₅ de entrada al reactor (kg DBO₅/d)

Cm = Carga másica (kg DBO₅/kg SSRA/d)

[SSRA] = Conc. de sólidos en reactor (kg SSRA/m³ RA)

La carga másica (Cm) para el proceso biológico está íntimamente relacionada con la edad del lodo (E) por medio de la expresión:

$$E = \frac{DBO_{5er}}{F_{exec} \times Cm}$$

donde:

E = Edad del lodo (d)

F_{exec} = Producción de fangos (kg SS/d)

Cm = Carga másica (kg DBO₅/kg SSRA/d)

DBO_{5er} = DBO₅ de entrada al reactor (kg DBO₅/d)

La edad del lodo para el proceso biológico está definida por la siguiente expresión:

$$E = \frac{1}{1,2 \times Cm^{1,23} + 0,5 \times Cm \times \left(\frac{SST_{er}}{DBO_{5er}} - 0,6 \right)}$$

donde:

E = Edad del lodo (d)

Cm = Carga másica (kg DBO₅/kg SSRA/d)

SST_{er} = SST de entrada al reactor (kg SST/d)

DBO_{5er} = DBO₅ de entrada al reactor (kg DBO₅/d)

DBO_{5sr} = DBO₅ de salida del reactor (kg DBO₅/d)



La edad del lodo mínima ($E_{\min}$) (tiempo de retención celular) será tal que cumpla dos condiciones:

A) Estabilización de lodos

Para la estabilización de los lodos se debe cumplir que éste tenga una edad mínima. Esta será función de la temperatura y se determinará por medio de gráficas del CEDEX. Para el caso que nos ocupa:

	DISEÑO	
	Invierno	Verano
t° del licor	12,00	18,00
$E_{\min}$ (días)	17,65	11,45

B) Nitrificación estable

Para poder asegurar una nitrificación estable el lodo deberá tener una edad mínima (E) que dependerá de la temperatura (t) del licor en el reactor. Esto asegurará que la producción de las bacterias nitrificantes sea ligeramente superior a su eliminación.

La tasa de producción según las experiencias de Van Haandel, Dold y Marais de la U.C.T. (Universidad de Cape Town, Sudáfrica) vendrá dada por la siguiente expresión:

$$P = \mu_{nT,pH} * (1 - fa)$$

donde:

P = Tasa de producción (d^{-1})

$\mu_{nT,pH}$ = Tasa de crecimiento de las bacterias del género Nitrosomas a $t^{\circ}C$ y pH del proceso(d^{-1})

$$\mu_{nT,pH} = \mu_{n20} * 1,123^{(t - 20)} * \frac{1}{(1 + 0,04 * (10^{(pHo - pHp)} - 1))}$$

pHo = pH óptimo para la nitrificación (8,2)

pHp = pH del proceso

μ_{n20} = Tasa de crecimiento de las bacterias del género Nitrosomas a $20^{\circ}C$ ($= 0,40 d^{-1}$)

fa = Fracción anóxica del reactor biológico



La tasa de eliminación, según el grupo de la U.C.T., puede ser debida a:

a) *Con los fangos en exceso*. La producción de la biomasa eliminada diariamente con la masa total es:

$$f_e = \frac{1}{E}; (d^{-1})$$

b) *Por endogénesis*. La eliminación diaria es:

$$b_{nT} = b_{n20} \times 1,029^{(t-20)}$$

donde:

b_{nT} = Tasa de endogénesis a la temperatura t (°C).

b_{n20} = Tasa de endogénesis a 20°C. (=0,040)

En el equilibrio:

$$P = f_e + b_{nT}$$

$$\mu_{nT} \times (1 - f_a) = \frac{1}{E} + b_{nT}$$

por tanto, la edad crítica del fango (E_c) para conseguir el equilibrio será:

$$E_c = \frac{1}{\mu_{nT} \times (1 - f_a) - b_{nT}}$$

Para asegurar que no se produzca un lavado del cultivo de las bacterias nitrificantes con una punta de caudal, y conseguir una nitrificación estable (E_{min}) en el reactor, la edad crítica se multiplicará por un factor de seguridad (S_f) (oscila entre 1,00 y 1,50).

$$E_{min} = \frac{S_f}{\mu_{nT} \times (1 - f_a) - b_{nT}}$$

Para el caso que nos ocupa:

	DISEÑO	
	Invierno	Verano
t^a del licor	12,00	18,00
S_f	1,50	1,50
E_{min} (días)	16,49	7,19



** Producción de lodos*

La producción de fangos en exceso en el reactor será la suma de los fangos producidos en la desfosfatación química, y los fangos biológicos producidos en el reactor, es decir:

$$F_{\text{totales exc}} = F_{\text{químicos exc}} + F_{\text{biológicos exc}}$$

donde:

$$F_{\text{totales exc}} = \text{Fangos en exceso en el reactor (kg/d)}$$

$$F_{\text{químicos exc}} = \text{Fangos producidos por la desfosfatación química (Kg/d)}$$

$$F_{\text{biológicos exc}} = \text{Fangos en exceso debidos al proceso biológico (kg SS/d)}$$

- Los fangos químicos producidos en el proceso de eliminación del fósforo por coprecipitación, serán el *fosfato férrico* (FePO_4) debido a la reacción del *cloruro férrico* con el ortofosfato mas el *hidróxido férrico* (Fe(OH)_3) producido en la reacción del *cloruro férrico* con la *alcalinidad natural* de las aguas .

- La producción de fangos biológicos en exceso vendrá definida por la siguiente expresión:

$$F_{\text{exc}} = \left[1,2 \times C_m^{0,23} + 0,50 \times \left(\frac{SS_{\text{er}}}{DBO_{\text{er}}} - 0,60 \right) \right] \times DBO_{5\text{elim}}$$

donde:

$$F_{\text{exc}} = \text{Fangos en exceso (kg/d)}$$

$$C_m = \text{Carga másica (kg DBO}_5\text{/kg SSRA/d)}$$

$$SS_{\text{er}} = \text{Sól. en Suspensión de entrada en el reactor (kg SS/d)}$$

$$DBO_{5\text{er}} = \text{DBO}_5 \text{ de entrada al reactor (kg SS/d)}$$

$$DBO_{5\text{elim}} = \text{DBO}_5 \text{ eliminada (kg DBO}_5\text{/d)}$$



** Comprobación de la DBO₅ de salida*

La DBO₅ del efluente (DBO_{5sr}) será la suma de la DBO₅ soluble (SDBO_{5sr}) más la DBO₅ debida a los SS del efluente (DBO_{5SS}):

$$DBO_{5sr} = SDBO_{5sr} + DBO_{5SS}$$

La DBO₅ soluble en el efluente (SDBO_{5sr}) vendrá dada por la expresión:

$$SDBO_{5sr} = \frac{DBO_{5er}}{1 + \frac{K_m \times DBO_{5er}}{[SSRA] \times C_m \times 1000}}$$

donde:

DBO_{5er} = DBO₅ entrada reactor (mg DBO₅/l)

K_m = Coeficiente de eliminación DBO₅ (d⁻¹). Es función de la temperatura y para el caso que nos ocupa tendrá los valores:

	DISEÑO	
	Invierno	Verano
t ^a del licor	12,00	18,00
K _m (d ⁻¹)	207,36	313,44

C_m = Carga másica (kg DBO₅/kg SSRA/d)

[SSRA] = Concentración de sólidos en reactor (kg SSRA/m³ RA)

La DBO₅ de salida debida a los SS que se escapan por el decantador (DBO_{5SS}):

$$DBO_{5SS} = \begin{cases} \text{Para } C_m < 0,5 & \Rightarrow SS_S \times 0,8 \times C_m^{0,5} \\ \text{Para } C_m \geq 0,6 & \Rightarrow SS_S \times 0,58 \end{cases}$$

donde:

C_m = Carga másica (kg DBO₅/kg SSRA/d)

SS_S = Sólidos en suspensión del efluente (mg/l)



** Grado de nitrificación y de desnitrificación*

Para el estudio de la nitrificación y desnitrificación se considerará:

- a) El pH > 7,5. El pH tiene una enorme influencia en la nitrificación sobre todo en las bacterias del género *Nitrosomonas*. A pH menores del indicado la velocidad de crecimiento disminuye sensiblemente: a pH = 7,00 la velocidad de crecimiento es aproximadamente entre un 20 y un 50% que a pH = 7,5.
- b) La alcalinidad "residual" una vez nitrificado y desnitrificado debe ser al menos 100 mg de CO₃Ca/l (aprox. 10°F de TAC). A este punto hay que considerar que:
 - + La nitrificación consume 7,0 g CO₃Ca/g N-NO₃ producido
 - + La desnitrificación aporta 3,5 g CO₃Ca/g N-NO₃ reducido
 - + La desfosfatación por vía química, si no se le añade cal o sosa, también consume alcalinidad debido a la reacción del agente floculante con la alcalinidad natural de las aguas para dar el verdadero agente floculante: Los hidróxidos.

Para conocer el grado de nitrificación del sistema se ha de conocer cuanto NTK se va a oxidar (NTK_{OX}).

El NTK a oxidar (NTK_{OX}) será igual al NTK de entrada al reactor (NTK_{er}) menos:

- NTK insoluble decantable (NTK_{dec})
- NTK refractario (NTK_{ref}) (no biodegradable o no amonizable)
- NTK asociados a los SS del efluente (NTK_{SS})
- Las fugas de amoníaco (Na)
- NTK consumido por la biología del proceso (NTK_{bio})

$$\text{NTK}_{\text{OX}} = \text{NTK}_{\text{er}} - \text{NTK}_{\text{dec}} - \text{NTK}_{\text{ref}} - \text{NTK}_{\text{SS}} - \text{Na} - \text{NTK}_{\text{bio}}$$



Las fugas de N-NH₄ (Na) se determinarán siguiendo las experiencias de Van Haandel, Dold y Marais de la U.C.T. (Universidad de Cape Town) (Suráfrica). Según estos investigadores, el N-NH₄ que no se nitrifica (Na) debido a la configuración del sistema viene dado por la expresión:

$$Na = \frac{K_{nT} \times \left(b_{nT} + \frac{1}{E} \right)}{\mu_{nT} \times fx - \left(b_{nT} + \frac{1}{E} \right)}$$

donde:

Na = N-NH₄ que no se nitrifica (mg/l)

K_{nT} = Coeficiente de saturación para nitrificación (mg N-NH₄/l) para la temperatura t (°C)

$$K_{nT} = 1,123^{(t-20)}$$

b_{nT} = Tasa de endogénesis a la temperatura t (°C) (anteriormente descrita)

E = Edad del lodo (d)

μ_{nT} = Tasa de crecimiento de las bacterias nitrificantes del género *Nitrosomonas* a la temperatura t (°C) (anteriormente descrita)

fx = Fracción de fangos del reactor óxico con relación a la masa total de fangos

El NTK de salida en el efluente (NTK_s) será el NTK de entrada (NTK_{er}) menos:

- NTK a oxidar (NTK_{ox})
- NTK consumido por la biología del proceso (NTK_{bio})
- NTK insoluble decantable (NTK_{dec})

$$NTK_s = NTK_{er} - NTK_{ox} - NTK_{bio} - NTK_{dec}$$

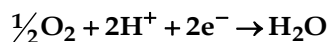
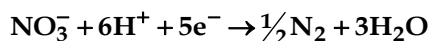


El grado de desnitrificación del sistema (N-NO_{3red}) debe ser menor que:

- a) La máxima desnitrificación posible debida a la DBO₅ soluble de entrada al reactor
- b) La máxima desnitrificación posible debida a la configuración del sistema (Dc)
- c) La máxima desnitrificación posible por recirculaciones del sistema

Desnitrificación debida a la DBO₅ soluble

La asimilación de 1 mg de DBO₅ necesita 0,618 mg de oxígeno. La comparación entre las cantidades de oxígeno suministradas por el nitrato y el oxígeno con relación a la transferencia de un equivalente en electrones se tiene:



Así, para obtener 5 electrones se necesitan 1 molécula de NO₃⁻ ó $\frac{5}{2}$ O₂, es decir, 1 molécula de NO₃⁻ corresponde a $\frac{5}{2}$ O₂; expresado en masa, 1 mg de N-NO₃ le corresponden 2,86 mg de oxígeno. Por tanto, se precisan 4,60 mg de SDBO₅ por cada mg de N-NO₃ reducido.

La desnitrificación máxima posible por la DBO₅ soluble de entrada en el reactor (SDBO_{5er}), será:

$$\text{N} - \text{NO}_{3\text{red}} = \frac{\text{SDBO}_{5\text{er}}}{4,60}$$



Desnitrificación debida a la configuración del sistema (D_c)

La máxima desnitrificación posible debido a la configuración del sistema (D_c) se determinará siguiendo las experiencias de Van Haandel, Dold y Marais de la U.C.T. (Universidad de Cape Town) (Sudáfrica). Según estos investigadores, la máxima concentración

$$D_c = S_{bi} \times \left[\frac{f_{bs} \times (1 - P \times Y)}{2,86} + \frac{Y \times E \times K_{2T} \times fa}{1 + b_{hT} \times E} \right]$$

donde:

D_c = Concentración de N-NO₃ que se puede desnitrificar (mg/l)

S_{bi} = Concentración de DQO biodegradable en el influente al reactor (mg/l)

f_{bs} = Relación entre DQO rápidamente biodegradable y la DQO degradable (0,33 aguas decantadas)

P = Relación DQO/SSV (P = 1,50)

Y = Coef. crecim. bacterias heterótrofas (Y=0,45)

E = Edad del lodo (días)

K_{2T} = Coeficiente de desnitrificación para la temperatura t (°C) (mg N-NO₃/mg SSV/d)

$$K_{2T} = K_{2,20} \times 1,08^{(t-20)}$$

donde:

K_{2,20} = Coef. de desnitrif. a 20 °C (0,1)

fa = Fracción de fangos del reactor anóxico con relación a la masa total de fangos.

b_{hT} = Coeficiente que representa la proporción de pérdida de masa de las bacterias heterótrofas por respiración endógena, expresada en una fracción por día.

$$b_{hT} = b_{20} \times 1,029^{(t-15)}$$

donde:

Coeficiente de pérdida de masa de las bacterias

b₂₀ = heterótrofas por respiración endógena a 20 °C (0,24)



Desnitrificación posible por recirculaciones del sistema

Para asegurar la desnitrificación se hace necesario que la recirculación sea:

$$(Q_R + Q_{RD}) \geq \left[\frac{(N - NO_3)_{\text{producido}}}{(N - NO_3)_{\text{agua tratada}}} - 1 \right] \times Q_m$$

donde:

Q_R = Caudal de recirculación de fangos (m³/h)

Q_{RD} = Caudal de recirculación de licor mixto (m³/h)

Q_m = Caudal medio (m³/h)

** Balance de nitrógeno*

El nitrógeno total de salida del sistema será:

$$NT_{sr} = NTK_{sr} + NTK_{ox} - (N - NO_3)_{red}$$



A1.II.5.c.2. - Cálculos

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Determinación del Volumen de Reactor :</i>		
• <i>Lodos químicos por desfosfatación :</i>		
Diarios (Kg _{lodos,quím} /d/EDAR) :	21,57	21,53
• <i>Edad mínima del lodo (E):</i>		
Para estabilización (a) lodos (para t°C) (d):	17,65	11,45
Para nitrif. estable (UCT) (para t°C) (d):		
μ_{nT} :		
μ_{20} (d ⁻¹) (para pH óptimo):	0,450	0,450
μ_{nT} (d ⁻¹) (para μ_{20} , t °C y pH óptimo):	0,178	0,357
μ_{nT} (d ⁻¹) (para μ_{20} , t °C y pH proceso):	0,164	0,328
b_{nT} :		
b_{n20} (d ⁻¹):	0,040	0,040
b_{nT} (d ⁻¹) (para b_{n20} y t °C):	0,032	0,038
Edad crítica (para t°C) (d):	10,99	4,80
Factor de seguridad (Sf):	1,50	1,50
Edad mínima (b) (para t°C) (d):	16,49	7,19
Mínima necesaria (máx [(a),(b)]) (E) (d):	17,65	11,45
Considerada (E) (d) :	18,00	12,00
• <i>Carga másica (Cm) (kg DBO₅/kgSSRA_{bio}/d):</i>		
Necesaria (para Edad de lodos consid. (d)):	0,069	0,097
Máximas :	0,100	0,100
Considerada :	0,069	0,097
• <i>Producción de lodos biológicos :</i>		
Unit. (kg _{bio} /kg DBO _{5 elim}) :	0,849	0,902
Total (F _{exc,bio}) (kg/d/EDAR):	483,82	513,96
• <i>Volumen reactor (m³RA):</i>		
Mínimo reactor (m ³ RA):		
Para biología (m ³ RA/EDAR):	2.173,91	1.546,39
Por desfosfat. química (m ³ RA/EDAR):	97,04	64,59
Mínimo total necesario (m ³ RA/EDAR):	2.270,96	1.610,99
Adoptado (m ³ RA):	2.318,00	2.318,00



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Características del Reactor Biológico :</i>		
• <i>Tipo:</i>	Paralelepípedo	
• <i>Nº de Unidades :</i>		
TOTAL (ud/EDAR) :	1,00	1,00
<i>Características Geométricas Unitarias :</i>		
• <i>Características zona anóxica:</i>		
Dimensiones unitarias:		
Longitud (m/ud):	9,50	9,50
Anchura (m/ud):	15,25	15,25
Altura útil (m/ud):	4,00	4,00
Altura total (m/ud):	4,50	4,50
Superficie (m ² /ud):	144,88	144,88
Volumen útil (m ³ /ud):	579,50	579,50
fa (m ³ anóxica/m ³ reactor):	0,25	0,25
• <i>Características zona óxica:</i>		
Dimensiones unitarias:		
Longitud (m/ud):	28,50	28,50
Anchura (m/ud):	15,25	15,25
Altura útil (m/ud):	4,00	4,00
Altura total (m/ud):	4,50	4,50
Superficie (m ² /ud):	434,63	434,63
Volumen útil (m ³ /ud):	1.738,50	1.738,50
fx (m ³ óxica/m ³ reactor):	0,75	0,75
• <i>Superficie reactor biológico:</i>		
Unitaria (m ² /reactor):	579,50	579,50
Total (m ²):	579,50	579,50
• <i>Altura reactor biológico:</i>		
Util (m/ud):	4,00	4,00
Total (m/ud):	4,50	4,50
• <i>Volumen reactor biológico:</i>		
Unitario (m ³ /reactor):	2.318,00	2.318,00
Total (m ³ / EDAR):	2.318,00	2.318,00



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Parámetros de funcionamiento :</i>		
• [SSRA]		
Biológicos:		
Conc.(kg SSRA _{bio} /m ³ RA):	3,83	3,83
Total unitario (kg SSRA _{bio} /reactor):	8.875,01	8.875,60
Químicos por desfosfatación:		
Conc.(kg SSRA _{quím} /m ³ RA):	0,17	0,17
Total unitario (kg SSRA _{quím} /reactor):	396,99	396,40
Total:		
Conc.(kg SSRA/m ³ RA):	4,00	4,00
Total unitario (kg SSRA _{TOTAL} /reactor):	9.272,00	9.272,00
Zona óxica:		
Biológicos:		
Conc.(kg SSRA _{bio,óx} /m ³ RA) :	3,83	3,83
Total unitario (kg SSRA _{ox,bio} /reactor):	6.656,26	6.656,70
Químicos por desfosfatación:		
Conc.(kg SSRA _{quím,óx} /m ³ RA) :	0,171	0,171
Total unitario (kg SSRA _{quím,ox} /reactor):	297,742	297,296
Total:		
Conc.(kg SSRA/m ³ RA):	4,00	4,00
Total unitario (kg SSRA _{TOTAL} /reactor):	6.954,00	6.954,00
Zona anóxica:		
Biológicos:		
Conc.(kg SSRA _{bio,óx} /m ³ RA) :	3,83	3,83
Total unitario (kg SSRA _{ox,bio} /reactor):	2.218,75	2.218,90
Químicos por desfosfatación:		
Conc.(kg SSRA _{quím,óx} /m ³ RA) :	0,171	0,171
Total unitario (kg SSRA _{quím,ox} /reactor):	99,247	99,099
Total:		
Conc.(kg SSRA/m ³ RA):	4,00	4,00
Total unitario (kg SSRA _{TOTAL} /reactor):	2.318,00	2.318,00



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• <i>Carga másica con reactor considerado (Cm):</i>		
Mín. (KgDBO ₅ /kg SSRA/d) :	0,050	0,050
Máx. (KgDBO ₅ /kg SSRA/d) :	0,100	0,100
Considerados con reactores previstos (KgDBO ₅ /kg SSRA/d) :		
Para biología (kg DBO ₅ /kg SSRA _{bio} /d) :	0,068	0,068
TOTAL i/desfosf. (kg DBO ₅ /kg SSRA/d) :	0,065	0,065
• <i>Carga volúmica con reactores considerados (Cv) (kg DBO₅/m³/d) :</i>		
TOTAL i/desfosf. (Cv) (kg DBO ₅ /m ³ /d) :	0,259	0,259
• <i>Producción de lodos:</i>		
- Lodos biológicos:		
Unit. (kg/kg DBO ₅ elim) :	0,846	0,846
Total (F _{exc}) (kg/d/reactor):	482,09	482,08
- Lodos producidos por la desfosfatación química:		
Total (F _{destf}) (kg/d/reactor):	21,57	21,53
- TOTAL (kg/d/reactor) :	503,65	503,61
• <i>Edad del lodo (E) (d):</i>		
Total E (d) :	18,41	18,41
• <i>Tiempos de retención a Q_m (tr):</i>		
Mínimo (h):	24,00	24,00
Considerado (h) :	46,36	46,36



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Comprobación de la DBO₅ de salida :</i>		
• Coef.de eliminación DBO ₅ (para t °C) (d ⁻¹):	207,36	313,44
• DBO ₅ salida (DBO _{5sr}):		
Soluble (SDBO _{5sr}) (mg/l):	1,30	0,86
Asociada a SS (SSDBO _{5sr}) (mg/l):	7,28	7,28
TOTAL CALCULADA (DBO _{5sr}) (mg/l):	8,58	8,14
DBO ₅ salida máx. estima. (DBO _{5sr}) (mg/l):	25,00	25,00
<i>Comprobación de nutrientes disponibles :</i>		
• Nitrógeno :	Hay N	Hay N
NTK agua bruta (NTK ₁) (mg/l):	50,00	50,00
NTK insol.,decant. (NTK _{dec}) (mg/l):	5,00	5,00
NTK refractario (NTK _{ref}) (mg/l):	2,00	2,00
NTK asociado a SS _{sr} (NTK _{SS}) (mg/l):	2,10	2,10
NTK disponible (mg/l) :	40,90	40,90
NTK consumido por biología DBO ₅ (NTK _{bio}):		
DBO _{5elim} s/cálculo (mg/l):	491,42	491,86
Consumo de N (mg N/100 mg DBO _{5elim}):	4,00	4,00
NTK _{bio} (mg/l):	19,66	19,67
Exceso de NTK (mg/l) :	21,24	21,23
• Fósforo :	Hay P	Hay P
P agua bruta (P ₁) (mg/l) :	10,00	10,00
P insol., decant. (P _{dec}) (mg/l) :	1,00	1,00
P asociado a SS _{sr} (P _{SS}) (mg/l) :	0,70	0,70
P disponible (mg/l) :	8,30	8,30
P consumido por biología DBO ₅ (P _{bio}):		
DBO _{5elim} s/cálculo (mg/l):	491,42	491,86
Consumo de P (mg P/100 mg DBO _{5elim}):	1,00	1,00
P _{bio} (mg/l):	4,91	4,92
P eliminado por adición de Cl ₃ Fe(P _{quim}):	2,79	2,78
Exceso de P (mg/l) :	0,60	0,60



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Grado de nitrificación :</i>		
• <i>Tipo de nitrificación:</i>	Estable	Estable
• <i>NTK agua bruta (NTK_1) (mg/l):</i>	50,00	50,00
• <i>NTK insol.,decant. (NTK_{dec}) (mg/l):</i>	5,00	5,00
• <i>NTK refractario (NTK_{ref}) (mg/l):</i>	2,00	2,00
• <i>NTK asociado a SS_{sr} (NTK_{ss}) (mg/l):</i>	2,10	2,10
• <i>NTK consumido por biología DBO_5 (NTK_{bio}):</i>	19,66	19,67
• <i>Fugas de $N-NH_4$ (Na) (UCT):</i>		
K_{nT} (mg N- NH_4 /l) (para t °C):	0,395	0,793
b_{nT} (d ⁻¹) (para b_{n20} y t °C):	0,032	0,038
E (d):	18,41	18,41
fx (m ³ óx/m ³ RA):	0,75	0,75
μ_{nT} (d ⁻¹) (para m_{20} , t °C y pH proceso):	0,16	0,33
Na (mgN- NH_4 /l) (UCT) (mg/l):	0,929	0,474
• <i>NTK a oxidar (NTK_{ox}) (mg/l):</i>	20,31	20,75
• <i>N-NO_3 entrada reactores (mg/l):</i>	0,00	0,00
• <i>N-NO_3 en reactor i/N-NO_3 entrada (mg/l):</i>	20,31	20,75
• <i>NTK de salida (NTK_{sr}) (mg/l):</i>	5,03	4,57



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Grado de desnitrificación :		
• <i>Debido a SDBO_{5er} :</i>		
SDBO _{5er} (mg/l):	250,00	250,00
Consumo unitario (mg SDBO ₅ /mg N-NO _{3red}):	4,60	4,60
N-NO _{3red} (mg/l):	54,35	54,35
• <i>Debido a config. (Dc) (UCT):</i>		
f _{bs} (DQO ráp. Biod/DQObiod):	0,24	0,24
Sbi (mg DQO bio/l):	800,00	800,00
P (mg DQO/mg SSV):	1,50	1,50
Y (mg SSV/mg DQO):	0,45	0,45
E (d):	18,41	18,41
K _{2T} :		
K _{2,20} (mg N-NO ₃ /mg SSV/d):	0,100	0,100
K _{2T} (mg N-NO ₃ /mg SSV/d) (K _{2,20} y t °C):	0,054	0,086
fa (m ³ anóx/m ³ RA):	0,25	0,25
b _{hT} :		
b _{h20} (d ⁻¹):	0,240	0,240
b _{hT} (d ⁻¹) (para b _{h20} y t °C):	0,191	0,227
Dc (mg N-NO _{3red} /l) (UCT):	41,64	49,28
• <i>Debido a recirculaciones en el reactor teniendo en cuenta además el N-NO₃ entrada:</i>		
Caudales de recirculación (fracción de la realmente recirculada de los decantadores 2º):		
Del dec. 2º (m ³ /h/reactor):	50,00	50,00
Del licor mixto (m ³ /h/reactor):	62,50	62,50
TOTAL (Q _R) (m ³ /h/reactor):	112,50	112,50
Caudal medio:		
Q _m (m ³ /h/reactor):	50,00	50,00
N-NO _{3red} (mg/l):	14,06	14,37
• <i>Máxima desnitrificación prevista:</i>		
N-NO _{3red} (mg/l):	14,06	14,37
Balance de nitrógeno(salida de reactores) :		
• <i>NTK_{sr} (mg/l):</i>		
	5,03	4,57
• <i>N-NO_{3sr} (mg/l):</i>		
	6,25	6,39
• <i>NT_{sr} s/cálculo (mg/l):</i>		
	11,28	10,96
• <i>NT sr máxima prevista (mg/l):</i>		
	15,00	15,00



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Balance de alcalinidad :</i>		
• <i>Alcalinidad residual mínima (mgCO₃ Ca/l):</i>	100,00	100,00
• <i>Consumo alcalinidad por nitrificación:</i>		
Específico (mg CO ₃ Ca/mg NTK _{ox}):	7,00	7,00
NTK _{ox} (mg/l):	20,31	20,75
Consumo (mg CO ₃ Ca/l):	142,20	145,27
• <i>Aporte alcalinidad por desnitrificación:</i>		
Específico (mg CO ₃ Ca/mg N-NO _{3red}):	-3,50	-3,50
N-NO _{3red} (mg/l):	14,06	14,37
Consumo (mg CO ₃ Ca/l):	-49,22	-50,28
• <i>Alcalinidad de entrada:</i>		
Mínima (mg CO ₃ Ca/l):	192,98	194,98
Prevista en reactores (mg CO ₃ Ca/l):	336,52	336,54



A1.II.5.d.- Reactor Biológico. Resumen

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Características del Reactor Biológico :		
• <i>Tipo:</i>	Paralelepípedo	
• <i>Nº de Unidades:</i>		
TOTAL (ud/EDAR):	1,00	1,00
Características Geométricas Unitarias :		
• <i>Características zona óxica:</i>		
Dimensiones unitarias:		
Longitud (m/ud):	28,50	28,50
Anchura (m/ud):	15,25	15,25
Altura útil (m/ud):	4,00	4,00
Altura total (m/ud):	4,50	4,50
Superficie (m ² /ud):	434,63	434,63
Volumen útil (m ³ /ud):	1.738,50	1.738,50
fx (m ³ óxica/m ³ reactor):	0,75	0,75
• <i>Características zona anóxica:</i>		
Dimensiones unitarias:		
Longitud (m/ud):	9,50	9,50
Anchura (m/ud):	15,25	15,25
Altura útil (m/ud):	4,00	4,00
Altura total (m/ud):	4,50	4,50
Superficie (m ² /ud):	144,88	144,88
Volumen útil (m ³ /ud):	579,50	579,50
fa (m ³ anóxica/m ³ reactor):	0,25	0,25
• <i>Volumen reactor biológico:</i>		
Unitario (m ³ /reactor):	2.318,00	2.318,00
Total (m ³ /E.D.A.R.):	2.318,00	2.318,00



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

Parámetros de funcionamiento :	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• <i>Concentración de sólidos en el Reactor [SSRA]</i>		
Biológicos (kg SSRABio/m ³ RA):	3,83	3,83
Quím. por desfosf. (kg SSRA _{quím} /m ³ RA):	0,17	0,17
Totales (kg SSRA/m ³ RA) :	4,00	4,00
• <i>Carga másica (Cm) :</i>		
Para biología (kg DBO ₅ /kg SSRA _{bio} /d) :	0,068	0,068
TOTAL i/desfosf. (kg DBO ₅ /kg SSRA/d) :	0,065	0,065
• <i>Carga volúmica (Cv) :</i>		
Kg DBO ₅ /m ³ /d:	0,259	0,259
• <i>Edad del lodo (E) (días) :</i>		
Total E (d) :	18,41	18,41
• <i>Tiempos de retención a Q_m (tr) :</i>		
Total (h) :	46,36	46,36



A1.II.6.- RECIRCULACIONES

La recirculación de lodos desde el decantador secundario se llevará a cabo mediante un total de dos (2) bombas centrífugas sumergibles, instaladas en un pozo de bombeo adosado al reactor.

Para potenciar los procesos biológicos de desnitrificación se instalará en cada reactor una bomba sumergible de hélice, con objeto de recircular el licor mixto desde el final de la zona óxica hasta la cabeza de la zona anóxica.



A1.II.6.a.- Datos de Partida

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• Caudal medio (m ³ /h):	50,00	50,00
• Sólidos en suspensión:		
- En el reactor (mg/l) :		
Máxima (mg/l):	4.000,00	4.000,00
Adoptada en reactores (mg/l):	4.000,00	4.000,00
- En el efluente (mg/l):		
Máxima (mg/l):	35,00	35,00
Adoptada para cálculos (mg/l):	35,00	35,00
- En recirculación:		
Concentración (mg/l) :		
Máxima(mg/l):	7.000,00	7.000,00
Adoptada para cálculos (mg/l):	6.000,00	6.000,00
IVF máxima (ml/g):	120,00	120,00
• Nitrógeno (s/cálculos del reactor):		
- NTK a oxidar (NTK _{ox}) (mg/l):	20,31	20,75
- N-NO ₃ entrada reactores (mg/l):	0,00	0,00
- N-NO ₃ en reactor i/N-NO ₃ entrada (mg/l):	20,31	20,75
- N-NO ₃ efluente máx (N-NO _{3sr}) (mg/l):	14,06	14,37
• N° de reactores biológicos:	1,00	1,00
• N° de decant. secundarios:	1,00	1,00
• N° de pozos en funcionamiento:	1,00	1,00
• N° pozos/decantador:	1,00	1,00

A1.II.6.b.- Criterios de dimensionamiento

• Recirculaciones mínimas:		
Funcionamiento "normal" (sin funcionar las reservas) :		
(% s/Q _m):	125,00	125,00
Funcionamiento "máximo" (funcionando las reservas) :		
(% s/Q _m):	200,00	200,00



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

A1.II.6.c.- Dimensionamiento



A1.II.6.c.1.- Exposición de métodos

En este apartado se dimensionará la recirculación de fangos para la biología del proceso, para la eliminación de la DBO₅ y para la desnitrificación.

Reducción de la DBO₅:

a-1) Por balance de masas en decantador en S.S.:

Estableciendo el balance de masas en el decantador:

$$\text{SS entrada} = \text{SS salida} + \text{SS recirculado} \quad (1)$$

SS entrada = caudal entrada al decantador (caudal medio (Q_m) + recirculados(Q_R)) por la concentración de sólido en reactor.
Matemáticamente:

$$\text{SS entrada} = (Q_m + Q_R) \times [\text{SSRA}]$$

SS salida = caudal de salida del decantador (caudal medio) por concentración de sólidos en el efluente del decantador (SS_S)
Matemáticamente:

$$\text{SS salida} = Q_m \times \text{SS}_S$$

SS recirculados = caudal recirculado por concentración de sólidos en decantador (recirculados). Matemáticamente:

$$\text{SS recirculado} = Q_R \times \text{SS}_{\text{dec}}$$

Sustituyendo en la expresión (1) anterior:

$$(Q_m + Q_R) \times [\text{SSRA}] = Q_m \times \text{SS}_S + Q_R \times \text{SS}_{\text{dec}}$$

despejando, quedará:

$$Q_R = Q_m \times \frac{[\text{SSRA}] - [\text{SS}_S]}{[\text{SS}_{\text{dec}}] - [\text{SSRA}]}$$

donde:

Q_R = Caudal recirculado (m³/h/ud).

Q_m = Caudal medio (m³/h/ud).

[SSRA] = Concentración sólidos reactor (kg SSRA/m³).

[SS_S] = Concentración sólidos efluente (kg SS/m³).

[SS_{dec}] = Conc. sólidos dec. y recirculados (kg SS/m³).



a-2) Índice Volúmico de Fangos (I.V.F.)

El grado de recirculación (R) será función del índice de Mohlman (IVF) (o Índice volúmico de Fangos), que como se conoce está comprendido entre 100 y 200 ml/gr en los fangos biológicos.

El grado de recirculación (R) vendrá dado por la expresión:

$$R = \frac{[SSRA] \times IVF \times 100}{1.000 - [SSRA] \times IVF}$$

donde:

R = Recirculación (% del Q_m)

[SSRA] = Concentración de lodos en reactor (kg/m³)

IVF = Índice volúmico de fango o de Mohlman (ml/g)

Desnitrificación :

Para asegurar la desnitrificación se hace necesario que la recirculación (R) sea:

$$R \geq \frac{N - NO_3 \text{ producido}}{N - NO_3 \text{ agua tratada}} - 1$$



A1.II.6.c.2.- Cálculos

Recirculaciones para la reducción de la DBO₅

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<u>Recirculación para biología del proceso:</u>		
• Por balance de masa en el decantador:		
- Recirculación (R1) (%):	198,25	198,25
- Q _{R1} (m ³ /h/pozo):	99,13	99,13
• Por Índice Volumétrico de Fangos:		
- Recirculación (R2) (%):	92,31	92,31
- Q _{R2} (m ³ /h/pozo):	46,15	46,15
• Por exigencias:		
- Recirculación (R3) (%):	125,00	125,00
- Q _{R3} (m ³ /h/pozo):	62,50	62,50
• Valores máximos anteriores:		
- Recirculación (R) (%):	198,25	198,25
- Q _R (m ³ /h/pozo):	99,13	99,13

Equipos de recirculación de fangos para DBO₅ (unitarios por línea):

• Características por línea:		
- Tipo :	Bombas sumergibles	
- Nº de unidades:		
En funcionamiento (uds/línea):	2,00	2,00
- Características unitarias:		
Caudal (m ³ /h/ud):	50,00	50,00
- Caudal (m ³ /h/pozo):	100,00	100,00
- Recirculación s/Q _m (%):	200,00	200,00
- IVF máxima (ml/g):	166,67	166,67



Mantenimiento de sólidos en suspensión y posible desnitrificación

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<u>Recirculación para desnitrificación:</u>		
• <i>Por balance de masa:</i>		
- Recirculación (RD) (%):	44,44	44,44
- Q_{RD} (m ³ /h/reactor):	22,22	22,22

Equipos de recirculación de licor mixto para mant. de S.S. y desnitrificación (unit. por reactor):

• <i>Características:</i>		
- Tipo:	Bomba sumergible de hélice	
- Nº de bombas/reactor:	1,00	1,00
- Características unitarias:		
Caudal (m ³ /h/ud):	125,00	125,00



A1.II.6.d.- Recirculaciones.Resumen

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Nº de líneas:		
• N° de reactores biológicos:	1,00	1,00
• N° de decantadores secundarios:	1,00	1,00
• N° de pozos en funcionamiento:	1,00	1,00
• N° pozos/decantador:	1,00	1,00

Equipos de recirculación de fangos para DBO₅ (por línea):

• Características por línea:		
- Tipo :	Bombas sumergibles	
- N° de unidades condiciones normales:		
En funcionamiento.(uds/línea):	2,00	2,00
- Características unitarias de las bombas:		
Caudal (m ³ /h/ud):	50,00	50,00
- Caudal (m ³ /h/pozo):	100,00	100,00
- Recirculación s/ Q _m (%) :	200,00	200,00
- IVF máxima (ml/g) :	166,67	166,67

Eqs. recirculación de licor mixto para mant. de S.S. y desnitrificación (por reactor):

• Características:		
- Tipo:	Bomba sumergible de hélice	
- N° de bombas/reactor:	1,00	1,00
- Características unitarias:		
Caudal (m ³ /h/ud):	125,00	125,00



A1.II.7.- OXIGENACIÓN Y AGITACION

Se considerarán turbinas superficiales de aireación para la oxigenación del reactor biológico.

Se han adoptado un total de dos (2) turbinas superficiales, habiéndose calculado su capacidad de aeración teniendo en cuenta tanto las necesidades de oxígeno para la eliminación de la materia carbonatada (DBO₅) como las necesidades de oxígeno derivadas de los procesos de nitrificación y desnitrificación (eliminación de nitrógeno). A nivel de cálculo se ha considerado una concentración de oxígeno disuelto en el licor mixto de los reactores de, al menos, 2 mg/l.

El control de la oxigenación se realizará por medio de sondas de oxígeno disuelto en los reactores, así como por temporización de 24 horas.



A1.II.7.a.-Datos de Partida

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• Altitud topográfica (m):	740,00	740,00
• Temperaturas medias (°C):		
- Tª media del licor (°C) :	12,00	18,00
- Temperatura media del aire (t) (°C):	5,00	25,00
• Caudales entrada a E.D.A.R.:		
- Caudal medio (m ³ /h):	50,00	50,00
- Caudal punta biológico (m ³ /h):	120,00	120,00
• DBO ₅ :		
- Entrada (DBO _{5er}):		
Concentración media (mg/l):	500,00	500,00
Concentración máxima (mg/l):	750,00	750,00
- Salida soluble calculada (SDBO _{5sr}):		
Concentración (mg/l):	1,30	0,86
• N medio calculado:		
- Tipo de nitrificación:	Estable	Estable
- NTK oxidar máxima (mg/l):	20,31	20,75
- N-NO ₃ a reducir máximo (mg/l):	14,06	14,37
• Reactores:		
- N° de unidades en funcionamiento:	1,00	1,00
- Volúmenes unitarios:		
Anóxico (m ³ _{anóxico} /reactor):	579,50	579,50
Oxica (m ³ _{oxico} /reactor):	1.738,50	1.738,50
Total (m ³ RA/reactor):	2.318,00	2.318,00
- Alturas:		
Altura del licor en reactor (m):	4,00	4,00
Sumergencia eq. de aereación (s) (m):	0,00	0,00
- Parámetros de funcionamiento:		
Car. másica (Cm) (kg DBO ₅ /kg SSRA/d):	0,068	0,068
[SSRA] (kg SSRA/m ³ RA):	4,00	4,00
Edad del lodo (E) (d):	18,41	18,41



A1.II.7.b.- Criterios de dimensionamiento

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• Coeficientes de oxigenación:		
- Síntesis (kg O ₂ /kg DBO _{5elim}):	0,660	0,660
- Endogénesis (kg O ₂ /kg SSRA/d):	0,041	0,049
- Nitrificación (kg O ₂ /kg NTK _{ox}):	4,57	4,57
- Desnitrificación (kg O ₂ /kg N-NO _{3red}):	-2,86	-2,86
• Riqueza de O ₂ en el aire:		
- Riqueza de O ₂ en el aire (R _{O2}) (%en peso):	23,20	23,20
- Condiciones normales:		
Temperatura del aire (T ₁) (en K):	283,00	283,00
Presión (P ₁) (atm):	1,00	1,00
Densidad del aire (d ₁) (kg aire /m ³ aire):	1,293	1,29
Riqueza de O ₂ (R _{O2,1}) (g O ₂ /m ³ aire):	299,98	299,98
- Condiciones de trabajo:		
Temperatura del aire (T ₂) (en K):	278,00	298,00
Presión (P ₂) (atm):	0,92	0,92
Densidad del aire (d ₂) (kg aire /m ³ aire):	1,208	1,127
Riqueza de O ₂ (R _{O2,2}) (g O ₂ /m ³ aire):	280,29	261,48
• Potencia mínima para agitación:		
- Por cálculo (W/m ³):	18,64	18,64
- Considerada (W/m ³):	20,00	20,00
• Características equipos de aereación:		
- Tipo:	Turbinas de aireación superficial	
- Rendimientos en condiciones normales:		
Bruto a (s) m (kg O ₂ /kW-h):	1,90	1,90
Rendimiento reductor (%):	90,00	90,00
Neto (kg O ₂ /kW-h):	1,71	1,71
- Coeficiente de reducción (R _{O2,2} /R _{O2,1}) :	0,93	0,87
- Rendimientos en las condiciones de trabajo:		
Bruto a (s) m (kg O ₂ /kW-h):	1,78	1,66
Rendimiento reductor (%):	90,00	90,00
Neto (kg O ₂ /kW-h):		
Máx. (kg O ₂ /kW-h):	1,80	1,80
Según cálculos (kg O ₂ /kW-h):	1,60	1,49



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

A1.II.7.c.- Dimensionamiento



A1.II.7.c.1.- Exposición de métodos

Oxigenación :

** Cálculo del coeficiente punta:*

El coeficiente punta (C_P) dependerá del coeficiente punta de contaminación (C_C) y de las necesidades temporales de oxigenación.

El coeficiente punta de contaminación (C_C) será la punta de DBO₅ (C_1) por la punta de caudales (C_2) y por el coeficiente de simultaneidad entre ambas puntas (C_S). Matemáticamente:

$$C_C = C_1 \times C_2 \times C_S$$

donde:

C_1 = Coeficiente punta DBO₅

$$C_1 = \frac{DBO_{5Max}}{DBO_{5med}}$$

C_2 = Coeficiente punta caudal

$$C_2 = \frac{Q_p}{Q_m}$$

C_S = Coeficiente de simultaneidad entre ambas puntas.

El coeficiente punta de oxigenación vendrá dado por:

$$C_P = \frac{C_C \times \frac{O_{S,m}}{DBO_{5elim}} + \frac{O_R}{DBO_{5elim}}}{\frac{O_{S,m} + O_R}{DBO_{5elim}}}$$

donde:

$O_{S,m}$ = Necesidades teóricas medias de oxígeno para síntesis (kg/h)

O_R = Necesidades teóricas de oxígeno para respiración endógena (kg/h)

DBO_{5elim} = DBO₅ eliminada (kg/h)

Este coeficiente punta de oxigenación sólo se aplicará al oxígeno necesario para la síntesis, la nitrificación y la desnitrificación, siendo su valor igual a 1,00 para las necesidades de respiración endógena bacteriana (endogénesis).



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

Para este caso en concreto:

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
C ₁	1,50	1,50
C ₂	2,40	2,40
C _S	0,55	0,55
C _C	1,98	1,98
C _P	1,57	1,53

** Cálculo de las necesidades teóricas de oxigenación.*

Las necesidades teóricas de oxígeno (O_T) vendrán dadas por la suma de las necesidades para síntesis (O_S), necesidades para respiración endógena (O_R), necesidades para nitrificación (O_N) y el aporte por desnitrificación (O_D).

- Necesidades de oxígeno para síntesis (O_S):

Necesidades teóricas medias de oxígeno para síntesis:

$$O_{S,m} = a \times \frac{Q_m \times DBO_{5elim}}{1.000}$$

donde:

O_{S,m} = Necesidades teóricas medias de oxígeno para síntesis (kg/h)

a = Coeficiente síntesis (kg O₂/kg DBO_{5elim}). El valor de este parámetro a es función de la carga másica (Cm).

Para este caso en concreto:

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Cm	0,068	0,068
a =	0,660	0,660

DBO_{5elim} = DBO₅ eliminada (g/m³)

Q_m = Caudal medio (m³/h)



Necesidades teóricas punta de oxígeno para síntesis:

$$O_{S,P} = C_P \times O_{S,m}$$

donde:

$O_{S,P}$ = Necesidades teóricas punta de oxígeno para síntesis (kg/h)

C_P = Coeficiente punta de oxigenación

- Necesidades de oxígeno para respiración endógena (O_R):

$$O_R = \frac{b \times VRA_{ox} \times [SSRA]}{24}$$

donde:

O_R = Necesidades teóricas de oxígeno para respiración endógena (kg/h)

VRA_{ox} = Volumen de la zona óxica (m³)

$[SSRA]$ = Concentración de sólidos en suspensión en el reactor biológico (kg/m³)

b = Coeficiente respiración endógena (kg O₂/kg SSRA/d). El valor de este coeficiente b depende de la carga másica (C_m).

Para este caso en concreto:

	DISEÑO	
	Invierno	Verano
C_m	0,068	0,068
b	0,041	0,049



- Necesidades de oxígeno para nitrificación (O_N):

Necesidades teóricas medias de oxígeno para nitrificación:

$$O_{N,m} = c \times \frac{[N - NH_{4ox}] \times Q_m}{1.000}$$

donde:

$O_{N,m}$ = Necesidades teóricas medias de oxígeno para nitrificación (kg/h)

c = Coeficiente de nitrificación (kg O_2 /kg NTK_{ox})

Para todos los casos de nitrificación:

	DISEÑO	
	Invierno	Verano
$c =$	4,570	4,570

$[NTK_{ox}]$ = NTK oxidado (g/m³)

Q_m = Caudal medio (m³/h)

Necesidades teóricas punta de oxígeno para nitrificación:

$$O_{N,P} = C_P \times O_{N,m}$$

donde:

$O_{N,P}$ = Necesidades teóricas punta de oxígeno para nitrificación (kg/h)

C_P = Coeficiente punta de oxigenación



- Necesidades de oxígeno para desnitrificación (O_D):

Necesidades teóricas medias de oxígeno para desnitrificación:

$$O_D = d \times \frac{[N-NO_{3red}] \times Q_m}{1.000}$$

donde:

$O_{D,m}$ = Necesidades teóricas medias de oxígeno para desnitrificación (kg/h)

d = Coef. de desnitrificación (kg O_2 /kg N- NO_{3red})

Para todos los casos de nitrificación:

	DISEÑO	
	Invierno	Verano
c =	-2,860	-2,860

$[N-NO_{3red}]$ = N- NO_3 reducido (g/m³)

Q_m = Caudal medio (m³/h)

Necesidades teóricas punta de oxígeno para nitrificación:

$$O_{D,p} = C_P \times O_{D,m}$$

donde:

$O_{D,p}$ = Necesidades teóricas punta de oxígeno para nitrificación (kg/h)

C_P = Coeficiente punta de oxigenación



** Cálculo del coeficiente de transferencia.*

El coeficiente de transferencia (K_T) relaciona las necesidades teóricas de oxígeno (O_T) con las reales (O_{Real}).

$$O_{Real} = \frac{O_T}{K_T}$$

$$K_T = K_1 \times K_2 \times K_3$$

donde:

K_1 = Coeficiente que relaciona la capacidad de transferencia de oxígeno en el líquido problema y en el agua destilada.

K_2 = Coeficiente que tiene en cuenta el valor de saturación del oxígeno en el líquido problema.

K_3 = Coeficiente que tiene en cuenta la variación de la capacidad de transferencia de oxígeno en función de la temperatura real del medio.

Para este caso en concreto según desarrollo que sigue a continuación:

	DISEÑO	
	Invierno	Verano
K_1 (o coeficiente α):	0,90	0,90
K_2 (según desarrollo):	0,61	0,52
K_3 (para t°C):	1,05	1,21
K_T :	0,58	0,56

- Coeficiente K_1 ó factor α

Depende de las características del agua residual, en particular la concentración de detergentes y de las grasas, la concentración de las materias en suspensión en el reactor, la geometría del reactor biológico y el sistema de aireación adoptado.

Para este caso en concreto:

	DISEÑO	
	Invierno	Verano
Sistema aereación:	Turbinas de aireación superficial	
K_1 (o coeficiente α):	0,90	0,90



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

- Coeficiente K_2

Este coeficiente tiene en cuenta el valor de saturación del oxígeno en el líquido problema, en función de las características de los fangos activados, temperatura, presión atmosférica y del contenido de oxígeno disuelto que se quiera mantener en el reactor.

$$K_2 = \frac{C_{sw} - C_l}{C_s}$$

donde:

C_{sw} = Coeficiente que depende de las características del agua residual, nivel de saturación del oxígeno en agua destilada, de la presión barométrica a la altitud del emplazamiento de la E.D.A.R. y de la sumergencia del aereador:

$$C_{sw} = Z \times C_{ss} \times P \times S$$

donde:

Z = Depende de las características del agua residual (0,80-1,00)

Para este caso en concreto:

	DISEÑO	
	Invierno	Verano
$Z (\beta)$:	0,90	0,90

C_{ss} = Saturación de O_2 en agua limpia (mgO_2/l) en función de la t^a considerada

Para este caso en concreto:

	DISEÑO	
	Invierno	Verano
T^a licor ($^{\circ}C$):	12,00	18,00
C_{ss} :	10,83	9,54



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

P = Coeficiente de presión (depende de la altitud topográfica)

Para este caso en concreto:

	DISEÑO	
	Invierno	Verano
Altitud (m):	740,00	740,00
P :	0,92	0,92

S= Coeficiente de sumergencia (depende de la sumergencia de los equipos de aereación).

Para este caso en concreto:

	DISEÑO	
	Invierno	Verano
Sumerg (m):	0,00	0,00
S :	1,00	1,00

Cl = Nivel deseado de O₂ en el reactor biológico (mg/l)

Para este caso en concreto:

	DISEÑO	
	Invierno	Verano
Cl (mg/l):	2,00	2,00

Cs = Nivel saturación de O₂ en agua pura y condiciones normales

Para este caso en concreto:

	DISEÑO	
	Invierno	Verano
Cs (mg/l):	11,33	11,33



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

- Coeficiente K_3

Coeficiente que tiene en cuenta la variación de la capacidad de transferencia en función de la temperatura del licor mixto.

Para este caso en concreto:

	DISEÑO	
	Invierno	Verano
Tª licor (t)	12,00	18,00
K_3 :	1,05	1,21

* *Cálculo de las necesidades reales de oxigenación.*

$$O_{\text{Real}} = \frac{O_S + O_R + O_N + O_D}{K_T} = \frac{O_T}{K_T}$$

* *Cálculo de los equipos de oxigenación.*

- Potencia necesaria para mantener en suspensión los microorganismos en la cámara óxica

$$PA = 8,125 \times \ln[SSRA] - 48,75$$

donde:

PA = Potencia necesaria para agitación (W/m³)

[SSRA] = Concentración sólidos en suspensión cámara óxica (kg/m³)

- Potencia necesaria para oxigenación

Este valor se determinará considerando las necesidades reales de oxigenación puntas (kg O₂ dividiéndolas por el rendimiento neto del equipos (kg O₂/kW-h).

Condiciones normales:

$$PO = \frac{O_{\text{Real,punta}}}{AE_{\text{Neto}}}$$



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

donde:

PO = Potencia necesaria para oxigenación en condiciones normales (kW)

O_{Real, punta} = Necesidades reales de oxígeno. punta (kg O₂/h)

AE_{Neto} = Aporte específico neto de oxígeno en condiciones normales (kg O₂ /kW-h)

$$AE_{Neto} = AE_{Bruto} \times \frac{R}{100}$$

AE_{Bruto} = Aporte específico bruto de oxígeno en condiciones normales (kg O₂/kW-h)

R = Rendimiento del motorreductor (%)

Condiciones de trabajo:

$$PO' = \frac{O_{Real, punta}}{AE'_{Neto}}$$

donde:

PO' = Potencia necesaria para oxigenación en condiciones de trabajo (kW)

O_{Real, punta} = Necesidades reales de oxigenación punta (kg O₂/h)

AE'_{Neto} = Aporte específico neto de oxígeno en condiciones de trabajo (kg O₂ /kW-h)

$$AE'_{Neto} = AE'_{Bruto} \times \frac{R}{100}$$

R = Rendimiento del motorreductor (%)

AE'_{Bruto} = Aporte específico bruto de oxígeno en condiciones de trabajo (kg O₂/kW-h)

$$AE'_{Bruto} = AE_{Bruto} \times \frac{R_{O2,2}}{R_{O2,1}}$$

R_{O2,1} = Riqueza de oxígeno en condiciones normales (299,98 g O₂/m³ aire)

R_{O2,2} = Riqueza de oxígeno en condiciones de trabajo (g O₂/m³ aire)



Riqueza de oxígeno en condiciones normales:

$$R_{O_2,1} = R_{O_2} \times d_1 \times 10$$

donde:

R_{O_2} = Riqueza de oxígeno (23,20 % en peso)

d_1 = Densidad del aire en condiciones normales (1,293 kg/m³)

Riqueza de oxígeno en condiciones de trabajo:

$$R_{O_2,2} = R_{O_2} \times d_2 \times 10$$

donde:

d_2 = Densidad del aire en condiciones de trabajo (kg/m³)

$$d_2 = \frac{T_1 \times P_2}{T_2 \times P_1} \times d_1$$

T_1 = Temperatura del aire en condiciones normales (= 283°K)

T_2 = Temperatura del aire en condiciones de trabajo (°K) (t^a (°C) + 273)

P_1 = Presión del aire en condiciones estándar (atm) (= 1,00 atm).

P_2 = Presión del aire en condiciones de trabajo (atm)

$$P_2 = P_1 \times \left[1 - \frac{0,111 \times h}{1000} \right]$$

h = Altura topográfica (m)



A1.II.7.c.2.- Cálculos

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Cálculo del coeficiente de oxigenación (C_p) :		
• Punta de DBO ₅ (C_1):	1,50	1,50
• Punta de caudales (C_2):	2,40	2,40
• Coeficiente simultaneidad (C_s):	0,55	0,55
• Punta de contaminación (C_c):	1,98	1,98
• Coeficiente punta (C_p):	1,57	1,53
Cálculo del coeficiente de transferencia (K_T) :		
• K_1 (o coeficiente a):	0,90	0,90
• K_2 (según desarrollo):	0,61	0,52
- Csw:		
Z (A.R.U.) (o coeficiente β):	0,90	0,90
C _{ss} (para t° C°) (mg/l):	10,83	9,54
P (para (h) m):	0,92	0,92
S (para sumergencia m):	1,00	1,00
C _{sw} (mg/l):	8,95	7,88
- Cl (nivel O ₂ reactor) (mg/l):	2,00	2,00
- C _s (mg/l):	11,33	11,33
• K_3 (para t°C):	1,05	1,21
• K_T :	0,579	0,565



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Cálculo de las necesidades teóricas de oxígeno (unitario por reactor) :</i>		
• <i>Necesidades teóricas para síntesis:</i>		
- Medias (kg O ₂ /h/reactor):	16,46	16,47
- Coeficiente de oxigenación (C _p):	1,57	1,53
- Puntas (kg O ₂ /h/reactor):	25,80	25,14
• <i>Necesidades teóricas para respiración endógena:</i>		
- Medias (kg O ₂ /h/reactor):	11,97	14,21
- Coeficiente de oxigenación (C _p):	1,00	1,00
- Puntas (kg O ₂ /h/reactor):	11,97	14,21
• <i>Necesidades teóricas para nitrificación:</i>		
- Medias (kg O ₂ /h/reactor):	4,64	4,74
- Coeficiente de oxigenación (C _p):	1,57	1,53
- Puntas (kg O ₂ /h/reactor):	7,28	7,24
• <i>Necesidades teóricas para desnitrificación:</i>		
- Medias (kg O ₂ /h/reactor):	-2,01	-2,05
- Coeficiente de oxigenación (C _p):	1,57	1,53
- Puntas (kg O ₂ /h/reactor):	-3,15	-3,14
• <i>Necesidades teóricas totales:</i>		
- Media diaria (kg O ₂ /d/reactor):	745,39	800,83
- Horarias (kg O ₂ /h/reactor):		
- Medias (kg O ₂ /h/reactor):	31,06	33,37
- Puntas (kg O ₂ /h/reactor):	41,89	43,45
<i>Cálculo de las necesidades reales de oxígeno (unitarias por reactor) :</i>		
• <i>Coeficiente de transferencia (K_T):</i>	0,579	0,565
• <i>Necesidades reales totales unitarias por reactor:</i>		
- Medias (kg O ₂ /h/reactor):	53,68	59,09
- Puntas (kg O ₂ /h/reactor):	72,40	76,94
<i>Cálculo de los equipos de oxigenación (unitario por reactor) :</i>		
• <i>Potencia necesaria para agitación:</i>		
- En kW/reactor:	34,77	34,77
- En C.V./reactor:	47,24	47,24
• <i>Potencia necesaria para oxigenación:</i>		
- Condiciones normales:		
En kW/reactor:	42,34	44,99
En C.V./reactor:	57,52	61,13
- Condiciones de trabajo:		
En kW/reactor:	45,31	51,62
En C.V./reactor:	61,56	70,13



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Equipos de oxigenación considerados (unitario por reactor) :</i>		
• <i>Tipo de aereadores:</i>	Turbinas de aireación superficial	
• <i>Aereador tipo 1:</i>		
- N° de unidades (uds/reactor):	2,00	2,00
- Potencia unitaria:		
En kW (kW/aereador):	29,44	29,44
En C.V. (C.V./aereador):	40,00	40,00
- Aporte O ₂ :		
Específico (kg O ₂ /kWh):	1,60	1,49
Unitario (kg O ₂ /h/aereador):	47,04	43,88
Total (kg O ₂ /h/reactor):	94,08	87,76
• <i>Totales por reactor:</i>		
- Potencia total instalada:		
En kW (kW/reactor):	58,88	58,88
En C.V. (C.V./reactor):	80,00	80,00
- Aporte total de O ₂ (kg O ₂ /h/reactor):	94,08	87,76
• <i>Parámetros de funcionamiento:</i>		
- Funcionamiento medio (h/d):	13,69	16,16
- Potencia agitación (W/m ³ RA):	33,87	33,87
- Oc-load :		
Máximo (kg O ₂ /kg DBO _{5elim}) (24 h/d):	3,77	3,52
Medio (kg O ₂ /kg DBO _{5elim}) (medio):	2,15	2,37

Equipos de agitación considerados para mantenimiento de S.S. en cámara anóxica :

• <i>Tipo de agitadores:</i>	Agitador sumergible	
• <i>Agitador tipo 1:</i>		
- N° de unidades (uds/reactor):	1,00	1,00
- Potencia instalada (kW/agitador):	4,00	4,00
• <i>Densidad de agitación (W/m³):</i>	6,90	6,90



A1.II.7.d.- Oxigenación y agitación. Resumen

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• <i>Número de reactores (uds/EDAR):</i>	1,00	1,00
Necesidades de oxígeno (unitarias por reactor) :		
• <i>Necesidades reales totales unitarias por reactor:</i>		
- Diarias medias (kg O ₂ /día/reactor):	1.288,28	1.418,06
- Horarias (kg O ₂ /h/reactor):		
- Medias (kg O ₂ /h/reactor):	53,68	59,09
- Puntas (kg O ₂ /h/reactor):	72,40	76,94
Equipos de oxigenación considerados (unitario) :		
• <i>Tipo de aereadores:</i>	Turbinas de aireación superficial	
• <i>Aireador tipo 1:</i>		
- N° de unidades (ud/reactor):	2,00	2,00
- Potencia unitaria:		
En C.V. (C.V./aereador):	40,00	40,00
- Aporte O ₂ :		
Unitario (kg O ₂ /h/aereador):	47,04	43,88
Total (kg O ₂ /h/reactor):	94,08	87,76
• <i>Totales por reactor:</i>		
- Potencia total instalada:		
En C.V. (C.V./reactor):	80,00	80,00
- Aporte total de O ₂ (kg O ₂ /h/reactor):	94,08	87,76
• <i>Parámetros de funcionamiento:</i>		
- Funcionamiento medio (h/d):	13,69	16,16
- Potencia agitación (W/m ³ RA):	33,87	33,87
- Oc-load :		
Máx. (kg O ₂ /kg DBO _{5elim}) (24 h/d):	3,77	3,52
Medio (kg O ₂ /kg DBO _{5elim}) (medio):	2,15	2,37
Equipos de agitación considerados para mantenimiento de S.S. en cámara anóxica :		
• <i>Tipo de agitadores:</i>	Agitador sumergible	
• <i>Agitador tipo 1:</i>		
- N° de unidades (uds/reactor):	1,00	1,00
- Potencia instalada (kW/agitador):	4,00	4,00



A1.II.8.- DEFOSFATACIÓN POR VÍA QUÍMICA

El fósforo excedente del proceso biológico de depuración será eliminado por vía química, mediante la adición de sulfato de aluminio a la salida de los reactores biológicos, antes del paso del agua a los decantadores secundarios. De este modo los lodos químicos generados por la precipitación del fósforo excedente serán capturados junto con los lodos propiamente biológicos del reactor en el seno de los decantadores secundarios. Por otro lado, se prevee la existencia de un punto de dosificación adicional en el tratamiento terciario de la EDAR (aguas arriba de los equipos de filtración) para el caso en que resultara necesaria.



A1.II.8.a.- Datos de Partida

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• Caudales agua bruta de entrada al biológico:		
- Caudal medio (m ³ /h/EDAR):	50,00	50,00
- Caudal punta (m ³ /h/EDAR):	120,00	120,00
- Caudal recirculación normal (m ³ /h/EDAR):	100,00	100,00
• DBO ₅ :		
- Entrada a reactores (mg/l):	500,00	500,00
- Salida calculada (mg/l):	8,58	8,14
• Sólidos en suspensión:		
- Entrada a reactores:		
Concentración (mg SST/l):	500,00	500,00
Descomposición (estimada):		
Sólidos Volátiles (SSV _{er}) (mg/l):	350,00	350,00
Sólidos Minerales (SSM _{er}) (mg/l):	150,00	150,00
- Salida máxima considerada (mg/l):		
Concentración (mg SST/l) :	35,00	35,00
• P-total:		
- Entrada a reactores:		
Concentración (mg P/l):	10,00	10,00
Descomposición (estimada):		
Fósforo decantable (10% P-total) (mg/l):	1,00	1,00
Fósforo no decant. (90% P-total) (mg/l):	9,00	9,00
- Salida máxima estimada:		
Concentración (mg P/l):	2,00	2,00
• Características estimadas del agua :		
- Temperatura media del agua (°C) :	12,00	18,00
- Peso específico (p _e) (kN/m ³):	9,806	9,797
- Densidad (ρ) (kg/m ³):	999,59	998,69
- Viscosidad dinámica (μ) (N.s/m ²) :	1,236E-03	1,053E-03



A1.II.8.b.- Dimensionamiento



A1.II.8.b.1- Exposición de métodos

** Cálculo del fósforo a eliminar :*

El P a eliminar (P_{elim}) será: el P de entrada (P_e) menos el P decantable (P_{dec}), menos el P soluble de salida ($P_{s,s}$) menos el P consumido en la biología del proceso (P_b). Así:

$$P_{elim} = P_e - P_{dec} - P_{s,s} - P_b$$

Para mantener las poblaciones de microorganismos en todo el proceso biológico es necesario mantener el equilibrio C-N-P. Según el CEDEX, para lograr la estabilidad del proceso biológico, el equilibrio entre el C (DBO₅) y el P debe estar en la relación 100:1. Así:

$$\frac{DBO_{5Elim}}{P_b} \cong 100$$

por lo tanto, el P consumido por la biología del proceso (P_b) y eliminado en los lodos en exceso será:

$$P_b = \frac{DBO_{5Elim}}{100}$$

El fósforo de salida será igual al fósforo asociado a los sólidos en suspensión que se escapan con el efluente ($P_{ss,s}$) más el fósforo soluble ($P_{s,s}$).

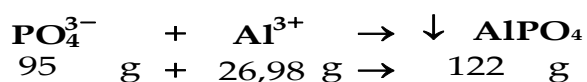
El fósforo asociado a los sólidos en suspensión será, según el CEDEX, aproximadamente el 2 % de los sólidos en suspensión.

Por tanto, el fósforo de salida soluble será igual al fósforo total de salida menos el fósforo asociado a los sólidos en suspensión que se escapan con el efluente.

** Estimación de la dosis de reactivo y fangos químicos formados :*

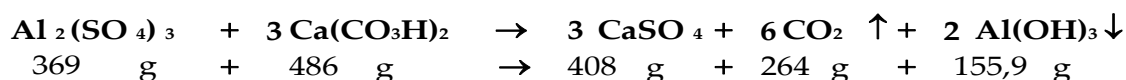
Al añadir sulfato de aluminio al agua residual, éste reaccionará con el ortofosfato soluble para producir un precipitado muy insoluble, el ortofosfato de aluminio, según la estequiometría:

Sulfato de aluminio





Si aun queda Al^{3+} libre después de eliminar todo el ortofosfato, este reaccionará con la alcalinidad del agua dando hidróxido de aluminio, elemento altamente insoluble, según la reacción:



Con lo anteriormente expuesto se deduce que:

El consumo de *sulfato de aluminio* para la eliminación de los ortofosfatos según la estequiometría de la reacción es:

$$\begin{array}{l} \text{mol de Al}^{3+} / \text{mol de P a eliminar} \\ 1/2 \text{ mol de Al}_2(\text{SO}_4)_3 / \text{mol de P a eliminar} \end{array}$$

no obstante, como parte del $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ reaccionará con la alcalinidad natural de las aguas y siguiendo las recomendaciones de la E.P.A., se considerará:

Dosis consideradas s/ E.P.A.	
En moles:	dos (2) mol Al /mol de P a eliminar
En peso:	53,96 gr. de Al / 31,00 gr. de P a eliminar

Los fangos producidos , será el *fosfato de aluminio* (AlPO_4) debido a la reacción del *sulfato de aluminio* con el ortofosfato mas el *hidróxido de aluminio* ($\text{Al}(\text{OH})_3$) producido en la reacción del *sulfato de aluminio* con la *alcalinidad natural* de las aguas .



A1.II.8.b.2. - Cálculos

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Cálculo del fósforo a eliminar :</i>		
• <i>Entrada (mg/l):</i>	10,00	10,00
• <i>Fósforo decantable (mg/l):</i>	1,00	1,00
• <i>Eliminado por biología:</i>		
Consumo unitario (mg P/100 mg DBO _{5elim}):	1,00	1,00
Consumo (mg P/l):	4,91	4,92
• <i>Salida:</i>		
Soluble (mg P/l):	1,30	1,30
Asociado a los SS (mg P/l):	0,70	0,70
Total salida (mg P/l):	2,00	2,00
• <i>Fósforo a eliminar por prec. química (mg/l):</i>	2,79	2,78
<i>Cálculo de la dosis de reactivo :</i>		
• <i>Reactivo:</i>		
- Naturaleza del producto comercial:	Sulfato de aluminio líquido	
- Peso molecular del (SO ₄) ₃ Al ₂ x 14 H ₂ O:		
Peso molecular (gr/mol):	593,96	593,96
- Riqueza del producto comercial:		
En Al ³⁺ (%):	4,41	4,41
En (SO ₄) ₃ Al ₂ x H ₂ O sólido (%):	48,50	48,50
- Densidad del producto comercial (g/cm ³):	1,335	1,335
• <i>Almacenamiento mínimo a Q medio (d):</i>	10,00	10,00
• <i>Dosis de producto comercial:</i>		
- Fósforo a precipitar (mg/l):	2,79	2,78
- Dosis de producto químico (mg/l):		
Mínimo:		
Según estequiometría(mg/l):	55,03	54,94
Rel. estequiométrica mol Al/mol P _{elim} :	1,00	1,00
Considerada según E.P.A.:		
Dosis según la E.P.A.(mg/l):	110,05	109,88
Rel. estequiométrica mol Al/mol P _{elim} :	2,00	2,00
Adoptada finalmente:		
Dosis (mg/l):	110,05	109,88
Rel. estequiométrica mol Al/mol P _{elim} :	2,00	2,00



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Equipos de dosificación :</i>		
• <i>Consumos producto químico comercial :</i>		
- Másicos:		
A Q medio (kg/h/EDAR):	5,50	5,49
A Q punta (kg/h/EDAR):	13,21	13,19
- Volúmicos:		
A Q medio (l/h/EDAR):	4,12	4,12
A Q punta (l/h/EDAR):	9,89	9,88
• <i>Equipos de dosificación (unitarios):</i>		
- Tipo:	Bomba dosificadora	
- Nº unidades:		
Total (ud/EDAR):	1,00	1,00
- Características unitarias:		
Caudal máximo (l/h/ud):	60,00	60,00
Regulación (%):	10 - 100	10 - 100
<i>Almacenamiento de reactivo :</i>		
• <i>Almacén mínimo (m³):</i>	0,99	0,99
• <i>Tipo:</i>	Depósitos de PRFV en cubeto de seguridad	
• <i>Nº unidades / EDAR:</i>	1,00	1,00
• <i>Capacidad unitaria (m³/ud):</i>		
Capacidad unitaria (m ³ /ud):	2,00	2,00
Capacidad TOTAL i/reserva (m ³ /EDAR):	2,00	2,00
• <i>Autonomía i/reserva:</i>		
- A Q medio (d):	20,22	20,25
- A Q punta (d):	8,42	8,44
<i>Estimación de la producción de fangos químicos :</i>		
• <i>Por reacción con el fósforo:</i>		
- Producción de AlPO ₄ (Fpp) (mg/l):	10,96	10,95
• <i>Por reacción con alcalinidad:</i>		
- Consumo de alcalinidad (mg CO ₃ Ca/l):	13,48	13,46
- Producción de Al(OH) ₃ (Fps) (mg/l):	7,01	7,00
• <i>Producción TOTAL fangos químicos:</i>		
- Concentración (mg/l):	17,97	17,94
- Diarios (kg/d/E.D.A.R.):	21,57	21,53



A1.II.8.c.- Defosfatación por vía química. Resumen

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Reactivo y dosis :		
• <i>Reactivo:</i>		
- Naturaleza del producto comercial:	Sulfato de aluminio líquido	
- Peso molecular del $(\text{SO}_4)_3 \text{Al}_2 \times 14 \text{H}_2\text{O}$:	593,96	593,96
- Riqueza del producto comercial:		
En $(\text{SO}_4)_3 \text{Al}_2 \times \text{H}_2\text{O}$ sólido (%):	48,50	48,50
- Densidad del producto comercial (g/cm ³):	1,34	1,34
• <i>Dosis de producto comercial:</i>		
- Dosis de producto químico (mg/l):		
Dosis considerada(mg/l):	110,05	109,88
Estequiometría (mol Al/mol P _{elim}) :	2,00	2,00
Equipos de dosificación :		
• <i>Equipos de dosificación:</i>		
- Tipo:	Bomba dosificadora	
- N° unidades:		
Funcionamiento (ud/EDAR):		
Total (ud/EDAR):	1,00	1,00
- Características unitarias:		
Caudal máximo (l/h/ud):	60,00	60,00
Regulación (%):	10 - 100	10 - 100
Almacenamiento (Depósitos) :		
• <i>Tipo :</i>	Depósitos de PRFV en cubeto de seguridad	
• <i>N° unidades / EDAR:</i>	1,00	1,00
• <i>Capacidad unitaria (m³/ud):</i>	2,00	2,00
• <i>Autonomía i/reserva a Qm (d):</i>	20,22	20,25
Producción de fangos químicos :		
• <i>Producción TOTAL fangos químicos:</i>		
- Concentración (mg/l):	17,97	17,94
- Diarios (kg/d/E.D.A.R.):	21,57	21,53
Consumo de alcalinidad por defosfatación química :		
• <i>Consumo de alcalinidad (mg CO₃ Ca/l):</i>	13,48	13,46



A1.II.9.- DECANTACIÓN SECUNDARIA

La decantación secundaria constituye una etapa esencial dentro del proceso de depuración ya que, en definitiva, es en los decantadores donde se realiza la separación entre el agua clara y depurada, y los lodos generados en el proceso.

El diseño de los decantadores se ha desarrollado con especial cuidado, contrastando los resultados obtenidos mediante los métodos clásicos de cálculo (carga hidráulica, carga de sólidos, etc.) con los resultados obtenidos por medio de otras metodologías más actuales y rigurosas, como la Norma alemana ATV - 131 / 2000 o el Manual of Practice N° 8 (MOP-8) de la Water Environmental Federation (WEF).

La aplicación de la norma ATV - 131 / 2000 resulta de gran utilidad ya que tiene en cuenta las características de sedimentabilidad de los lodos generados en el proceso y la capacidad del decantador para alcanzar un determinado espesamiento de los mismos. Para ello realiza una serie de cálculos específicos que determinan el calado adecuado del decantador, dividiendo éste en una serie de capas sucesivas: clarificación, separación, almacenamiento y espesamiento.

Para facilitar las labores de construcción de los decantadores, se han adoptado canales perimetrales internos como medio de recogida del efluente clarificado.

Se construirá un (1) único decantador circular equipado con un puente de rasquetas radial.



A1.II.9.a.- Datos de Partida

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• Caudales horarios a decantación secundaria:		
- Medio (m ³ /h/E.D.A.R.):	50,00	50,00
- Punta (m ³ /h/E.D.A.R.):	120,00	120,00
- Recirculación normal (m ³ /h/dec. 2º):	100,00	100,00
• I.V.F. (ml/g) :		
- Considerada normal (ml/g) :	120,00	120,00
- Máxima para recirculación "normal" (ml/g) :	166,67	166,67
• Conc. sólidos entrada decantador (kg/m ³):	4,00	4,00
• Conc. sólidos en recirculación (kg/m ³):	6,00	6,00

A1.II.9.b.- Criterios de dimensionamiento

• N° de ud (uds/E.D.A.R.) :	1,00	1,00
• Carga hidráulica máxima :		
- A Q _m (m ³ /h/m ²):	0,50	0,50
- A Q _p (m ³ /h/m ²):	1,00	1,00
• Carga de sólidos máxima :		
- A Q _m (kg SST/m ² /h):	2,00	2,00
- A Q _p (kg SST/m ² /h):	4,00	4,00
• Caudal efluente máximo:		
- A Q _m (m ³ /h/ml) :	8,00	8,00
- A Q _p (m ³ /h/ml) :	15,00	15,00
• Tiempo de retención (tr) :		
- A Q _m :		
Máximo (h):	9,00	9,00
Mínimo (h) :	5,00	5,00
- A Q _p (h):	2,00	2,00
• Calado sobre borde (m):		
- Máximo (m):	4,00	4,00
- Mínimo (m):	3,50	3,50
• Campana deflectora central:		
- Velocidad máx. de circulación (m ³ /h/m ²) :	50,00	50,00
- Relaciones campana deflectora:		
h mín. s/central decant. (%):	50,00	50,00
Diám. mín. s/diám.decant. (%):	20,00	20,00



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

A1.II.9.c.- Dimensionamiento



A1.II.9.c.1. - Exposición de métodos

Decantación secundaria

** Cálculo del diámetro :*

1.- Por carga hidráulica:

$$\Phi = 2 \times \sqrt{\frac{Q}{\pi \times C_h}}$$

donde:

Φ = Diámetro (m)

Q = Caudal (m³/h)

C_h = Carga hidráulica (m³/h/m²)

2.- Por carga de sólidos:

S/criterio clásico :

$$\Phi = 2 \times \sqrt{\frac{[SSRA] \times Q}{\pi \times C_s}}$$

donde:

Φ = Diámetro (m)

[SSRA] = Concentración de sólidos en el reactor (kg/m³)

Q = Caudal (m³/h)

C_s = Carga de sólidos (kg/h/m²)

S/Norma MOP - 8:

$$\Phi = 2 \times \sqrt{\frac{[SSRA] \times Q_{MR}}{\pi \times C_s}}$$

donde:

Φ = Diámetro (m)

[SSRA] = Concentración de sólidos en el reactor (kg/m³)

Q_{MR} = Caudal medio más recirculación (m³/h)

C_s = Carga de sól. (kg/h/m²) (Es función del IVF)

Para este caso que se está estudiando:

	DISEÑO	
	Invierno	Verano
IVF	166,67	166,67
C _s	6,84	6,84



** Cálculo del diámetro hidráulico :*

Vendrá definido por caudal efluente.

$$\Phi = \frac{Q}{\pi \times L_{ef}}$$

donde:

Φ = Diámetro (m)

Q = Caudal (m³/h)

L_{ef} = Caudal efluente (m³/h/ml)

** Cálculo del volumen y calado :*

S/criterio clásico

El volumen mínimo (V_{min}) y por tanto la altura mínima vendrá determinada por los tiempos de retención mínimos en las diferentes condiciones:

$$V = Q \times tr$$

donde:

V = Volumen (m³)

Q = Caudal (m³/h)

tr = Tiempo de retención hidráulico (h)

Por tanto, el calado mínimo será:

$$h = \frac{V}{\pi \times \left(\frac{\Phi}{2}\right)^2}$$

S/Norma MOP - 8:

El calado está en función del diámetro del decantador:

Para $\Phi \leq 12,50$ m: Calado = 3,30 m

Para $12,50 < \Phi < 42,50$ m: Calado = $2,8 + 0,04 \times \Phi$ m

Para $\Phi \geq 42,50$ m: Calado = 4,50 m



A1.II.9.c.2.- Cálculos

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Dimensionamiento :</i>		
• <i>Nº decantadores (uds / E.D.A.R.) :</i>	1,00	1,00
• <i>Cálculo de superficie y diámetro:</i>		
- Por carga hidráulica:		
S/Criterios de dimensionamiento:		
A Q medio:		
Superficie (m ² /ud):	100,00	100,00
Diámetro (m/ud):	11,28	11,28
A Q punta:		
Superficie (m ² /ud):	120,00	120,00
Diámetro (m/ud):	12,36	12,36
S/Norma ATV - 131:		
C. adm. por vol. fangos (l/h/m ²) (< 500 - 650):	500,00	500,00
Vol. comparativo del fango (VSV) (l/m ³):	480,00	480,00
Carga hidráulica (m ³ /h/m ²):	1,04	1,04
A Q punta:		
Superficie (m ² /ud):	115,20	115,20
Diámetro (m/ud):	12,11	12,11
- Por carga de sólidos:		
S/Criterios de dimensionamiento:		
A Q medio:		
Superficie (m ² /ud):	100,00	100,00
Diámetro (m/ud):	11,28	11,28
A Q punta:		
Superficie (m ² /ud):	120,00	120,00
Diámetro (m/ud):	12,36	12,36
S/Norma MOP - 8:		
C. sólidos a Q (M + R) (kg SST/m ² /h):	6,84	6,84
A Q medio + recirculación:		
Superficie (m ² /ud):	87,68	87,68
Diámetro (m/ud):	10,57	10,57
• <i>Cálculo del diámetro hidráulico:</i>		
- Por caudal efluente:		
A Q medio:		
Longitud (ml/ud):	6,25	6,25
Diámetro hidráulico (m/ud):	1,99	1,99
A Q punta:		
Longitud (ml/ud):	8,00	8,00
Diámetro hidráulico (m/ud):	2,55	2,55
• <i>Valores mínimos (máx. valores anteriores):</i>		
- Diámetro (m/ud):	12,36	12,36
- Diámetro hidráulico (m/ud):	2,55	2,55



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• <i>Elección de diámetro y superficie de decantación:</i>		
- Características unitarias:		
Diámetro (m/ud):	13,00	13,00
Superficie (m ² /ud):	132,73	132,73
• <i>Cálculo del volumen y calado:</i>		
- <i>S/tiempo retención (tr):</i>		
Volumen mínimo:		
A Q medio:		
Volumen (m ³ /ud):	250,00	250,00
Calado (h) (m/ud):	1,88	1,88
A Q punta:		
Volumen (m ³ /ud):	240,00	240,00
Calado (h) (m/ud):	1,81	1,81
Volumen máximo a Q medio:		
Volumen (m ³ /ud):	450,00	450,00
Calado (h) (m/ud):	3,39	3,39
- <i>S/Norma ATV - 131:</i>		
Parámetros de cálculo para el diámetro elegido:		
Carga hidráulica a Q _p (q _A)(m/h):	0,90	0,90
IVF considerada (ml/gr) :	120,00	120,00
Conc. sól. reactor (Kg SSRA/m ³ RA):	4,00	4,00
Volumen comp lodos (VSV) (l/m ³) :	480,00	480,00
Carga máx. lod. (q _{SV}) (l/m ² /h)(<500-650):	433,96	433,96
Recirc. s/Q _p (Q _{recir} /Q _p) (RV) :	0,83	0,83
Alturas en 2/3 del radio:		
Zona de clarificación (h ₁) (m):	0,50	0,50
Zona de separación (h ₂) (m):	1,59	1,59
Zona de almacenamiento (h ₃) (m):	0,72	0,72
Zona de espesado y barrido (h ₄) (m):		
Conc. fango fondo (kg/m ³):	8,57	8,57
Tiempo de espesamiento (h):	1,09	1,09
Zona espesado y barrido (h ₄) (m):	0,84	0,84
Altura total a 2/3 del radio (m):	3,65	3,65
Pendiente solera (%):	8,00	8,00
Calado en borde (m):	3,48	3,48
- <i>S/Norma MOP - 8</i>		
Calado (m):	3,32	3,32
• <i>Elección del calado :</i>		
Calado calculado anteriormente:		
Máximo calculado (m):	3,32	3,32
Mínimo calculado (m):	3,48	3,48
Calado elegido (m/ud) :	3,50	3,50



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• <i>Cálculo de la campana central :</i>		
- Caudales entrada decantación secundaria:		
$Q_{\text{medio}} (Q_D/24) (m^3/h) :$	50,00	50,00
$Q_{\text{punta}} (\text{biológico}) :$	120,00	120,00
- Decantadores secundarios:		
Nº uds (ud/E.D.A.R.) :	1,00	1,00
Diámetro (m/ud) :	13,00	13,00
Pendiente del fondo (%) :	8,00	8,00
Alturas:		
Calado s/verted.(m):	3,50	3,50
Altura en el radio medio (m) :	4,02	4,02
- Parámetros de cálculo:		
Vel. máx. de circulación ($m^3/h/m^2$):	50,00	50,00
Relaciones campana deflectora:		
h mín. s/central (%) :	50,00	50,00
f mín. s/decant.(%) :	20,00	20,00
- Diámetro :		
Mín. por velocidad (m/ud):	1,75	1,75
Mín. por relación de diámetros (m/ud):	2,60	2,60
- Altura:		
Mín. por relación de alturas dec. (m/ud):	2,01	2,01
- Elección de la campana central:		
Diámetro (m/ud):	2,60	2,60
Altura (m/ud):	2,00	2,00
<i>Características del decantador secundario :</i>		
• <i>Nº de ud (uds/E.D.A.R.) :</i>	1,00	1,00
• <i>Tipo :</i>	Circular con puente y extracc. lodos pozo	
• <i>Definición geométrica (unitaria):</i>		
- Diámetro (m):	13,00	13,00
- Calado s/borde (m):	3,50	3,50
- Pendiente del fondo (%):	8,00	8,00
- Recogida del caudal:		
Tipo :	Canal circular interior	
Diámetro hidráulico (m):	11,70	11,70
Longitud de recogida (m):	36,76	36,76
- Superficie de decantación (m^2):	132,73	132,73
- Volumen s.i./poceta central (m^3):	487,29	487,29
- Poceta central:		
Diámetro superior (m):	3,00	3,00
Diámetro inferior (m):	2,00	2,00
Altura (m):	1,00	1,00
Volumen (m^3):	4,97	4,97
- Campana central:		
Diámetro (m/ud):	2,60	2,60
Altura (m/ud):	2,00	2,00



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Parámetros de funcionamiento :</i>		
• <i>Cargas hidráulicas:</i>		
- A Q _m (m ³ /h/m ²) :	0,38	0,38
- A Q _p (m ³ /h/m ²) :	0,90	0,90
• <i>Carga de sólidos:</i>		
- A Q _m (kg SST/m ² /h) :	1,51	1,51
- A Q _p (kg SST/m ² /h) :	3,62	3,62
• <i>Tiempo de retención:</i>		
- A Q _m (h) :	9,75	9,75
- A Q _p (h):	4,06	4,06
• <i>Caudal efluente:</i>		
- A Q _m (m ³ /h/ml) :	1,36	1,36
- A Q _p (m ³ /h/ml) :	3,26	3,26
• <i>Campana central (decantadores circulares) :</i>		
- Velocidades de circulación:		
A Q _m (m ³ /h/m ²) :	9,42	9,42
A Q _p (m ³ /h/m ²) :	22,60	22,60
- Relaciones geométricas:		
h campana/h medio decant. (%) :	49,75	49,75
φ campana/Φ decant. (%) :	20,00	20,00



A1.II.9.d.- Decantación secundaria.Resumen

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Características del decantador secundario :		
• Tipo (4.6.PBT):	Circular con puente y extracc. lodos pozo	
• N° decantadores (uds / E.D.A.R.) :	1,00	1,00
• Definición geométrica (unitaria):		
- Diámetro (m):	13,00	13,00
- Calado s/borde (m):	3,50	3,50
- Pendiente del fondo (%):	8,00	8,00
- Recogida del caudal:		
Tipo :	Canal circular interior	
Diámetro hidráulico (m):	11,70	11,70
Longitud de recogida (m):	36,76	36,76
- Superficie de decantación (m ²):	132,73	132,73
- Volumen s.i./poceta central (m ³):	487,29	487,29
- Poceta central:		
Diámetro superior (m):	3,00	3,00
Diámetro inferior (m):	2,00	2,00
Altura (m):	1,00	1,00
Volumen (m ³):	4,97	4,97
- Campana central:		
Diámetro (m/ud):	2,60	2,60
Altura (m/ud):	2,00	2,00
Parámetros de funcionamiento :		
• Cargas hidráulicas:		
- A Q _m (m ³ /h/m ²) :	0,38	0,38
- A Q _p (m ³ /h/m ²) :	0,90	0,90
• Carga de sólidos:		
- A Q _m (kg SST/m ² /h) :	1,51	1,51
- A Q _p (kg SST/m ² /h) :	3,62	3,62
• Tiempo de retención:		
- A Q _m (h) :	9,75	9,75
- A Q _p (h):	4,06	4,06
• Caudal effluente:		
- A Q _m (m ³ /h/ml) :	1,36	1,36
- A Q _p (m ³ /h/ml) :	3,26	3,26
• Campana central (decantadores circulares) :		
- Velocidades de circulación:		
A Q _m (m ³ /h/m ²) :	9,42	9,42
A Q _n (m ³ /h/m ²) :	22,60	22,60
- Relaciones geométricas:		
h campana/h medio decant. (%):	49,75	49,75
Φ campana/Φ decant. (%):	20,00	20,00



A1.II.10.- ARQUETA DE ACUMULACIÓN DEL EFLUENTE DEL TRATAMIENTO SECUNDARIO

El efluente de decantación secundaria será recogido en una arqueta de acumulación, a partir de la cual se podrá alimentar el agua al Tratamiento Terciario mediante la instalación de bombas centrífugas sumergibles. Los excesos de caudal sobre el caudal nominal de diseño del Tratamiento Terciario, o la totalidad del caudal de la planta en caso de que se desee obviar esta última etapa del tratamiento, serán aliviados hacia el colector de vertido final del efluente.



A1.II.11.- INSTALACIÓN DE HIPOCLORITO SÓDICO

Se considera una instalación completa de almacenamiento y dosificación de hipoclorito sódico, a emplear en el control del crecimiento de las bacterias filamentosas causantes de los problemas de bulking y foaming. En este sentido, y para los casos en que resulte necesario, se han planteado dos posibles puntos de aplicación: o bien la conducción de lodos recirculados desde el decantador secundario, o bien la superficie del propio reactor biológico.

Así mismo, formando parte de la misma instalación, se ha considerado un punto de dosificación adicional que daría servicio al Tratamiento Terciario. Este punto de dosificación tendría un doble objetivo. Por un lado, de manera periódica, podría inyectar una dosis de choque en la alimentación a los sistemas de filtración para prevenir el desarrollo del biofouling en el seno del mismo. Y por otro lado, podría inyectar una pequeña dosis de hipoclorito a la salida del Tratamiento Terciario para el caso en que, por necesidades particulares de uso, se requiriera un determinado nivel residual de cloro en el agua.

La existencia de esta instalación de dosificación de hipoclorito sódico en el Tratamiento Terciario aporta un grado de seguridad adicional a la planta, ya que en casos de avería del sistema de desinfección por radiación UV, esta instalación podría actuar como sistema de desinfección de emergencia.



A1.II.11.a.- Datos de Partida

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• Caudales horarios de agua a tratar:		
- Medio (m ³ /h/EDAR):	50,00	50,00
- Punta (m ³ /h/EDAR):	120,00	120,00
• Reactores biológicos adoptados:		
- N° de reactores biológicos / EDAR :	1,00	1,00
- Volumen unitario (m ³ /reactor):	2.318,00	2.318,00
- SS en reactores (kg/m ³):	4,00	4,00
- Contenido de sólidos en reactores (Tm MS/EDAR):	9,27	9,27

A1.II.11.b.- Criterios de dimensionamiento

• Reactivo a dosificar:		
- Nombre:	Hipoclorito sódico comercial	
- Riqueza (g Cl/l):	150,00	150,00
• Puntos de dosificación posibles:		
- Punto de dosificación A (Control microorganismos):	Recirculación de fangos o Superficie de reactores	
- Punto de dosificación B (Trat. Terciario):	Entrada a filtración y salida de tratamiento	
• Tasas de dosificación adoptadas:		
- Punto de dosificación A (kg Cl/Tm MS/d):	10,00	10,00
- Punto de dosificación B (mg Cl/l):	30,00	30,00
• Autonomía mín. almacenamiento (d):	7,00	7,00



A1.II.11.c.- Dimensionamiento

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• <i>Agente desinfectante:</i>		
- Producto :	Hipoclorito sódico comercial	
- Riqueza (g Cl/l):	150,00	150,00
• <i>Necesidades de reactivo:</i>		
- Según necesidades para control microorganismos:		
Contenido sólidos en reactores (Tm MS/EDAR):	9,27	9,27
Tasa dosificación (kg Cl/Tm MS/d):	10,00	10,00
Necesidades mín. diarias (l/d/EDAR):	618,13	618,13
Necesidades mín. horarias (l/h/EDAR):	25,76	25,76
- Según necesidades para desinfección:		
Caudal máximo a tratar (m ³ /h/EDAR):	120,00	120,00
Tasa dosificación (mg Cl/l):	30,00	30,00
Necesidades mín. horarias (l/h/EDAR):	24,00	24,00
- Valor más restrictivo calculado (l/h/EDAR):	25,76	25,76
• <i>Equipos de dosificación :</i>		
- Tipo:	Bomba dosificadora	
- N° de unidades (uds/EDAR):		
Total (uds/EDAR):	1,00	1,00
Caudal máximo unitario (l/h/ud):	60,00	60,00
Regulación (%):	10-100	10-100
• <i>Almacenamiento :</i>		
- Almacén mínimo (m ³ /EDAR):	4,33	4,33
- Tipo:	Depósito cilíndrico de PRFV en cubeto de seguridad	
- N° de unidades (uds/EDAR):	1,00	1,00
- Capacidad unitaria (m ³):	10,00	10,00
- Autonomía i/reserva (d):	16,18	16,18



A1.II.11.d.- Instalación de hipoclorito sódico. Resumen

		<u>DISEÑO</u>	
		<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• Reactivo a dosificar:			
- Nombre:		Hipoclorito sódico comercial	
- Riqueza (g Cl/l):		150,00	150,00
• Puntos de dosificación posibles:			
- Punto de dosificación A (Control microorganismos):		Recirculación de fangos o Superficie de reactores	
- Punto de dosificación B (Trat. Terciario):		Entrada a filtración y salida de tratamiento	
• Tasas de dosificación adoptadas:			
- Punto de dosificación A (kg Cl/Tm MS/d):		10,00	10,00
- Punto de dosificación B (mg Cl/l):		30,00	30,00
• Equipos de dosificación :			
- Tipo:		Bomba dosificadora	
- N° de unidades (uds/EDAR):			
Total (uds/EDAR):		1,00	1,00
Caudal máximo unitario (l/h/ud):		60,00	60,00
Regulación (%):		10-100	10-100
• Almacenamiento :			
- Tipo:		Depósito cilíndrico de PRFV en cubeto de seguridad	
- N° de unidades (uds/EDAR):		1,00	1,00
- Capacidad unitaria (m³):		10,00	10,00
- Autonomía i/reserva (d):		16,18	16,18



A1.II.12.- TRATAMIENTO TERCIARIO

La naturaleza y características de los distintos elementos que constituyen el Tratamiento Terciario ofertado han sido seleccionadas de acuerdo con la calidad final del agua a obtener, conforme a lo marcado por el Real Decreto 1620/2007 de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

Según la utilización prevista para el efluente del Tratamiento Terciario ("Riego de zonas verdes urbanas"), el RD 1620/2007 recoge las siguientes calidades mínimas para el agua:

Parámetro	Valor Máximo Admisible (VMA)
Nematodos intestinales (huevos/10 l):	1,00
Escherichia coli (UFC/100 ml):	200,00
Sólidos en suspensión (mg/l):	20,00
Turbidez (NTU):	10,00

Se procederá a la instalación de una línea de Tratamiento Terciario de 25 m³/h de capacidad. La composición de la línea de tratamiento terciario será la siguiente:

1.	Bombeo de alimentación
2.	Posibilidad de dosificación de reactivos en línea (Hipoclorito sódico y sulfato de aluminio)
3.	Sistema de filtración (filtro de malla autolimpiante con una luz de paso de 20 µm)
4.	Sistema de desinfección UV en tubería
5.	Arqueta final de acumulación de agua tratada (alimentación a grupos de presión para riego)



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

Una descripción más detallada de la línea de tratamiento propuesta sería la siguiente:

	DISEÑO		2ª FASE	
	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Caudal nominal de diseño (m³/h):	25,00	25,00	100,00	100,00
Bombeo de alimentación:				
Tipo:	Bomba centrífuga sumergible			
Número de unidades / EDAR:	1,00	1,00	4,00	4,00
Caudal unitario (m³/h/bomba):	25,00	25,00	25,00	25,00
Caudal total (m³/h/EDAR):	25,00	25,00	100,00	100,00
Dosificación de reactivos:				
Hipoclorito sódico:				
Objetivo:	Impedir desarrollo biofouling en el seno del sistema de filtración posterior.			
Instalación:	Ver apartado "Instalación de hipoclorito sódico".			
Sulfato de aluminio:				
Objetivo:	Optimizar la reducción de turbidez si fuese necesario.			
Instalación:	Ver apartado "Desfosfatación por via química".			
Filtración:				
Tipo:	Filtro de malla autolimpiante			
Luz de paso (µm):	20,00	20,00	20,00	20,00
Número de unidades / EDAR:	1,00	1,00	4,00	4,00
Capacidad unitaria (m³/h/filtro):	25,00	25,00	25,00	25,00
Capacidad total (m³/h/EDAR):	25,00	25,00	100,00	100,00
Desinfección:				
Tipo:	Reactor de radiación UV en tubería			
Nivel de escherichia coli de salida (UFC/100 ml):	200,00	200,00	200,00	200,00
Número de unidades / EDAR:	1,00	1,00	4,00	4,00
Capacidad unitaria (m³/h/reactor):	25,00	25,00	25,00	25,00
Capacidad total (m³/h/EDAR):	25,00	25,00	100,00	100,00



A1.III.- LÍNEA DE LODOS



A1.III.1.- PRODUCCIÓN Y EXTRACCIÓN LODOS EN EXCESO

La extracción de los fangos en exceso del proceso se realizará desde un único pozo. En dicho pozo se instalará una (1) electrobomba sumergible.

Para calcular la capacidad de bombeo necesaria para estas bombas de extracción se ha tenido en cuenta la producción adicional de fangos químicos debidos a la desfosfatación mediante adición de sulfato de aluminio.

Las bombas de extracción de lodos en exceso se instalarán en el mismo pozo que las bombas de recirculación que, como ya se comentó, estará adosado al reactor biológico.



A1.III.1.a.- Datos de Partida

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• Caudal medio entrada E.D.A.R. (m ³ /h):	50,00	50,00
• DBO ₅ :		
- Entrada media reactor(es) (DBO _{5er}) (mg/l):	500,00	500,00
- Salida media reactor(es) (DBO _{5sr}) (mg/l):	25,00	25,00
• Sólidos en suspensión:		
- Entrada media reactor(es) (SS _{er}) (mg/l):	500,00	500,00
- Salida media reactor(es) (SS _{sr}) (mg/l):	35,00	35,00
• Reactores:		
- En funcion. (ud/EDAR) :	1,00	1,00
- Parámetros de funcionamiento:		
[SSRA] (kg SSRA _{bio} /m ³ RA):	4,00	4,00
Cm (kg DBO ₅ /kg SSRA _{bio} /d):	0,068	0,068
Cv (kg DBO ₅ /m ³ RA/d):	0,270	0,270
Edad del lodo (E) (d):	18,41	18,41
I.V.F. media (ml/g):	120,00	120,00
• Fangos producidos por desfosfatación:		
- Producción diaria (kg/d/EDAR) :	21,57	21,53

A1.III.1.b.- Criterios de dimensionamiento

• SS _{er} entrada reactor :		
- Sólidos Totales (SST _{er}) (mg/l):	500,00	500,00
- Sólidos Minerales (SSM _{er}):		
Relación SSM _{er} /SST _{er} (%):	30,00	30,00
Concentración (SSM _{er}) (mg/l):	150,00	150,00
- Sólidos Volátiles (SSV _{er}):		
Relación SSV _{er} /SST _{er} (%):	70,00	70,00
Concentración (SSV _{er}) (mg/l):	350,00	350,00
• Nº de líneas de extracción:		
- Total (uds/E.D.A.R.) :	1,00	1,00
• Funcionamiento diario máximo:		
- Máximo (h/día):	16,00	16,00
• Concentración en la extracción:		
- Consid.(Kg/m ³):	6,00	6,00
• Contenido de materia volátil en lodos 2º(función de SS/DBO ₅ y E).		
- Relación SS _{er} /DBO _{5er} :	1,00	1,00
- Edad del lodo (E) (d) :	18,41	18,41
- Contenido de volátiles en lodos 2º (%) :	59,98	59,98



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

A1.III.1.c.- Dimensionamiento



A1.III.1.c.1. - Exposición de métodos

Producción de lodos en exceso :

La producción de fangos biológicos en exceso vendrá definida por la siguiente expresión:

$$F_{exc} = \left[1,2 \times Cm^{0,23} + 0,50 \times \left(\frac{SS_{er}}{DBO_{er}} - 0,60 \right) \right] \times DBO_{5elim}$$

donde:

- F_{exc} = Fangos en exceso (kg/d)
- Cm = Carga másica (kg DBO₅/kg SSRA/d)
- SS_{er} = Sól. en Suspensión de entrada en el reactor (kg SS/d)
- DBO_{5er} = DBO₅ de entrada al reactor (kg SS/d)
- DBO_{5elim} = DBO₅ eliminada (kg DBO₅/d)

El contenido de volátiles estará en función de la relación entre los sólidos y la DBO₅ de entrada en los reactores ($SS_{er}/DBO_{5,er}$) y de la edad del lodo (E). Para este caso:

	DISEÑO	
	Invierno	Verano
SS_{er}/DBO_{5er}	1,00	1,00
Edad del lodo (e) (días) :	18,41	18,41
<i>Volátiles en lodos biológicos (%) :</i>	59,98	59,98

El contenido de materia mineral de los fangos biológicos en exceso será la componente mineral de los sólidos en suspensión procedentes del agua de entrada al reactor.



A1.III.1.c.2.- Cálculos

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Producción de lodos biológicos en exceso :</i>		
• <i>Totales :</i>		
- Unitarios (kg F_{exec} /kg DBO_{5elim}) :		
Calculados (kg F_{exec} /kg DBO_{5elim}):	0,846	0,846
Considerados (kg F_{exec} /kg DBO_{5elim}):	0,846	0,846
- Diarios :		
Calculados :		
Por reactor (kg F_{exec} /d):	482,09	482,08
Total (kg F_{exec} /d/EDAR):	482,09	482,08
Considerados :		
Por reactor (kg F_{exec} /d):	482,09	482,09
Total (kg F_{exec} /d/EDAR):	482,09	482,09
• <i>Volátiles considerados:</i>		
- Diarios (kg FV_{exec} /d/reactor):	302,09	302,09
- Total (kg FV_{exec} /d/EDAR):	302,09	302,09
• <i>Minerales considerados:</i>		
- Diarios (kg FM_{exec} /d/reactor):	180,00	180,00
- Total (kg FM_{exec} /d/EDAR):	180,00	180,00
• <i>Estabilidad (%MV):</i>	59,98	59,98
• <i>Totalidad de fangos, incluyendo los procedentes de la desfosfatación:</i>		
- Total ($F_{exec} + F_{dest}$) (kg /d/EDAR):	503,66	503,62
<i>Extracción de fangos (unitarios, por línea de extracción) :</i>		
• <i>Nº de líneas de extracción:</i>		
- Total (uds/E.D.A.R.) :	1,00	1,00
• <i>Funcionamiento diario máximo :</i>		
- Desde decantadores (h/d) :	16,00	16,00
• <i>Concentración en la extracción:</i>		
- Consid.(Kg/m ³):	6,00	6,00
• <i>Caudal horario unitario por línea de extracción:</i>		
- Necesario s/horas de funcionamiento diarias:		
- Desde decant. 2º (m ³ /h/línea):	5,25	5,25
- Adoptado (m ³ /h/línea):	6,00	6,00



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Equipos de extracción (unitarios, por línea de extracción) :</i>		
• <i>Características por línea de extracción:</i>		
- Tipo:	Electrobomba sumergible	
- N° de bombas:		
Total (ud/EDAR) :	1,00	1,00
- Características unitarias:		
Caudal máximo (m ³ /h/ud):	6,00	6,00
• <i>Parámetros de funcionamiento por línea de extracción.:</i>		
- Caudales diarios:		
Másicos (kg/d/línea extracción):	503,66	503,62
Volúmica (m ³ /d/línea extracción):		
Desde decant. 2° (m ³ /d/línea):	83,94	83,94
- Caudales horarios máximos		
Másicos (kg/h/línea extracción):		
Desde decant. 2° (kg/h/lín. estracc):	36,00	36,00
Volúmica máxima (m ³ /h/línea extracción):		
Unitaria máx. (m ³ /h/lín. extracc.):	6,00	6,00
- Funcionamiento diario mínimo (h/d/línea):		
Desde decant. 2° (h/día/ud _{fto}):	13,99	13,99
• <i>Parámetros de funcionamiento (total EDAR) :</i>		
- Caudales diarios:		
Másicos (kg/d/EDAR):	503,66	503,62
Volúmica (m ³ /d/EDAR):		
Desde decant. 2° (m ³ /d/EDAR):	83,94	83,94
- Caudales horarios máximos		
Másicos (kg/h/EDAR):		
Desde decant. 2° (kg/h/EDAR):	36,00	36,00
Volúmica máxima (m ³ /h/EDAR):		
Unitaria máxima (m ³ /h/EDAR):	6,00	6,00
- Funcionamiento diario mínimo (h/d/línea):		
Desde decant. 2° (h/día/ud _{fto}):	13,99	13,99



A1.III.1.d.- Producción y extracción de lodos en exceso. Resumen

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Producción de lodos biológicos en exceso :		
• <i>Reactores:</i>		
- En funcionamiento (ud/EDAR) :	1,00	1,00
• <i>Lodos en exceso totales:</i>		
- Unitarios (kg F_{exec} /kg DBO_{5elim}) :		
Calculados (kg F_{exec} /kg DBO_{5elim}):	0,846	0,846
Considerados (kg F_{exec} /kg DBO_{5elim}):	0,846	0,846
- Diarios :		
Calculados :		
Por reactor (kg F_{exec} /d):	482,09	482,08
Total (kg F_{exec} /d/EDAR):	482,09	482,08
Considerados :		
Por reactor (kg F_{exec} /d):	482,09	482,09
Total (kg F_{exec} /d/EDAR):	482,09	482,09
• <i>Volátiles considerados:</i>		
- Diarios (kg FV_{exec} /d/reactor):	302,09	302,09
- Total (kg FV_{exec} /d/EDAR):	302,09	302,09
• <i>Minerales considerados:</i>		
- Diarios (kg FM_{exec} /d/reactor):	180,00	180,00
- Total (kg FM_{exec} /d/EDAR):	180,00	180,00
• <i>Estabilidad considerada (%MV):</i>	59,98	59,98
• <i>Totalidad de fangos, incluyendo los procedentes de la desfosfatación:</i>		
- Total ($F_{exec} + F_{dest}$) (kg /d/EDAR):	503,66	503,62
Extracción de fangos :		
• <i>Nº de líneas de extracción:</i>		
- Total (uds/E.D.A.R.) :	1,00	1,00
• <i>Concentración en la extracción:</i>		
- Consid.(Kg/m ³) :	6,00	6,00



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Equipos de extracción (unitarios, por línea de extracción) :		
• <i>Características por línea de extracción:</i>		
- Tipo:	Electrobomba sumergible	
- N° de bombas:		
Total (ud/EDAR) :	1,00	1,00
- Características unitarias:		
Caudal máximo (m ³ /h/ud):	6,00	6,00
• <i>Parámetros de funcionamiento por línea de extracción.:</i>		
- Caudales diarios:		
Másicos (kg/d/línea extracción):	503,66	503,62
Volumica (m ³ /d/línea extracción):		
Desde decant. 2º (m ³ /d/línea):	83,94	83,94
- Caudales horarios máximos		
Másicos (kg/h/línea extracción):		
Desde decant. 2º (kg/h/lín. extracc):	36,00	36,00
Volumica máxima (m ³ /h/línea extracción):		
Unitaria máx. (m ³ /h/lín. extracc.):	6,00	6,00
- Funcionamiento diario mínimo (h/d/línea):		
Desde decant. 2º (h/día/ud _{fto}):	13,99	13,99
• <i>Parámetros de funcionamiento (total EDAR) :</i>		
- Caudales diarios:		
Másicos (kg/d/EDAR):	503,66	503,62
Volumica (m ³ /d/EDAR):		
Desde decant. 2º (m ³ /d/EDAR):	83,94	83,94
- Caudales horarios máximos		
Másicos (kg/h/EDAR):		
Desde decant. 2º (kg/h/EDAR):	36,00	36,00
Volumica máxima (m ³ /h/EDAR):		
Unitaria máxima (m ³ /h/EDAR):	6,00	6,00
- Funcionamiento diario mínimo (h/d/línea):		
Desde decant. 2º (h/día/ud _{fto}):	13,99	13,99



A1.III.2.- ESPESAMIENTO DE LODOS POR GRAVEDAD

Los lodos en exceso serán enviados a un espesador por gravedad prefabricado, previo a su envío a la instalación de deshidratación.

El espesador por gravedad será dimensionado con vistas a garantizar una doble función: conseguir un espesamiento adecuado de los lodos en exceso y, por otro lado, servir como depósito de almacenamiento intermedio de los lodos, absorbiendo las paradas semanales de la instalación de deshidratación. Dado que la deshidratación funcionará durante cinco días a la semana, la autonomía con la que se diseñará el espesador será de 4 días: tres días de parada de la deshidratación (tarde y noche del "Viernes", "Sábado", "Domingo" y madrugada del "Lunes"), más un día adicional de seguridad.



A1.III.2.a.- Datos de Partida

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• N° líneas de extracción (ud/E.D.A.R.):	1,00	1,00
• Concentración entrada (kg/m ³):	6,00	6,00
• Caudales unitarios por línea de extracción:		
- Caudales diarios:		
Másicos (kg/d/línea):	503,66	503,62
Volúmica (m ³ /d/línea):	83,94	83,94
- Caudales horarios máximos:		
Másicos (kg/h/línea):	36,00	36,00
Volúmica (m ³ /h/línea):	6,00	6,00
• N° de líneas a espesamiento (ud/espesador):	1,00	1,00
• N° de líneas simultáneas a espesamiento:	1,00	1,00
• N° de espesadores (uds/E.D.A.R.):	1,00	1,00
• Caudales unitarios por espesador:		
- Caudales diarios:		
Másicos (kg/d/espesador):	503,66	503,62
Volúmica (m ³ /d/espesador):	83,94	83,94
- Caudales horarios máximos:		
Másicos (kg/h/espesador):	36,00	36,00
Volúmicas (m ³ /h/espesador):	6,00	6,00



A1.III.2.b.- Criterios de dimensionamiento

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• Carga de sólidos máxima:		
- Diaria:		
Máxima (kg/d/m ²):	40,00	40,00
Considerada (kg/d/m ²):	40,00	40,00
- Horaria:		
Máxima (kg/h/m ²):	10,00	10,00
Considerada (kg/h/m ²):	10,00	10,00
• Carga hidráulica máxima:		
- Diaria:		
Máxima (m ³ /d/m ²):	20,00	20,00
Considerada (m ³ /d/m ²):	20,00	20,00
- Horaria:		
Máxima (m ³ /h/m ²):	0,50	0,50
Considerada (m ³ /h/m ²):	0,50	0,50
• Concentración de salida:		
- Mínima (kg/m ³):	20,00	20,00
- Máxima (kg/m ³):	35,00	35,00
- Considerada (kg/m ³):	35,00	35,00
• Tiempo retención hidráulica:		
- Mínimo (d):	0,50	0,50
• Tiempo retención lodos espesados:		
- Mínimo considerado (d):	3,00	3,00



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

A1.III.2.c.- Dimensionamiento



A1.III.2.c.1.- Exposición de métodos

Dimensionado del espesador por gravedad :

** Cálculo de la superficie y del diámetro*

La superficie y por tanto el diámetro se calcularán para el mayor valor que se determine por carga hidráulica y de sólidos (superficie).

1.- Superficie (A_1) y diámetro (D_1) por carga de sólidos (C_s)

$$A_1 = Q_M / C_{Sm\acute{a}x}$$

donde :

$$A_1 = \text{Superficie (m}^2\text{)}$$

$$Q_M = \text{Sólidos (kg/día o kg/hora)}$$

$$C_{Sm\acute{a}x} = \text{Carga máxima de sólidos (kg/m}^2\text{/día o kg/m}^2\text{/hora)}$$

2.- Superficie (A_2) y diámetro (D_2) por carga hidráulica (Ch)

$$A_2 = Q_h / C_{hm\acute{a}x}$$

donde :

$$A_2 = \text{Superficie (m}^2\text{)}$$

$$Q_h = \text{Caudal hidráulico (m}^3\text{ / día ó m}^3\text{ / hora)}$$

$$C_{hm\acute{a}x} = \text{Carga hidráulica máxima (m}^3\text{/m}^2\text{/día ó m}^3\text{/m}^2\text{/hora)}$$

** Determinación de la superficie y el diámetro*

Esta será como mínimo la mayor de las anteriormente calculadas.



** Cálculo del volumen*

Este se calculará para el mayor valor que se determine por tiempo de retención hidráulica y por tiempo de retención de lodos espesados.

1. - Volumen por tiempo de retención hidráulica.

$$V_1 = Q_D \times T_h$$

donde :

V_1 = Volumen del espesador calculado (m³)

Q_D = Caudal diario (m³/día)

T_h = Tiempo de retención hidráulica (m³/m²/día)

2.- Volumen por tiempo de retención de lodos espesados

$$V_2 = \frac{M_F}{C_F} \times t_r$$

donde :

V_2 = Volumen del espesador calculado (m³)

M_F = Carga másica diaria de sólidos (kg/día)

C_F = Concentración de lodos espesados (kg/m³)

t_r = Tiempo de retención de lodos espesados en espesador (día)

** Elección del espesador*

Este se elegirá para que cumpla, en lo posible, las restricciones anteriormente calculadas.



A1.III.2.c.2.- Cálculos

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Superficie - Diámetro :</i>		
• <i>Por carga de sólidos:</i>		
- Diaria:		
Superficie (m ² /ud):	12,59	12,59
Diámetro (m/ud):	4,00	4,00
- Horaria:		
Superficie (m ² /ud):	3,60	3,60
Diámetro (m/ud):	2,14	2,14
• <i>Por carga hidráulica:</i>		
- Diaria:		
Superficie (m ² /ud):	4,20	4,20
Diámetro (m/ud):	2,31	2,31
- Horaria:		
Superficie (m ² /ud):	12,00	12,00
Diámetro (m/ud):	3,91	3,91
<i>Volumen :</i>		
• <i>Por tiempo de retención hidráulica:</i>		
- Volumen mínimo necesario (m ³ /espesador):	41,97	41,97
• <i>Por tiempo de retención de fangos espesados:</i>		
- Volumen mínimo necesario (m ³ /espesador):	43,17	43,17
<i>Resumen valores límites calculados :</i>		
• <i>Nº de espesadores (uds/E.D.A.R.):</i>	1,00	1,00
• <i>Superficie mínima (m²/ud):</i>	12,59	12,59
• <i>Diámetro mínimo (m/ud):</i>	4,00	4,00
• <i>Volumen mínimo (m³/ud):</i>	43,17	43,17



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Equipos elegidos :</i>		
• <i>Tipo :</i>	Prefabricado de PRFV	
• <i>Nº de unidades / EDAR:</i>	1,00	1,00
• <i>Características unitarias:</i>		
Parte cilíndrica superior:		
Diámetro (m/ud):	4,00	4,00
Altura cilíndrica (m/ud):	2,50	2,50
Parte troncocónica inferior:		
Diámetro (m/ud):		
Parte superior (m/ud) :	4,00	4,00
Parte inferior (m/ud) :	0,40	0,40
Altura troncocónica (m/ud):	2,70	2,70
Ángulo s/horizontal (º/ud):	56,31	56,31
Características globales:		
Superficie (m ² /ud):	12,57	12,57
Volumen (m ³ /ud):	43,97	43,97
Altura total útil (m/ud):	5,20	5,20
Resguardo hasta coronación (m/ud):	0,30	0,30
Altura total (m/ud):	5,50	5,50
• <i>Parámetros de funcionamiento unitario:</i>		
Carga de sólidos:		
Diaría (kg/d/m ² /ud):	40,08	40,08
Horaria (kg/h/m ² /ud):	2,86	2,86
Carga hidráulica:		
Diaría (m ³ /d/m ² /ud):	6,68	6,68
Horaria (m ³ /h/m ² /ud) :	0,48	0,48
Tiempos de retención (días):		
Hidráulica de entrada (días):	0,52	0,52
Lodos espesados (días):	3,06	3,06
<i>Características lodos espesados (unitarios) :</i>		
• <i>Concentr. de salida estimada (kg/m³):</i>	35,00	35,00
• <i>Sólidos diarios:</i>		
- Másicos (kg/d/ud):	503,66	503,62
- Volúmicos (m ³ /d/ud):	14,39	14,39



A1.III.2.d.- Espesamiento por gravedad y almacén de lodos. Resumen

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Equipos elegidos :		
• <i>Tipo :</i>	Prefabricado de PRFV	
• <i>Nº de unidades / EDAR:</i>	1,00	1,00
• <i>Características unitarias:</i>		
Parte cilíndrica superior:		
Diámetro (m/ud):	4,00	4,00
Altura cilíndrica (m/ud):	2,50	2,50
Parte troncocónica inferior:		
Diámetro (m/ud):		
Parte superior (m/ud) :	4,00	4,00
Parte inferior (m/ud) :	0,40	0,40
Altura troncocónica (m/ud):	2,70	2,70
Ángulo s/horizontal (º/ud):	56,31	56,31
Características globales:		
Superficie (m ² /ud):	12,57	12,57
Volumen (m ³ /ud):	43,97	43,97
Altura total útil (m/ud):	5,20	5,20
Altura total (m/ud):	5,50	5,50
• <i>Parámetros de funcionamiento unitario:</i>		
Carga de sólidos:		
Diaría (kg/d/m ² /ud):	40,08	40,08
Horaria (kg/h/m ² /ud):	2,86	2,86
Carga hidráulica:		
Diaría (m ³ /d/m ² /ud):	6,68	6,68
Horaria (m ³ /h/m ² /ud) :	0,48	0,48
Tiempos de retención (días):		
Hidráulica de entrada (días):	0,52	0,52
Lodos espesados (días):	3,06	3,06
Características lodos espesados (unitarios) :		
• <i>Concentración de salida estimada (kg/m³):</i>	35,00	35,00
• <i>Sólidos diarios:</i>		
- Másicos (kg/d/ud):	503,66	503,62
- Volúmicos (m ³ /d/ud):	14,39	14,39



A1.III.3.- ACONDICIONAMIENTO Y DESHIDRATACIÓN DE LODOS

La deshidratación de los lodos generados en la depuradora, ya espesados, se realizará por medio de una (1) centrífuga, alimentada mediante una bomba de tornillo helicoidal.

La deshidratación estará en servicio tan sólo cinco (5) días a la semana, estando el número de horas diarias de operación limitado a ocho (8) horas (duración de un turno de trabajo normal).

Previo a su entrada en la centrífuga, el lodo será acondicionado mediante inyección de polielectrolito, permitiendo así una optimización del proceso de deshidratación.

El almacenamiento de los lodos deshidratados se realizará en una tolva metálica de 15 m³ de capacidad unitaria.

Para minimizar el impacto sobre el resto del Parque Empresarial, sobre todo con referencia a la propagación de malos olores, se ha previsto la instalación del sistema de deshidratación en el interior del Edificio de Explotación, que estará dotado de una instalación de desodorización mediante carbón activo.



A1.III.3.a.-Datos de Partida

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
• Concentración lodos espesados (kgMS/m ³):	35,00	35,00
• Caudales lodos espesados:		
- Diarios:		
Másicos (kgMS/d):	503,66	503,62
Volúmicos (m ³ /d):	14,39	14,39
- Semanales:		
Másicos (kgMS/semana):	3.525,60	3.525,32
Volúmicos (m ³ /semana):	100,73	100,72

A1.III.3.b.- Criterios de dimensionamiento

• Deshidratación máxima:		
- Semanal ($d_{fco}/semana$) :	5,00	5,00
- Diaria (h_{fco}/d):	8,00	8,00
• Concentración lodos:		
- A deshidratar (kg MS/m ³):	35,00	35,00
- Deshidratados (kg MS/m ³):	200,00	200,00
• Polielectrolito para acondicionamiento:		
- Dosis:		
Máxima ($d_{Máx}$) (kg poli/Tn MS):	7,00	7,00
Media (d_{Med}) (kg poli/Tn MS):	5,00	5,00
- Almacén mín. poli. (d_{fco}) :	7,00	7,00
• Almacenamiento lodos deshidratados:		
- Autonomía de almacén :	2,00	2,00



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

A1.III.3.c.- Dimensionamiento



A1.III.3.c.1.- Cálculos

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Dimensionamiento equipos de deshidratación :</i>		
• <i>Caudales horarios mínimos funcionamiento:</i>		
- Másicos (kg MS/h _{fto}):	88,14	88,13
- Volúmicos (m ³ /h _{fto}):	2,52	2,52
• <i>Dimensionamiento decantador centrífugo:</i>		
- N° de unidades:		
<i>Total (ud/EDAR):</i>	1,00	1,00
- Carga másica:		
Mínima (kg MS/h _{fto} /ud):	88,14	88,13
Considerada (kg MS/h _{fto} /ud):	150,00	150,00
- Carga hidráulica:		
Mínima (m ³ MS/h _{fto} /ud):	2,52	2,52
Considerada (m ³ MS/h _{fto} /ud):	4,29	4,29

Equipos de deshidratación :

• <i>Tipo :</i>	Decantador centrífugo	
• <i>N° de unidades:</i>		
- <i>Total (ud/EDAR):</i>	1,00	1,00
• <i>Características unitarias :</i>		
- Caudales másicos (kg/h/centrifuga):		
Máximo del equipo:	150,00	150,00
Máximo en condiciones de trabajo:	150,00	150,00
- Caudales volúmicos (m ³ /h/centrifuga):		
Máximo del equipo:	4,29	4,29
Máximo en condiciones de trabajo:	4,29	4,29
• <i>Parámetros de funcionamiento (A carga máxima):</i>		
- Funcionamiento mínimo equipos:		
Semanal (d _{fto} /sem.) :	5,00	5,00
Diario (h _{fto} /d) :	4,70	4,70
- Carga másica (kg MS/h/ud):	150,00	150,00
- Carga volúmica (m ³ /h/ud):	4,29	4,29

Equipos alimentación deshidratación :

• <i>Tipo :</i>	Bomba de tornillo excéntrico	
• <i>N° de unidades (ud/EDAR) :</i>	1,00	1,00
• <i>Características unitarias:</i>		
- Caudal máximo (m ³ /h/ud):	6,00	6,00
- Regulación de caudal (%):	10 -100	10 -100



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Equipos acondicionamiento de fangos :</i>		
• <i>Reactivo acondicionante:</i>		
- Agente:	Poliectrolito	
- Dosis producto puro:		
Máxima ($d_{M\acute{a}x}$) (kg poli/Tn MS):	7,00	7,00
Media (d_{Med}) (kg poli/Tn MS):	5,00	5,00
- Dilución de polielectrolito:		
Salida de preparación:		
En peso (%):	0,35	0,35
En Concentración (kg poli/m ³):	3,50	3,50
Inyección en equipo de deshidratación:		
En peso (%):	0,10	0,10
En Concentración (kg poli/m ³):	1,00	1,00
Sistema de dilución pre-inyección:		
Tipo:	En línea con control por rotámetro	
Agua a añadir en línea (%):	71,43	71,43
• <i>Consumos polielectrolito totales:</i>		
- Producto puro:		
Horarios:		
A $d_{M\acute{a}x}$ (kg/h _{fto}):	1,05	1,05
A d_{Med} (kg/h _{fto}):	0,75	0,75
Diaros:		
A $d_{M\acute{a}x}$ (kg/d _{fto}):	4,94	4,94
A d_{Med} (kg/d _{fto}):	3,53	3,53
Anual:		
A $d_{M\acute{a}x}$ (kg/año):	1.286,84	1.286,74
A d_{Med} (kg/año):	919,17	919,10
- Solución:		
Horarios:		
A $d_{M\acute{a}x}$ (l/h _{fto}):	300,00	300,00
A d_{Med} (l/h _{fto}):	214,29	214,29
Diaros:		
A $d_{M\acute{a}x}$ (l/d _{fto}):	1.410,24	1.410,13
A d_{Med} (l/d _{fto}):	1.007,31	1.007,23



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

		<u>DISEÑO</u>	
		<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Equipos de preparación polielectrolito y almacén de polielectrolito :</i>			
• <i>Equipos de preparación polielectrolito:</i>			
- Tipo :		Equipo de preparación automático y compacto	
- N° de unidades (ud/EDAR) :		1,00	1,00
- Capacidad:			
Mínima a $d_{Máx}$ (l/h/ud):		300,00	300,00
Unitaria considerada (l/h/ud):		700,00	700,00
• <i>Equipos dosificación:</i>			
- Tipo:		Bomba dosificadora de tornillo helicoidal	
- N° de unidades (ud/EDAR) :		1,00	1,00
- Características unitarias:			
Caudal:			
Mínimo (l/h):		300,00	300,00
Adoptado máximo (l/h):		1.000,00	1.000,00
Regulación de caudal:		Manual	
Mínimo (%):		20,00	20,00
Máximo (%):		100,00	100,00
• <i>Almacenamiento:</i>			
- Almacén mínimo a d_{Med} (kg):		24,68	24,68
- Tipo:		En Sacos	
- N° de unidades:			
En funcionamiento:		1,00	1,00
En reserva:		2,00	2,00
- Capacidad:			
Unitaria (kg/ud):		25,00	25,00
Total (kg):		75,00	75,00
- Autonomía:			
A $d_{Máx}$ (d_{fto}):		15,19	15,20
A d_{Med} (d_{fto}) :		21,27	21,27



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<i>Lodos deshidratados :</i>		
• <i>Producción lodos deshidratados :</i>		
- Conc. estimada (kg MS/m ³) :	200,00	200,00
- Producción másica:		
Horario (kg MS/h _{fto}):	150,00	150,00
Diario (kg MS/d _{fto}):	705,12	705,06
- Producción volúmica:		
Horario (m ³ /h _{fto}):	0,75	0,75
Diario (m ³ /d _{fto}):	3,53	3,53
• <i>Transporte lodos deshidratados:</i>		
- Extracción y salida a almacenamiento:		
Tipo :	Bomba de tornillo excéntrico	
Nº de unidades (ud/EDAR) :	1,00	1,00
Características unitarias:		
Caudal máximo (m ³ /h/ud):	1,00	1,00
• <i>Almacén lodos deshidratados:</i>		
- Almacén mínimo (m ³):	7,05	7,05
- Tipo :	Tolva metálica cubierta	
- Nº de unidades (ud/EDAR) :	1,00	1,00
- Volumen:		
Unitario (m ³ /ud):	15,00	15,00
Total i/reserva (m ³):	15,00	15,00
- Autonomía i/reserva (d _{fto}) :	4,25	4,25



A1.III.3.d.- Acondicionamiento y deshidratación de lodos. Resumen

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Equipos de deshidratación :		
• <i>Tipo :</i>	Decantador centrífugo	
• <i>Nº de unidades (ud/EDAR) :</i>	1,00	1,00
• <i>Características unitarias :</i>		
- Caudales máxicos (kg/h/centrifuga):		
Máximo del equipo:	150,00	150,00
Máximo en condiciones de trabajo:	150,00	150,00
- Caudales volúmicos (m ³ /h/centrifuga):		
Máximo del equipo:	4,29	4,29
Máximo en condiciones de trabajo:	4,29	4,29
• <i>Parámetros de funcionamiento (A carga máxima):</i>		
- Funcionamiento mínimo equipos:		
Semanal ($d_{fco}/sem.$) :	5,00	5,00
Diario (h_{fco}/d) :	4,70	4,70
- Carga másica (kg MS/h/ud):	150,00	150,00
- Carga volúmica (m ³ /h/ud):	4,29	4,29
Equipos alimentación deshidratación :		
• <i>Tipo:</i>	Bomba de tornillo excéntrico	
• <i>Nº de unidades (ud/EDAR) :</i>	1,00	1,00
• <i>Características unitarias:</i>		
- Caudal máximo (m ³ /h):	6,00	6,00
- Regulación de caudal (%):	10 -100	10 -100



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Equipos acondicionamiento de fangos :		
• <i>Reactivo acondicionante:</i>		
- Agente:	Polielectrolito	
- Dosis producto puro:		
Máxima ($d_{M\acute{a}x}$) (kg poli/Tn MS):	7,00	7,00
Media (d_{Med}) (kg poli/Tn MS) :	5,00	5,00
- Dilución de polielectrolito:		
Salida de preparación:		
En peso (%):	0,35	0,35
En concentración (kg poli/m ³):	3,50	3,50
Inyección en equipo de deshidratación:		
En peso (%):	0,10	0,10
En concentración (kg poli/m ³):	1,00	1,00
Sistema de dilución pre-inyección:		
Tipo:	En línea con control por rotámetro	
Agua a añadir en línea (%):	71,43	71,43
• <i>Consumos polielectrolito unitarios:</i>		
- Producto puro (A dosis media):		
Horarios (kg/h _{fto}):	0,75	0,75
Diarios (kg/d _{fto}):	3,53	3,53
Anual (kg/año):	919,17	919,10
- Solución (A dosis media):		
Horarios (l/h _{fto}):	214,29	214,29
Diarios (l/d _{fto}):	1.007,31	1.007,23
• <i>Equipos de preparación polielectrolito:</i>		
- Tipo :	Equipo de preparación automático y compacto	
- Nº de unidades (ud/EDAR) :	1,00	1,00
- Capacidad unitaria máxima (l/h):	700,00	700,00



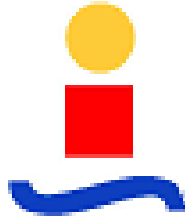
Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Equipos acondicionamiento de fangos (Cont.) :		
• <i>Equipos dosificación:</i>		
- Tipo:	Bomba dosificadora de tornillo helicoidal	
- N° de unidades (ud/EDAR) :	1,00	1,00
- Características unitarias:		
Caudal máximo (l/h):	1.000,00	1.000,00
Regulación de caudal:	Manual	
Mínimo (%):	20,00	20,00
Máximo (%):	100,00	100,00
• <i>Almacenamiento:</i>		
- Tipo:	En Sacos	
- N° de unidades:		
En funcionamiento:	1,00	1,00
En reserva:	2,00	2,00
- Capacidad unitaria (kg/ud):	25,00	25,00
A d _{Med} (d _{fto}) :	21,27	21,27



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

	<u>DISEÑO</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Lodos deshidratados :		
• <i>Producción lodos deshidratados:</i>		
- Conc. estimada (kg MS/m ³) :	200,00	200,00
- Producción másica:		
Horario (kg MS/h _{fto}):	150,00	150,00
Diario (kg MS/d _{fto}):	705,12	705,06
- Producción volúmica:		
Horario (m ³ /h _{fto}):	0,75	0,75
Diario (m ³ /d _{fto}):	3,53	3,53
• <i>Transporte lodos deshidratados:</i>		
- Extracción y salida a almacenamiento:		
Tipo :	Bomba de tornillo excéntrico	
Nº de unidades (ud/EDAR) :	1,00	1,00
Características unitarias:		
Caudal máximo (m ³ /h):	1,00	1,00
• <i>Almacén lodos deshidratados:</i>		
- Tipo :	Tolva metálica cubierta	
- Nº de unidades (ud/EDAR) :	1,00	1,00
- Volumen unitario (m ³ /ud):	15,00	15,00
- Autonomía i/reserva (d _{fto}) :	4,25	4,25



**Departamento de Ingeniería de la Construcción y
Proyectos de Ingeniería**

**E.D.A.R. PARA UN PARQUE EMPRESARIAL CON
CAPACIDAD DE TRATAMIENTO DE 1200 M³/DÍA Y
POSIBILIDAD DE AMPLIACIÓN DEL 100%.**

Anejo nº 2.- Cálculo hidráulico



ANEJO Nº 2

CÁLCULOS HIDRÁULICOS



ÍNDICE

A2.1.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS	
A2.1.1.- Introducción	3
A2.1.2.- Criterios de cálculo	4
A2.1.2.1.- Pérdida de carga en tuberías	4
A2.1.2.2.- Pérdida de carga en singularidades	5
A2.1.2.3.- Pérdida de carga en canales	6
A2.1.2.4.- Pérdida de carga en orificios	6
A2.1.2.5.- Criterios de dimensionado a vertederos	7
A2.2.- DATOS DE PARTIDA	9
A2.3.- CÁLCULO DE LA LÍNEA PIEZOMÉTRICA	10
A2.3.1.- TUBERÍA ENTRADA E.D.A.R.	11
A2.3.2.- TUBERÍA CONEXIÓN POZO 1 CON POZO 2	13
A2.3.3.- TUBERÍAS CONEXIÓN POZO 2 CON POZO 3	15
A2.3.4.- TUBERÍAS ENTRADA POZO DE GRUESOS.	17
A2.3.5.- POZO DE GRUESOS	19
A2.3.6.- BOMBEO DE ELEVACIÓN	20
A2.3.7.- EQUIPO COMPACTO PRETRATAMIENTO	33
A2.3.8.- CONDUCCIÓN PRETRATAMIENTO - REACTOR BIOLÓGICO	34
A2.3.9.- REACTOR BIOLÓGICO	36
A2.3.10.- CONEXIÓN ARQUETA SALIDA REACTOR BIOLÓGICO - DECANTADOR SECUNDARIO	39
A2.3.11.- DECANTADOR SECUNDARIO	41
A2.3.12.- CONEXIÓN DECANTADOR SECUNDARIO - TRATAMIENTO TERCIARIO (tramo 1)	47
A2.3.13.- CONEXIÓN DECANTADOR SECUNDARIO - TRATAMIENTO TERCIARIO (tramo 2)	49
A2.3.14.- TRATAMIENTO TERCIARIO	51
A2.3.15.- PRIMER TRAMO CONDUCTO AGUA TRATADA	52
A2.3.16.- SEGUNDO TRAMO CONDUCTO AGUA TRATADA	54
A2.3.17.- TERCER TRAMO CONDUCTO AGUA TRATADA	56
A2.3.18.- COLECTOR SALIDA AGUA TRATADA	58
A2.4.- RESUMEN DE LA LÍNEA PIEZOMÉTRICA	60



A2.1.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS

A2.1.1.- INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se detallan los cálculos hidráulicos que han determinado la disposición y el dimensionamiento interno de los diferentes elementos y obras que componen las instalaciones propuestas.

El estudio hidráulico para obtener la línea piezométrica, se ha realizado sobre la base de formas específicas para cada accidente hidráulico, adoptando márgenes de seguridad que garanticen el buen funcionamiento.

El proceso de cálculo seguido se basa en el análisis del comportamiento hidráulico de los distintos elementos que componen la planta depuradora, relacionándose unos con otros mediante la distintas láminas de agua a la entrada y salida de los mismos.

Todas las cotas de lámina de agua de este anejo están expresadas en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) y las pérdidas de carga, en donde no se indique lo contrario, en metros de columna de agua (m.c.a.).



A2.1.2.- CRITERIOS DE CÁLCULO

A2.1.2.1.- Pérdida de carga en tuberías

Para el análisis de la pérdida de carga en tuberías se usa la expresión propuesta por Colebrook, universalmente aceptada para el cálculo de pérdidas de carga en tuberías de presión por las que circula agua en régimen de transición o turbulento. La dificultad de la determinación de la pérdida de carga obliga al uso de tablas o bien a la resolución numérica de dicha ecuación para los valores concretos de rugosidad, velocidad y diámetro de la tubería.

La pérdida de carga viene dada por la siguiente expresión (pérdida de carga unitaria según Darcy):

$$j = \frac{\lambda}{\phi} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

en donde:

- j : pérdida de carga (m.c.a./m)
- λ : coeficiente de pérdida de carga adimensional
- ϕ : diámetro de la tubería (m)
- V : velocidad media del fluido en la tubería (m/s)
- g : aceleración de la gravedad (m/s²)

El coeficiente de pérdida de carga adimensional se obtiene de la siguiente expresión:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log \left(\frac{K}{3,71 \cdot \phi} + \frac{2,51 \cdot \nu}{V \cdot \phi \cdot \sqrt{\lambda}} \right)$$

en donde:

- K : rugosidad equivalente (m)
- ν : viscosidad cinemática (m²/s)

Operando en ambas expresiones se obtiene la fórmula de Colebrook:

$$V = -2 \cdot \sqrt{2g \cdot \phi \cdot j} \cdot \log \left(\frac{K}{3,71 \cdot \phi} + \frac{2,51 \cdot \nu}{\phi \cdot \sqrt{2g \cdot \phi \cdot j}} \right)$$

Para una caudal y sección determinada se obtiene el valor de la pérdida de carga en m.c.a./m de tubería. Esta expresión se resuelve numéricamente para la determinación del valor de j.



A2.1.2.2.- Pérdida de carga en singularidades

La pérdida de carga genérica en una singularidad viene dada por la siguiente expresión, en donde K adopta distintos valores según el accidente.

$$h = K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

en donde:

h : pérdida de carga (m.c.a.)

V : velocidad media del fluido en la tubería (m/s)

g : aceleración de la gravedad (m/s²)

K : coeficiente de la singularidad

A continuación se representa también el valor de K para distintas singularidades:

Accidente	K
Contracción brusca	0,50
Expansión brusca	0,50
Codos a 45°	0,19
Codos a 90°	0,33
Válvula de compuerta	0,30
Válvula de retención	2,00
Compuerta canal abierto	0,30



A2.1.2.3.- Pérdida de carga en canales

La pérdida de carga en canales se estudia según las ecuaciones propuestas por Manning:

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}}}{n} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

en donde:

V : velocidad media del fluido en el canal (m/s)

n : coeficiente de rugosidad (en canales de hormigón n=0,013)

R_h : Radio hidráulico (m)

El radio hidráulico en cualquier tipo de sección viene dado por:

$$R_h = \frac{A}{P}$$

en donde:

A: Área mojada de la sección (m²)

P: Perímetro mojado (m)

A2.1.2.4.- Pérdida de carga en orificios

Un orificio es una abertura efectuada en la pared de un depósito, embalse, tubería o canal de forma que el agua puede escurrir a través de él. Un orificio es una singularidad en contorno cerrado, o sea una singularidad cuyo perímetro es totalmente mojado.

La expresión más ampliamente aceptada para el cálculo de la pérdida de carga a través de un orificio es:

$$Q = K \cdot S \cdot \sqrt{2gh}$$

en donde:

Q: caudal que atraviesa el orificio (m³/s)

S: sección transversal al flujo del orificio (m²)

g : aceleración de la gravedad (m/s²)

h: pérdida de carga en el orificio (m.c.a.)

K: constante (valor normal= 0,62)



A2.1.2.5.- Criterios de dimensionado de vertederos

En la mayoría de los casos, para este tipo de aplicaciones se diseñan los vertederos como vertederos libres, es decir, que la altura de la lámina de agua, aguas abajo del mismo es inferior a 2/3 de la altura aguas arriba. De esta manera, se simplifica enormemente el dimensionado del mismo. Se restringe este apartado a los tipos de vertedero más comúnmente empleados en plantas depuradoras: vertedero lineal para la mayoría de recintos y vertedero circular de dientes (vertedero Thompson) para recintos de planta circular.

Vertedero lineal

La altura de la lámina de agua, aguas arriba del vertedero viene dada por la expresión:

$$Q = \mu \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2gh}$$

en donde:

Q: caudal que atraviesa el vertedero (m³/s)

μ : coeficiente de caudal del vertedero

L: longitud del vertedero (m)

g : aceleración de la gravedad (m/s²)

h: altura de la lámina de agua, aguas arriba del vertedero (m.c.a.)

La determinación del valor de μ es el aspecto más complicado en el dimensionado del vertedero. Diversos autores han propuesto algunas expresiones analíticas que se destacan a continuación:

Fórmula de Bazin:
(0,10<h<0,60)

$$\mu = 0,405 + \frac{0,003}{h} \left[1 + 0,55 \frac{h^2}{(h+p)^2} \right]$$



Fórmula de Rehbock:
(0,025 < h < 0,80)

$$\mu = \frac{2}{3} \left[0,605 + \frac{1}{1050h - 3} + 0,08 \frac{h}{p} \right]$$

Fórmula de la S.I.A.:
(0,025 < h < 0,80)

$$\mu = 0,410 \left[1 + \frac{1}{1000h + 1,6} \right] \cdot \left[1 + 0,5 \frac{h^2}{(h+p)^2} \right]$$

Todas estas expresiones arrojan valores muy similares y para la precisión requerida, es suficiente con adoptar un valor medio de $\mu = 0,40$. Para $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, la expresión anterior se puede reescribir de la siguiente manera:

$$Q = 1,84 \cdot L \cdot h^{3/2}$$

Vertedero triangular Thompson (dientes a 90°)

Según Thompson, la altura aguas arriba del vertedero viene dada por:

$$q = 1,42 \cdot h^{5/2}$$

en donde:

q: caudal unitario en cada diente (m³/s/diente)

h: altura de la lámina de agua, aguas arriba del vertedero (m.c.a.)



A2.2.- DATOS DE PARTIDA

Cota fondo de pozo conexión exterior: 753,16

Caudales de entrada

Caudal medio (Q_m):	100,00 m ³ /h
Caudal máximo ($Q_{m\acute{a}x}$):	240,00 m ³ /h

Caudales del proceso

- Pretratamiento:

Caudal máximo ($Q_{m\acute{a}x-pret}$):	240,00 m ³ /h
---	--------------------------

- Tratamiento Biológico:

Caudal máximo total ($Q_{m\acute{a}x-bio}$):	120,00 m ³ /h
Caudal de recirculación total (Q_{rec}):	100,00 m ³ /h



A2.3.- CÁLCULO DE LA LÍNEA PIEZOMÉTRICA



A2.3.1.- TUBERÍA ENTRADA E.D.A.R.

Datos de partida:

Nº de líneas principales:	1
Diámetro interior tubería:	500,00 mm
Caudal maximo (q _{max}):	240,00 m ³ /h/ud.
Velocidad del fluido:	0,34 m/s
Viscosidad cinemática del agua:	1,3E-06 m ² /s
Altura lámina de agua en tubería:	0,15 m
Cota solera pozo de conexión exterior:	753,16

Cota inicial lámina de agua: **753,31**

Cálculo de la pérdida de carga en la tubería:

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería:	25,00 m
Rugosidad de la tubería:	0,10 mm
Coefficiente de uso:	1,10

Pérdida de carga				
Q	Q	v	J	ΔH_t^*
(m ³ /h)	(l/s)	(m/s)	(m/km)	(m)
240,00	66,67	0,34	0,21	0,006

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook descrita en el capítulo "Criterios de cálculo" del presente anejo.



b.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	Ki
Contracción brusca	1	0,50
Expansión brusca	1	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	0	0,33
Válvula de compuerta	0	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Compuerta canal abierto	0	0,30
Coeficiente total de accidentes:		1,000
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,006

c.-Pérdida de carga total en la conducción:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,006 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,006 m
Pérdida de carga total en tubería:	0,012 m

Cota lámina de agua a la salida:

Cota lámina de agua a la salida: 753,30

Resguardo para adecuación al terreno: 0,10 m

Cota lámina en entrada Pozo 1 E.D.A.R.: 753,20



A2.3.2.- TUBERÍA CONEXIÓN POZO 1 CON POZO 2

Datos de partida:

Nº de líneas principales:	1
Diámetro interior tubería:	500,00 mm
Caudal maximo (q _{max}):	240,00 m ³ /h/ud.
Velocidad del fluido:	0,34 m/s
Viscosidad cinemática del agua:	1,3E-06 m ² /s
Cota inicial lámina de agua:	753,20 m
Resguardo para evitar sumergencias:	0,20 m
Cota pozo 1 E.D.A.R.:	753,00 m

Cálculo de la pérdida de carga en la tubería:

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería:	10,00 m
Rugosidad de la tubería:	0,10 mm
Coefficiente de uso:	1,10

Pérdida de carga				
Q	Q	v	J	ΔH_t^*
(m ³ /h)	(l/s)	(m/s)	(m/km)	(m)
240,00	66,67	0,34	0,21	0,002

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook descrita en el capítulo "Criterios de cálculo" del presente anejo.



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

b.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	Ki
Contracción brusca	1	0,50
Expansión brusca	1	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	0	0,33
Válvula de compuerta	0	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Compuerta canal abierto	0	0,30
Coeficiente total de accidentes:		1,000
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,006

c.-Pérdida de carga total en la conducción:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,002 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,006 m
Pérdida de carga total en tubería:	0,008 m

Cota lámina de agua a la salida:

Cota lámina de agua a la salida: **753,19**

Resguardo para adecuación al terreno: 0,09 m

Cota lámina en entrada Pozo 2 E.D.A.R.: **753,10**



A2.3.3.- TUBERÍAS CONEXIÓN POZO 2 CON POZO 3

Datos de partida:

Nº de líneas principales:	1
Diámetro interior tubería:	500,00 mm
Caudal maximo (q _{max}):	240,00 m ³ /h/ud.
Velocidad del fluido:	0,34 m/s
Viscosidad cinemática del agua:	1,3E-06 m ² /s
Cota inicial lámina de agua:	753,10 m
Resguardo para evitar sumergencias:	0,20 m
Cota pozo 2 E.D.A.R.:	752,90 m

Cálculo de la pérdida de carga en la tubería:

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería:	16,00 m
Rugosidad de la tubería:	0,10 mm
Coefficiente de uso:	1,10

Pérdida de carga				
Q	Q	v	J	ΔH_t^*
(m ³ /h)	(l/s)	(m/s)	(m/km)	(m)
240,00	66,67	0,34	0,21	0,004

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook descrita en el capítulo "Criterios de cálculo" del presente anejo.



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

b.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	Ki
Contracción brusca	1	0,50
Expansión brusca	1	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	0	0,33
Válvula de compuerta	0	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Compuerta canal abierto	0	0,30
Coeficiente total de accidentes:		1,000
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,006

c.-Pérdida de carga total en la conducción:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,004 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,006 m
Pérdida de carga total en tubería:	0,010 m

Cota lámina de agua a la salida:

Cota lámina de agua a la salida: **753,09**

Resguardo para adecuación al terreno: 0,09 m

Cota lámina en entrada Pozo final: **753,00**



A2.3.4.- TUBERÍAS ENTRADA POZO DE GRUESOS.

Datos de partida:

Nº de líneas principales:	1
Diámetro interior tubería:	500,00 mm
Caudal maximo (q _{max}):	240,00 m ³ /h/ud.
Velocidad del fluido:	0,34 m/s
Viscosidad cinemática del agua:	1,3E-06 m ² /s
Cota inicial lámina de agua:	753,00 m
Adecuación para evitar sumergencia:	0,20 m
Cota pozo final E.D.A.R.:	752,80 m

Cálculo de la pérdida de carga en la tubería:

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería:	3,00 m
Rugosidad de la tubería:	0,10 mm
Coefficiente de uso:	1,10

Pérdida de carga				
Q	Q	v	J	ΔH_t^*
(m ³ /h)	(l/s)	(m/s)	(m/km)	(m)
240,00	66,67	0,34	0,21	0,001

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook descrita en el capítulo "Criterios de cálculo" del presente anejo.



b.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	Ki
Contracción brusca	1	0,50
Expansión brusca	1	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	0	0,33
Válvula de compuerta	0	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Compuerta canal abierto	0	0,30
Coeficiente total de accidentes:		1,000
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,006

c.-Pérdida de carga total en la conducción:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,001 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,006 m
Pérdida de carga total en tubería:	0,007 m

Cota lámina de agua a la salida:

Cota lámina de agua a la salida: **753,00**

Resguardo para adecuación al terreno: 0,05 m

Cota lámina en entrada Pozo de gruesos: **752,95**



A2.3.5.- POZO DE GRUESOS

Datos de partida:

Caudal medio (Q_m):	100,00 m ³ /h
Caudal máximo pretratamiento ($Q_{\text{max-pret}}$):	240,00 m ³ /h
Cota de lámina de agua inicial:	752,95

Definición del pozo de gruesos:

Resguardo de seguridad:	0,20 m
Altura total del pozo de gruesos:	2,00 m
Cota solera pozo de gruesos:	750,75
Cota lámina de agua en pozo de gruesos:	752,75

Reja de gruesos:

Pérdida de carga estimada	0,05
---------------------------	------

Cota lámina de agua a la salida de reja de gruesos:	752,70
--	---------------



A2.3.6.- BOMBEO DE ELEVACIÓN

A2.3.3.1.- Definición del pozo de bombeo

Cota de la lámina de agua entrada pozo de bombeo	752,70 m
Caudal máximo de entrada ($Q_{\text{máx}}$) :	240,00 m ³ /h
Nº máximo de líneas en servicio:	3 Ud
Altura máxima útil del pozo de bombeo ($H_{\text{útil}}$):	1,45 m
Altura mínima para sumergencia de bombas ($H_{\text{mín}}$):	0,50 m
Altura desde sumergencia hasta arranque 1ª bomba (h_{arr}):	0,50 m
Altura total del pozo de bombeo:	1,95 m
Cota máxima lámina de agua en pozo de bombeo ($C_{\text{l,máx}}$):	752,70
Cota mínima lámina de agua en pozo de bombeo ($C_{\text{l,mín}}$):	751,25
Cota máxima de vertido (C_{vertido}):	759,90
Cota solera pozo de bombeo (C_{pozo}):	750,75

En la figura 1 se muestran las distintas cotas en el pozo de bombeo:

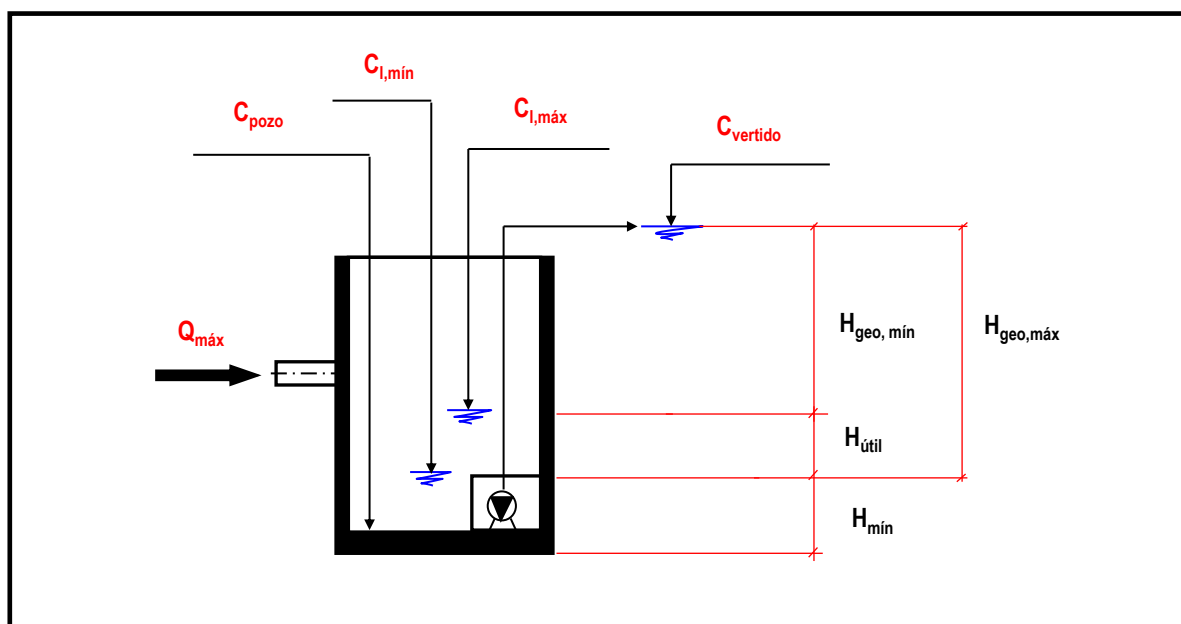


Figura 1: Detalle del pozo de bombeo



A2.3.3.2.- Cálculo de la altura manométrica del bombeo:

La altura manométrica del bombeo se obtiene mediante la suma de la altura geométrica y la pérdida de carga en la impulsión:

$$H_m = H_{geo} + \Delta H_i + \Delta H_c$$

donde:

H_{geo} : Altura geométrica

ΔH_i : Pérdida de carga en la impulsión individual

ΔH_c : Pérdida de carga en la impulsión común

Distinguimos entre ΔH_i y ΔH_c ya que estos tramos de tubería suelen ser de distintos diámetros, de la misma forma que los caudales que discurren por ellos también son distintos.

a.- Altura geométrica (H_{geo}):

Cota máxima de vertido ($C_{vertido}$):	759,90 m
Altura geométrica mínima ($H_{geo,min}$):	7,204 m
Altura geométrica máxima ($H_{geo,max}$):	8,654 m



A2.3.7.- TUBERÍAS VARIOS TRAMOS (CONEXIÓN POZO BOMBEO-PRETRATAMIENTO COMPACTO)

Datos de partida:

Nº de líneas principales: 1

Viscosidad cinemática del agua: 1,3E-06 m²/s

Cota inicial lámina de agua: 759,90

Cálculo de la pérdida de carga en la tubería:

Caudal max. unitario ($q_{\max}$): 80,00 m³/h/ud.

Diámetro interior de la tubería: 150,00 mm

Velocidad del fluido: 1,258 m/s

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería: 1,50 m

Rugosidad de la tubería: 0,045 mm (Acero comercial)

Coefficiente de uso: 1,10

Pérdida de carga				
Q	Q	v	J	ΔH_t^*
(m ³ /h)	(l/s)	(m/s)	(m/km)	(m)
80,00	22,22	1,26	5,33	0,009

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook descrita en el capítulo "Criterios de cálculo" del presente anejo.



a.2.- Accidentes:

Accidente	nº uds.	Ki
Contracción brusca	0	0,50
Expansión brusca	0	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	0	0,33
Válvula de compuerta	0	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Cono convergente	0	0,12
Cono divergente	10,0	0,53
Coeficiente total de accidentes:		0,530
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,043

a.3.-Pérdida de carga total en el tramo 1:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,009 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,043 m
Pérdida de carga total en tubería:	0,052 m

b.- Tramo 2:

b.1.- Datos de la impulsión común:

Viscosidad cinemática del agua:	1E-06 m ² /s
Caudal max. unitario (q _{max}):	240,0 m ³ /h/ud.
Caudal individual a bombear (Q _{unit}):	80,00 m ³ /h
Diámetro interior de la tubería:	250,00 mm
Velocidad del fluido:	1,358 m/s

b.1.- Tramo recto:

Longitud de la tubería:	7,00 m	
Rugosidad de la tubería:	0,045 mm	(Acero comercial)
Coeficiente de uso:	1,10	

Pérdida de carga				
Q	Q	v	J	ΔH _t [*]
(m ³ /h)	(l/s)	(m/s)	(m/km)	(m)
240,00	66,67	1,36	6,16	0,047



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook descrita en el capítulo "Criterios de cálculo" del presente anejo.

b.2.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	Ki
Contracción brusca	0	0,50
Expansión brusca	0	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	0	0,33
Válvula de compuerta	0	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Cono convergente	0	0,12
Cono divergente	10,0	1
Coeficiente total de accidentes:		0,200
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,019

b.3.-Pérdida de carga total en el tramo 2:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,047 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,019 m
Pérdida de carga total en tubería:	0,066 m

c.- Pérdida de carga total en la tubería:

Pérdida de carga en el tramo 1:	0,052 m
Pérdida de carga en el tramo 2:	0,066 m
Pérdida de carga total en tubería:	0,118 m



b.- Pérdida de carga en la tubería de impulsión común (ΔH_c):

La pérdida de carga en una tubería viene dada por la siguiente expresión:

$$\Delta H_i = K \cdot j \cdot L + \sum_1^n K_i \cdot \frac{v^2}{2g}$$

En donde el primer término representa las pérdidas de carga debidas a la rugosidad de la propia tubería, y el sumatorio las debidas a los diversos accidentes en la impulsión.

L: longitud de la tubería (km)
j: pérdida de carga en la tubería (m/km)
K: coeficiente de uso
K_i: coeficiente de pérdida de carga de la singularidad
v: velocidad del fluido (m/s)
g: aceleración de la gravedad (m/s²)

b.1.- Datos de la impulsión común:

Caudal total a bombear (Q _{máx}):	240,00 m ³ /h
Caudal individual a bombear (Q _{unit}):	80,00 m ³ /h
Diámetro interior tubería:	250,00 mm
Viscosidad cinemática del agua:	1E-06 m ² /s

b.1.1.- Tramo recto:

Longitud de la tubería:	8,00 m
Rugosidad de la tubería:	0,10 mm
Coeficiente de uso:	1,10



b.1.2.- Accidentes:

Accidente	nº uds.	Kc
Contracción brusca	0	0,50
Expansión brusca	1	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	2	0,33
Válvula de compuerta	0	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Compuerta canal abierto	0	0,30
Coeficiente total de accidentes:		1,160

b.2.- Cálculo de la pérdida de carga en colector común:

PÉRDIDA DE CARGA COLECTOR COMÚN								
CAUDALES			FUNCIONANDO 3 Ud.			FUNCIONANDO 1 Ud.		
Qtotal (m ³ /h)	Qunit. (m ³ /h)	Qunit. (l/s)	v _{c3} (m/s)	J ₃ (m/km)	ΔH _{c3} (m)	v _{c1} (m/s)	J ₁ (m/km)	ΔH _{c1} (m)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30,00	10,00	2,78	0,17	0,14	0,00	0,06	0,02	0,00
60,00	20,00	5,56	0,34	0,50	0,01	0,11	0,07	0,00
90,00	30,00	8,33	0,51	1,06	0,02	0,17	0,14	0,00
120,00	40,00	11,11	0,68	1,81	0,04	0,23	0,24	0,01
150,00	50,00	13,89	0,85	2,75	0,07	0,28	0,36	0,01
180,00	60,00	16,67	1,02	3,88	0,10	0,34	0,50	0,01
210,00	70,00	19,44	1,19	5,20	0,13	0,40	0,66	0,02
240,0	80,0	22,22	1,36	6,70	0,17	0,45	0,85	0,02
270,00	90,00	25,00	1,53	8,40	0,21	0,51	1,06	0,02
300,00	100,00	27,78	1,70	10,28	0,26	0,57	1,28	0,03
330,00	110,00	30,56	1,87	12,35	0,31	0,62	1,53	0,04
360,00	120,00	33,33	2,04	14,61	0,37	0,68	1,81	0,04

¹ En cálculo se ha empleado la expresión de Prandtl-Colebrook descrita en el capítulo "Criterios de cálculo" del presente anejo para la estimación de las pérdidas de carga.



c.- Pérdida de carga en la tubería de impulsión individual de cada bomba (Δh_i):

La pérdida de carga en una tubería viene dada por la siguiente expresión:

$$\Delta h_i = K \cdot j \cdot L + \sum_1^n K_i \cdot \frac{v^2}{2g}$$

En donde el primer término es la pérdida de carga debidas a la rugosidad de la propia tubería, y el sumatorio las debidas a los diversos accidentes en la impulsión.

L: longitud de la tubería (km)

j: pérdida de carga en la tubería (m/km)

K: coeficiente de uso

K_i : coeficiente de pérdida de carga de la singularidad

v: velocidad del fluido (m/s)

g: aceleración de la gravedad (m/s²)

c.1.- Datos de la impulsión individual:

Caudal individual a bombear:	80,00 m ³ /h
Diámetro interior tubería:	150,00 mm
Viscosidad cinemática del agua:	1E-06 m ² /s
Diámetro interior sileta:	100,00 mm

c.1.1.- Tramo recto:

Longitud de la tubería:	8,50 m
Rugosidad de la tubería:	0,10 mm
Coeficiente de uso:	1,10

c.1.2.- Accidentes:

Accidente	nº uds.	K_i
Contracción brusca	1	0,50
Expansión brusca	1	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	0	0,33
Válvula de compuerta	1	0,30
Válvula de retención	1	2,00
Compuerta canal abierto	0	0,30
Coeficiente total de accidentes:		3,300



c.2.- Cálculo de la pérdida de carga impulsión individual:

CÁLCULO CURVA INDIVIDUAL IMPULSIÓN				
Qunit. (m ³ /h)	Qunit. (l/s)	v _i (m/s)	J (m/km)	Δh _i (m)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10,00	2,78	0,16	0,23	0,01
20,00	5,56	0,31	0,82	0,03
30,00	8,33	0,47	1,72	0,07
40,00	11,11	0,63	2,93	0,13
50,00	13,89	0,79	4,46	0,20
60,00	16,67	0,94	6,28	0,28
70,00	19,44	1,10	8,41	0,39
80,0	22,22	1,26	10,84	0,50
90,00	25,00	1,41	13,57	0,63
100,00	27,78	1,57	16,60	0,78
110,00	30,56	1,73	19,94	0,94
120,00	33,33	1,89	23,57	1,12

¹ En cálculo se ha empleado la expresión de Prandtl-Colebrook descrita en el capítulo "Criterios de cálculo" del presente anejo para la estimación de las pérdidas de carga.



A2.3.7.- TUBERÍAS VARIOS TRAMOS (CONEXIÓN POZO BOMBEO-PRETRATAMIENTO COMPACTO)

Datos de partida:

Nº de líneas principales: 1
Viscosidad cinemática del agua: 1,3E-06 m²/s

Cota inicial lámina de agua: 759,90

Cálculo de la pérdida de carga en la tubería:

Caudal max. unitario ($q_{\max}$): 80,00 m³/h/ud.
Diámetro interior de la tubería: 150,00 mm
Velocidad del fluido: 1,258 m/s

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería: 9,50 m
Rugosidad de la tubería: 0,045 mm (Acero comercial)
Coeficiente de uso: 1,10

Pérdida de carga				
Q	Q	v	J	ΔH_t^*
(m ³ /h)	(l/s)	(m/s)	(m/km)	(m)
80,00	22,22	1,26	9,91	0,104

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook descrita en el capítulo "Criterios de cálculo" del presente anejo.



a.2.- Accidentes:

Accidente	nº uds.	Ki
Contracción brusca	1	0,50
Expansión brusca	1	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	1	0,33
Válvula de compuerta	1	0,30
Válvula de retención	1	2,00
Cono convergente	0	0,12
Cono divergente 10,0	1	0,53
Coeficiente total de accidentes:		4,160
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,335

a.3.-Pérdida de carga total en el tramo 1:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,104 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,335 m
Pérdida de carga total en tubería:	0,439 m

b.- Tramo 2:

Caudal max. unitario ($q_{\max}$):	240,0 m ³ /h/ud.
Diámetro interior de la tubería:	250,00 mm
Velocidad del fluido:	1,358 m/s



Proyecto Fin de Carrera
EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

b.1.- Tramo recto:

Longitud de la tubería: 7,00 m
Rugosidad de la tubería: 0,045 mm (Acero comercial)
Coeficiente de uso: 1,10

Pérdida de carga				
Q (m ³ /h)	Q (l/s)	v (m/s)	J (m/km)	ΔH_t^* (m)
240,00	66,67	1,36	6,16	0,047

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook descrita en el capítulo "Criterios de cálculo" del presente anejo.

b.2.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	Ki
Contracción brusca	2	0,50
Expansión brusca	1	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	2	0,33
Válvula de compuerta	0	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Cono convergente	0	0,12
Cono divergente	10,0	0,20
Coeficiente total de accidentes:		2,360
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,222



b.3.-Pérdida de carga total en el tramo 2:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,047 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,222 m
Pérdida de carga total en tubería:	0,269 m

c.- Pérdida de carga total en la tubería:

Pérdida de carga en el tramo 1:	0,439 m
Pérdida de carga en el tramo 2:	0,269 m
Pérdida de carga total en tubería:	0,708 m



A2.3.7.- EQUIPO COMPACTO PRETRATAMIENTO

Datos de partida:

Caudal máximo de entrada ($Q_{\max}$): 240,00 m³/h (bombeado)

Nº de unidades principales: 1 uds.

Nº de unidades auxiliares: 0 uds.

Cota rasante de la tubuladura de entrada Pretratamiento: 759,55

Cota rasante de la tubuladura de salida Pretratamiento: 759,42



A2.3.8.- CONDUCCIÓN PRETRATAMIENTO - REACTOR BIOLÓGICO

Datos de partida:

Nº de líneas principales:	1
Diámetro interior tubería:	300,00 mm
Caudal max. ($Q_{\text{max-bio}}$):	240,00 m ³ /h
Velocidad del fluido:	0,94 m/s
Viscosidad cinemática del agua:	1,30E-06 m ² /s

Cota inicial lámina de agua: 759,42

Cálculo de la pérdida de carga en la tubería:

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería:	35,00 m
Rugosidad de la tubería:	0,10 mm
Coefficiente de uso:	1,10

Pérdida de carga				
Q (m ³ /h)	Q (l/s)	v (m/s)	J (m/km)	DH _t * (m)
240,00	66,67	0,94	2,68	0,10

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook descrita en el capítulo "Criterios de cálculo" del presente anejo.



b.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	K _i
Contracción brusca	1	0,50
Expansion brusca	1	0,50
Codos a 45°	2	0,19
Codos a 90°	2	0,33
Válvula de compuerta	0	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Coeficiente total de accidentes:		2,040
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,09

c.-Pérdida de carga total en la conducción:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,10 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,09 m
Adecuación a terreno:	0,91 m
Pérdida de carga total en tubería:	1,11 m

Cota lámina de agua a la salida:

Cota lámina de agua a la salida:

758,31



A2.3.9.- REACTOR BIOLÓGICO

Datos de partida:

Nº de líneas:	1
Caudal máximo biológico (Q _{max-bio}):	120,00 m ³ /h
Caudal de recirculación (Q _{rec}):	100,00 m ³ /h
Caudal total biológico:	220,00 m ³ /h

Cota inicial lámina de agua: **758,31**

Cámara anóxica:

Pérdida de carga estimada en recinto	0,02
--------------------------------------	------

Cota lámina de agua en cámara anóxica: **758,29**

Cálculo de la pérdida de carga en comunicación cámara anóxica-cámara óxica:

a.- Pérdida de carga:

La pérdida de carga en un orificio inundado, atravesado por un caudal Q viene dado por la expresión:

$$q = K \cdot S \cdot \sqrt{2gh}$$

q: Caudal que atraviesa el orificio (m³/h/orificio)

K: constante (Valor normal= 0,62)

g: aceleración de la gravedad (m/s)

h: diferencia de cota de la lámina de agua, aguas abajo (m)

b.- Definición de huecos:

nº de huecos:	1
Altura (h):	1,00 m
Anchura (b):	1,50 m
Sección (S):	1,5 m ²
Caudal unitario (q):	220,00 m ³ /h/hueco



c.- Cálculo de la pérdida de carga:

Pérdida de carga en orificios: 0,0002

Cota lámina de agua salida de orificio: 758,29

Cámara óxica:

Pérdida de carga estimada en recinto	0,05
--------------------------------------	------

Cota lámina de agua en cámara óxica: 758,24

Cálculo del vertedero de salida del reactor biológico:

a.- Dimensionado del vertedero.

La altura de la lámina de agua en vertederos lineales, viene dada por la siguiente expresión:

$$Q=1,84 L \cdot h^{\frac{3}{2}}$$

Q: Caudal en vertedero (m³/h)

h: Altura de la lámina agua, aguas arriba del vertedero (m)

b.- Definición del vertedero.

Longitud vertedero (L): 6,50 m

$Q = (Q_{\text{max-bio}} + Q_{\text{rec}}) / \text{n}^\circ \text{ lineas}$: 220,00 m³/h/línea

c.- Altura lámina de agua sobre vertedero.

De la expresión descrita anteriormente, se obtiene la altura de la lámina de agua sobre el vertedero:



Proyecto Fin de Carrera

EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

Altura de la lámina de agua sobre vertedero: 30 mm
Margen considerado hormigón-chapa: 0,07 m

Cota terminación de hormigón: 758,14

Cota coronación vertedero: 758,21

Arqueta de salida del reactor biológico:

Resguardo para evitar sumergencia: 0,12 m

Cota lámina de agua en arqueta de salida del recinto: 758,09



A2.3.10.- CONEXIÓN ARQUETA SALIDA REACTOR BIOLÓGICO - DECANTADOR SECUNDARIO

Datos de partida:

Nº de líneas principales:	1
Diámetro interior tubería:	300,00 mm
Caudal max. unitario (q _{max}):	220,00 m ³ /h/ud
Velocidad del fluido:	0,86 m/s
Viscosidad cinemática del agua:	1,30E-06 m ² /s

Cota inicial lámina de agua: **758,09**

Cálculo de la pérdida de carga en la tubería:

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería:	19,50 m	
Rugosidad de la tubería:	0,10 mm	(acero inox.)
Coefficiente de uso:	1,10	

Pérdida de carga				
Q (m ³ /h)	Q (l/s)	v (m/s)	J (m/km)	DH _t * (m)
220,00	61,11	0,86	2,28	0,05

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook descrita en el capítulo "Criterios de cálculo" del presente anejo.



b.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	K _i
Contracción brusca	1	0,50
Expansion brusca	1	0,50
Codos a 45°	1	0,19
Codos a 90°	3	0,33
Válvula de compuerta	0	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Coeficiente total de accidentes:		2,180
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,08

c.-Pérdida de carga total en la conducción:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,05 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,08 m
Adecuación a terreno:	0,02 m
Pérdida de carga total en tubería:	0,15 m

Cota lámina de agua a la salida:

Cota lámina de agua a la salida:

757,94



A2.3.11.- DECANTADOR SECUNDARIO

Datos de partida:

Nº de unidades:	1
Caudal máx. unitario de entrada ($Q_{\text{max-bio}} + Q_{\text{rec}}$)	220,00 m ³ /h/ud.
Caudal unitario de salida ($Q_{\text{max-bio}}$)	120,00 m ³ /h/ud.

Cota inicial lámina de agua: **757,94**

Cálculo de la pérdida de carga en la salida de agua de la torreta central:

a.- Pérdida de carga:

La pérdida de carga en un orificio inundado, atravesado por un caudal Q viene dado por la expresión:

$$q = K \cdot S \cdot \sqrt{2gh}$$

q: Caudal que atraviesa el orificio (m³/h/orificio)

K: constante (Valor normal= 0,62)

g: aceleración de la gravedad (m/s)

h: diferencia de cota de la lámina de agua, aguas abajo (m)

S: sección del hueco (m²)

b.- Definición de huecos:

nº de huecos:	4
Altura (h):	0,40 m
Anchura (b):	0,20 m
Sección (S):	0,080 m ²
Caudal unitario (q):	55,00 m ³ /h/hueco

c.- Cálculo de la pérdida de carga:

Pérdida de carga en orificios	0,005
-------------------------------	-------



Cota lámina de agua en Decantador (C_d) : **757,94**

Cálculo del vertedero del decantador:

a.- Dimensionado del vertedero.

Según Thompson, la altura de la lámina de agua en vertederos de dientes triangulares de 90°, viene dada por la siguiente expresión:

$$q = 1,42 \cdot h^{\frac{5}{2}}$$

q: Caudal unitario por diente (m³/h)

h: Altura de la lámina agua, aguas arriba del vertedero (m)

b.- Definición del vertedero.

nº de dientes:	371 uds.
Diámetro del vertedero (f _v):	11,8 m
Longitud vertedero (L):	37,07 m
Caudal unitario (q):	8,99E-05 m ³ /s

c.- Altura lámina de agua sobre vertedero.

De la expresión descrita anteriormente, se obtiene la altura de la lámina de agua sobre el vertedero:

Altura de la lámina de agua sobre vertedero (h):	0,02 m
Margen considerado hormigón-chapa (M):	0,07 m

Con estos datos se determinan las cotas de terminación de hormigón y coronación del vertedero:

$$\text{Cota terminación hormigón} = C_d - h - M$$

$$\text{Cota coronación vertedero} = C_d - h$$

Cota terminación de hormigón: **757,85**



Cota coronación vertedero:

757,92

Cálculo del canal de recogida del decantador:

a.- Dimensionado del canal.

Un vertedero de caída libre descargando sobre un canal de recogida, da lugar a un régimen de flujo que no tiene una solución matemática exacta. En el supuesto de que la forma de la curva definida por la superficie de agua sea parabólica, la solución se

$$H = \left[h^2 + \frac{2q^2 x^2}{gb^2 h} \right]^{1/2}$$

H: profundidad del agua en el canal en el extremo aguas arriba del mismo (m)

h: profundidad a la distancia x (m)

q: caudal de descarga por unidad de longitud (m³/s/m)

b: anchura del canal (m)

g: aceleración de la gravedad (m/s²)

Para el cálculo de la altura máxima del agua (H_{max}), se supone que se alcanza régimen crítico en $x=0$, en donde el sentido de x se representa en la figura 3. La altura crítica h_c viene dada por la siguiente expresión:

$$h_c = \left[\frac{Q^2}{b^2 g} \right]^{1/3}$$

Q: caudal total en medio canal de descarga ($Q_{max-bio}/2$) (m³/s)

b: anchura del canal (m)

g: aceleración de la gravedad (m/s²)

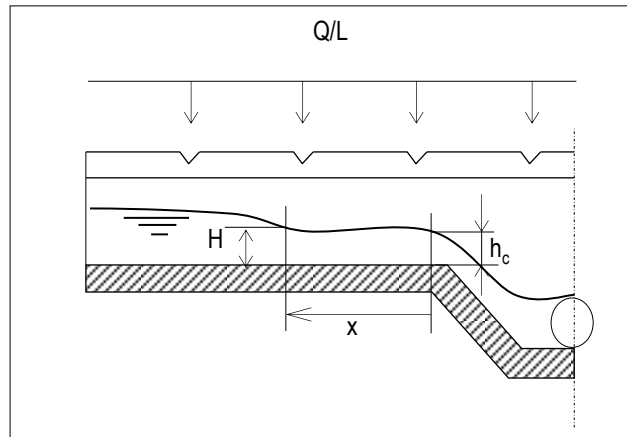


Figura 3: Sección longitudinal del canal de recogida.

b.- Cálculo del canal.

En la figura 4 se representan esquemáticamente las distintas magnitudes a las que se hace referencia en el proceso de diseño del canal de recogida del decantador:

Anchura (b):	0,35 m
Altura total canal (h):	0,35 m
Márgen hormigón-chapa (M):	0,07 m
Altura hormigón (h _h):	0,28 m
Diámetro medio (f _m):	12,65 m
Longitud total del canal (L):	39,74 m
Resguardo coronación vertedero (R):	0,24 m
Caudal total en canal (Q=Q _{max-bio}):	120,00 m ³ /h

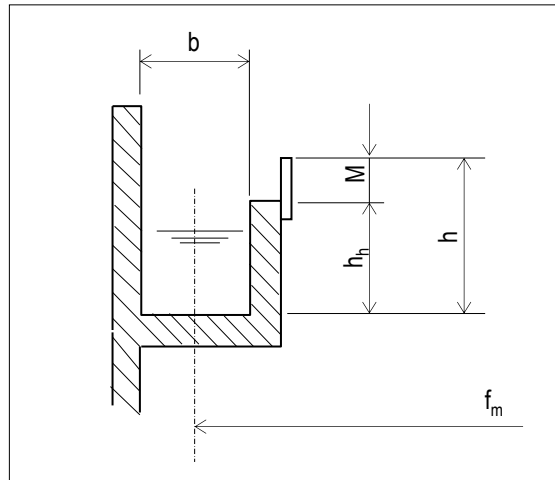


Figura 4: Canal de recogida.

Calado crítico

x (m)	Q _c (m ³ /s)	h _c
0,00	0,02	0,06



Calado máximo

x (m)	q (m ³ /s/m)	h _c	H _{max}
19,87	8,39E-04	0,06	0,11

Cota solera canal

La cota de la solera del canal se obtiene restando de la cota de coronación del vertedero el resguardo para evitar la sumergencia y la altura máxima de la lámina de agua:

$$\text{Cota solera} = \text{Cota coronacion vertedero} - R - H_{\max}$$

Cota de la solera del canal de recogida: 757,57

c.- Cota de la lámina de agua a la salida del decantador.

Así pues, la altura de la lámina de agua en el canal de recogida varía desde su valor máximo (H_{max}) hasta el valor mínimo (h_c), y de esta manera se determinan los valores máximo y mínimo de cota de lámina de agua:

Cota máxima de lámina de agua (Cota solera + H_{max}): 757,68

Cota mínima de lámina de agua (Cota solera + h_c): 757,63

Cota de la lámina de agua a la salida del decantador: 757,63



A2.3.12.- CONEXIÓN DECANTADOR SECUNDARIO - TRATAMIENTO TERCIARIO (tramo 1)

Datos de partida:

Diámetro interior tubería:	200,00 mm
Caudal max. unitario (q_{max}):	120,00 m ³ /h/ud.
Velocidad del fluido:	1,06 m/s
Viscosidad cinemática del agua:	1,30E-06 m ² /s

Cota inicial lámina de agua: **757,63**

Cálculo de la pérdida de carga en la tubería:

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería:	10,00 m
Rugosidad de la tubería:	0,10 mm
Coefficiente de uso:	1,10

Pérdida de carga				
Q (m ³ /h)	Q (l/s)	v (m/s)	J (m/km)	DH _t * (m)
120,00	33,33	1,06	5,51	0,061

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook descrita en el capítulo "Criterios de cálculo" del presente anejo.



b.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	Ki
Contracción brusca	1	0,50
Expansion brusca	1	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	2	0,33
Válvula de compuerta	0	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Coeficiente total de accidentes:		1,660
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,10

c.-Pérdida de carga total en la conducción:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,061 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,095 m
Adecuación a terreno:	0,040 m
Pérdida de carga total en tubería:	0,20 m

Cota lámina de agua a la salida:

Cota lámina de agua a la salida:

757,44



A2.3.13.- CONEXIÓN DECANTADOR SECUNDARIO - TRATAMIENTO TERCIARIO (tramo 2)

Datos de partida:

Diámetro interior tubería:	200,00 mm
Caudal max. unitario ($q_{\max}$):	120,00 m ³ /h/ud.
Velocidad del fluido:	1,06 m/s
Viscosidad cinemática del agua:	1,30E-06 m ² /s

Cota inicial lámina de agua: **757,44**

Cálculo de la pérdida de carga en la tubería:

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería:	3,50 m
Rugosidad de la tubería:	0,10 mm
Coefficiente de uso:	1,10

Pérdida de carga				
Q (m ³ /h)	Q (l/s)	v (m/s)	J (m/km)	DH _t * (m)
120,00	33,33	1,06	5,51	0,021

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook descrita en el capítulo "Criterios de cálculo" del presente anejo.



b.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	K _i
Contracción brusca	1	0,50
Expansion brusca	1	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	0	0,33
Válvula de compuerta	0	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Coeficiente total de accidentes:		1,000
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,06

c.-Pérdida de carga total en la conducción:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,021 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,057 m
Adecuación a terreno:	0,040 m
Pérdida de carga total en tubería:	0,12 m

Cota lámina de agua a la salida:

Cota lámina de agua a la salida:

757,32



A2.3.14.- TRATAMIENTO TERCIARIO

Cota lámina entrada a bombeo terciario: **757,32**

Pérdida de carga estimada en recinto: 0,00 m

Cota lámina a la salida bombeo terciario: **757,32**

Cálculo del vertedero del tratamiento terciario

a.- Dimensionado del vertedero

La altura de la lámina de agua en vertederos lineales, viene dada por la siguiente expresión:

$$Q=1,84 L \cdot h^{3/2}$$

Q: Caudal en vertedero (m³/h)

h: Altura de la lámina agua, aguas arriba del vertedero (m)

b.- Definición del vertedero

Longitud vertedero (L):	3,00 m
Nº de vertederos	1
Qmax=	240,00 m ³ /h

c.- Altura lámina de agua sobre vertedero

De la expresión descrita anteriormente, se obtiene la altura de la lámina de agua sobre el vertedero:

Altura de la lámina de agua sobre vertedero: 53 mm

Cota coronación vertedero: **757,26**

Resguardo para evitar sumergencias: 0,10 m

Cota lámina de agua a la salida de tratamiento terciario: **757,16**



A2.3.15.- PRIMER TRAMO CONDUCTO AGUA TRATADA

Datos de partida:

Diámetro interior tubería:	300,00 mm
Caudal max. unitario ($q_{\max}$):	240,00 m ³ /h/ud.
Velocidad del fluido:	0,94 m/s
Viscosidad cinemática del agua:	1,30E-06 m ² /s

Cota inicial lámina de agua: **757,16**

Cálculo de la pérdida de carga en la tubería:

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería:	3,50 m
Rugosidad de la tubería:	0,10 mm
Coefficiente de uso:	1,10

Pérdida de carga				
Q (m ³ /h)	Q (l/s)	v (m/s)	J (m/km)	DH _t * (m)
240,00	66,67	0,94	2,68	0,010

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook descrita en el capítulo "Criterios de cálculo" del presente anejo.



b.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	K _i
Contracción brusca	1	0,50
Expansion brusca	1	0,50
Codos a 45°	1	0,19
Codos a 90°	0	0,33
Válvula de compuerta	0	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Coeficiente total de accidentes:		1,190
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,05

c.-Pérdida de carga total en la conducción:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,010 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,054 m
Adecuación a terreno:	0,040 m
Pérdida de carga total en tubería:	0,10 m

Cota lámina de agua a la salida:

Cota lámina de agua a la salida:

757,06



A2.3.16.- SEGUNDO TRAMO CONDUCTO AGUA TRATADA

Datos de partida:

Diámetro interior tubería:	300,00 mm
Caudal max. unitario (q_{max}):	240,00 m ³ /h/ud.
Velocidad del fluido:	0,94 m/s
Viscosidad cinemática del agua:	1,30E-06 m ² /s

Cota inicial lámina de agua: **757,06**

Cálculo de la pérdida de carga en la tubería:

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería:	26,00 m
Rugosidad de la tubería:	0,10 mm
Coefficiente de uso:	1,10

Pérdida de carga				
Q (m ³ /h)	Q (l/s)	v (m/s)	J (m/km)	DH _t * (m)
240,00	66,67	0,94	2,68	0,077

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook descrita en el capítulo "Criterios de cálculo" del presente anejo.



b.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	K _i
Contracción brusca	1	0,50
Expansion brusca	1	0,50
Codos a 45°	1	0,19
Codos a 90°	0	0,33
Válvula de compuerta	0	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Coeficiente total de accidentes:		1,190
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,05

c.-Pérdida de carga total en la conducción:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,077 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,054 m
Adecuación a terreno:	0,040 m
Pérdida de carga total en tubería:	0,17 m

Cota lámina de agua a la salida:

Cota lámina de agua a la salida:

756,89



A2.3.17.- TERCER TRAMO CONDUCTO AGUA TRATADA

Datos de partida:

Diámetro interior tubería:	300,00 mm
Caudal max. unitario (q_{max}):	240,00 m ³ /h/ud.
Velocidad del fluido:	0,94 m/s
Viscosidad cinemática del agua:	1,30E-06 m ² /s

Cota inicial lámina de agua: **756,89**

Cálculo de la pérdida de carga en la tubería:

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería:	27,00 m
Rugosidad de la tubería:	0,10 mm
Coefficiente de uso:	1,10

Pérdida de carga				
Q (m ³ /h)	Q (l/s)	v (m/s)	J (m/km)	DH _t * (m)
240,00	66,67	0,94	2,68	0,080

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook descrita en el capítulo "Criterios de cálculo" del presente anejo.



b.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	K _i
Contracción brusca	1	0,50
Expansion brusca	1	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	0	0,33
Válvula de compuerta	0	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Coeficiente total de accidentes:		1,000
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,05

c.-Pérdida de carga total en la conducción:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,080 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,045 m
Adecuación a terreno:	0,040 m
Pérdida de carga total en tubería:	0,16 m

Cota lámina de agua a la salida:

Cota lámina de agua a la salida:

756,72



A2.3.18.- COLECTOR SALIDA AGUA TRATADA

Datos de partida:

Nº de líneas principales:	1
Diámetro interior tubería:	500,00 mm
Caudal max. unitario ($q_{\max}$):	240,00 m ³ /h/ud.
Velocidad del fluido:	0,34 m/s
Viscosidad cinemática del agua:	1,30E-06 m ² /s

Cota inicial lámina de agua: **756,72**

Cálculo de la pérdida de carga en la tubería:

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería:	25,00 m
Rugosidad de la tubería:	0,10 mm
Coefficiente de uso:	1,10

Pérdida de carga				
Q (m ³ /h)	Q (l/s)	v (m/s)	J (m/km)	DH _t * (m)
240,00	66,67	0,34	0,21	0,006

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook descrita en el capítulo "Criterios de cálculo" del presente anejo.



b.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	K _i
Contracción brusca	1	0,50
Expansion brusca	1	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	0	0,33
Válvula de compuerta	0	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Coeficiente total de accidentes:		1,000
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,006

c.-Pérdida de carga total en la conducción:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,01 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,01 m
Adecuación a terreno:	0,75 m
Pérdida de carga total en tubería:	0,76 m

Cota lámina de agua a la salida:

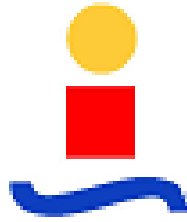
Cota lámina de agua vertido E.D.A.R.: 755,96

Cota fondo de arroyo próximo: 753,00



A2.4.- RESUMEN DE LA LÍNEA PIEZOMÉTRICA. LÍNEA DE AGUA

Cota lámina de agua en Pozo 1 E.D.A.R.:	753,20
Cota lámina de agua en Pozo de Gruesos:	752,75
Cota lámina de agua en el Pozo de Bombeo:	752,70
Cota rasante de entrada Pretratamiento:	759,55
Cota rasante de salida Pretratamiento:	759,42
Cota lámina de agua en reactor biológico:	758,24
Cota lámina de agua arqueta de salida a decantación secundaria:	758,09
Cota lámina de agua en Decantador secundario(Cd) :	757,94
Cota lámina de agua en arqueta de Tratamiento Terciario:	757,32
Cota lámina de agua vertido E.D.A.R.	755,96
Cota lámina de agua arroyo	753,00



**Departamento de Ingeniería de la Construcción y
Proyectos de Ingeniería**

**E.D.A.R. PARA UN PARQUE EMPRESARIAL CON
CAPACIDAD DE TRATAMIENTO DE 1200 M³/DÍA Y
POSIBILIDAD DE AMPLIACIÓN DEL 100%.**

Anejo nº 3.- Cálculo de estructuras



Proyecto Fin de Carrera

EDAR para un Parque Empresarial con Capacidad de Tratamiento de 1.200 m³ Día y
Posibilidad de Ampliación del 100%

ANEJO Nº 3

CÁLCULO DE ESTRUCTURAS



ÍNDICE

A.3.1.- INTRODUCCIÓN	3
A.3.2.- NORMATIVA DE CÁLCULO	4
A.3.3.- TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	5
A.3.4.- MATERIALES.....	6
A.3.4.1- Hormigón.....	6
A.3.4.2- Armaduras.....	6
A.3.4.3-Terreno.....	7
A.3.5.- ACCIONES CARACTERÍSTICAS	8
A.3.5.1.- Concargas (Hipótesis 0).....	8
A.3.5.2.- Sobrecargas gravitatorias (Hipótesis 1&2)	8
A.3.5.3.- Sobrecargas de viento (Hipótesis 3&4)	9
A.3.5.4.- Sobrecargas sísmicas (Hipótesis 5&6).....	9
A.3.5.5.- Sobrecargas térmicas.....	10
A.3.5.6.- Sobrecargas por retracción	10
A.3.5.7.- Empujes horizontales	11
A.3.6.- HIPOTESIS DE CÁLCULO	12
A.3.7.- COEFICIENTES DE SEGURIDAD PARA LAS ACCIONES.....	12
A.3.7.1.- Estados límites últimos.....	13
A.3.7.2.- Estados límites de servicio	13
A.3.8.- COMBINACIÓN DE ACCIONES	14
A.3.8.1.- Estados límites últimos.....	14
A.3.8.2.- Estados límites de servicio	14
A.3.9.- COEFICIENTES DE SEGURIDAD PARA LOS MATERIALES	15
A.3.10.- MÉTODOS DE CÁLCULO	16
A.3.10.1.- Programas de cálculo.....	16
A.3.10.2.- Cálculo de secciones de hormigón según EHE.....	16
A.3.10.3.- Cálculo de secciones de hormigón según BS-5337	19
A.3.10.4.- Parámetros de cálculo.....	21
A.3.10.5.- Ordenador	22
A.3.11.-RECOPIACION DE PARAMETROS	23
A.3.12.-COMPROBACION DE FISURA	24
A.3.13.-LISTADO DE RESULTADOS.....	25



A.3.1.- INTRODUCCIÓN

Este documento constituye la Memoria de Cálculo de la Estructura y Cimentación de los recintos de la E.D.A.R. del Parque Empresarial que se relacionan a continuación:

- Pozo de Gruesos y Bombeo
- Reactor Biológico
- Decantador Secundario

En la Memoria de Cálculo se describen, para cada uno de los elementos calculados, la tipología estructural, la normativa de cálculo, las características de los materiales empleados, las acciones características y ponderadas, así como los métodos de cálculo utilizados.

Al final se adjunta el listado de resultados de cálculo.



A.3.2.- NORMATIVA DE CÁLCULO

Las Normas que se han tenido en cuenta en los cálculos de estructuras y cimentaciones se detallan a continuación:

- NBE-AE-88: Acciones en la Edificación
- EA-95: Estructuras de Acero en Edificación
- NCSE-02: Norma de Construcción Sismorresistente
- EHE: Instrucción de Hormigón Estructural
- EFHE-02: Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Forjados Unidireccionales de Hormigón Estructural realizado con elementos prefabricados
- BS-5337: Handbook on the Structural use of Concrete for Retaining Aquaeous Liquids - British Standards Institution

NOTA.- La Norma BS-5337 de la British Standards Institution aborda específicamente el cálculo estructural del hormigón armado cuando se utiliza para construir recipientes destinados a contener líquidos acuosos. Se ha tenido en cuenta la citada Norma, por expresa recomendación del Prof. D. José Calavera Ruiz, Catedrático de Edificación y Prefabricación de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid, dado que no existe una normativa española específica para el cálculo de estos recipientes.



A.3.3.- TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL

Todos los edificios y recintos se proyectan mediante:

- Pórticos metálicos de perfiles laminados según Norma AE-95 para edificios, según sea el caso, utilizando como cubierta paneles sándwich autoportantes, distribuidos adecuadamente sobre la periferia de cubierta y debidamente sujetos a esta, para una clase general de exposición tipo I de acuerdo con la Instrucción EHE.
- La cimentación de los distintos edificios se proyectará mediante losa de espesor 30 cm (HA-30, B-500-S), para una clase general de exposición tipo IIa, de acuerdo con la Instrucción EHE.
- Todos los recintos y depósitos se construirán mediante losas y muros de hormigón armado (HA-30, B-500-S), para una clase general y específica de exposición tipo IV de acuerdo con el Estudio Geotécnico adjunto y la Instrucción EHE. El hormigón HA-30 ofrece la compacidad adecuada para proteger a las armaduras, y el acero B-500S permite un ahorro significativo en el armado de las caras de muros y losas que no están en contacto con las aguas residuales, aunque implique un ligero sobrecoste en el armado de las caras en contacto con las aguas residuales, dado que se dimensionan por fisuración.
- Los hormigones en contacto con el terreno no dispondrán de aditamento especial alguno, debido a que los niveles de concentración de sustancias potencialmente peligrosas, que presenta el terreno y las aguas freáticas son inferiores a los estipulados por la norma.



A.3.4.- MATERIALES

Los parámetros de cálculo de los materiales empleados se detallan a continuación:

A.3.4.1.- HORMIGÓN

- HA-25
 - Resistencia característica: $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
 - Módulo de elasticidad: $E_c = 250.000 \text{ kg/cm}^2$
 - Coeficiente de Poisson: $\nu = 0,20$
 - Coeficiente de dilatación: $\alpha = 0,00011 \text{ m/m}^\circ\text{C}$

- HA-30
 - Resistencia característica: $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
 - Módulo de elasticidad: $E_c = 265.000 \text{ kg/cm}^2$
 - Coeficiente de Poisson: $\nu = 0,20$
 - Coeficiente de dilatación: $\alpha = 0,00011 \text{ m/m}^\circ\text{C}$

A.3.4.2.- ARMADURAS

- B-500-S
 - Resistencia característica: $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
 - Módulo de Elasticidad: $E_s = 2.100.000 \text{ kg/cm}^2$



A.3.4.3.- TERRENO

Los datos utilizados para el cálculo estructural de los diferentes recintos se resumen en la siguiente tabla:

RECINTOS	Profundidad de subbase m	Espesor de subbase de zahorra cm	Tensión máxima admisible kg/cm ²
Pozo de Gruesos y Bombeo	7,05 a 7,45	30	1
Reactor Biológico	3,30 a 3,60	30	1
Decantador Secundario	3,50 a 4,80	30	1



A.3.5.- ACCIONES CARACTERÍSTICAS

Las acciones características de cálculo se determinan con las siguientes normas:

- NBE-AE-88 Acciones en la edificación
- NCSE-02 Norma de Construcción Sismorresistente – NO EXISTE RIESGO SISMICO

A.3.5.1.- CONCARGAS (Hipótesis 0)

- PESO PROPIO ESTRUCTURA
 - Hormigón armado:2.500 kg/m³
 - Hormigón en masa:.....2.300 kg/m³
 - Acero:.....7.850 kg/m³

A.3.5.2.- SOBRECARGAS GRAVITATORIAS (Hipótesis 1&2)

- PLANTA DE CUBIERTA EDIFICIOS
 - Sobrecarga de uso conservación: 100 kg/m²
 - Sobrecarga de nieve: 120 kg/m²
- POLIPASTO EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO
 - Puente grúa de 2.000 kg
 - Reacción máxima vertical: 2.500 kg
- PASARELAS
 - Sobrecarga de uso: 300 kg/m²



A.3.5.3.- SOBRECARGA DE VIENTO (Hipótesis 3&4)

- Altura edificios y recintos < 10 m
- Presión dinámica: $W = 50 \text{ kg/m}^2$
- Coeficiente eólico fachada barlovento: $C = +0,80$
- Coeficiente eólico fachada sotavento: $C = -0,40$

A.3.5.4.- SOBRECARGAS SÍSMICAS. (Hipótesis 5&6)

De acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02 se tomarán los siguientes parámetros de cálculo:

- Ubicación: Granada
- Aceleración básica de cálculo: $a_b = \text{NO EXISTE RIESGO SISMICO}$
- Coeficiente de contribución: $K = \text{NO EXISTE RIESGO SISMICO}$
- Terreno: Limos arenosos y arcillas
- Uso edificio: Edificio industrial
- Nieve > 30 días/años
- Periodo de vida: 50 años
- Ductilidad: Baja
- Soportes Perfiles Metálicos Laminados
- Planta compartimentada
- Cota de rasante terreno $\pm 757,50$

A.3.5.5.- SOBRECARGAS TÉRMICAS

No es preciso considerar las acciones térmicas en el cálculo de las estructuras de los edificios dado que sus dimensiones no sobrepasan los 40 m, de acuerdo con la Norma NBE-AE-88.

En los muros y losas de los depósitos se dispondrán juntas de retracción parcial a no más de 7,5 m o juntas de retracción total a no más de 15 m, y juntas de dilatación a no más de 75 m, por lo que de acuerdo con el Código BS-5337 no se tendrán en cuenta las sobrecargas térmicas debidas a los cambios estacionales de temperatura.



A.3.5.6.- SOBRECARGAS POR RETRACCIÓN

De acuerdo con el Código BS-5337 se controlará la fisuración de todos los elementos constructivos en contacto con las aguas debido al fenómeno de retracción y variación térmica durante el proceso de fraguado, fijando la cuantía crítica de armadura en función de las características geométricas del elemento estructural.

A.3.5.7.- EMPUJES HORIZONTALES

- EMPUJE DEL TERRENO
 - Terreno trasdós muros: Limos arenosos y arcillas
 - Terreno de cimentación: Subbase de zahorra sobre roca o terreno de sustitución
 - Peso específico aparente: $\gamma = 1800 \text{ kg/m}^3$
- EMPUJE DEL AGUA RESIDUAL
 - Peso específico: $\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$
 - Empuje horizontal: $E_h = \gamma \cdot z$



A.3.6.- HIPOTESIS DE CALCULO

Se ha realizado el cálculo de losas y muros, en las secciones más desfavorables de los principales recintos, teniendo en cuenta las siguientes hipótesis de carga, a saber:

- A-Recinto vacío con empuje de tierras en trasdós de muro.
- B-Recinto lleno de agua y sin empuje de tierras en trasdós de muros.
- C-Recinto lleno de agua con empuje de tierras en trasdós de muros.

Para estas hipótesis se ha comprobado, para las secciones más desfavorables, que el armado dispuesto asegura la resistencia a flexo tracción de las secciones, así como el control de la fisuración por debajo de los valores máximos permitidos, bajo las consideraciones de la instrucción de Hormigón Estructural - EHE, normativa de obligado cumplimiento en todo el territorio nacional.

No obstante, por experiencia en el cálculo de recintos contenedores de líquidos se adoptó, como criterio general de diseño, el marcado por la norma BS-5337, que como ya se mencionó anteriormente es más restrictiva en el ámbito del control de fisura, parámetro limitante para este tipo de recintos.

En el presente anejo se ha realizado el cálculo a fisuración, con un ancho máximo de fisura permisible de 0,1 mm según la BS-5337, teniendo en cuenta las dos hipótesis de carga A y C. Y según estos criterios se adjuntan los cálculos que se listan en el punto A.3.13. LISTADO DE RESULTADOS.

Como continuación del cálculo según las hipótesis A y B (más restrictivas), se ha comprobado que la armadura necesaria por cálculo bajo las Hipótesis A y C, aplicando la norma BS-5337, cubrían sobradamente las exigencias de armado necesario para el cumplimiento de la EHE bajo las Hipótesis A y B.

Esta última afirmación se ha comprobado realizando el cálculo estructural con las secciones más desfavorables de cualquiera de los recintos. Como ejemplo valga el cálculo que se adjunta del recinto más desfavorable, el Reactor Biológico, incluido al final del documento, A.3.12. COMPROBACIÓN DE FISURA.



A.3.7.- COEFICIENTES DE SEGURIDAD PARA LAS ACCIONES

Se consideran los coeficientes parciales de seguridad para las acciones definidos en la Instrucción EHE.

A.3.7.1.- ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS

Se adoptarán los valores de la tabla siguiente:

TIPO DE ACCION	Situación persistente transitoria		Situación accidental	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	$\gamma_p = 1,00$	$\gamma_p = 1,00$	$\gamma_p = 1,00$	$\gamma_p = 1,00$
Permanente de valor no constante	-	$\gamma_{G'} = 1,50$	$\gamma_{G'} = 1,00$	$\gamma_{G'} = 1,00$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Accidental	-	-	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$

Estos coeficientes se corregirán en función del nivel de control de ejecución adoptado, según los valores de la tabla siguiente:

TIPO DE ACCION	NIVEL DE CONTROL DE EJECUCION		
	INTENSO	NORMAL	REDUCIDO
PERMANENTE	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,50$	$\gamma_G = 1,60$
PRETENSADO	$\gamma_p = 1,00$	$\gamma_p = 1,00$	$\gamma_p = 1,00$
PERMANENTE DE VALOR NO CONSTANTE	$\gamma_{G'} = 1,50$	$\gamma_{G'} = 1,60$	$\gamma_{G'} = 1,80$
VARIABLE	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 1,60$	$\gamma_Q = 1,80$

En este proyecto se realizan los cálculos para un nivel de control de ejecución normal.



A.3.7.2.- ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO

Se adoptarán los valores de la tabla siguiente:

TIPO DE ACCIÓN		Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente		$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	Armadura pretesa	$\gamma_p = 0,95$	$\gamma_p = 1,05$
	Armadura postesa	$\gamma_p = 0,90$	$\gamma_p = 1,10$
Permanente de valor no constante		$\gamma_{G'} = 1,00$	$\gamma_{G'} = 1,00$
Variable		$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$



A.3.8.- COMBINACIÓN DE ACCIONES

Para cada una de las situaciones estudiadas se establecerán las combinaciones de acciones definidas en el artículo 13 de la Instrucción EHE.

A.3.8.1.- ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los criterios señalados en el apartado 13.2 de la Instrucción EHE.

A.3.8.2.- ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los criterios señalados en el apartado 13.3 de la Instrucción EHE.



A.3.9.- COEFICIENTES DE SEGURIDAD PARA LOS MATERIALES

Los valores de los coeficientes parciales de seguridad de los materiales serán los que se indican en la Tabla siguiente:

Situación de proyecto	Hormigón γ_c	Acero pasivo y activo γ_s
Persistente o transitoria	1,5	1,15
Accidental	1,3	1,0

Los coeficientes de la Tabla no son aplicables a la comprobación del Estado Límite Último de Fatiga, que se comprueba de acuerdo con los criterios establecidos en el Artículo 48º.

Para el estudio de los Estados Límite de Servicio se adoptarán como coeficientes parciales de seguridad valores iguales a la unidad.



A.3.10.- MÉTODOS DE CÁLCULO

A.3.10.1.- PROGRAMAS DE CÁLCULO

El cálculo de las estructuras se realiza por ordenador, mediante el programa de cálculo ARKTEC-TRICALC.

El programa calcula las solicitaciones y deformaciones por métodos matriciales de cálculo tridimensional, obteniéndose para las diferentes hipótesis de carga, los desplazamientos y giros, momentos flectores, fuerzas cortantes y fuerzas normales de la estructura.

El programa aborda la comprobación de secciones y armado de la estructura de hormigón y forjados, de acuerdo con los criterios e hipótesis considerados en la Instrucción EHE, comprobando los Estados Límites Últimos de Equilibrio, Agotamiento o Rotura y de Inestabilidad o Pandeo, así como los Estados Límites de Utilización de Deformación y Fisuración.

El programa aborda el dimensionamiento y armado de los elementos de cimentación de acuerdo con los criterios e hipótesis considerados en la Instrucción EHE, comprobando los Estados Límites Últimos de Equilibrio, Agotamiento o Rotura y de Inestabilidad o Pandeo, así como los Estados Límites de Utilización de Deformación y Fisuración.

A.3.10.2 CÁLCULO DE SECCIONES DE HORMIGÓN SEGÚN EHE

- NOTACIÓN

- Sección rectangular (ancho x canto = $b \times h$)
- Canto útil $d = h - d'$
- Área del hormigón $A_c = b \times h$
- Área de la armadura longitudinal = A_s
- Resistencia de CÁLCULO del hormigón a compresión = f_{cd}
- Resistencia de cálculo del acero = f_{yd}
- Cuantía mecánica armadura tracción = ω
- Cuantía mecánica armadura a compresión = ω'
- Capacidad mecánica armadura tracción = $U_s = f_{yd} \cdot A_s$
- Capacidad mecánica armadura compresión = $U'_s = f_{yd} \cdot A'_s$
- Capacidad mecánica del hormigón $U_c = f_{cd} \cdot A_c$
- Cortante de agotamiento del hormigón = V_u
- Contribución hormigón a la resistencia a cortante = V_{cu}
- Contribución de la armadura transversal a la resistencia a cortante = V_{su}
- Resistencia virtual cálculo a cortante del hormigón = f_{cv}
- Punzonamiento de agotamiento del hormigón = V_{pu}
- Armadura de la armadura transversal = A_t
- Separación entre estribos = s
- Momento de servicio = M_s
- Momento de cálculo = M_d
- Axil de servicio = N_s



- Axil de cálculo = N_d
- Cortante de servicio = V_s
- Cortante de cálculo = V_d
- Punzonamiento de cálculo = V_{pd}

- CÁLCULO A FLEXIÓN SIMPLE

Se utilizan las Tablas para el cálculo de secciones rectangulares sometidas a flexión simple (diagrama parábola-rectángulo) del libro "Proyecto y Cálculo de Estructuras de Hormigón para Edificios" del Prof. D. José Calavera Ruiz.

Conocido el momento reducido de cálculo $\mu = M_d / U_c \cdot d$ obtenemos ω y ω' y por tanto:

- $U_s = A_s \cdot f_{yd} = \omega \cdot U_c$
- $U'_s = A'_s \cdot f_{yd} = \omega' \cdot U_c$

- CÁLCULO A FLEXIÓN COMPUESTA

Se utilizan las Tablas para el cálculo de secciones rectangulares sometidas a flexión compuesta (diagrama parábola-rectángulo) del libro "Proyecto y Cálculo de Estructuras de Hormigón para Edificios" del Prof. D. José Calavera Ruiz.

Conocido el momento reducido de cálculo:

- $\mu = M_d / U_c \cdot d$

y el axil reducido de cálculo:

- $v = N_d / U_c$

se obtiene ω y por tanto:

- $U_s = A_s \cdot f_{yd} = \omega \cdot U_c / 2$
- $U'_s = A'_s \cdot f_{yd} = \omega \cdot U_c / 2$

- COMPROBACIÓN A CORTANTE

- En piezas sin armadura de cortante:
 $V_{u2} = [0,12 \xi (100\rho_1 f_{ck}) - 0,15\sigma_{cd}] b \cdot d$
 f_{ck} expresado en N/mm²
 $\xi = 1 + (200/d)^{1/2}$ con d en mm
 $\rho_1 = A_s / b \cdot d \leq 0,02$
- En piezas con armadura de cortante:
 $V_{u2} = V_{cu} + V_{su} \leq V_d$
 V_{cu} = contribución del hormigón a la resistencia a cortante
 $V_{cu} = [0,10 \xi (100\rho_1 f_{ck}) - 0,15\sigma_{cd}] b \cdot d$
 V_{su} = contribución de la armadura a la resistencia a cortante
 $V_{su} = z \sin \alpha (\cotg \alpha + \cotg \theta) A_a f_{ya}$



- COMPROBACIÓN A PUNZONAMIENTO

- En losas sin armadura de punzonamiento:

No será necesaria armadura de punzonamiento si se verifica la siguiente condición:

$$T_{ad} \leq T_{rd}$$

T_{ad} = tensión tangencial de cálculo en el perímetro crítico

$$T_{ad} = F_{ad} / u_1 d$$

F_{ad} = esfuerzo efectivo de punzonamiento de cálculo

T_{rd} = tensión máxima resistente en el perímetro crítico

$$T_{rd} = 0,12 \xi (100 \rho_1 f_{ck})$$

$$\rho_1 = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2}$$

ρ_1 = cuantía geométrica longitudinal de la losa

ρ_x, ρ_y = cuantías geométricas en dos direcciones perpendiculares

$$\xi = 1 + (200/d)^{1/2}$$

- En losas con armadura a punzonamiento:

Cuando resulta necesaria armadura de punzonamiento se realizarán las comprobaciones indicadas en el apartado 46.3 de la Instrucción EHE.

- CUANTÍAS GEOMÉTRICAS

Se disponen las cuantías geométricas mínimas especificadas en la Instrucción EHE.

Tipo de elemento estructural		Tipo de acero	
		B-400-S	B-500-S
Pilares		4,0	4,0
Losas (*)		2,0	1,8
Vigas (**)		3,3	2,8
Muros (***)	Armadura horizontal	4,0	3,2
	Armadura vertical	1,2	0,9

(*) Cuantía mínima de cada una de las armaduras, longitudinal y transversal repartida en las dos caras. Las losas apoyadas sobre el terreno requieren un estudio especial.



(**) Cuantía mínima correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada.

(***) La cuantía mínima vertical es la correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada.

La armadura mínima horizontal deberá repartirse en ambas caras. Para muros vistos por ambas caras debe disponerse el 50% en cada cara. Para muros vistos por una sola cara podrán disponerse hasta 2/3 de la armadura total en la cara vista. En el caso en que se dispongan juntas verticales de contracción a distancias no superiores a 7,5 m, con la armadura horizontal interrumpida, las cuantías geométricas mínimas pueden reducirse a la mitad.

A.3.10.3 CÁLCULO DE SECCIONES DE HORMIGÓN SEGÚN BS-5337

El cálculo de las secciones de hormigón para controlar la fisuración debida al fenómeno de retracción durante el proceso de fraguado del hormigón así como a las variaciones térmicas estacionales y a los esfuerzos se realiza según el manual HANDBOOK ON BS-5337:1976 (The structural use of concrete for retaining aqueous liquids) de la British Standards Institution.

- CÁLCULO POR FISURACIÓN DEBIDA A LA RETRACCIÓN Y TEMPERATURA.

Se determina con las siguientes expresiones:

- Relación crítica de acero ρ_{crit} :

$$\rho_{crit} = \frac{f_{ct}}{f_{yk}}$$

f_{ct} = resistencia del hormigón a tracción a los 3 días, $f_{ck}/20$

f_{yk} = resistencia característica del acero, 4250 kg/cm²

- Distancia máxima entre fisuras S_{max} :

$$S_{max} = \frac{f_{ct}}{f_b} = \frac{\phi}{2\rho}$$

f_b = tensión adherencia hormigón-acero a los 3 días

$$\rho = \frac{A_s}{A_c} \quad = \text{cuantía geométrica del acero}$$

ϕ = diámetro de la armadura



- Anchura máxima de fisuras W_{max} :

$$W_{max} = S_{max} \cdot \frac{\alpha}{2} \cdot (T_1 + T_2)$$

Los elementos en contacto continuo o casi continuo con agua son elementos expuestos de clase B para los que el Código BS-5337 especifica un $W_{max} = 0,2$ mm, aunque para este caso en particular, se realizará el cálculo limitando el ancho de fisura a 0,1 mm.

El coeficiente de dilatación térmica para el hormigón armado se toma $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ m/m°C

T_1 = Temperatura de fraguado – Temperatura ambiente = 30°C
(Para hormigonado en verano)

En el caso de tener juntas completas de retracción a distancias superiores a 15 m se tendrá en cuenta la variación estacional de temperaturas $T_2 = 30^\circ\text{C}$.

- CÁLCULO POR FISURACIÓN DEBIDA A LOS ESFUERZOS

El cálculo se realiza según la Teoría Clásica:

- Sección rectangular:

$$A_c = b \cdot h \quad (\text{con } b = 1)$$

- Momento de servicio $M_s = A_s \cdot f_{st} \cdot Z$

$$Z = \text{brazo mecánico} = d - \frac{x}{3}$$

d = canto útil
 x = profundidad de la fibra neutra

- La deformación en la fibra más traccionada:

$$\varepsilon_1 = \frac{f_{st} \cdot (h - x)}{E_s \cdot (d - x)}$$

f_{st} = esfuerzo de la armadura
 E_s = módulo de elasticidad del acero

- La deformación media en la fibra más traccionada:

$$\varepsilon_m = \varepsilon_1 - \frac{0,7 \cdot b \cdot h}{A_s \cdot f_{st} \cdot 10^3}$$

A_s = área de la armadura



- El ancho de fisura de cálculo W será:

$$W = \frac{4,5 \cdot a_{cr} \cdot \varepsilon_m}{1 + 2,5 \cdot \left(\frac{a_{cr} \cdot c_{\min}}{h - x} \right)}$$

$$a_{cr} = a_a \cdot \frac{\phi}{2}$$

$$a_a^2 = \left(\frac{S}{2} \right)^2 + \left(c + \frac{\phi}{2} \right)^2$$

S = separación entre barras de acero

Ø = diámetro de las barras de acero

c = recubrimiento de la armadura

A.3.10.4 PARÁMETROS DE CÁLCULO

De acuerdo con la Instrucción EHE se considerarán los siguientes parámetros de cálculo:

- RECINTOS Y DEPÓSITOS
 - Nivel de control de ejecución: Normal
 - Clase general y específica de exposición: Tipo IV
 - Recubrimiento mínimo: 40 mm
 - Recubrimiento nominal: 50 mm
 - Valor máximo de abertura de fisuras: 0,1 mm



A.3.10.5 ORDENADOR

El ordenador empleado es un PC compatible con las siguientes características:

- Procesador PENTIUM IV 800 Mhz
- Memoria RAM 1024 Mb
- Disco Duro de Seagate 80 Gb



A.3.11. RECOPIACIÓN DE PARÁMETROS

A continuación se adjuntan los parámetros de cálculo utilizados en el modelado de los principales recintos de la E.D.A.R. del Parque Empresarial.



A.3.12. COMPROBACION DE FISURA

A continuación se adjunta la comprobación de una de las barras más solicitadas que conforman la sección transversal de la cámara óxica del Reactor Biológico de la E.D.A.R. del Parque Empresarial de Alhendín.

BARRA ----- 170
SECCION ESTUDIO ----- 0
CANTO DE LA SECCION h (cm) ----- 40
ABERTURA MAXIMA DE FISURA W (mm) ----- 0.1

MOMENTO FLECTOR ----- 28960 Kg/cm²
ESFUERZO CORTANTE ----- 15450 Kg
AXIL ----- 4520 Kg (Tracción)

EMPUJE DE AGUAS (HIPOTESIS B)

AREA DE ACERO NECESARIA SEGÚN EHE (Hipótesis B) ----- 117.58 cm²
ABERTURA DE FISURA OBTENIDA según EHE W (mm) ----- 0.105

EMPUJE DE AGUAS CON TRASDOS DE TIERRAS (HIPOTESIS C)

AREA DE ACERO NECESARIA SEGÚN BS-5337 (Hipótesis C) ----- 131.99 cm²
ABERTURA DE FISURA OBTENIDA según EHE W (mm) ----- 0.094



A.3.13. LISTADO DE RESULTADOS

A continuación se adjunta el listado de resultados del cálculo de la E.D.A.R. del Parque Empresarial

DECANTADOR
SECUNDARIO

PROYECTO	E.D.A.R. PARQUE EMPRESARIAL (-----)	
ESTRUCTURA	DECANTADOR SECUNDARIO	(DEC-SEC)

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO SEGÚN EHE

MURO	ARM.VERT. SECC-AA	M1	BARRA	270	SECCION Z	=	0	CARA	AGUA
ANCHO b (m)	1		CANTO h (cm)	30	RECUBRIMIENTO d' (cm)	=	5	CANTO UTIL d (cm)	25
HORMIGON	HA-30		f_{ck} (kg/cm ²)	306	$f_{cd} = f_{ck}/1.50$ (kg/cm ²)	=	204	f_{ct} (kg/cm ²)	0
ACERO	B-500-S		f_{yk} (kg/cm ²)	5100	$f_{yd} = f_{yk}/1.15$ (kg/cm ²)	=	4435	f_{yt} (kg/cm ²)	1000
ACCIONES DESFAVORAB.			PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD			γ_G	1,5	γ_G	=	1,6	γ_G	1,6
ACCIONES FAVORABLES			PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD			γ_G	1	γ_G	=	1	γ_G	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEXO - TRACCION SEGÚN EHE

MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	990	MOMENTO REDUCIDO	μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2) =$	0,008	
CUANTIA	ω	$\mu \leq 0,31$	$\omega = \mu (1+\mu) =$	0,011	ARMADURA A FLEXION	$A_{sf} \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd} =$	1,26
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	180	ARMADURA A TRACC.	$A_{st} \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_{st} = N_d/2.f_{yd} =$	0,02	
CUANTIA GEOMETRICA HORIZ.	ρ_h	$\rho_h = 0.32 \% < \rho_m$	0,32	ARMADURA NECESARIA	$A_s \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$	1,28	
CUANTIA GEOMETRICA VERT.	ρ_v	$\rho_h = 0.09 \% < \rho_m$	0,09	ARMADURA REAL	$A_r \text{ (cm}^2\text{)}$	$\varnothing 12 \text{ a } 180$	6,28	

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEXO - TRACCION SEGÚN BS-5337

JUNTAS DE RETRACCION COMPLETA A MENOS DE 15 m O PARCIALES A MENOS DE 7.5 m					
CLASE DE EXPOSICION	IV + Qa		ANCHO DE FISURA MAX. W (mm/m)	W = MAX PERMITIDA	0,1
MOMENTO DE SERVICIO Ms (m.Kg/m)	Ms = Md/1,60	618,8	ARMADURA FLEXION A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} =$	1,19
TRACCION DE SERVICIO Ns (Kg/m)	Ns = Nd/1,60	112,5	ARMADURA TRACCION A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_s/2.f_{yt}$	0,06
CUANTIA MINIMA (Ø 12) ρ_m (%)	$\rho_m (\text{Ø}12) =$	0,4 %	ARMADURA NECESARIA A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st}$	1,25
ARMADURA MINIMA A_m (cm)	$A_m =$	Ø 12 α 180	ARMADURA REAL A_r (cm ²)	Æ 12 a 180	6,28

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE SEGÚN EHE

COEFICIENTE ξ (cm ²)	$\xi = 1 + \sqrt{(20/d)}$	1,894	CUANTIA ρ (Adimens.)	$\rho = A_r / (100.b.d)$	0,003
CORTANTE DE AGOTAM. SIN ARMAD. DE CORT. Vu (Kg/m)			$V_u = 120.\xi.(10.\rho.f_{ck})^{1/3}.b.d$		11216
CORTANTE DE CALCULO Vd (Kg/m)	Vd =	4420	Vd < Vu	NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE	
CORTANTE DE AGOTAM. CON ARMAD. DE CORT. Vu (Kg/m)			$V_u = 100.\xi.(10.\rho.f_{ck})^{1/3}.b.d$		
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE V _{su} (Kg/m)			$V_{su} = V_d - V_u$		
SEP. LONG. n = n° ramas/m	SEP. TRANSV. St (cm)		RESISTENCIA CORTANTE f _{td} (Kg/cm2)	f _{td} =	
DIAMETRO DE CALCULO Ø (mm) = 10. $\sqrt{((4.V_{su}.St)/(0,9.d.\pi.n.f_{td}))}$			ESTRIBOS		

PROYECTO	E.D.A.R. PARQUE EMPRESARIAL (-----)	
ESTRUCTURA	DECANTADOR SECUNDARIO	(DEC-SEC)

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO SEGÚN EHE

MURO	ARM.VERT. SECC-AA	M1	BARRA	556	SECCION Z	=	50	CARA	TERRENO
ANCHO b (m)	1		CANTO h (cm)	30	RECUBRIMIENTO d' (cm)	=	5	CANTO UTIL d (cm)	25
HORMIGON	HA-30		f_{ck} (kg/cm ²)	306	$f_{cd} = f_{ck}/1.50$ (kg/cm ²)	=	204	f_{ct} (kg/cm ²)	0
ACERO	B-500-S		f_{yk} (kg/cm ²)	5100	$f_{yd} = f_{yk}/1.15$ (kg/cm ²)	=	4435	f_{yt} (kg/cm ²)	1000
ACCIONES DESFAVORAB.			PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD			γ_G	1,5	γ_G	=	1,6	γ_G	1,6
ACCIONES FAVORABLES			PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD			γ_G	1	γ_G	=	1	γ_G	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEXO - TRACCION SEGÚN EHE

MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	130	MOMENTO REDUCIDO	μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2) =$	0,001	
CUANTIA	ω	$\mu \leq 0,31$	$\omega = \mu (1+\mu) =$	0,002	ARMADURA A FLEXION	$A_{sf} \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd} =$	0,17
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	0	ARMADURA A TRACC.	$A_{st} \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_{st} = N_d/2.f_{yd} =$	0,00	
CUANTIA GEOMETRICA HORIZ.	ρ_h	$\rho_h = 0.32 \% < \rho_m$	0,32	ARMADURA NECESARIA	$A_s \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$	0,17	
CUANTIA GEOMETRICA VERT.	ρ_v	$\rho_h = 0.09 \% < \rho_m$	0,09	ARMADURA REAL $A_r \text{ (cm}^2\text{)}$		Æ 12 a 180	6,28	

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEXO - TRACCION SEGÚN BS-5337

JUNTAS DE RETRACCION COMPLETA A MENOS DE 15 m O PARCIALES A MENOS DE 7.5 m					
CLASE DE EXPOSICION	IV + Qa	ANCHO DE FISURA MAX. W (mm/m)	W = MAX PERMITIDA		
MOMENTO DE SERVICIO Ms (m.Kg/m)	Ms = Md/1,60	ARMADURA FLEXION A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} =$		
TRACCION DE SERVICIO Ns (Kg/m)	Ns = Nd/1,60	ARMADURA TRACCION A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_s/2.f_{yt} =$		
CUANTIA MINIMA (Ø 12) ρ_m (%)		ARMADURA NECESARIA A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$		
ARMADURA MINIMA A_m (cm)	$A_m =$	ARMADURA REAL A_r (cm ²)			

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE SEGÚN EHE

COEFICIENTE ξ (cm ²)	$\xi = 1 + \sqrt{(20/d)} =$	1,894	CUANTIA ρ (Adimens.)	$\rho = A_r / (100.b.d) =$	0,003
CORTANTE DE AGOTAM. SIN ARMAD. DE CORT. V_u (Kg/m)			$V_u = 120.\xi.(10.\rho.f_{ck})^{1/3}.b.d =$		11216
CORTANTE DE CALCULO V_d (Kg/m)	$V_d =$	770	Vd < Vu NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE		
CORTANTE DE AGOTAM. CON ARMAD. DE CORT. V_u (Kg/m)			$V_u = 100.\xi.(10.\rho.f_{ck})^{1/3}.b.d =$		
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE V_{su} (Kg/m)			$V_{su} = V_d - V_u =$		
SEP. LONG. n = nº ramas/m	SEP. TRANSV. St (cm)	RESISTENCIA CORTANTE f_{td} (Kg/cm2)	$f_{td} =$		
DIAMETRO DE CALCULO Ø (mm) = $10. \sqrt{(4.V_{su}.St)/(0,9.d.\pi.n.f_{td})}$			ESTRIBOS		

PROYECTO	E.D.A.R. PARQUE EMPRESARIAL (-----)	
ESTRUCTURA	DECANTADOR SECUNDARIO	(DEC-SEC)

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO SEGÚN EHE

MURO	ARM.VERT. SECC-AA	M1	BARRA	556	SECCION Z	=	0	CARA	AGUA
ANCHO b (m)	1		CANTO h (cm)	30	RECUBRIMIENTO d' (cm)	=	5	CANTO UTIL d (cm)	25
HORMIGON	HA-30		f_{ck} (kg/cm ²)	306	$f_{cd} = f_{ck}/1.50$ (kg/cm ²)	=	204	f_{ct} (kg/cm ²)	0
ACERO	B-500-S		f_{yk} (kg/cm ²)	5100	$f_{yd} = f_{yk}/1.15$ (kg/cm ²)	=	4435	f_{yt} (kg/cm ²)	1000
ACCIONES DESFAVORAB.			PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD			γ_G	1,5	γ_G	=	1,6	γ_G	1,6
ACCIONES FAVORABLES			PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD			γ_G	1	γ_G	=	1	γ_G	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEXO - TRACCION SEGÚN EHE

MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	840	MOMENTO REDUCIDO	μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2) =$	0,007	
CUANTIA	ω	$\mu \leq 0,31$	$\omega = \mu (1+\mu) =$	0,009	ARMADURA A FLEXION	$A_{sf} \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd} =$	1,08
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	190	ARMADURA A TRACC.	$A_{st} \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_{st} = N_d/2.f_{yd} =$	0,02	
CUANTIA GEOMETRICA HORIZ.	ρ_h	$\rho_h = 0.32 \% < \rho_m$	0,32	ARMADURA NECESARIA	$A_s \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$	1,10	
CUANTIA GEOMETRICA VERT.	ρ_v	$\rho_h = 0.09 \% < \rho_m$	0,09	ARMADURA REAL $A_r \text{ (cm}^2\text{)}$		Æ 12 a 180	6,28	

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEXO - TRACCION SEGÚN BS-5337

JUNTAS DE RETRACCION COMPLETA A MENOS DE 15 m O PARCIALES A MENOS DE 7.5 m					
CLASE DE EXPOSICION	IV + Qa	ANCHO DE FISURA MAX. W (mm/m)	W = MAX PERMITIDA	0,1	
MOMENTO DE SERVICIO Ms (m.Kg/m)	Ms = Md/1,60	525,0	ARMADURA FLEXION A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} =$	1,01
TRACCION DE SERVICIO Ns (Kg/m)	Ns = Nd/1,60	118,8	ARMADURA TRACCION A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_s/2.f_{yt} =$	0,06
CUANTIA MINIMA (Ø 12) ρ_m (%)	$\rho_m (\text{Ø}12) =$	0,4 %	ARMADURA NECESARIA A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$	1,07
ARMADURA MINIMA A_m (cm)	$A_m =$	Ø 12 α 180	ARMADURA REAL A_r (cm ²)	Æ 12 a 180	6,28

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE SEGÚN EHE

COEFICIENTE ξ (cm ²)	$\xi = 1 + \sqrt{(20/d)} =$	1,894	CUANTIA ρ (Adimens.)	$\rho = A_r / (100.b.d) =$	0,003
CORTANTE DE AGOTAM. SIN ARMAD. DE CORT. Vu (Kg/m)			$V_u = 120.\xi.(10.\rho.f_{ck})^{1/3}.b.d =$		11216
CORTANTE DE CALCULO Vd (Kg/m)	Vd =	1480	Vd < Vu	NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE	
CORTANTE DE AGOTAM. CON ARMAD. DE CORT. Vu (Kg/m)			$V_u = 100.\xi.(10.\rho.f_{ck})^{1/3}.b.d =$		
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE Vsu (Kg/m)			$V_{su} = V_d - V_u =$		
SEP. LONG. n = nº ramas/m	SEP. TRANSV. St (cm)		RESISTENCIA CORTANTE ftd (Kg/cm2)	ftd =	
DIAMETRO DE CALCULO Ø (mm) = $10. \sqrt{(4.Vsu.St)/(0,9.d.\pi.n.ftd)}$			ESTRIBOS		

PROYECTO	E.D.A.R. PARQUE EMPRESARIAL (-----)	
ESTRUCTURA	DECANTADOR SECUNDARIO	(DEC-SEC)

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO SEGÚN EHE

MURO	ARM.HORIZ. Y-200	M1	BARRA	649	SECCION Z	= 100	CARA	TERRENO
ANCHO b (m)	1		CANTO h (cm)	30	RECUBRIMIENTO d' (cm)	= 5	CANTO UTIL d (cm)	25
HORMIGON	HA-30		f_{ck} (kg/cm ²)	306	$f_{cd} = f_{ck}/1.50$ (kg/cm ²)	= 204	f_{ct} (kg/cm ²)	0
ACERO	B-500-S		f_{yk} (kg/cm ²)	5100	$f_{yd} = f_{yk}/1.15$ (kg/cm ²)	= 4435	f_{yt} (kg/cm ²)	1000
ACCIONES DESFAVORAB.			PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.		VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD			γ_G	1,5	γ_G	1,6	γ_G	1,6
ACCIONES FAVORABLES			PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.		VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD			γ_G	1	γ_G	1	γ_G	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEXO - TRACCION SEGÚN EHE

MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	250	MOMENTO REDUCIDO	μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2) =$	0,002	
CUANTIA	ω	$\mu \leq 0,31$	$\omega = \mu (1+\mu) =$	0,003	ARMADURA A FLEXION	$A_{sf} \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd} =$	0,33
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	0	ARMADURA A TRACC.	$A_{st} \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_{st} = N_d/2.f_{yd} =$	0,00	
CUANTIA GEOMETRICA HORIZ.	ρ_h	$\rho_h = 0.32 \% < \rho_m$	0,32	ARMADURA NECESARIA	$A_s \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$	0,33	
CUANTIA GEOMETRICA VERT.	ρ_v	$\rho_h = 0.09 \% < \rho_m$	0,09	ARMADURA REAL	$A_r \text{ (cm}^2\text{)}$	$\varnothing 12 \text{ a } 180$	6,28	

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEXO - TRACCION SEGÚN BS-5337

JUNTAS DE RETRACCION COMPLETA A MENOS DE 15 m O PARCIALES A MENOS DE 7.5 m				
CLASE DE EXPOSICION	IV + Qa	ANCHO DE FISURA MAX. W (mm/m)	W = MAX PERMITIDA	
MOMENTO DE SERVICIO Ms (m.Kg/m)	Ms = Md/1,60	ARMADURA FLEXION A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} =$	
TRACCION DE SERVICIO Ns (Kg/m)	Ns = Nd/1,60	ARMADURA TRACCION A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_s/2.f_{yt} =$	
CUANTIA MINIMA (Ø 12) ρ_m (%)		ARMADURA NECESARIA A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$	
ARMADURA MINIMA A_m (cm)	$A_m =$	ARMADURA REAL A_r (cm ²)		

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE SEGÚN EHE

COEFICIENTE ξ (cm ²)	$\xi = 1 + \sqrt{(20/d)} =$	1,894	CUANTIA ρ (Adimens.)	$\rho = A_r / (100.b.d) =$	0,003
CORTANTE DE AGOTAM. SIN ARMAD. DE CORT.	V_u (Kg/m)		$V_u = 120.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$		11216
CORTANTE DE CALCULO V_d (Kg/m)	$V_d =$	720	Vd < Vu NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE		
CORTANTE DE AGOTAM. CON ARMAD. DE CORT.	V_u (Kg/m)		$V_u = 100.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$		
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE	V_{su} (Kg/m)		$V_{su} = V_d - V_u =$		
SEP. LONG. n = nº ramas/m	SEP. TRANSV. St (cm)		RESISTENCIA CORTANTE f_{td} (Kg/cm2)	$f_{td} =$	
DIAMETRO DE CALCULO $\varnothing$ (mm) = 10. $\sqrt{(4.Vsu.St)/(0,9.d.\pi.n.f_{td})}$			ESTRIBOS		

PROYECTO	E.D.A.R. PARQUE EMPRESARIAL (-----)	
ESTRUCTURA	DECANTADOR SECUNDARIO	(DEC-SEC)

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO SEGÚN EHE

MURO	ARM.HORIZ. Y-200	M1	BARRA	649	SECCION Z	=	100	CARA	AGUA
ANCHO b (m)	1		CANTO h (cm)	30	RECUBRIMIENTO d' (cm)	=	5	CANTO UTIL d (cm)	25
HORMIGON	HA-30		f_{ck} (kg/cm ²)	306	$f_{cd} = f_{ck}/1.50$ (kg/cm ²)	=	204	f_{ct} (kg/cm ²)	0
ACERO	B-500-S		f_{yk} (kg/cm ²)	5100	$f_{yd} = f_{yk}/1.15$ (kg/cm ²)	=	4435	f_{yt} (kg/cm ²)	1000
ACCIONES DESFAVORAB.			PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD			γ_G	1,5	γ_G	=	1,6	γ_G	1,6
ACCIONES FAVORABLES			PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD			γ_G	1	γ_G	=	1	γ_G	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEXO - TRACCION SEGÚN EHE

MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	200	MOMENTO REDUCIDO	μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2) =$	0,002	
CUANTIA	ω	$\mu \leq 0,31$	$\omega = \mu (1+\mu) =$	0,002	ARMADURA A FLEXION	$A_{sf} \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd} =$	0,27
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	15690	ARMADURA A TRACC.	$A_{st} \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_{st} = N_d/2.f_{yd} =$	1,77	
CUANTIA GEOMETRICA HORIZ.	ρ_h	$\rho_h = 0.32 \% < \rho_m$	0,32	ARMADURA NECESARIA	$A_s \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$	2,04	
CUANTIA GEOMETRICA VERT.	ρ_v	$\rho_h = 0.09 \% < \rho_m$	0,09	ARMADURA REAL $A_r \text{ (cm}^2\text{)}$		Æ 12 a 180	6,28	

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEXO - TRACCION SEGÚN BS-5337

JUNTAS DE RETRACCION COMPLETA A MENOS DE 15 m O PARCIALES A MENOS DE 7.5 m					
CLASE DE EXPOSICION	IV + Qa		ANCHO DE FISURA MAX. W (mm/m)	W = MAX PERMITIDA	0,1
MOMENTO DE SERVICIO Ms (m.Kg/m)	Ms = Md/1,60	125,0	ARMADURA FLEXION A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} =$	0,24
TRACCION DE SERVICIO Ns (Kg/m)	Ns = Nd/1,60	9806,3	ARMADURA TRACCION A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_s/2.f_{yt}$	4,90
CUANTIA MINIMA (Ø 12) ρ_m (%)	$\rho_m (\text{Ø}12) =$	0,4 %	ARMADURA NECESARIA A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st}$	5,14
ARMADURA MINIMA A_m (cm)	$A_m =$	Ø 12 α 180	ARMADURA REAL A_r (cm ²)	Æ 12 a 180	6,28

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE SEGÚN EHE

COEFICIENTE ξ (cm ²)	$\xi = 1 + \sqrt{(20/d)}$	1,894	CUANTIA ρ (Adimens.)	$\rho = A_r / (100.b.d)$	0,003
CORTANTE DE AGOTAM. SIN ARMAD. DE CORT. Vu (Kg/m)			$V_u = 120.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d$		11216
CORTANTE DE CALCULO Vd (Kg/m)	Vd =	360	Vd < Vu	NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE	
CORTANTE DE AGOTAM. CON ARMAD. DE CORT. Vu (Kg/m)			$V_u = 100.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d$		
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE V _{su} (Kg/m)			$V_{su} = V_d - V_u$		
SEP. LONG. n = nº ramas/m	SEP. TRANSV. St (cm)		RESISTENCIA CORTANTE f _{td} (Kg/cm2)	f _{td} =	
DIAMETRO DE CALCULO Ø (mm) = 10. $\sqrt{((4.V_{su}.St)/(0,9.d.\pi.n.f_{td}))}$			ESTRIBOS		

PROYECTO	E.D.A.R. PARQUE EMPRESARIAL (-----)	
ESTRUCTURA	DECANTADOR SECUNDARIO	(DEC-SEC)

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO SEGÚN EHE

MURO	ARM.HORIZ. Y-200	M1	BARRA	653	SECCION Z	=	100	CARA	TERRENO
ANCHO b (m)	1		CANTO h (cm)	30	RECUBRIMIENTO d' (cm)	=	5	CANTO UTIL d (cm)	25
HORMIGON	HA-30		f_{ck} (kg/cm ²)	306	$f_{cd} = f_{ck}/1.50$ (kg/cm ²)	=	204	f_{ct} (kg/cm ²)	0
ACERO	B-500-S		f_{yk} (kg/cm ²)	5100	$f_{yd} = f_{yk}/1.15$ (kg/cm ²)	=	4435	f_{yt} (kg/cm ²)	1000
ACCIONES DESFAVORAB.			PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD			γ_G	1,5	γ_G	=	1,6	γ_G	1,6
ACCIONES FAVORABLES			PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD			γ_G	1	γ_G	=	1	γ_G	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEXO - TRACCION SEGÚN EHE

MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	270	MOMENTO REDUCIDO	μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2) =$	0,002	
CUANTIA	ω	$\mu \leq 0,31$	$\omega = \mu (1+\mu) =$	0,003	ARMADURA A FLEXION	$A_{sf} \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd} =$	0,36
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	0	ARMADURA A TRACC.	$A_{st} \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_{st} = N_d/2.f_{yd} =$	0,00	
CUANTIA GEOMETRICA HORIZ.	ρ_h	$\rho_h = 0.32 \% < \rho_m$	0,32	ARMADURA NECESARIA	$A_s \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$	0,36	
CUANTIA GEOMETRICA VERT.	ρ_v	$\rho_h = 0.09 \% < \rho_m$	0,09	ARMADURA REAL $A_r \text{ (cm}^2\text{)}$		Æ 12 a 180	6,28	

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEXO - TRACCION SEGÚN BS-5337

JUNTAS DE RETRACCION COMPLETA A MENOS DE 15 m O PARCIALES A MENOS DE 7.5 m					
CLASE DE EXPOSICION	IV + Qa	ANCHO DE FISURA MAX. W (mm/m)	W = MAX PERMITIDA		
MOMENTO DE SERVICIO Ms (m.Kg/m)	Ms = Md/1,60	ARMADURA FLEXION A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} =$		
TRACCION DE SERVICIO Ns (Kg/m)	Ns = Nd/1,60	ARMADURA TRACCION A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_s/2.f_{yt} =$		
CUANTIA MINIMA (Ø 12) ρ_m (%)		ARMADURA NECESARIA A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$		
ARMADURA MINIMA A_m (cm)	$A_m =$	ARMADURA REAL A_r (cm ²)			

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE SEGÚN EHE

COEFICIENTE ξ (cm ²)	$\xi = 1 + \sqrt{(20/d)} =$	1,894	CUANTIA ρ (Adimens.)	$\rho = A_r / (100.b.d) =$	0,003
CORTANTE DE AGOTAM. SIN ARMAD. DE CORT. V_u (Kg/m)			$V_u = 120.\xi.(10.\rho.f_{ck})^{1/3}.b.d =$		11216
CORTANTE DE CALCULO V_d (Kg/m)	$V_d =$	750	Vd < Vu NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE		
CORTANTE DE AGOTAM. CON ARMAD. DE CORT. V_u (Kg/m)			$V_u = 100.\xi.(10.\rho.f_{ck})^{1/3}.b.d =$		
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE V_{su} (Kg/m)			$V_{su} = V_d - V_u =$		
SEP. LONG. n = nº ramas/m	SEP. TRANSV. St (cm)	RESISTENCIA CORTANTE f_{td} (Kg/cm2)	$f_{td} =$		
DIAMETRO DE CALCULO Ø (mm) = $10. \sqrt{(4.V_{su}.St)/(0,9.d.\pi.n.f_{td})}$			ESTRIBOS		

PROYECTO	E.D.A.R. PARQUE EMPRESARIAL (-----)	
ESTRUCTURA	DECANTADOR SECUNDARIO	(DEC-SEC)

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO SEGÚN EHE

MURO	ARM.HORIZ. Y-200	M1	BARRA	653	SECCION Z	=	0	CARA	AGUA
ANCHO b (m)	1		CANTO h (cm)	30	RECUBRIMIENTO d' (cm)	=	5	CANTO UTIL d (cm)	25
HORMIGON	HA-30		f_{ck} (kg/cm ²)	306	$f_{cd} = f_{ck}/1.50$ (kg/cm ²)	=	204	f_{ct} (kg/cm ²)	0
ACERO	B-500-S		f_{yk} (kg/cm ²)	5100	$f_{yd} = f_{yk}/1.15$ (kg/cm ²)	=	4435	f_{yt} (kg/cm ²)	1000
ACCIONES DESFAVORAB.			PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD			γ_G	1,5	γ_G	=	1,6	γ_G	1,6
ACCIONES FAVORABLES			PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD			γ_G	1	γ_G	=	1	γ_G	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEXO - TRACCION SEGÚN EHE

MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	230	MOMENTO REDUCIDO	μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2) =$	0,002	
CUANTIA	ω	$\mu \leq 0,31$	$\omega = \mu (1+\mu) =$	0,003	ARMADURA A FLEXION	$A_{sf} \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd} =$	0,31
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	15990	ARMADURA A TRACC.	$A_{st} \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_{st} = N_d/2.f_{yd} =$	1,80	
CUANTIA GEOMETRICA HORIZ.	ρ_h	$\rho_h = 0.32 \% < \rho_m$	0,32	ARMADURA NECESARIA	$A_s \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$	2,11	
CUANTIA GEOMETRICA VERT.	ρ_v	$\rho_h = 0.09 \% < \rho_m$	0,09	ARMADURA REAL $A_r \text{ (cm}^2\text{)}$		Æ 12 a 180	6,28	

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEXO - TRACCION SEGÚN BS-5337

JUNTAS DE RETRACCION COMPLETA A MENOS DE 15 m O PARCIALES A MENOS DE 7.5 m					
CLASE DE EXPOSICION	IV + Qa		ANCHO DE FISURA MAX. W (mm/m)	W = MAX PERMITIDA	0,1
MOMENTO DE SERVICIO Ms (m.Kg/m)	Ms = Md/1,60	143,8	ARMADURA FLEXION A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} =$	0,28
TRACCION DE SERVICIO Ns (Kg/m)	Ns = Nd/1,60	9993,8	ARMADURA TRACCION A_{st} (cm ²)	$A_{st} = Ns/2.f_{yt}$	5,00
CUANTIA MINIMA (Ø 12) ρ_m (%)	$\rho_m (\text{Ø}12) =$	0,4 %	ARMADURA NECESARIA A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st}$	5,27
ARMADURA MINIMA A_m (cm)	$A_m =$	Ø 12 α 180	ARMADURA REAL A_r (cm ²)	Æ 12 a 180	6,28

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE SEGÚN EHE

COEFICIENTE ξ (cm ²)	$\xi = 1 + \sqrt{(20/d)}$	1,894	CUANTIA ρ (Adimens.)	$\rho = A_r / (100.b.d)$	0,003
CORTANTE DE AGOTAM. SIN ARMAD. DE CORT. Vu (Kg/m)			$V_u = 120.\xi.(10.\rho.f_{ck})^{1/3}.b.d$		11216
CORTANTE DE CALCULO Vd (Kg/m)	Vd =	400	Vd < Vu	NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE	
CORTANTE DE AGOTAM. CON ARMAD. DE CORT. Vu (Kg/m)			$V_u = 100.\xi.(10.\rho.f_{ck})^{1/3}.b.d$		
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE V _{su} (Kg/m)			$V_{su} = V_d - V_u$		
SEP. LONG. n = nº ramas/m	SEP. TRANSV. St (cm)		RESISTENCIA CORTANTE f _{td} (Kg/cm2)	f _{td} =	
DIAMETRO DE CALCULO Ø (mm) = 10. $\sqrt{(4.Vsu.St)/(0,9.d.\pi.n.f_{td})}$			ESTRIBOS		

PROYECTO	E.D.A.R. PARQUE EMPRESARIAL (-----)	
ESTRUCTURA	DECANTADOR SECUNDARIO	(DEC-SEC)

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO SEGUN EHE

LOSA	L.CIMENT. SECC-AA	LM1	BARRA	267	SECCION Z	=	100	CARA	TERRENO
ANCHO b (m)		1	CANTO h (cm) =	30	RECUBRIMIENTO d' (cm) =	5		CANTO UTIL d (cm) =	25
HORMIGON	HA-30		f_{ck} (kg/cm ²) =	306	$f_{cd} = f_{ck}/1.50$ (kg/cm ²) =	204		f_{ct} (kg/cm ²) =	0
ACERO	B-500-S		f_{yk} (kg/cm ²) =	5100	$f_{yd} = f_{yk}/1.15$ (kg/cm ²) =	4435		f_{yt} (kg/cm ²) =	1000
ACCIONES DESFAVORAB.			PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD			γ_G =	1,5	γ_G =	1,6		γ_G =	1,6
ACCIONES FAVORABLES			PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD			γ_G =	1	γ_G =	1		γ_G =	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEXO - TRACCION SEGUN EHE

MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	2400	MOMENTO REDUCIDO	μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2) =$	0,019
CUANTIA ω	0,04 $\leq \mu \leq$ 0,31	$\omega = \mu (1+\mu) =$	0,024	ARMADURA A FLEXION	A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd} =$	2,78
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	0	ARMADURA A TRACC.	A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_d/2.f_{yd} =$	0,00
CUANTIA GEOMETRICA HORIZ.	ρ_h	$\rho_h = 0.18 \% < \rho_m$	0,18	ARMADURA NECESARIA	A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$	2,78
CUANTIA GEOMETRICA VERT.	ρ_v	$\rho_h = 0.18 \% < \rho_m$	0,18	ARMADURA REAL A_r (cm ²)	Æ 12 a 180		6,28

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEXO - TRACCION SEGUN BS-5337

JUNTAS DE RETRACCION COMPLETA A MENOS DE 15 m O PARCIALES A MENOS DE 7.5 m			
CLASE DE EXPOSICION	IV + Qa	ANCHO DE FISURA MAX. W (mm/m)	W = MAX PERMITIDA
MOMENTO DE SERVICIO	Ms (m.Kg/m)	Ms = Md/1,60	ARMADURA FLEXION A_{sf} (cm ²) $A_{sf} =$
TRACCION DE SERVICIO	Ns (Kg/m)	Ns = Nd/1,60	ARMADURA TRACCION A_{st} (cm ²) $A_{st} = N_s/2.f_{yt} =$
CUANTIA MINIMA(Ø 12)	ρ_m (%)		ARMADURA NECESARIA A_s (cm ²) $A_s = A_{sf} + A_{st} =$
ARMADURA MINIMA	A_m (cm)	$A_m =$	ARMADURA REAL A_r (cm ²)

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE SEGUN EHE

COEFICIENTE ξ (cm ²)	$\xi = 1 + \sqrt{(20/d)} =$	1,894	CUANTIA ρ (Adimens.)	$\rho = A_r / (100.b.d) =$	0,003
CORTANTE DE AGOTAM. SIN ARMAD. DE CORT.	V_u (Kg/m)		$V_u = 120.\xi.(10.\rho.f_{ck})^{1/3}.b.d =$		11216,2
CORTANTE DE CALCULO	V_d (Kg/m)	$V_d =$	2070	Vd < Vu NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE	
CORTANTE DE AGOTAM. CON ARMAD. DE CORT.	V_u (Kg/m)		$V_u = 100.\xi.(10.\rho.f_{ck})^{1/3}.b.d =$		
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE	V_{su} (Kg/m)		$V_{su} = V_d - V_u =$		
SEP. LONG. n = n° ramas/m	SEP. TRANSV. St (cm)		RESISTENCIA CORTANTE f_{td} (Kg/cn)	$f_{td} =$	
DIAMETRO DE CALCULO Ø (mm) = 10. $\sqrt{(4.V_{su}.St)/(0,9.d.\pi.n.f_{td})}$			ESTRIBOS		

TENSION MAXIMA TRANSMITIDA AL TERRENO

MDULO DE REACCION K (Kg/cm ³)	K =	2,00	ASIENTO MAX VERTICAL Dy (cm)	Dy =	0,32
TENSION MAXIMA ADMISIBLE DEL TERRENO σ_{ADM} (Kg/cm ²) = K.Dy		1,66	TENSION REAL SOBRE EL TERRENO σ (Kg/cm ²) = K.Dy		0,64

PROYECTO	E.D.A.R. PARQUE EMPRESARIAL (-----)	
ESTRUCTURA	DECANTADOR SECUNDARIO	(DEC-SEC)

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO SEGÚN EHE

LOSA	L.CIMENT. SECC-AA	LM1	BARRA	267	SECCION Z	=	100	CARA	AGUA
ANCHO b (m)	1		CANTO h (cm)	30	RECUBRIMIENTO d' (cm)	=	5	CANTO UTIL d (cm)	25
HORMIGON	HA-30		f_{ck} (kg/cm ²)	306	$f_{cd} = f_{ck}/1.50$ (kg/cm ²)	=	204	f_{ct} (kg/cm ²)	0
ACERO	B-500-S		f_{yk} (kg/cm ²)	5100	$f_{yd} = f_{yk}/1.15$ (kg/cm ²)	=	4435	f_{yt} (kg/cm ²)	1000
ACCIONES DESFAVORAB.			PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD			γ_G	1,5	γ_G	=	1,6	γ_G	1,6
ACCIONES FAVORABLES			PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD			γ_G	1	γ_G	=	1	γ_G	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEXO - TRACCION SEGÚN EHE

MOMENTO DE CALCULO Md (Kg.m)	Md =	940	MOMENTO REDUCIDO μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2)$	=	0,007
CUANTIA ω	$\mu \leq 0,31$	$\omega = \mu (1+\mu) =$	0,010	ARMADURA A FLEXION A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd} =$	1,20
TRACCION DE CALCULO Nd (Kg)	Nd =	3870	ARMADURA A TRACC. A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_d/2.f_{yd} =$		0,44
CUANTIA GEOMETRICA HORIZ. ρ_h	$\rho_h = 0.18 \% < \rho_m$	0,18	ARMADURA NECESARIA A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$		1,64
CUANTIA GEOMETRICA VERT. ρ_v	$\rho_h = 0.18 \% < \rho_m$	0,18	ARMADURA REAL A_r (cm ²)	Æ 12 a 180		6,28

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEXO - TRACCION SEGÚN BS-5337

JUNTAS DE RETRACCION COMPLETA A MENOS DE 15 m O PARCIALES A MENOS DE 7.5 m						
CLASE DE EXPOSICION	IV + Qa		ANCHO DE FISURA MAX. W (mm/m)	W = MAX PERMITIDA		0,1
MOMENTO DE SERVICIO Ms (m.Kg/m)	Ms = Md/1,60	587,5	ARMADURA FLEXION A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} =$		1,13
TRACCION DE SERVICIO Ns (Kg/m)	Ns = Nd/1,60	2418,8	ARMADURA TRACCION A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_s/2.f_{yt} =$		1,21
CUANTIA MINIMA (Ø 12) ρ_m (%)	$\rho_m (\text{Ø}12) =$	=0,4 % bh	ARMADURA NECESARIA A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$		2,34
ARMADURA MINIMA A_m (cm)	$A_m =$	Ø 12 α 180	ARMADURA REAL A_r (cm ²)	Æ 12 a 180		6,28

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE SEGÚN EHE

COEFICIENTE ξ (cm ²)	$\xi = 1 + \sqrt{(20/d)} =$	1,894	CUANTIA ρ (Adimens.)	$\rho = A_r / (100.b.d) =$		0,003
CORTANTE DE AGOTAM. SIN ARMAD. DE CORT. Vu (Kg/m)			$V_u = 120.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$			11216
CORTANTE DE CALCULO Vd (Kg/m)	Vd =	450	Vd < Vu	NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE		
CORTANTE DE AGOTAM. CON ARMAD. DE CORT. Vu (Kg/m)			$V_u = 100.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$			
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE Vsu (Kg/m)			$V_{su} = V_d - V_u =$			
SEP. LONG. n = nº ramas/m	SEP. TRANSV. St (cm)		RESISTENCIA CORTANTE ftd (Kg/cm2)	ftd =		
DIAMETRO DE CALCULO Ø (mm) = 10. $\sqrt{(4.Vsu.St)/(0,9.d.\pi.n.ftd)}$			ESTRIBOS			

TENSION MAXIMA TRANSMITIDA AL TERRENO

MDULO DE REACCION K (Kg/cm ³)	K =	2,00	ASIENTO MAX VERTICAL Dy (cm)	Dy =		0,32
TENSION MAXIMA ADMISIBLE DEL TERRENO σ_{ADM} (Kg/cm ²) = K.Dy		1,66	TENSION SOPORTADA POR EL TERRENO σ (Kg/cm ²) = K.Dy			0,64

PROYECTO	E.D.A.R. PARQUE EMPRESARIAL (-----)	
ESTRUCTURA	DECANTADOR SECUNDARIO	(DEC-SEC)

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO SEGÚN EHE

LOSA	L.CIMENT. SECC-AA	LM1	BARRA	265	SECCION Z	=	0	CARA	TERRENO
ANCHO b (m)	1		CANTO h (cm)	30	RECUBRIMIENTO d' (cm)	=	5	CANTO UTIL d (cm)	25
HORMIGON	HA-30		f_{ck} (kg/cm ²)	306	$f_{cd} = f_{ck}/1.50$ (kg/cm ²)	=	204	f_{ct} (kg/cm ²)	0
ACERO	B-500-S		f_{yk} (kg/cm ²)	5100	$f_{yd} = f_{yk}/1.15$ (kg/cm ²)	=	4435	f_{yt} (kg/cm ²)	1000
ACCIONES DESFAVORAB.			PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD			γ_G	1,5	γ_G	=	1,6	γ_G	1,6
ACCIONES FAVORABLES			PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD			γ_G	1	γ_G	=	1	γ_G	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEXO - TRACCION SEGÚN EHE

MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	150	MOMENTO REDUCIDO	μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2) =$	0,001	
CUANTIA	ω	$\mu \leq 0,31$	$\omega = \mu (1+\mu) =$	0,002	ARMADURA A FLEXION	$A_{sf} \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd} =$	0,20
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	0	ARMADURA A TRACC.	$A_{st} \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_{st} = N_d/2.f_{yd} =$	0,00	
CUANTIA GEOMETRICA HORIZ.	ρ_h	$\rho_h = 0.18 \% < \rho_m$	0,18	ARMADURA NECESARIA	$A_s \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$	0,20	
CUANTIA GEOMETRICA VERT.	ρ_v	$\rho_h = 0.18 \% < \rho_m$	0,18	ARMADURA REAL $A_r \text{ (cm}^2\text{)}$		Æ 12 a 180	6,28	

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEXO - TRACCION SEGÚN BS-5337

JUNTAS DE RETRACCION COMPLETA A MENOS DE 15 m O PARCIALES A MENOS DE 7.5 m					
CLASE DE EXPOSICION	IV + Qa	ANCHO DE FISURA MAX. W (mm/m)	W = MAX PERMITIDA		
MOMENTO DE SERVICIO Ms (m.Kg/m)	Ms = Md/1,60	ARMADURA FLEXION A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} =$		
TRACCION DE SERVICIO Ns (Kg/m)	Ns = Nd/1,60	ARMADURA TRACCION A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_s/2.f_{yt} =$		
CUANTIA MINIMA (Ø 12) ρ_m (%)		ARMADURA NECESARIA A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$		
ARMADURA MINIMA A_m (cm)	$A_m =$	ARMADURA REAL A_r (cm ²)			

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE SEGÚN EHE

COEFICIENTE ξ (cm ²)	$\xi = 1 + \sqrt{(20/d)} =$	1,894	CUANTIA ρ (Adimens.)	$\rho = A_r / (100.b.d) =$	0,003
CORTANTE DE AGOTAM. SIN ARMAD. DE CORT. V_u (Kg/m)			$V_u = 120.\xi.(10.\rho.f_{ck})^{1/3}.b.d =$		11216
CORTANTE DE CALCULO V_d (Kg/m)	$V_d =$	970	$V_d < V_u$	NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE	
CORTANTE DE AGOTAM. CON ARMAD. DE CORT. V_u (Kg/m)			$V_u = 100.\xi.(10.\rho.f_{ck})^{1/3}.b.d =$		
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE V_{su} (Kg/m)			$V_{su} = V_d - V_u =$		
SEP. LONG. n = nº ramas/m	SEP. TRANSV. St (cm)		RESISTENCIA CORTANTE f_{td} (Kg/cm2)	$f_{td} =$	
DIAMETRO DE CALCULO Ø (mm) = $10. \sqrt{(4.V_{su}.St)/(0,9.d.\pi.n.f_{td})}$			ESTRIBOS		

TENSION MAXIMA TRANSMITIDA AL TERRENO

MDULO DE REACCION K (Kg/cm ³)	K =	2,00	ASIENTO MAX VERTICAL Dy (cm)	Dy =	0,28
---	-----	------	------------------------------	------	------

PROYECTO	E.D.A.R. PARQUE EMPRESARIAL (-----)	
ESTRUCTURA	DECANTADOR SECUNDARIO	(DEC-SEC)

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO SEGÚN EHE

LOSA	L.CIMENT. SECC-AA	LM1	BARRA	265	SECCION Z	=	0	CARA	AGUA
ANCHO b (m)	1		CANTO h (cm)	30	RECUBRIMIENTO d' (cm)	=	5	CANTO UTIL d (cm)	25
HORMIGON	HA-30		f_{ck} (kg/cm ²)	306	$f_{cd} = f_{ck}/1.50$ (kg/cm ²)	=	204	f_{ct} (kg/cm ²)	0
ACERO	B-500-S		f_{yk} (kg/cm ²)	5100	$f_{yd} = f_{yk}/1.15$ (kg/cm ²)	=	4435	f_{yt} (kg/cm ²)	1000
ACCIONES DESFAVORAB.			PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD			γ_G	1,5	γ_G	=	1,6	γ_G	1,6
ACCIONES FAVORABLES			PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD			γ_G	1	γ_G	=	1	γ_G	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEXO - TRACCION SEGÚN EHE

MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	790	MOMENTO REDUCIDO	μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2) =$	0,006	
CUANTIA	ω	$\mu \leq 0,31$	$\omega = \mu (1+\mu) =$	0,009	ARMADURA A FLEXION	$A_{sf} \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd} =$	1,02
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	3270	ARMADURA A TRACC.	$A_{st} \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_{st} = N_d/2.f_{yd} =$	0,37	
CUANTIA GEOMETRICA HORIZ.	ρ_h	$\rho_h = 0.18 \% < \rho_m$	0,18	ARMADURA NECESARIA	$A_s \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$	1,39	
CUANTIA GEOMETRICA VERT.	ρ_v	$\rho_h = 0.18 \% < \rho_m$	0,18	ARMADURA REAL $A_r \text{ (cm}^2\text{)}$		Æ 12 a 180	6,28	

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEXO - TRACCION SEGÚN BS-5337

JUNTAS DE RETRACCION COMPLETA A MENOS DE 15 m O PARCIALES A MENOS DE 7.5 m					
CLASE DE EXPOSICION	IV + Qa		ANCHO DE FISURA MAX. W (mm/m)	W = MAX PERMITIDA	0,1
MOMENTO DE SERVICIO Ms (m.Kg/m)	Ms = Md/1,60	493,8	ARMADURA FLEXION A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} =$	0,95
TRACCION DE SERVICIO Ns (Kg/m)	Ns = Nd/1,60	2043,8	ARMADURA TRACCION A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_s/2.f_{yt} =$	1,02
CUANTIA MINIMA (Ø 12) ρ_m (%)	$\rho_m (\text{Ø}12) =$	=0,4 % bh	ARMADURA NECESARIA A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$	1,97
ARMADURA MINIMA A_m (cm)	$A_m =$	Ø 12 α 180	ARMADURA REAL A_r (cm ²)	Æ 12 a 180	6,28

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE SEGÚN EHE

COEFICIENTE ξ (cm ²)	$\xi = 1 + \sqrt{(20/d)} =$	1,894	CUANTIA ρ (Adimens.)	$\rho = A_r / (100.b.d) =$	0,003
CORTANTE DE AGOTAM. SIN ARMAD. DE CORT. Vu (Kg/m)			$V_u = 120.\xi.(10.\rho.f_{ck})^{1/3}.b.d =$		11216
CORTANTE DE CALCULO Vd (Kg/m)	Vd =	970	Vd < Vu NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE		
CORTANTE DE AGOTAM. CON ARMAD. DE CORT. Vu (Kg/m)			$V_u = 100.\xi.(10.\rho.f_{ck})^{1/3}.b.d =$		
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE Vsu (Kg/m)			$V_{su} = V_d - V_u =$		
SEP. LONG. n = nº ramas/m	SEP. TRANSV. St (cm)		RESISTENCIA CORTANTE ftd (Kg/cm2)	ftd =	
DIAMETRO DE CALCULO Ø (mm) = $10. \sqrt{(4.Vsu.St)/(0,9.d.\pi.n.ftd)}$			ESTRIBOS		

TENSION MAXIMA TRANSMITIDA AL TERRENO

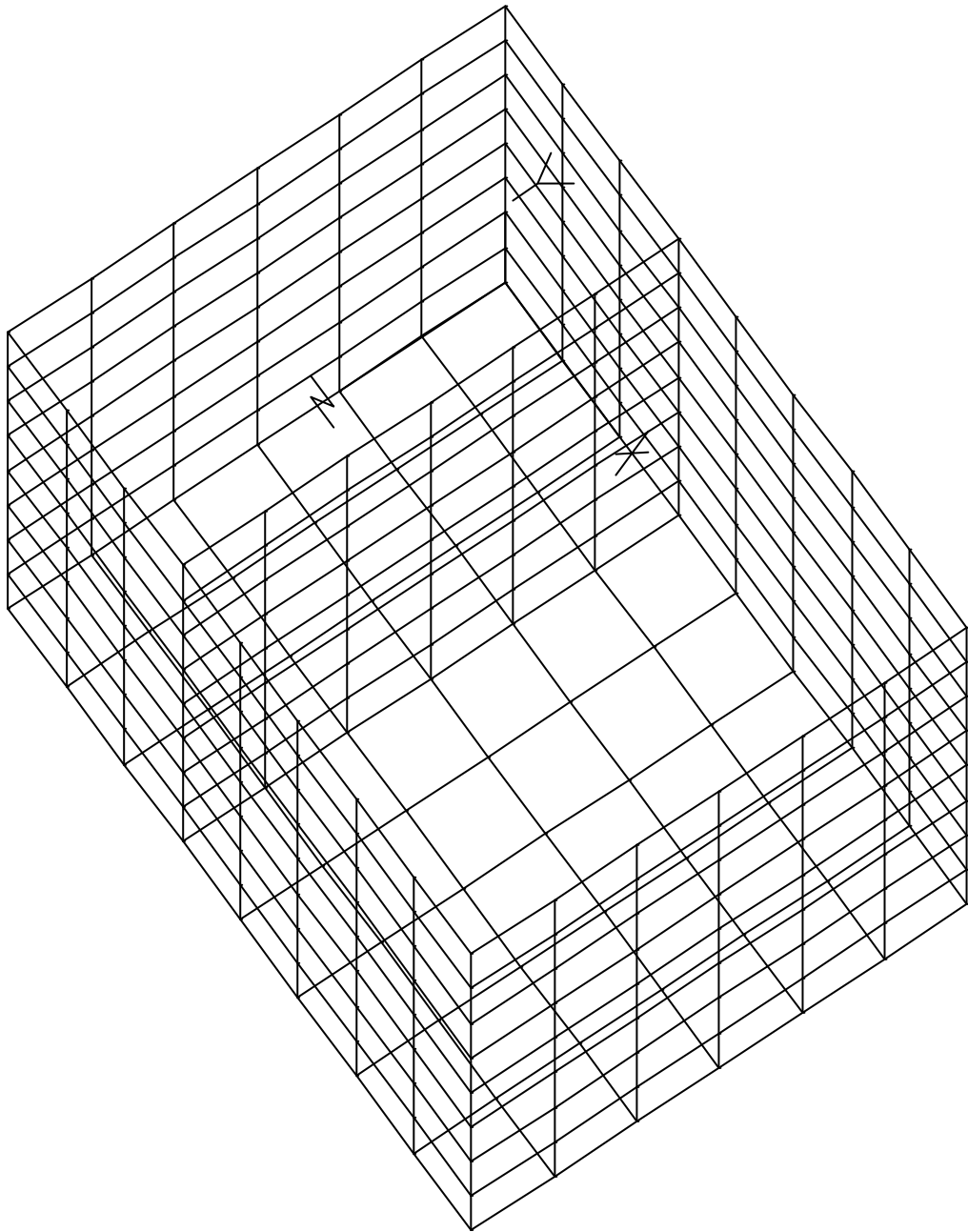
MDULO DE REACCION K (Kg/cm ³)	K =	2,00	ASIENTO MAX VERTICAL Dy (cm)	Dy =	0,28
---	-----	------	------------------------------	------	------

POZO GRUESOS Y BOMBEO

GRAFICA

PROYECTO : E.D.A.R.
ESTRUCTURA : POZO DE GRUESOS Y BOMBEO

GEOMETRIA GENERAL



GEOMETRIA BARRAS

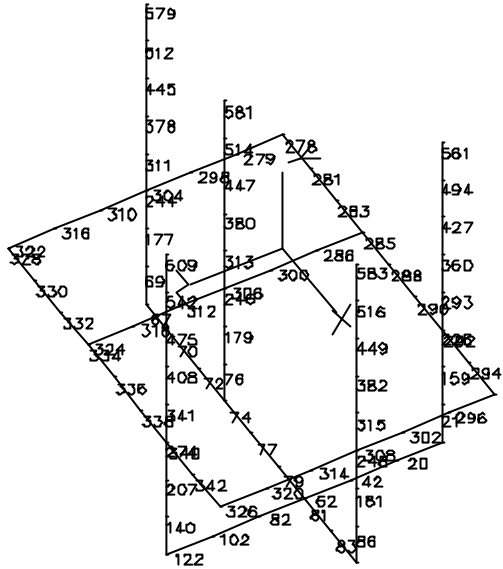


DIAGRAMA MOMENTOS FLECTORES

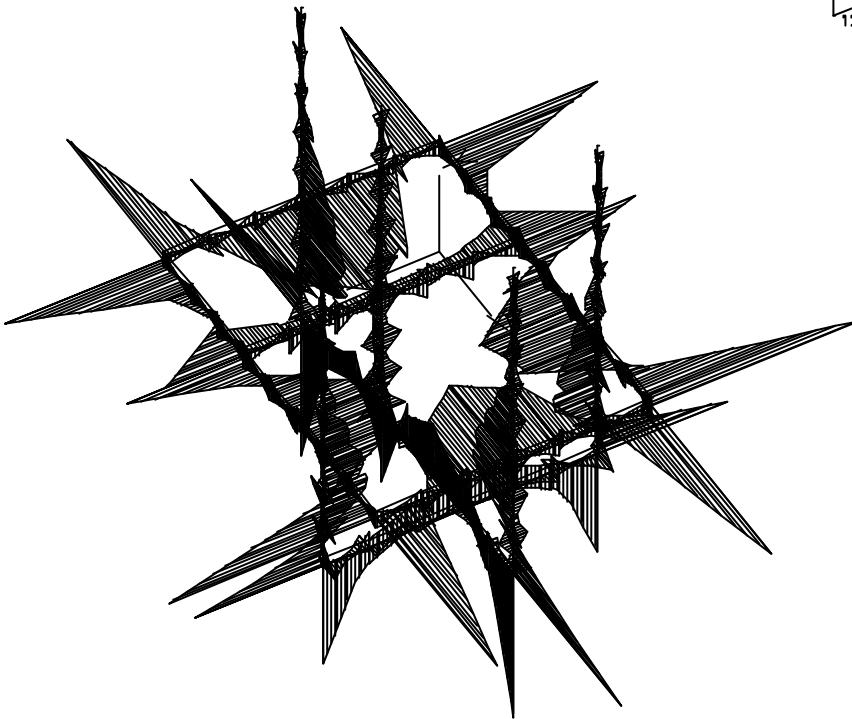
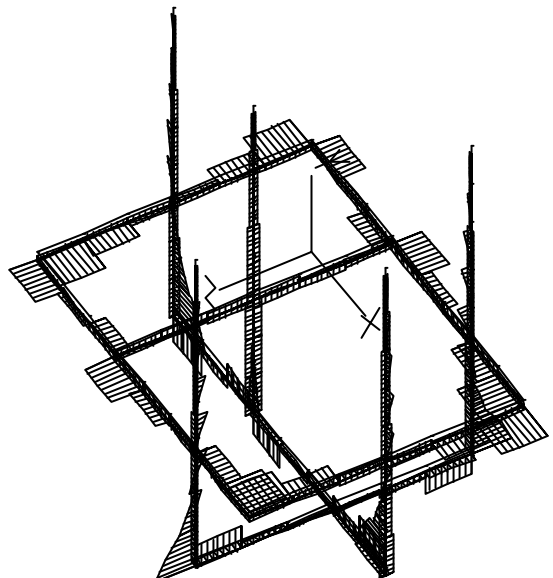
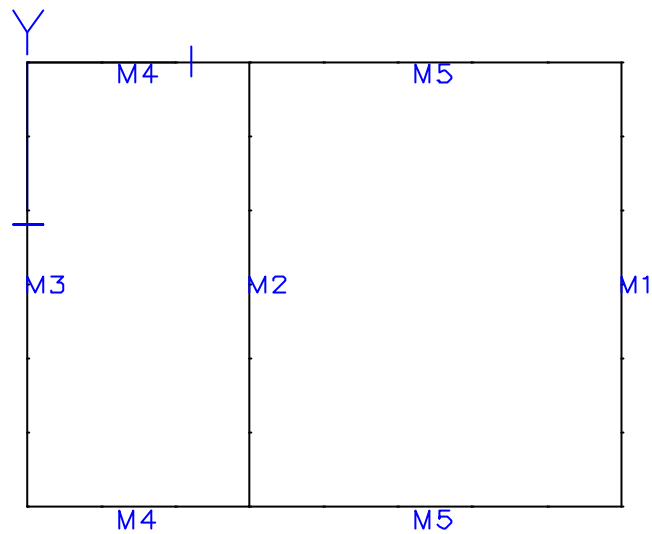


DIAGRAMA ESFUERZOS CORTANTES

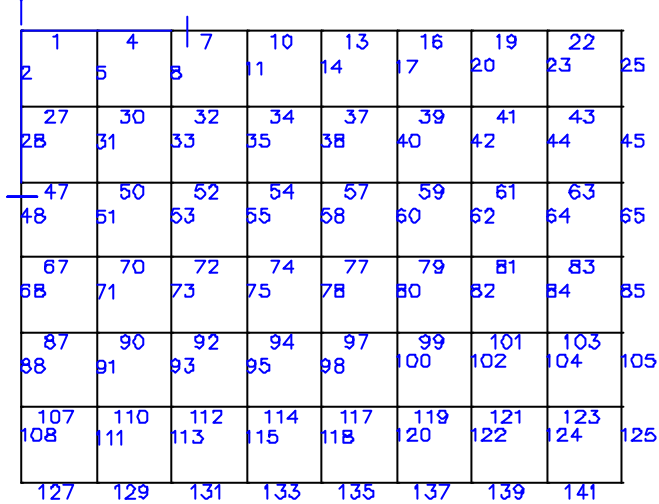


GRAFICA	
PROYECTO	: E.D.A.R.
ESTRUCTURA	: POZO DE GRUESOS Y BOMBEO

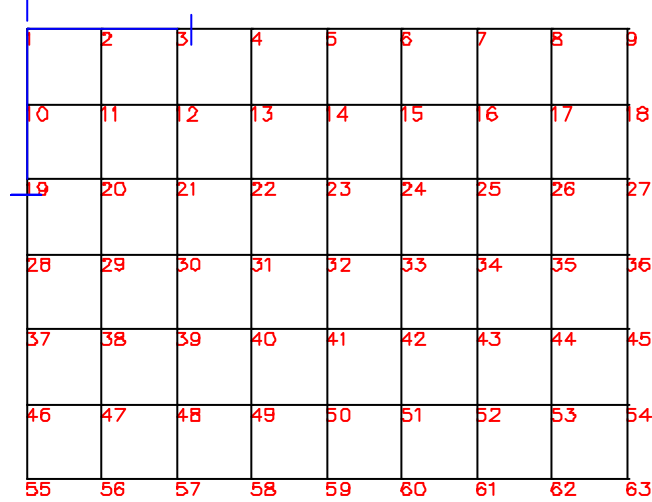
DENOMINACION DE MUROS



DENOMINACION BARRAS LOSA CIMENTACION



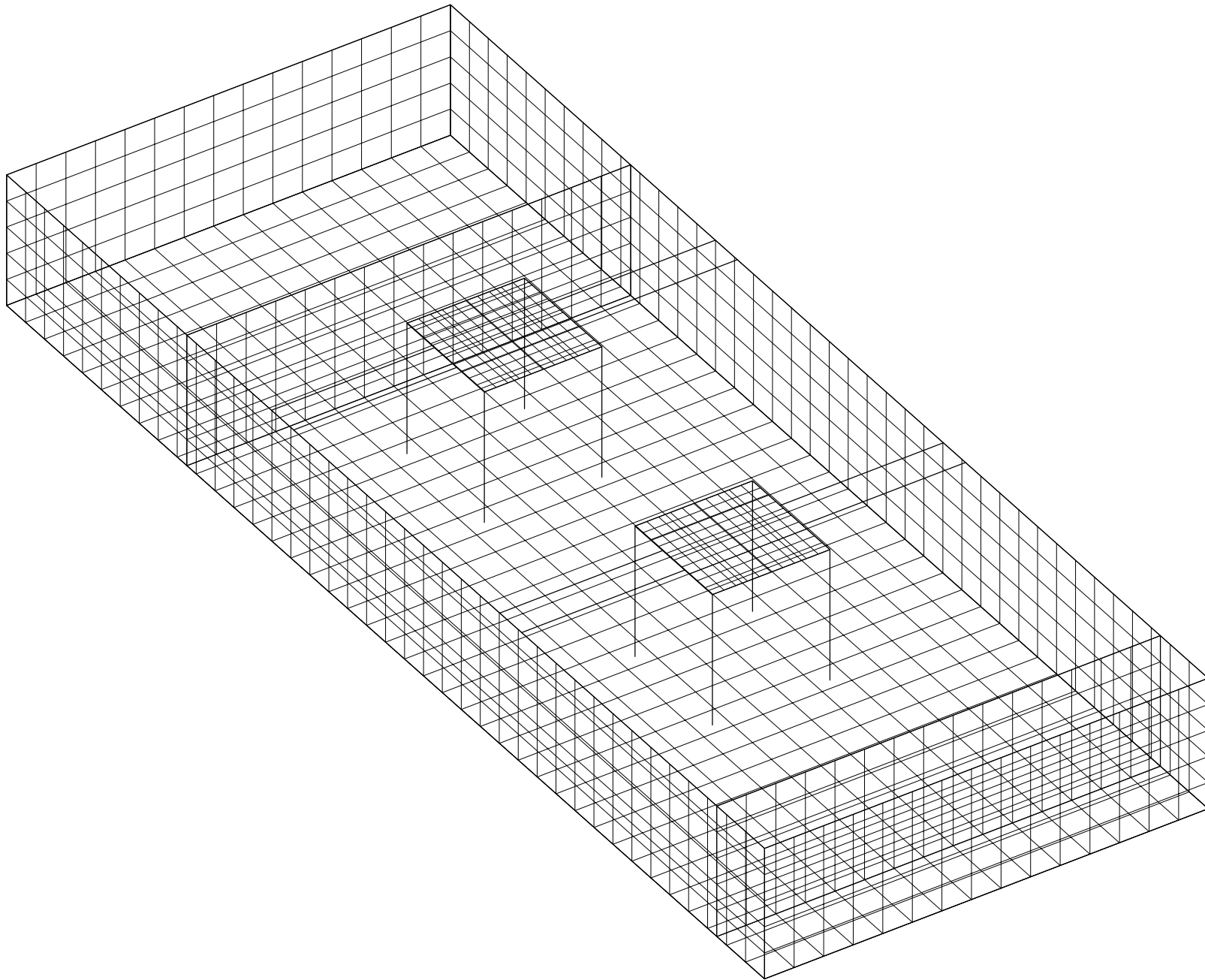
DENOMINACION NUDOS LOSA DE CIMENTACION

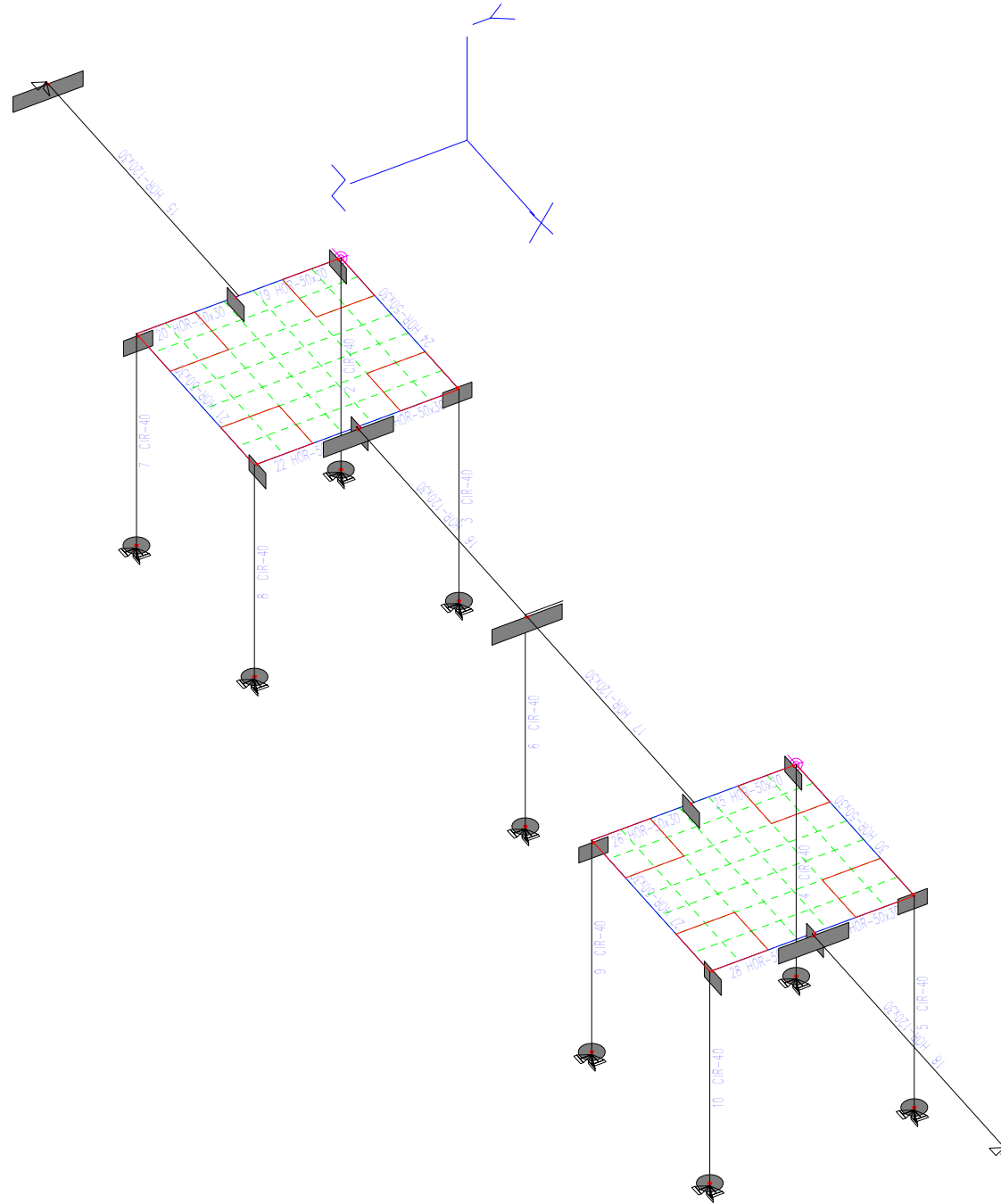


REACTOR BIOLÓGICO

PROYECTO: EDAR

ESTRUCTURA: REACTOR BIOLÓGICO





PROYECTO	E.D.A.R	PROVINCIA:	GRANADA		
ESTRUCTURA		RECINTO DE CALCULO:	REACTOR BIOLOGICO		

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO

MURO	PLANO Z=7	ARM. VERT.	M2	BARRA	897	SECCION X (cm)	=	0	CARA	AGUA				
ANCHO SECCION b (m)	1,0			CANTO h (cm)	=	30			RECUBRIMIENTO d' (cm)	=	5	CANTO UTIL d (cm)	=	25
HORMIGON	HA-30			f _{ck} (kg/cm²)	=	306			f _{cd} = f _{ck} /1,50 (kg/cm²)	=	204,0	f _{ct} (kg/cm²)	=	0
ACERO	B-500-S			f _{yk} (kg/cm²)	=	5100			f _{yd} = f _{yk} /1,15 (kg/cm²)	=	4435	f _{yt} (kg/cm²)	=	1000
ACCIONES DESFAVORAB.				PERMAN. CONST.					PERMAN. NO CONST.			VARIABLES		
COEF. SEGURIDAD				γ _G	=	1,5			γ _G	=	1,6	γ _Q	=	1,6
ACCIONES FAVORABLES				PERMAN. CONST.					PERMAN. NO CONST.			VARIABLES		
COEF. SEGURIDAD				γ _G	=	1			γ _G	=	1	γ _Q	=	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEXO - TRACCION

MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	370	MOMENTO REDUCIDO	μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2)$	=	0,003
CUANTIA ω	$0,04 \leq \mu \leq 0,31$	$\omega = \mu / (1+\mu)$	0,004	ARMADURA A FLEXION	A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd}$	=	0,49
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	0	ARMADURA A TRACCION	A_{st} (cm ²)	$A_{st} = Nd/2.f_{yd}$	=	0,00
CUANTIA GEOMETRICA HORIZONTAL : ρ_h		ρ_h	0,18%	ARMADURA NECESARIA	A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st}$	=	0,49
CUANTIA GEOMETRICA VERTICAL : ρ_v		ρ_v	0,18%	ARMADURA REAL	A_r (cm ²)	$\varnothing 12 \alpha 180$		6,28

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEXO - TRACCION

CLASE DE EXPOSICION	IV + Qb	AGRESIVIDAD MEDIA		ANCHO DE FISURA MAX.	W (mm)	W =	0,100
MOMENTO DE SERVICIO M_s (m.Kg/m)		$M_s = Md/1,60$	231,3	ARMADURA FLEXION	A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} =$	0,45
TRACCION DE SERVICIO N_s (Kg/m)		$N_s = Nd/1,60$	0,0	ARMADURA TRACCION	A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_s/2.f_{yt}$	0,00
CUANTIA MINIMA ($\varnothing 12$)	ρ_m (%)	$\rho_m (\varnothing 12) =$	0,40% b.h	ARMADURA NECESARIA	A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st}$	0,45
ARMADURA MINIMA	A_m	$A_m =$	$\varnothing 12 \alpha 180$	ARMADURA REAL	A_r (cm ²)	$\varnothing 12 \alpha 180$	6,28

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE

COEFICIENTE ξ	$\xi = 1 + (20/d)^{1/2}$	1,894	CUANTIA ρ	$\rho = A_r / (100.b.d)$	=	0,003
CORTANTE DE AGOTAMIENTO SIN ARMADURA DE CORTANTE	V_u (Kg/m)		$V_u = 120.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d$	=	11216,2	
CORTANTE DE CALCULO	V_d (Kg/m)	40	$V_d < V_u$	NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE		
CORTANTE DE AGOTAMIENTO CON ARMADURA DE CORTANTE	V_u (Kg/m)		$V_u = 100.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d$	=		
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE	V_{su} (Kg/m)		$V_{su} = V_d - V_u$	=		
SEP.LONG. Sl (cm)	$n = n^\circ$ ramas/m	$\varnothing$ (mm)	SEP.TRANSV. St (cm)	RESISTENCIA CORTANTE	f_{td} (Kg/cm ²)	$f_{td} =$
DIAMETRO DE CALC. $\varnothing$ (mm) = $10. \sqrt{((4.V_{su}.St)/(0,9.d.\pi.n.f_{td}))}$				ESTRIBOS		

PROYECTO	E.D.A.R	PROVINCIA:	GRANADA		
ESTRUCTURA		RECINTO DE CALCULO:	REACTOR BIOLOGICO		

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO

MURO	PLANO Z=7	ARM. VERT.	M2	BARRA	897	SECCION X (cm)	=	0	CARA	AGUA				
ANCHO SECCION b (m)	1,00			CANTO h (cm)	=	30			RECUBRIMIENTO d' (cm)	=	5	CANTO UTIL d (cm)	=	25
HORMIGON	HA-30			f_{ck} (kg/cm ²)	=	306			$f_{cd} = f_{ck}/1,50$ (kg/cm ²)	=	204,0	f_{ct} (kg/cm ²)	=	0
ACERO	B-500-S			f_{yk} (kg/cm ²)	=	5100			$f_{yd} = f_{yk}/1,15$ (kg/cm ²)	=	4435	f_{yt} (kg/cm ²)	=	1000
ACCIONES DESFAVORAB.				PERMAN. CONST.					PERMAN. NO CONST.			VARIABLES		
COEF. SEGURIDAD				γ_G	=	1,5			γ_G	=	1,6	γ_Q	=	1,6
ACCIONES FAVORABLES				PERMAN. CONST.					PERMAN. NO CONST.			VARIABLES		
COEF. SEGURIDAD				γ_G	=	1			γ_G	=	1	γ_Q	=	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEJO - TRACCION

MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	370	MOMENTO REDUCIDO	μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2)$	=	0,003
CUANTIA ω	$0,04 \leq \mu \leq 0,31$	$\omega = \mu / (1+\mu)$	0,004	ARMADURA A FLEXION	A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd}$	=	0,49
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	0	ARMADURA A TRACCION	A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_d/2.f_{yd}$	=	0,00
CUANTIA GEOMETRICA HORIZONTAL : ρ_h		ρ_h	0,18%	ARMADURA NECESARIA	A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st}$	=	0,49
CUANTIA GEOMETRICA VERTICAL : ρ_v		ρ_v	0,18%	ARMADURA REAL	A_r (cm ²)	$\varnothing 12 \alpha 180$		6,28

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEJO - TRACCION

CLASE DE EXPOSICION	IV + Qb	AGRESIVIDAD MEDIA		ANCHO DE FISURA MAX. W (mm/m)		W =		0,1	
MOMENTO DE SERVICIO Ms (m.Kg/m)		Ms = Md/1,60	231,3	ARMADURA FLEXION Asf (cm²)		Asf =		0,45	
TRACCION DE SERVICIO Ns (Kg/m)		Ns = Nd/1,60	0,0	ARMADURA TRACCION Ast (cm²)		Ast = Ns/2.fyt =		0,00	
CUANTIA MINIMA (Ø 12)	ρm (%)	ρμ (Ø12) = 0,40% b.h		ARMADURA NECESARIA As (cm²)		As = Asf + Ast =		0,45	
ARMADURA MINIMA	Am	Am = Ø 12 α 180		ARMADURA REAL Ar (cm²)		Ø 12 α 180		6,28	

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE

COEFICIENTE ξ	$\xi = 1 + (20/d)^{1/2} =$	1,894	CUANTIA ρ	$\rho = A_r / (100.b.d) =$	0,003
CORTANTE DE AGOTAMIENTO SIN ARMADURA DE CORTANTE	V_u (Kg/m)			$V_u = 120.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$	11216,2
CORTANTE DE CALCULO	V_d (Kg/m)	40	Vd < Vu NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE		
CORTANTE DE AGOTAMIENTO CON ARMADURA DE CORTANTE	V_u (Kg/m)			$V_u = 100.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$	
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE	V_{su} (Kg/m)			$V_{su} = V_d - V_u =$	
SEP.LONG. S_l (cm)	$n = n^\circ$ ramas/m	$\varnothing$ (mm)	SEP.TRANSV. S_t (cm)	RESISTENCIA CORTANTE f_{td} (Kg/cm ²)	$f_{td} =$
DIAMETRO DE CALC. $\varnothing$ (mm) = $10. \sqrt{(4.V_{su}.S_t)/(0,9.d.\pi.n.f_{td})}$				ESTRIBOS	

PROYECTO	E.D.A.R	PROVINCIA:	GRANADA		
ESTRUCTURA		RECINTO DE CALCULO:	REACTOR BIOLOGICO		

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO

MURO	PLANO Y=3	ARM. HORIZ.	M2	BARRA	2574	SECCION X (cm)	=	0	CARA	AGUA
ANCHO SECCION b (m)	1,00			CANTO h (cm) =	30	RECUBRIMIENTO d' (cm) =		5	CANTO UTIL d (cm) =	25
HORMIGON	HA-30			f _{ck} (kg/cm ²) =	306	f _{cd} = f _{ck} /1,50 (kg/cm ²) =		204,0	f _{ct} (kg/cm ²) =	0
ACERO	B-500-S			f _{yk} (kg/cm ²) =	5100	f _{yd} = f _{yk} /1,15 (kg/cm ²) =		4435	f _{yt} (kg/cm ²) =	1000
ACCIONES DESFAVORAB.				PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD				γ _G =	1,5	γ _G =		1,6	γ _G =	1,5
ACCIONES FAVORABLES				PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD				γ _G =	1	γ _G =		1	γ _G =	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEXO - TRACCION

MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	1230	MOMENTO REDUCIDO	μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2)$	=	0,010
CUANTIA ω	$0,04 \leq \mu \leq 0,31$	$\omega = \mu / (1+\mu)$	0,013	ARMADURA A FLEXION	A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd}$	=	1,54
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	14440	ARMADURA A TRACCION	A_{st} (cm ²)	$A_{st} = Nd/2.f_{yd}$	=	1,63
CUANTIA GEOMETRICA HORIZONTAL : ρ_h		ρ_h	0,18%	ARMADURA NECESARIA	A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st}$	=	3,17
CUANTIA GEOMETRICA VERTICAL : ρ_v		ρ_v	0,18%	ARMADURA REAL	A_r (cm ²)	$\varnothing 12 \alpha 180$		6,28

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEXO - TRACCION

CLASE DE EXPOSICION	IV + Qb	AGRESIVIDAD MEDIA		ANCHO DE FISURA MAX.	W (mm)	W = MAX POR NORMA	0,1
MOMENTO DE SERVICIO M_s (m.Kg/m)		$M_s = Md/1,60$	768,8	ARMADURA FLEXION	A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} =$	1,48
TRACCION DE SERVICIO N_s (Kg/m)		$N_s = Nd/1,60$	9025,0	ARMADURA TRACCION	A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_s/2.f_{yt}$	4,51
CUANTIA MINIMA ($\varnothing 12$)	ρ_m (%)	$\rho_m (\varnothing 12) =$	0,40% b.h	ARMADURA NECESARIA	A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st}$	5,99
ARMADURA MINIMA	A_m	$A_m =$	$\varnothing 12 \alpha 180$	ARMADURA REAL	A_r (cm ²)	$\varnothing 12 \alpha 180$	6,28

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE

COEFICIENTE ξ	$\xi = 1 + (20/d)^{1/2} =$	1,894	CUANTIA ρ	$\rho = A_r / (100.b.d) =$	0,003
CORTANTE DE AGOTAMIENTO SIN ARMADURA DE CORTANTE	V_u (Kg/m)			$V_u = 120.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$	11216,2
CORTANTE DE CALCULO	V_d (Kg/m)	290	Vd < Vu NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE		
CORTANTE DE AGOTAMIENTO CON ARMADURA DE CORTANTE	V_u (Kg/m)			$V_u = 100.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$	
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE	V_{su} (Kg/m)			$V_{su} = V_d - V_u =$	
SEP.LONG. S_l (cm)	$n = n^\circ$ ramas/m	$\varnothing$ (mm)	SEP.TRANSV. S_t (cm)	RESISTENCIA CORTANTE f_{td} (Kg/cm ²)	$f_{td} =$
DIAMETRO DE CALC. $\varnothing$ (mm) = $10. \sqrt{(4.V_{su}.S_t)/(0.9.d.\pi.n.f_{td})}$			ESTRIBOS		

PROYECTO		PROVINCIA:	GRANADA		
ESTRUCTURA		RECINTO DE CALCULO:	REACTOR BIOLOGICO		

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO

MURO	PLANO Y=3	ARM. HORIZ.	M2	BARRA	2574	SECCION X (cm)	=	0	CARA	AGUA				
ANCHO SECCION b (m)	1,00			CANTO h (cm)	=	30			RECUBRIMIENTO d' (cm)	=	5	CANTO UTIL d (cm)	=	25
HORMIGON	HA-30			f _{ck} (kg/cm ²)	=	306			f _{cd} = f _{ck} /1,50 (kg/cm ²)	=	204,0	f _{ct} (kg/cm ²)	=	0
ACERO	B-500-S			f _{yk} (kg/cm ²)	=	5100			f _{yd} = f _{yk} /1,15 (kg/cm ²)	=	4435	f _{yt} (kg/cm ²)	=	1000
ACCIONES DESFAVORAB.				PERMAN. CONST.					PERMAN. NO CONST.			VARIABLES		
COEF. SEGURIDAD				γ _G	=	1,5			γ _G	=	1,6	γ _G	=	1,5
ACCIONES FAVORABLES				PERMAN. CONST.					PERMAN. NO CONST.			VARIABLES		
COEF. SEGURIDAD				γ _G	=	1			γ _G	=	1	γ _G	=	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEXO - TRACCION

MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	1230	MOMENTO REDUCIDO	μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2) =$	0,010
CUANTIA ω	$0,04 \leq \mu \leq 0,31$	$\omega = \mu / (1+\mu) =$	0,013	ARMADURA A FLEXION	A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd} =$	1,54
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	14440	ARMADURA A TRACCION	A_{st} (cm ²)	$A_{st} = Nd/2.f_{yd} =$	1,63
CUANTIA GEOMETRICA HORIZONTAL : ρ_h		ρ_h	0,18%	ARMADURA NECESARIA	A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$	3,17
CUANTIA GEOMETRICA VERTICAL : ρ_v		ρ_v	0,18%	ARMADURA REAL	A_r (cm ²)	$\varnothing 12 \alpha 180$	6,28

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEXO - TRACCION

CLASE DE EXPOSICION	IV + Qb	AGRESIVIDAD MEDIA		ANCHO DE FISURA MAX.	W (mm)	W = MAX POR NORMA	0,1
MOMENTO DE SERVICIO Ms (m.Kg/m)		Ms = Md/1,60	768,8	ARMADURA FLEXION	A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} =$	1,48
TRACCION DE SERVICIO Ns (Kg/m)		Ns = Nd/1,60	9025,0	ARMADURA TRACCION	A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_s/2.f_{yt}$	4,51
CUANTIA MINIMA ($\varnothing 12$)	ρ_m (%)	$\rho_m (\varnothing 12) =$	0,40% b.h	ARMADURA NECESARIA	A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st}$	5,99
ARMADURA MINIMA	A_m	$A_m =$	$\varnothing 12 \alpha 180$	ARMADURA REAL	A_r (cm ²)	$\varnothing 12 \alpha 180$	6,28

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE

COEFICIENTE ξ	$\xi = 1 + (20/d)^{1/2} =$	1,894	CUANTIA ρ	$\rho = A_r / (100.b.d) =$	0,003
CORTANTE DE AGOTAMIENTO SIN ARMADURA DE CORTANTE	Vu (Kg/m)			$Vu = 120.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$	11216,2
CORTANTE DE CALCULO	Vd (Kg/m)	290	Vd < Vu NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE		
CORTANTE DE AGOTAMIENTO CON ARMADURA DE CORTANTE	Vu (Kg/m)			$Vu = 100.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$	
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE	Vsu (Kg/m)			$Vsu = Vd - Vu =$	
SEP.LONG. Sl (cm)	n = n° ramas/m	Ø (mm)	SEP.TRANSV. St (cm)	RESISTENCIA CORTANTE	f_{td} (Kg/cm²) $f_{td} =$
DIAMETRO DE CALC. Ø (mm) = 10. √((4.Vsu.St)/(0.9.d.π.n.f _{td}))			ESTRIBOS		

PROYECTO	E.D.A.R	PROVINCIA:	GRANADA		
ESTRUCTURA		RECINTO DE CALCULO:	REACTOR BIOLOGICO		

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO

LOSA CIMENT	PLANO Z=7	ARM. TRANSV.	M2	BARRA	895	SECCION X (cm)	=	0	CARA	TERRENO		
ANCHO SECCION b (m)	1,00			CANTO h (cm)	=	30		5	CANTO UTIL d (cm)	=	25	
HORMIGON	HA-30			f _{ck} (kg/cm²)	=	306		f _{cd} = f _{ck} /1,50 (kg/cm²) = 204,0		f _{ct} (kg/cm²) = 0		
ACERO	B-500-S			f _{yk} (kg/cm²)	=	5100		f _{yd} = f _{yk} /1,15 (kg/cm²) = 4435		f _{yt} (kg/cm²) = 1000		
ACCIONES DESFAVORAB.				PERMAN. CONST.				PERMAN. NO CONST.		VARIABLES		
COEF. SEGURIDAD				γ _G	=	1,5		γ _G	=	1,6		
ACCIONES FAVORABLES				PERMAN. CONST.				PERMAN. NO CONST.		VARIABLES		
COEF. SEGURIDAD				γ _G	=	1		γ _G	=	1		
										γ _G	=	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEXO - TRACCION

MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	5030	MOMENTO REDUCIDO	μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2)$	=	0,039
CUANTIA ω	$0,04 \leq \mu \leq 0,31$	$\omega = \mu / (1+\mu)$	0,040	ARMADURA A FLEXION	A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd}$	=	4,66
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	5910	ARMADURA A TRACCION	A_{st} (cm ²)	$A_{st} = Nd/2.f_{yd}$	=	0,67
CUANTIA GEOMETRICA HORIZONTAL : ρ_h		ρ_h	0,18%	ARMADURA NECESARIA	A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st}$	=	5,32
CUANTIA GEOMETRICA VERTICAL : ρ_v		ρ_v	0,18%	ARMADURA REAL	A_r (cm ²)	$\varnothing 12 \alpha 180$		6,28

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEXO - TRACCION

CLASE DE EXPOSICION	IV + Qb	AGRESIVIDAD MEDIA		ANCHO DE FISURA MAX.	W (mm)	W = MAX POR NORMA
MOMENTO DE SERVICIO M_s (m.Kg/m)		$M_s = Md/1,60$	3143,8	ARMADURA FLEXION	A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} =$
TRACCION DE SERVICIO N_s (Kg/m)		$N_s = Nd/1,60$	3693,8	ARMADURA TRACCION	A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_s/2.f_{yt} =$
CUANTIA MINIMA ($\varnothing 12$)	ρ_m (%)	$\rho_m (\varnothing 12) =$	0,40% b.h	ARMADURA NECESARIA	A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$
ARMADURA MINIMA	A_m	$A_m =$	$\varnothing 12 \alpha 180$	ARMADURA REAL	A_r (cm ²)	

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE

COEFICIENTE ξ	$\xi = 1 + (20/d)^{1/2} =$	1,894	CUANTIA ρ	$\rho = A_r / (100.b.d) =$	0,003
CORTANTE DE AGOTAMIENTO SIN ARMADURA DE CORTANTE	V_u (Kg/m)			$V_u = 120.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$	11216,2
CORTANTE DE CALCULO	V_d (Kg/m)	4460	Vd < Vu NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE		
CORTANTE DE AGOTAMIENTO CON ARMADURA DE CORTANTE	V_u (Kg/m)			$V_u = 100.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$	
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE	V_{su} (Kg/m)			$V_{su} = V_d - V_u =$	
SEP.LONG. S_l (cm)	$n = n^\circ$ ramas/m	$\varnothing$ (mm)	SEP.TRANSV. S_t (cm)	RESISTENCIA CORTANTE f_{td} (Kg/cm ²)	$f_{td} =$
DIAMETRO DE CALC. $\varnothing$ (mm) = $10. \sqrt{(4.V_{su}.S_t)/(0.9.d.\pi.n.f_{td})}$			ESTRIBOS		

CARGA MAXIMA TRANSMITIDA AL TERRENO

MODULO DE BALASTO O DE REACCION K (kg/cm3)	K =	1,36	ASIENTO MAX VERTICAL D_y (cm)	$D_y =$	0,44
TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO QADM (kg/cm2)		5,52			0,60

PROYECTO	E.D.A.R	PROVINCIA:	GRANADA		
ESTRUCTURA		RECINTO DE CALCULO:	REACTOR BIOLOGICO		

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO

LOSA CIMENT	PLANO Z=7	ARM. TRANSV.	M2	BARRA	895	SECCION X (cm)	=	0	CARA	AGUA
ANCHO SECCION b (m)	1,00			CANTO h (cm) =	30	RECUBRIMIENTO d' (cm) =	5		CANTO UTIL d (cm) =	25
HORMIGON	HA-30			f _{ck} (kg/cm²) =	306	f _{cd} = f _{ck} /1,50 (kg/cm²) =	204,0		f _{ct} (kg/cm²) =	0
ACERO	B-500-S			f _{yk} (kg/cm²) =	5100	f _{yd} = f _{yk} /1,15 (kg/cm²) =	4435		f _{yt} (kg/cm²) =	1000
ACCIONES DESFAVORAB.				PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD				γ _G =	1,5	γ _G =	1,6		γ _G =	1,5
ACCIONES FAVORABLES				PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD				γ _G =	1	γ _G =	1		γ _G =	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEXO - TRACCION

MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	0	MOMENTO REDUCIDO	μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2) =$	0,000
CUANTIA ω	$0,04 \leq \mu \leq 0,31$	$\omega = \mu (1+\mu) =$	0,000	ARMADURA A FLEXION	A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd} =$	0,00
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	5910	ARMADURA A TRACCION	A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_d/2.f_{yd} =$	0,67
CUANTIA GEOMETRICA HORIZONTAL : ρ_h		ρ_h	0,18%	ARMADURA NECESARIA	A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$	0,67
CUANTIA GEOMETRICA VERTICAL : ρ_v		ρ_v	0,18%	ARMADURA REAL	A_r (cm ²)	$\varnothing 12 \alpha 180$	6,28

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEXO - TRACCION

CLASE DE EXPOSICION	IV + Qb	AGRESIVIDAD MEDIA	ANCHO DE FISURA MAX.	W (mm)	W = MAX POR NORMA	0,1	
MOMENTO DE SERVICIO Ms (m.Kg/m)		Ms = Md/1,600,0	ARMADURA FLEXION	A _{sf} (cm ²)	A _{sf} =	0,00	
TRACCION DE SERVICIO Ns (Kg/m)		Ns = Nd/1,603693,8	ARMADURA TRACCION	A _{st} (cm ²)	A _{st} = N _s /2.f _{yt} =	1,85	
CUANTIA MINIMA (Ø 12)	ρ _m (%)	ρ _m (Ø12) =0,40% b.h	ARMADURA NECESARIA	A _s (cm ²)	A _s = A _{sf} + A _{st} =	1,85	
ARMADURA MINIMA	A _m	A _m =Ø 12 α 180	ARMADURA REAL	A _r (cm ²)	Ø 12 α 180	6,28	

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE

COEFICIENTE ξ	$\xi = 1 + (20/d)^{1/2} =$	1,894	CUANTIA ρ	$\rho = A_r / (100.b.d) =$	0,003
CORTANTE DE AGOTAMIENTO SIN ARMADURA DE CORTANTE	Vu (Kg/m)			$Vu = 120.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$	11216,2
CORTANTE DE CALCULO	Vd (Kg/m)	4460	Vd < Vu NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE		
CORTANTE DE AGOTAMIENTO CON ARMADURA DE CORTANTE	Vu (Kg/m)			$Vu = 100.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$	
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE	Vsu (Kg/m)			$Vsu = Vd - Vu =$	
SEP.LONG. Sl (cm)	n = n° ramas/m	Ø (mm)	SEP.TRANSV. St (cm)	RESISTENCIA CORTANTE	f_{td} (Kg/cm²) $f_{td} =$
DIAMETRO DE CALC. Ø (mm) = 10. √((4.Vsu.St)/(0.9.d.π.n. ftd))			ESTRIBOS		

CARGA MAXIMA TRANSMITIDA AL TERRENO

MODULO DE BALASTO O DE REACCION K (kg/cm3)	K =	1,36	ASIENTO MAX VERTICAL Dy (cm)	Dy =	0,44
TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO QADM (kg/cm2)		5,52			0,60

PROYECTO	E.D.A.R	PROVINCIA:	GRANADA		
ESTRUCTURA		RECINTO DE CALCULO:	REACTOR BIOLOGICO		

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO

MURO	PLANO Z=7	ARM. VERT.	M3	BARRA	876	SECCION X (cm)	=	0	CARA	TERRENO
ANCHO SECCION b (m)	1,0			CANTO h (cm)	30	RECUBRIMIENTO d' (cm)	=	5	CANTO UTIL d (cm)	25
HORMIGON	HA-30			f _{ck} (kg/cm²)	306	f _{cd} = f _{ck} /1,50 (kg/cm²)	=	204,0	f _{ct} (kg/cm²)	0
ACERO	B-500-S			f _{yk} (kg/cm²)	5100	f _{yd} = f _{yk} /1,15 (kg/cm²)	=	4435	f _{yt} (kg/cm²)	1000
ACCIONES DESFAVORAB.				PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD				γ _G	1,5	γ _G	=	1,6	γ _Q	1,6
ACCIONES FAVORABLES				PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD				γ _G	1	γ _G	=	1	γ _Q	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEXO - TRACCION

MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	3850	MOMENTO REDUCIDO	μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2)$	=	0,030
CUANTIA ω	$0,04 \leq \mu \leq 0,31$	$\omega = \mu / (1+\mu)$	0,035	ARMADURA A FLEXION	A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd}$	=	3,98
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	0	ARMADURA A TRACCION	A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_d/2.f_{yd}$	=	0,00
CUANTIA GEOMETRICA HORIZONTAL : ρ_h		ρ_h	0,18%	ARMADURA NECESARIA	A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st}$	=	3,98
CUANTIA GEOMETRICA VERTICAL : ρ_v		ρ_v	0,18%	ARMADURA REAL	A_r (cm ²)	$\varnothing 12 \alpha 180$		6,28

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEXO - TRACCION

CLASE DE EXPOSICION	IV + Qb	AGRESIVIDAD MEDIA		ANCHO DE FISURA MAX.	W (mm)	W =	
MOMENTO DE SERVICIO Ms (m.Kg/m)		Ms = Md/1,60		ARMADURA FLEXION	A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} =$	
TRACCION DE SERVICIO Ns (Kg/m)		Ns = Nd/1,60		ARMADURA TRACCION	A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_s/2.f_{yt}$	=
CUANTIA MINIMA ($\varnothing 12$)	ρ_m (%)	$\rho_m (\varnothing 12) =$		ARMADURA NECESARIA	A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st}$	=
ARMADURA MINIMA	A_m	$A_m =$		ARMADURA REAL	A_r (cm ²)		

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE

COEFICIENTE ξ	$\xi = 1 + (20/d)^{1/2} =$	1,894	CUANTIA ρ	$\rho = A_r / (100.b.d) =$	0,003
CORTANTE DE AGOTAMIENTO SIN ARMADURA DE CORTANTE	V_u (Kg/m)			$V_u = 120.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$	11216,2
CORTANTE DE CALCULO	V_d (Kg/m)	7940	Vd < Vu NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE		
CORTANTE DE AGOTAMIENTO CON ARMADURA DE CORTANTE	V_u (Kg/m)			$V_u = 100.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$	
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE	V_{su} (Kg/m)			$V_{su} = V_d - V_u =$	
SEP.LONG. Sl (cm)	n = nº ramas/m	Ø (mm)	SEP.TRANSV. St (cm)	RESISTENCIA CORTANTE f_{td} (Kg/cm²)	$f_{td} =$
DIAMETRO DE CALC. Ø (mm) = 10. √((4.Vsu.St)/(0.9.d.π.n. ftd))				ESTRIBOS	

PROYECTO	E.D.A.R	PROVINCIA:	GRANADA		
ESTRUCTURA		RECINTO DE CALCULO:	REACTOR BIOLOGICO		

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO

MURO	PLANO Z=7	ARM. VERT.	M3	BARRA	876	SECCION X (cm)	=	0	CARA	AGUA				
ANCHO SECCION b (m)	1,00			CANTO h (cm)	=	30			RECUBRIMIENTO d' (cm)	=	5	CANTO UTIL d (cm)	=	25
HORMIGON	HA-30			f _{ck} (kg/cm²)	=	306			f _{cd} = f _{ck} /1,50 (kg/cm²)	=	204,0	f _{ct} (kg/cm²)	=	0
ACERO	B-500-S			f _{yk} (kg/cm²)	=	5100			f _{yd} = f _{yk} /1,15 (kg/cm²)	=	4435	f _{yt} (kg/cm²)	=	1000
ACCIONES DESFAVORAB.				PERMAN. CONST.					PERMAN. NO CONST.			VARIABLES		
COEF. SEGURIDAD				γ _G	=	1,5			γ _G	=	1,6	γ _Q	=	1,6
ACCIONES FAVORABLES				PERMAN. CONST.					PERMAN. NO CONST.			VARIABLES		
COEF. SEGURIDAD				γ _G	=	1			γ _G	=	1	γ _Q	=	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEJO - TRACCION

MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	5250	MOMENTO REDUCIDO	μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2)$	=	0,041
CUANTIA ω	$0,04 \leq \mu \leq 0,31$	$\omega = \mu (1+\mu)$	0,043	ARMADURA A FLEXION	A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd}$	=	4,93
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	0	ARMADURA A TRACCION	A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_d/2.f_{yd}$	=	0,00
CUANTIA GEOMETRICA HORIZONTAL : ρ_h		ρ_h	0,18%	ARMADURA NECESARIA	A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st}$	=	4,93
CUANTIA GEOMETRICA VERTICAL : ρ_v		ρ_v	0,18%	ARMADURA REAL	A_r (cm ²)	$\varnothing 12 \alpha 180$		6,28

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEJO - TRACCION

CLASE DE EXPOSICION	IV + Qb	AGRESIVIDAD MEDIA	ANCHO DE FISURA MAX. W (mm/m)		W =	0,1	
MOMENTO DE SERVICIO Ms (m.Kg/m)		Ms = Md/1,60	ARMADURA FLEXION Asf (cm²)		Asf =	6,33	
TRACCION DE SERVICIO Ns (Kg/m)		Ns = Nd/1,60	ARMADURA TRACCION Ast (cm²)		Ast = Ns/2.fyt =	0,00	
CUANTIA MINIMA (Ø 12)	ρm (%)	0,40% b.h	ARMADURA NECESARIA As (cm²)		As = Asf + Ast =	6,33	
ARMADURA MINIMA	Am	Am =	Ø 12 α 180	ARMADURA REAL	Ar (cm²)	Ø 16 α 180	11,17

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE

COEFICIENTE ξ	$\xi = 1 + (20/d)^{1/2} =$	1,894	CUANTIA ρ	$\rho = A_r / (100.b.d) =$	0,004
CORTANTE DE AGOTAMIENTO SIN ARMADURA DE CORTANTE	V_u (Kg/m)			$V_u = 120.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$	13589,7
CORTANTE DE CALCULO	V_d (Kg/m)	7940	Vd < Vu NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE		
CORTANTE DE AGOTAMIENTO CON ARMADURA DE CORTANTE	V_u (Kg/m)			$V_u = 100.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$	
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE	V_{su} (Kg/m)			$V_{su} = V_d - V_u =$	
SEP.LONG. S_l (cm)	$n = n^\circ$ ramas/m	$\varnothing$ (mm)	SEP.TRANSV. S_t (cm)	RESISTENCIA CORTANTE f_{td} (Kg/cm ²)	$f_{td} =$
DIAMETRO DE CALC. $\varnothing$ (mm) = 10. $\sqrt{(4.V_{su}.S_t)/(0.9.d.\pi.n.f_{td})}$			ESTRIBOS		

PROYECTO	E.D.A.R	PROVINCIA:	GRANADA		
ESTRUCTURA		RECINTO DE CALCULO:	REACTOR BIOLOGICO		

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO

MURO	PLANO Y=3	ARM. HORIZ.	M3	BARRA	2553	SECCION X (cm)	=	0	CARA	TERRENO						
ANCHO SECCION b (m)				1,00		CANTO h (cm)	=	30	RECUBRIMIENTO d' (cm)	=	5	CANTO UTIL d (cm)	=	25		
HORMIGON				HA-30		f _{ck} (kg/cm ²)	=	306	f _{cd} = f _{ck} /1,50 (kg/cm ²)	=	204,0	f _{ct} (kg/cm ²)	=	0		
ACERO				B-500-S		f _{yk} (kg/cm ²)	=	5100	f _{yd} = f _{yk} /1,15 (kg/cm ²)	=	4435	f _{yt} (kg/cm ²)	=	1000		
ACCIONES DESFAVORAB.				PERMAN. CONST.					PERMAN. NO CONST.			VARIABLES				
COEF. SEGURIDAD				γ _G		=	1,5	γ _G			=	1,6	γ _G		=	1,5
ACCIONES FAVORABLES				PERMAN. CONST.					PERMAN. NO CONST.			VARIABLES				
COEF. SEGURIDAD				γ _G		=	1	γ _G			=	1	γ _G		=	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEXO - TRACCION

MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	550	MOMENTO REDUCIDO	μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2)$	=	0,004
CUANTIA ω	$0,04 \leq \mu \leq 0,31$	$\omega = \mu / (1+\mu)$	0,006	ARMADURA A FLEXION	A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd}$	=	0,72
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	5790	ARMADURA A TRACCION	A_{st} (cm ²)	$A_{st} = Nd/2.f_{yd}$	=	0,65
CUANTIA GEOMETRICA HORIZONTAL : ρ_h		ρ_h	0,18%	ARMADURA NECESARIA	A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st}$	=	1,37
CUANTIA GEOMETRICA VERTICAL : ρ_v		ρ_v	0,18%	ARMADURA REAL	A_r (cm ²)	$\varnothing 12 \alpha 180$		6,28

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEXO - TRACCION

CLASE DE EXPOSICION	IV + Qb	AGRESIVIDAD MEDIA		ANCHO DE FISURA MAX.	W (mm)	W = MAX POR NORMA
MOMENTO DE SERVICIO Ms (m.Kg/m)		Ms = Md/1,60		ARMADURA FLEXION	A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} =$
TRACCION DE SERVICIO Ns (Kg/m)		Ns = Nd/1,60		ARMADURA TRACCION	A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_s/2.f_{yt} =$
CUANTIA MINIMA ($\varnothing 12$)	ρ_m (%)	$\rho_m (\varnothing 12) =$		ARMADURA NECESARIA	A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$
ARMADURA MINIMA	A_m	$A_m =$		ARMADURA REAL	A_r (cm ²)	

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE

COEFICIENTE ξ	$\xi = 1 + (20/d)^{1/2} =$	1,894	CUANTIA ρ	$\rho = A_r / (100.b.d) =$	0,003
CORTANTE DE AGOTAMIENTO SIN ARMADURA DE CORTANTE	Vu (Kg/m)			$V_u = 120.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$	11216,2
CORTANTE DE CALCULO	Vd (Kg/m)	5550	Vd < Vu NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE		
CORTANTE DE AGOTAMIENTO CON ARMADURA DE CORTANTE	Vu (Kg/m)			$V_u = 100.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$	
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE	Vsu (Kg/m)			$V_{su} = V_d - V_u =$	
SEP.LONG. Sl (cm)	n = n° ramas/m	$\varnothing$ (mm)	SEP.TRANSV. St (cm)	RESISTENCIA CORTANTE	f_{td} (Kg/cm ²)
DIAMETRO DE CALC. $\varnothing$ (mm) = $10. \sqrt{((4.V_{su}.St)/(0,9.d.\pi.n.f_{td}))}$				ESTRIBOS	

PROYECTO	E.D.A.R	PROVINCIA:	GRANADA		
ESTRUCTURA		RECINTO DE CALCULO:	REACTOR BIOLOGICO		

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO

MURO	PLANO Y=3	ARM. HORIZ.	M3	BARRA	2553	SECCION X (cm)	=	0	CARA	AGUA				
ANCHO SECCION b (m)	1,00			CANTO h (cm)	=	30			RECUBRIMIENTO d' (cm)	=	5	CANTO UTIL d (cm)	=	25
HORMIGON	HA-30			f _{ck} (kg/cm ²)	=	306			f _{cd} = f _{ck} /1,50 (kg/cm ²)	=	204,0	f _{ct} (kg/cm ²)	=	0
ACERO	B-500-S			f _{yk} (kg/cm ²)	=	5100			f _{yd} = f _{yk} /1,15 (kg/cm ²)	=	4435	f _{yt} (kg/cm ²)	=	1000
ACCIONES DESFAVORAB.				PERMAN. CONST.					PERMAN. NO CONST.			VARIABLES		
COEF. SEGURIDAD				γ _G	=	1,5			γ _G	=	1,6	γ _G	=	1,5
ACCIONES FAVORABLES				PERMAN. CONST.					PERMAN. NO CONST.			VARIABLES		
COEF. SEGURIDAD				γ _G	=	1			γ _G	=	1	γ _G	=	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEXO - TRACCION

MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	9470	MOMENTO REDUCIDO	μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2)$	=	0,074
CUANTIA ω	$0,04 \leq \mu \leq 0,31$	$\omega = \mu/(1+\mu)$	0,080	ARMADURA A FLEXION	A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd}$	=	9,18
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	5790	ARMADURA A TRACCION	A_{st} (cm ²)	$A_{st} = Nd/2.f_{yd}$	=	0,65
CUANTIA GEOMETRICA HORIZONTAL : ρ_h		ρ_h	0,18%	ARMADURA NECESARIA	A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st}$	=	9,83
CUANTIA GEOMETRICA VERTICAL : ρ_v		ρ_v	0,18%	ARMADURA REAL	A_r (cm ²)	$\varnothing 16 \alpha 180$		11,17

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEXO - TRACCION

CLASE DE EXPOSICION	IV + Qb	AGRESIVIDAD MEDIA		ANCHO DE FISURA MAX.	W (mm)	W = MAX POR NORMA	0,1
MOMENTO DE SERVICIO M_s (m.Kg/m)		$M_s = Md/1,60$		ARMADURA FLEXION	A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} =$	19,17
TRACCION DE SERVICIO N_s (Kg/m)		$N_s = Nd/1,60$		ARMADURA TRACCION	A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_s/2.f_{yt}$	1,81
CUANTIA MINIMA ($\varnothing 12$)	ρ_m (%)	$\rho_m (\varnothing 12) =$		ARMADURA NECESARIA	A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st}$	20,98
ARMADURA MINIMA	A_m	$A_m =$		ARMADURA REAL	A_r (cm ²)	$\varnothing 25 A 180$	27,28

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE

COEFICIENTE ξ	$\xi = 1 + (20/d)^{1/2} =$	1,894	CUANTIA ρ	$\rho = A_r / (100.b.d) =$	0,011
CORTANTE DE AGOTAMIENTO SIN ARMADURA DE CORTANTE	V_u (Kg/m)			$V_u = 120.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$	18301,0
CORTANTE DE CALCULO	V_d (Kg/m)	5550	Vd < Vu NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE		
CORTANTE DE AGOTAMIENTO CON ARMADURA DE CORTANTE	V_u (Kg/m)			$V_u = 100.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$	
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE	V_{su} (Kg/m)			$V_{su} = V_d - V_u =$	
SEP.LONG. S_l (cm)	$n = n^\circ$ ramas/m	$\varnothing$ (mm)	SEP.TRANSV. S_t (cm)	RESISTENCIA CORTANTE f_{td} (Kg/cm ²)	$f_{td} =$
DIAMETRO DE CALC. $\varnothing$ (mm) = $10.\sqrt{(4.V_{su}.S_t)/(0.9.d.\pi.n.f_{td})}$			ESTRIBOS		

PROYECTO	E.D.A.R	PROVINCIA:	GRANADA		
ESTRUCTURA		RECINTO DE CALCULO:	REACTOR BIOLOGICO		

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO

LOSA CIMENT	PLANO Z=7	ARM. TRANSV.	M3	BARRA	874	SECCION X (cm)	=	0	CARA	TERRENO		
ANCHO SECCION b (m)	1,00			CANTO h (cm)	=	30	RECUBRIMIENTO d' (cm)	=	5	CANTO UTIL d (cm)	=	25
HORMIGON	HA-30			f _{ck} (kg/cm²)	=	306	f _{cd} = f _{ck} /1,50 (kg/cm²)	=	204,0	f _{ct} (kg/cm²)	=	0
ACERO	B-500-S			f _{yk} (kg/cm²)	=	5100	f _{yd} = f _{yk} /1,15 (kg/cm²)	=	4435	f _{yt} (kg/cm²)	=	1000
ACCIONES DESFAVORAB.				PERMAN. CONST.			PERMAN. NO CONST.			VARIABLES		
COEF. SEGURIDAD				γ _G	=	1,5	γ _G	=	1,6	γ _G	=	1,5
ACCIONES FAVORABLES				PERMAN. CONST.			PERMAN. NO CONST.			VARIABLES		
COEF. SEGURIDAD				γ _G	=	1	γ _G	=	1	γ _G	=	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEXO - TRACCION

MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	3870	MOMENTO REDUCIDO	μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2)$	=	0,030
CUANTIA ω	$0,04 \leq \mu \leq 0,31$	$\omega = \mu / (1+\mu)$	0,035	ARMADURA A FLEXION	A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd}$	=	3,99
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	8240	ARMADURA A TRACCION	A_{st} (cm ²)	$A_{st} = Nd/2.f_{yt}$	=	0,93
CUANTIA GEOMETRICA HORIZONTAL : ρ_h		ρ_h	0,18%	ARMADURA NECESARIA	A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st}$	=	4,92
CUANTIA GEOMETRICA VERTICAL : ρ_v		ρ_v	0,18%	ARMADURA REAL	A_r (cm ²)	$\varnothing 12 \alpha 180$		6,28

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEXO - TRACCION

CLASE DE EXPOSICION	IV + Qb	AGRESIVIDAD MEDIA		ANCHO DE FISURA MAX.	W (mm)	W = MAX POR NORMA
MOMENTO DE SERVICIO M_s (m.Kg/m)		$M_s = Md/1,60$		ARMADURA FLEXION	A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} =$
TRACCION DE SERVICIO N_s (Kg/m)		$N_s = Nd/1,60$		ARMADURA TRACCION	A_{st} (cm ²)	$A_{st} = N_s/2.f_{yt} =$
CUANTIA MINIMA ($\varnothing 12$)	ρ_m (%)	$\rho_m (\varnothing 12) =$		ARMADURA NECESARIA	A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st} =$
ARMADURA MINIMA	A_m	$A_m =$		ARMADURA REAL	A_r (cm ²)	

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE

COEFICIENTE ξ	$\xi = 1 + (20/d)^{1/2} =$	1,894	CUANTIA ρ	$\rho = A_r / (100.b.d) =$	0,003
CORTANTE DE AGOTAMIENTO SIN ARMADURA DE CORTANTE	V_u (Kg/m)			$V_u = 120.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$	11216,2
CORTANTE DE CALCULO	V_d (Kg/m)	4290	Vd < Vu NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE		
CORTANTE DE AGOTAMIENTO CON ARMADURA DE CORTANTE	V_u (Kg/m)			$V_u = 100.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$	
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE	V_{su} (Kg/m)			$V_{su} = V_d - V_u =$	
SEP.LONG. S_l (cm)	$n = n^\circ$ ramas/m	$\varnothing$ (mm)	SEP.TRANSV. S_t (cm)	RESISTENCIA CORTANTE f_{td} (Kg/cm ²)	$f_{td} =$
DIAMETRO DE CALC. $\varnothing$ (mm) = $10. \sqrt{(4.V_{su}.S_t)/(0.9.d.\pi.n.f_{td})}$			ESTRIBOS		

CARGA MAXIMA TRANSMITIDA AL TERRENO

MODULO DE BALASTO O DE REACCION K (kg/cm3)	K =	1,36	ASIENTO MAX VERTICAL D_y (cm)	$D_y =$	0,68
TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO QADM (kg/cm2)		5,52			0,92

PROYECTO	E.D.A.R	PROVINCIA:	GRANADA		
ESTRUCTURA		RECINTO DE CALCULO:	REACTOR BIOLOGICO		

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO

LOSA CIMENT	PLANO Z=7	ARM. TRANSV.	M3	BARRA	874	SECCION X (cm)	=	0	CARA	AGUA
ANCHO SECCION b (m)	1,00			CANTO h (cm) =	30	RECUBRIMIENTO d' (cm) =	5		CANTO UTIL d (cm) =	25
HORMIGON	HA-30			f _{ck} (kg/cm ²) =	306	f _{cd} = f _{ck} /1,50 (kg/cm ²) =	204,0		f _{ct} (kg/cm ²) =	0
ACERO	B-500-S			f _{yk} (kg/cm ²) =	5100	f _{yd} = f _{yk} /1,15 (kg/cm ²) =	4435		f _{yt} (kg/cm ²) =	1000
ACCIONES DESFAVORAB.				PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD				γ _G =	1,5	γ _G =	1,6		γ _G =	1,5
ACCIONES FAVORABLES				PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.			VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD				γ _G =	1	γ _G =	1		γ _G =	0

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEXO - TRACCION

MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	6170	MOMENTO REDUCIDO	μ	$\mu = Md/(f_{cd}.b.d^2)$	=	0,048
CUANTIA ω	$0,04 \leq \mu \leq 0,31$	$\omega = \mu (1+\mu)$	0,051	ARMADURA A FLEXION	A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} = (100.\omega.f_{cd}.b.d)/f_{yd}$	=	5,83
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	8240	ARMADURA A TRACCION	A_{st} (cm ²)	$A_{st} = Nd/2.f_{yd}$	=	0,93
CUANTIA GEOMETRICA HORIZONTAL : ρ_h		ρ_h	0,18%	ARMADURA NECESARIA	A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st}$	=	6,76
CUANTIA GEOMETRICA VERTICAL : ρ_v		ρ_v	0,18%	ARMADURA REAL	A_r (cm ²)	$\varnothing 16 \alpha 180$		11,17

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEXO - TRACCION

CLASE DE EXPOSICION	IV + Qb	AGRESIVIDAD MEDIA		ANCHO DE FISURA MAX.	W (mm)	W = MAX POR NORMA	0,1
MOMENTO DE SERVICIO Ms (m.Kg/m)		Ms = Md/1,60		ARMADURA FLEXION	A_{sf} (cm ²)	$A_{sf} =$	8,71
TRACCION DE SERVICIO Ns (Kg/m)		Ns = Nd/1,60		ARMADURA TRACCION	A_{st} (cm ²)	$A_{st} = Ns/2.f_{yt}$	2,58
CUANTIA MINIMA ($\varnothing 12$)	ρ_m (%)	$\rho_m (\varnothing 12) =$		ARMADURA NECESARIA	A_s (cm ²)	$A_s = A_{sf} + A_{st}$	11,28
ARMADURA MINIMA	A_m	$A_m =$		ARMADURA REAL	A_r (cm ²)	$\varnothing 20 A 180$	17,44

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE

COEFICIENTE ξ	$\xi = 1 + (20/d)^{1/2} =$	1,894	CUANTIA ρ	$\rho = A_r / (100.b.d) =$	0,007
CORTANTE DE AGOTAMIENTO SIN ARMADURA DE CORTANTE	Vu (Kg/m)			$Vu = 120.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$	15765,5
CORTANTE DE CALCULO	Vd (Kg/m)	4290	Vd < Vu NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE		
CORTANTE DE AGOTAMIENTO CON ARMADURA DE CORTANTE	Vu (Kg/m)			$Vu = 100.\xi.(10.p.f_{ck})^{1/3}.b.d =$	
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE	Vsu (Kg/m)			$Vsu = Vd - Vu =$	
SEP.LONG. Sl (cm)	n = n° ramas/m	Ø (mm)	SEP.TRANSV. St (cm)	RESISTENCIA CORTANTE	f_{td} (Kg/cm²) $f_{td} =$
DIAMETRO DE CALC. Ø (mm) = 10. √((4.Vsu.St)/(0.9.d.π.n. ftd))			ESTRIBOS		

CARGA MAXIMA TRANSMITIDA AL TERRENO

MODULO DE BALASTO O DE REACCION K (kg/cm3)	K =	1,36	ASIENTO MAX VERTICAL Dy (cm)	Dy =	0,68
TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO QADM (kg/cm2)		5,52			0,92

PROYECTO	E.D.A.R	PROVINCIA:	GRANADA		
ESTRUCTURA		RECINTO DE CALCULO:	REACTOR BIOLOGICO		

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y PARAMETROS DE CALCULO									
LOSA CIMENT	PLANO Z=5	ARM. TRANSV.	M4	BARRA	1353	SECCION X (cm)	= 0	CARA	AGUA
ANCHO SECCION b (m)	1,00			CANTO h (cm)	= 30	RECUBRIMIENTO d' (cm)	= 5	CANTO UTIL d (cm)	= 25
HORMIGON	HA-30			f _{ck} (kg/cm²)	= 306	f _{cd} = f _{ck} /1,50 (kg/cm²)	= 204,0	f _{ct} (kg/cm²)	= 0
ACERO	B-500-S			f _{yk} (kg/cm²)	= 5100	f _{yd} = f _{yk} /1,15 (kg/cm²)	= 4435	f _{yt} (kg/cm²)	= 1000
ACCIONES DESFAVORAB.				PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.		VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD				γ _G = 1,5		γ _G = 1,6		γ _G = 1,5	
ACCIONES FAVORABLES				PERMAN. CONST.		PERMAN. NO CONST.		VARIABLES	
COEF. SEGURIDAD				γ _G = 1		γ _G = 1		γ _G = 0	

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A FLEXO - TRACCION							
MOMENTO DE CALCULO	Md (Kg.m)	Md =	40	MOMENTO REDUCIDO	μ	μ = Md/(f _{cd} .b.d²) =	0,000
CUANTIA ω	0,04 ≤ μ ≤ 0,31	ω = μ (1+μ) =	0,000	ARMADURA A FLEXION	A _{sf} (cm²)	A _{sf} = (100.ω.f _{cd} .b.d)/f _{yd} =	0,05
TRACCION DE CALCULO	Nd (Kg)	Nd =	4660	ARMADURA A TRACCION	A _{st} (cm²)	A _{st} = Nd/2.f _{yd} =	0,53
CUANTIA GEOMETRICA HORIZONTAL : ρ _h		ρ _h	0,18%	ARMADURA NECESARIA	A _s (cm²)	A _s = A _{sf} + A _{st} =	0,58
CUANTIA GEOMETRICA VERTICAL : ρ _v		ρ _v	0,18%	ARMADURA REAL	A _r (cm²)	Ø 12 α 180	6,28

DIMENSIONAMIENTO POR FISURACION A FLEXO - TRACCION							
CLASE DE EXPOSICION	IV + Qb	AGRESIVIDAD MEDIA		ANCHO DE FISURA MAX.	W (mm)	W = MAX POR NORMA	0,1
MOMENTO DE SERVICIO Ms (m.Kg/m)		Ms = Md/1,60	25,0	ARMADURA FLEXION	A _{sf} (cm²)	A _{sf} =	0,05
TRACCION DE SERVICIO Ns (Kg/m)		Ns = Nd/1,60	2912,5	ARMADURA TRACCION	A _{st} (cm²)	A _{st} = Ns/2.f _{yt} =	1,46
CUANTIA MINIMA (Ø 12)	ρ _m (%)	ρ _m (Ø12) =	0,40% b.h	ARMADURA NECESARIA	A _s (cm²)	A _s = A _{sf} + A _{st} =	1,51
ARMADURA MINIMA	A _m	A _m =	Ø 12 α 180	ARMADURA REAL	A _r (cm²)	Ø 12 α 180	6,28

DIMENSIONAMIENTO POR ROTURA A CORTANTE							
COEFICIENTE ξ		ξ = 1 + (20/d) ^{1/2} =	1,894	CUANTIA ρ		ρ = A _r / (100.b.d) =	0,003
CORTANTE DE AGOTAMIENTO SIN ARMADURA DE CORTANTE		Vu (Kg/m)				Vu = 120.ξ.(10.p.f _{ck}) ^{1/3} .b.d =	11216,2
CORTANTE DE CALCULO		Vd (Kg/m)	5700	Vd < Vu NO NECESITA ARMADURA DE CORTANTE			
CORTANTE DE AGOTAMIENTO CON ARMADURA DE CORTANTE		Vu (Kg/m)				Vu = 100.ξ.(10.p.f _{ck}) ^{1/3} .b.d =	
CONTRIBUCION DE LA ARMADURA A CORTANTE		Vsu (Kg/m)				Vsu = Vd - Vu =	
SEP.LONG. Sl (cm)	n = nº ramas/m	Ø (mm)		SEP.TRANSV. St (cm)		RESISTENCIA CORTANTE f _{td} (Kg/cm²)	f _{td} =
DIAMETRO DE CALC. Ø (mm) = 10. √((4.Vsu.St)/(0,9.d.π.n. f _{td}))						ESTRIBOS	

CARGA MAXIMA TRANSMITIDA AL TERRENO							
MODULO DE BALASTO O DE REACCION K (kg/cm3)		K =	1,36	ASIENTO MAX VERTICAL Dy (cm)		Dy =	0,46
TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO QADM (kg/cm2)			5,52				0,63