GOBIERNO DE ARAGON
Instituto Aragonés del Agua

ÁREA DE INFRAESTRUCTURAS HIDRAULICAS

CLAVE:
C23/2004

TIPO:	REF. CRONOLÓGICA:
PROYECTO	**10/05**

CLASE:
CONSTRUCTIVO
TÍTULO BÁSICO:
CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO INICIAL DE LA E.D.A.R. DE EPILA

PROVINCIA:	**ZARAGOZA**
TÉRMINO MUNICIPAL:	**ÉPILA**
RÍO:	**JALÓN**

PRESUPUESTO TOTAL:	**4.278.645,69 Euros**
AUTOR DEL PROYECTO:	**Enrique García Vicente** **INGENIERO DE CAMINOS, C. Y P.**
EMPRESA CONSTRUCTORA:	**IDECONSA**

TOMO I – MEMORIA Y ANEJOS

eid
Consultores

INDICE DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO EDAR EPILA

TOMO I

DOCUMENTO I: MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJOS

Anejo n.º 1	Características generales.
Anejo n.º 2	Topografía.
Anejo n.º 3	Estudio de vertidos.
Anejo n.º 4	Geología y geotecnia.
Anejo n.º 5	Cálculos funcionales.
Anejo n.º 6	Cálculos hidráulicos.
Anejo n.º 7	Cálculos estructurales.
Anejo n.º 8	Media tensión.
Anejo n.º 9	Centro de transformación.

TOMO II

DOCUMENTO I: MEMORIA Y ANEJOS

Anejo n.º 10	Baja tensión.
Anejo n.º 11	Sistemas de control.
Anejo n.º 12	Resultados garantizados.
Anejo n.º 13	Justificación de costes de la explotación.
Anejo n.º 14	Listado ordenado de las unidades de obra por coste decreciente.
Anejo n.º 15	Justificación de precios.
Anejo n.º 16	Plan de obra.
Anejo n.º 17	Localización de acometidas. Reportaje fotográfico.
Anejo n.º 18	Estudio de seguridad y salud.

Anejo n.º 19 Estudio de inundabilidad.
Anejo n.º 20 Expropiaciones.
Anejo n.º 21 Cambios propuestos por la administración.

TOMO III

DOCUMENTO II: PLANOS

1. Plano de situación
2. Plano topográfico
3.1 Planta general
3.2 Planta general
4.1 Conexiones con el exterior. Camino de acceso.
4.2.1.0 Conexiones con el exterior. Colector emisario. Planta
4.2.1.1 Conexiones con el exterior. Colector emisario. Planta
4.2.1.2 Conexiones con el exterior. Colector emisario. Longitudinal
4.2.1.3 Conexiones con el exterior. Colector emisario. Secciones tipo
4.3.1.1 Conexiones con el exterior. Desagüe al río. Planta-longitudinal
4.3.1.2 Conexiones con el exterior. Desagüe al río. Secciones
4.3.1.3 Conexiones con el exterior. Abastecimiento de agua
5 Movimiento de tierras
6. Línea Piezométrica
7.1.1 Pretratamiento y deshidratación. Cubiertas y fachadas.
7.1.2 Pretratamiento y deshidratación. Planta interior
7.2.1 Pretratamiento y deshidratación. Formas y equipos.
7.2.2 Pretratamiento y deshidratación. Formas y equipos.
7.2.3 Pretratamiento y deshidratación. Deshidratación.
7.2.4 Pretratamiento y deshidratación. Formación de pendientes en solera.
7.3.1 Pretratamiento y deshidratación. Cimentación. Planta.
7.3.2 Pretratamiento y deshidratación. Cimentación. Vigas
7.3.3 Pretratamiento y deshidratación. Cimentación. Vigas

7.3.4 Pretratamiento y deshidratación. Cimentación. Vigas
7.3.5 Pretratamiento y deshidratación. Cimentación. Vigas
7.3.6 Pretratamiento y deshidratación. Cimentación. Vigas
7.3.7 Pretratamiento y deshidratación. Cimentación. Vigas
7.4.1 Pretratamiento y deshidratación. Estructura. Forjado.
7.4.2. Pretratamiento y deshidratación. Estructura. Pilares.
7.4.3. Pretratamiento y deshidratación. Estructura. Vigas
7.4.4. Pretratamiento y deshidratación. Estructura. Vigas
7.4.5. Pretratamiento y deshidratación. Estructura. Vigas
7.4.6. Pretratamiento y deshidratación. Estructura. Vigas
7.4.7. Pretratamiento y deshidratación. Estructura. Vigas
7.4.8 Pretratamiento y deshidratación. Desnatador y desbaste. Armados
7.4.9 Pretratamiento y deshidratación. Desnatador y desbaste. Armados
7.4.10 Pretratamiento y deshidratación. Pozo de gruesos y de bombeo. Armados
7.5.1 Pretratamiento y deshidratación.Desarenador. Formas y equipos.
7.5.2 Pretratamiento y deshidratación.Desarenador. Armados.
8.1 Pretratamiento. Medida de caudal agua bruta.
9.1.1 Biológico. Obra civil, formas.
9.1.2 Biológico. Obra civil, formas.
9.1.3 Biológico. Obra civil, formas.
9.2.1 Biológico. Obra civil. Armados.
9.2.2 Biológico. Obra civil. Armados.
9.2.3 Biológico. Obra civil. Armados.
9.2.4 Biológico. Obra civil. Armados.
9.2.5 Biológico. Obra civil. Armados.
9.3.1 Biológico. Equipos.
10.1 Decantadores secundarios. Formas
10.2 Decantadores secundarios. Armados
10.3 Decantadores secundarios. Equipos
11.1.1 Arqueta de recirculación de fangos. Formas y equipos
11.1.2 Arqueta de recirculación de fangos. Armaduras

12.1.1 Obra de salida y medida de caudal agua tratada. Formas y equipos.
12.1.2 Obra de salida y medida de caudal agua tratada. Armado obra de salida
13.1 Espesador de fangos. Obra civil, equipos.
13.2 Espesador de fangos. Obra civil, armaduras.
14.1.0 Perspectivas isométricas. Vistas 3D. Conducciones
14.1.1 Perspectivas isométricas. Vistas 3D. Conducciones
14.1.2 Perspectivas isométricas. Vistas 3D. Conducciones
14.1.3 Perspectivas isométricas. Vistas 3D. Conducciones
14.1.4 Perspectivas isométricas. Vistas 3D. Conducciones
14.1.5 Perspectivas isométricas. Vistas 3D. Conducciones
14.2.1 Perspectiva isométrica de tuberías
14.2.2 Perspectiva isométrica de tuberías
14.2.3 Perspectiva isométrica de tuberías
14.2.4 Perspectiva isométrica de tuberías
14.2.5 Perspectiva isométrica de tuberías
14.2.6 Perspectiva isométrica de tuberías
14.2.7 Perspectiva isométrica de tuberías
15.1.1 Edificio de control. Planta de distribución y alzados.
15.1.2 Edificio de control. Planta de distribución y alzados.
15.2.1 Edificio de control. Planta de cimentación.
15.2.2 Edificio de control. Planta de cimentación.
15.2.3 Edificio de control. Planta de cimentación.
15.2.4 Edificio de control. Planta de cimentación.
15.3.1 Edificio de control. Estructuras.
15.3.2 Edificio de control. Estructuras.
15.3.3 Edificio de control. Estructuras.
15.3.4 Edificio de control. Estructuras.
15.4 Edificio de control. Saneamiento y agua.
16.1 Línea de agua.
16.2.1 Línea de agua. Longitudinal by-pass
16.2.2 Línea de agua. Longitudinal línea principal

16.2.3 Línea de agua. Longitudinal línea principal. Tramo final
17.1 Línea de fangos.
17.2.1 Línea de fangos. Longitudinal. A deshidratación
17.2.2 Línea de fangos. Longitudinal. A desnatador
18 Línea de vaciados
19 Línea de servicios varios
20 Desodorización.
21.1. Urbanización.
21.2. Urbanización.
22.1.0 Instalaciones eléctricas. Media tensión. Planta.
22.1.1 Instalaciones eléctricas. Media tensión. Planta.
22.1.2 Instalaciones eléctricas. Media tensión. Planta.
22.2 Instalaciones eléctricas. Media tensión. Longitudinal.
22.3 Instalaciones eléctricas. Media tensión. Detalles.
23.1 Instalaciones eléctricas. Centro de transformación.
24.1 Instalaciones eléctricas. Baja tensión. Planta.
24.2.1 Instalaciones eléctricas. Baja tensión: esquema unifilar. (1)
24.2.2 Instalaciones eléctricas. Baja tensión: esquema unifilar. (2)
24.3.1 Instalaciones eléctricas. Baja tensión: esquema unifilar. (3)
24.3.2 Instalaciones eléctricas. Baja tensión: esquema unifilar. (4)
24.4 Instalaciones eléctricas. Baja tensión. Pretratamiento
24.5 Instalaciones eléctricas. Baja tensión. Edificio de control

TOMO IV

DOCUMENTO III: PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBRA CIVIL
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE EQUIPOS ELECTRO - MECÁNICOS.

TOMO V

DOCUMENTO IV: MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

- MEDICIONES
- CUADRO DE PRECIOS N.º 1
- CUADRO DE PRECIOS N.º 2
- PRESUPUESTOS PARCIALES
- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL
- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

PROYECTO DE E.D.A.R EN ÉPILA (ZARAGOZA)

DOCUMENTO N.º 1: MEMORIA

ÍNDICE GENERAL.

1 INTRODUCCIÓN 3
2 LISTADO DE NORMAS APLICABLES A LAS DEPURADORAS. 3
3 PARÁMETROS DE DISEÑO 4
3.1 CAUDALES 4
3.2 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA 5
3.3 RESULTADOS A OBTENER 6
3.4 CARACTERÍSTICAS DEL FANGO 6
4 DEFINICIÓN DE LA PARCELA 6
5 CONEXIONES EXTERIORES. 7
5.1 COLECTOR. 7
5.1.1 EMISARIO. 7
5.1.2 CAMINO DE ACCESO 8
5.2 CONEXIÓN DE AGUA POTABLE 8
5.3 CONEXIÓN TELEFÓNICA 8
5.4 CONEXIÓN ELECTRICA 8
6 DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LAS SOLUCIÓNES APORTADAS Y PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA PROPUESTA PRESENTADA 8
6.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS. 8
6.2 INUNDABILIDAD 9
6.3 FLOTABILIDAD. 9
6.3.1 FLOTABILIDAD DE REACTOR BIOLÓGICO. 9
6.3.2 FLOTABILIDAD DE LOS DECANTADORES SECUNDARIOS. 10
6.4 LA LÍNEA PIEZOMÉTRICA: 10
6.5 POZO DE GRUESOS Y BOMBEO 10
6.6 PRETRATAMIENTO: 11
6.7 MEDIDA DE CAUDAL DE AGUA PRETRATADA: 11
6.8 BIOLÓGICO: 11
6.9 LÍNEA DE AIRE: 12
6.10 DECANTACIÓN SECUNDARIA: 12
6.11 FUENTE DE SALIDA Y MEDIDA DE CAUDAL: 12
6.12 ARQUETA DE RECIRCULACIÓN DE FANGOS: 12
6.13 TRATAMIENTO DE FANGOS: 13
6.14 EDIFICIO DE AIRE: 13
6.15 URBANIZACIÓN: 13
6.16 EDIFICIO DE CONTROL: 13
7 CAMBIOS DEL PRESENTE PROYECTO CONSTRUCTIVO CON RESPECTO AL PROYECTO DE LICITACIÓN. 14

7.1 CAMBIOS PROMOVIDOS POR LA ADMINISTRACIÓN. 14
7.1.1 UBICACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. 14
7.1.2 INCORPORACION DEL EDIFICIO DE AIRE EN EL EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO.14
7.1.3 CAMBIO EN EL TRAZADO DEL COLECTOR. 14
7.1.4 REDEFINICION DE LA EXPLANADA FINAL 15
7.2 CAMBIOS – MEJORAS A CARGO DEL CONTRATISTA. 15
8 INSTALACIONES ELÉCTRICAS. 16
8.1 RAMAL DE ALTA TENSION EDAR. 16
8.2 CENTRO DE TRANSFORMACION EDAR. 16
8.3 CUADRO DE MANDO Y PROTECCION. 17
8.4 INSTALACIONES DE FUERZA MOTRIZ. 18
8.5 INSTALACIONES DE ALUMBRADO. 19
8.6 AUTOMATIZACION Y CONTROL. 19
8.7 INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS. 20
8.8 INSTALACIONES DE TIERRA. 21
9 DECLARACION DE OBRA COMPLETA 21
10 PROGRAMA DE TRABAJOS 21
11 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA 21
12 FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS 21
13 PRESUPUESTO 22
14 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO 24
15 CONCLUSIONES 26

MEMORIA DESCRIPTIVA

1 INTRODUCCIÓN

Este proyecto es consecuencia directa del ámbito generado por el Plan Aragonés de Saneamiento y Depuración (PASD), aprobado en Consejo de Gobierno el día 5 de junio de 2.001.

El presente proyecto de la Estación depuradora de aguas residuales de Épila contempla la definición y cálculo de la EDAR y sus equipos e incluye la descripción y definición de todas las conexiones exteriores de la EDAR.

2 LISTADO DE NORMAS APLICABLES A LAS DEPURADORAS.

1.-Artículo 149.1.23. de la Constitución Española.

2.-Directiva 91/271/CEE, de 21 de Mayo de 1991, sobre el tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas.

3.-Acuerdo del Consejo de Ministros de 17 de Febrero de 1995 por el que se aprueba el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales.

4.-Real Decreto-ley 11/1995 de 28 de Diciembre, por el que se establecen las Normas Aplicables al Tratamiento de Aguas Residuales.

5.-Ley 6/2001 de 17 de Mayo de ordenación y participación en la gestión del Agua en Aragón.

6.-Orden de 1 de Octubre de 2001, del departamento de medio ambiente, por la que se dispone la publicación del acuerdo del Gobierno de Aragón de 5 de Junio de 2001, por el que se aprueba definitivamente el plan aragonés de saneamiento y depuración.

7.-Acuerdo del Consejo de Gobierno de 23 de Marzo de 2004 por el que se anuncia un plan especial de depuración de aguas residuales.

8.-Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de Julio por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas.

9.-Real Decreto 606/03 de 23 de Mayo por el que se modifica el Real Decreto 849/1986 de 11 de Abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Publico Hidráulico que desarrolla los títulos Preliminar, I, IV, V y VIII de la ley 29/85 de 2 de Agosto de Aguas.

10.-Orden Ministerial 1873/2004 de 2 de junio por la que se aprueban los modelos oficiales para la declaración de vertido y liquidación del canon de control de vertidos...

11.-Decreto 38/2004, de 24 de febrero, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento de los vertidos de aguas residuales a las redes municipales de alcantarillado.

12.-Ley Orgánica 5/1996, de 30 de Diciembre, de reforma de la ley orgánica 8/1982 de 10 de Agosto del Estatuto de Autonomía de Aragón, modificada por la ley orgánica 6/1994, de 24 de Marzo, de reforma de dicho estatuto.

13.- Ley 7/1999, de 9 de Abril, de Administración Local de Aragón.

14.- Ley 30/1992, de 26 de Noviembre de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

15.-Ley de 16 de Diciembre de 1954 de Expropiación Forzosa.

16.-Decreto de 26 de Abril de 1957 por el que se aprueba el Reglamento de Expropiación Forzosa.

17.-Ley 7/1985, de 2 de Abril, reguladora de las Bases del Régimen Local.

18.-Real Decreto Legislativo 781/1986, de 18 de Abril, Texto Refundido de las disposiciones legales vigentes en materia de Régimen Local.

19.-Real Decreto Legislativo 2/2000, de 16 de Junio, que aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

20.-Real Decreto 1098/2001, de 12 de Octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

21.-Ley 13/2003, de 23 de mayo, Reguladora del contrato de concesión de obras públicas.

22.-Ley 25/1988, de 29 de Julio, de Carreteras.

23.- Ley 5/1999, de 25 de marzo, urbanística.

24.- Ley 6/1998, de 13 de Abril, sobre Régimen del suelo y Valoraciones.

25.-.Real Decreto Legislativo 1/1992, de 26 de Junio, que aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre el Régimen del Suelo y Ordenación Urbana.

3 PARÁMETROS DE DISEÑO

Partiendo de una población de diseño de 28.350 habitantes para el año horizonte de diseño, los parámetros de partida para el cálculo de los elementos de la Estación Depuradora son los que siguen:

3.1 CAUDALES

DESCRIPCIÓN	DISEÑO	UNIDAD
Población de Diseño		
Población de Diseño	13333	[hab]
Dotación de cálculo saneamiento	500	[l/hab·d]
Caudales de Diseño		

Caudal Medio de Diseño (Qm)	104.17 28.9 2500.08	[m^3/h] [l/s] [m^3/día]
Caudal Máximo de Diseño (Qmáx = 3*Qm)	312.51 86.8 7500	[m^3/h] [l/s] [m^3/día]
Caudal mínimo de diseño (Qmín = 0,5*Qm)	52.35 14.54 1256.4	[m^3/h] [l/s] [m^3/día]

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

Las características del agua en la presente Estación Depuradora, a los efectos de dimensionamiento, son las siguientes:

Contaminación afluente

DQO	Concentración	mg/l	650.00
	Carga diaria	kg/d	1,625.00
DBO5	Concentración	mg/l	320.00
	Carga diaria	kg/d	800.00
SS	Concentración	mg/l	370.00
	Carga diaria	kg/d	925.00
SSV	Concentración	mg/l	295.00
	Carga diaria	kg/d	737.50
NTK	Concentración	mg/l	27.50
	Carga diaria	kg/d	288.75
N-NO3	Concentración	mg/l	6.00
	Carga diaria	kg/d	15
P	Concentración	mg/l	8.00
	Carga diaria	kg/d	20.00
Aceites y grasas	Concentración	mg/l	20.00
	Carga diaria	kg/d	50.00

3.3 RESULTADOS A OBTENER

De acuerdo con la Directiva del Consejo de la Comunidad Europea de 21 de mayo de 1991 sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas (91/271/CEE), se establecen los siguientes requisitos de las aguas depuradas, entendiéndose que los valores aportados son mínimos exigibles tanto en porcentaje de reducción como en concentración.

Contaminación efluente

DQO	Concentración	mg/l	125.00
	Carga diaria	kg/d	312.50
	Rendimiento	%	81%
DBO5	Concentración	mg/l	25.00
	Carga diaria	kg/d	62.50
	Rendimiento	%	92%
SS	Concentración	mg/l	35.00
	Carga diaria	kg/d	87.50
	Rendimiento	%	91%

Además el agua estará ausente de turbidez y no tendrá olor desagradable.

3.4 CARACTERÍSTICAS DEL FANGO

El fango procedente del proceso tendrá las siguientes características, entendiéndose que los valores aportados son mínimos exigibles:

Contenido en MS en el fango >	%	18.00
Relación MSV/MS en el fango >	%	60.00

4 DEFINICIÓN DE LA PARCELA

Para la definición de la parcela se realizó un levantamiento topográfico de los campos que la componen, de las parcelas contiguas, y los caminos que la bordean. La superficie de la parcela es de 12.434 m2 distribuidos de manera regular con una geometría poligonal triangular.

No obstante, por motivos de no afección a linderos se ha considerado importante guardar un retranqueo (de magnitud variable) con respecto al límite de propiedad. Por ello la superficie real afectada es de 10.947 m2.

La Estación Depuradora se encuentra en una parcela en la margen derecha del río Jalón, limitando con la carretera autonómica A-2304 Épila - Rueda de Jalón y a unos 60 m. del río jalón.

5 CONEXIONES EXTERIORES.

5.1 COLECTOR.

El colector parte de la zona baja de la población de Épila, al norte de la misma, al norte de la misma, donde recoge el caudal del único punto de vertido existente situado 600 m aguas arriba de la EDAR.

Se disponen aliviaderos en los puntos de conexión para aliviar los caudales punta provocados por las lluvias siempre y cuando superen los umbrales que marca el Pliego. Los aliviaderos desaguaran a una acequia cercana que va a parar al río Jalón.

Todo el trazado se diseña con tubería de hormigón con enchufes tipo campana para saneamiento, de diámetro nominal 600 mm. Se dispone sobre una cama de hormigón hasta la generatriz central de la tubería más una constante "c" especificada en los planos de detalle. Se rellenará la excavación con arena hasta una altura de la mitad del diámetro más 0.5 m desde la superficie de la cama de hormigón y por encima de la arena con material procedente de la excavación hasta la superficie. La zanja podrá compartirse con la línea de abastecimiento de agua circulando ésta siempre por encima del colector.

El tramo presenta una longitud total de 1106 m.

Discurre todo el colector por un camino vecinal que arranca junto a las piscinas municipales, cruzando dos acequias y con una pendiente media del 3 por mil.

En cuanto a la excavación, el colector discurre en materiales de los abanicos pliocuaternarios y en los procedentes de su degradación, todos ellos de naturaleza limoarenosa y granular con espesores importantes, teniendo en cuenta las profundidades de excavación previstas no se alcanzará el sustrato. Salvo en tramos muy concretos no se prevé la excavación bajo nivel freático.

En general se prevén taludes estables 1H:3V. Para profundidades superiores a 4 m se prevén bermas.

5.1.1 EMISARIO.

Se diseña con tubería Hormigón armado, de diámetro 600 mm. con enchufes tipo campana y sección tipo igual que los tramos de llegada a la EDAR.

Presenta una longitud total de 140 m.

La conducción efluente parte de la EDAR por la zona más cercana al Río Jalón y se dirige al mismo a través de varios caminos agrícolas, cruzando un barranco y pasando por detrás de la toma de aguas de Épila, desaguando más debajo de ésta en el río Jalón.

5.1.2 CAMINO DE ACCESO

El camino de acceso se inicia en la carretera A-2304. Aproximadamente a 1.8 Km de Épila, y es extremadamente corto ya que la parcela linda con el margen de la carretera.

Los planos que reflejan el trazado son 4.1.1

Se acondicionará la entrada hasta llegar a la zona de la parcela y se pavimentará el firme.

La sección tipo del camino se encuentra definida en el plano número 4.1.1.

5.2 CONEXIÓN DE AGUA POTABLE

El punto de conexión se proyecta en las proximidades de la A-2304. El trazado discurre paralelo al trazado del colector, pudiendo aprovecharse la misma zanja.

La conducción tiene un diámetro de 63 mm y 6 atm. de presión. Es de polietileno.

El punto de enganche es el sistema de agua potable municipal.

La sección tipo de la conducción está definida en el plano número 19.

5.3 CONEXIÓN TELEFÓNICA

La conexión telefónica se realiza en una línea que discurre próxima a la parcela. El punto de conexión a sido facilitado por Telefónica y dista unos 800 metros de la parcela.

5.4 CONEXIÓN ELECTRICA

La conexión eléctrica se ha proyectado aérea mediante cable LA-56, sección 54.6 mm y carga de rotura de 1666 Kg. Es una instalación aerea, con una tensión nominal de 15 kV.

Su trazado se encuentra definido en planta y en alzado en el grupo de planos Nº 22.

6 DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LAS SOLUCIÓNES APORTADAS Y PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA PROPUESTA PRESENTADA

6.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS.

El plano de la rasante (horizontal), viene condicionado por el estudio hidrológico. Este estudio (anejo 19) recomienda subir la cota de la parcela para evitar posibles inundaciones, quedando ésta alrededor de la 102,35 m de altura de coordenadas relativas.

No obstante, con la intención de obtener un margen adecuado de seguridad, una vez culminada la construcción de todos los aparatos, se procederá a elevar

la rasante definitiva de toda la EDAR hasta una cota mínima entorno a la 102,74.

6.2 INUNDABILIDAD

En el actual Proyecto Constructivo se ha realizado un nuevo estudio de inundabilidad, ampliación del realizado en el Proyecto de Licitación.

Esta ampliación del estudio, corrobora los resultados obtenidos en el primero, obteniéndose como parámetros mas relevantes los siguientes:

Avenida de 500 años,

- Cota máxima del agua sin EDAR: 102,21
- Cota máxima del agua sin EDAR: 102,24
- Velocidad del agua sin EDAR: 0,79 m/s
- Velocidad del agua sin EDAR: 0,97 m/s

Por lo anterior, la cota de la rasante en tierras es la 102,35, superior a la cota de máxima avenida.

Complementariamente, todos los elementos tienen su coronación a una cota superior a la 102,35, evitando de esta forma que en caso de avenida pudiese entrar el agua en su interior.

Además en el presente Proyecto se ha repasado la medición de movimiento de tierras, para contrastar que su magnitud es correcta y está acorde con las cifras expuestas en el Presupuesto. Por ello, como se hacía hincapié en el apartado anterior se ha procedido a un relleno suplementario hasta la cota 102,74 (como mínimo) en las zonas libres de construcción.

6.3 FLOTABILIDAD.

Teniendo en cuenta el estudio de inundabilidad reflejado en el Anejo 19 es previsible que en la avenida de 500 años la cota del agua llegue hasta el nivel 102,24. Ello conlleva a la necesidad de comprobar la flotabilidad de los tanques de mayor dimensiones, es decir, biológicos y secundarios.

6.3.1 FLOTABILIDAD DE REACTOR BIOLÓGICO.

Para comprobar su flotabilidad supondremos que es situación de máxima avenida, el tanque se encuentra vacío.

Debido a la cota del agua, (102,24) se estima que la presión a la que está sometida su base inferior (cota 98,15) es de 4,09 m.c.a.

La superficie de dicha base es de 926 m2.

Por lo anterior, la fuerza en dirección ascensional es de 3.787 tn.

Para equilibrar esta fuerza debemos tener en cuenta

- la colaboración del hormigón (1.300 m3 ejercen una fuerza de 3.250 tn)

- la colaboración de la tierras colocadas sobre el talón de la solera (con un perímetro de solera de 121,55 m y un peso de tierras por metro de 4,64 tm/m) ejerce una fuerza total de 563.99 tn
- La suma de fuerzas descensionales es de 5.814 tn

Con lo anterior, la fuerza neta resulta descendente, con una magnitud de 27 tn, por lo cual, no será necesario disponer de elementos antisubpresión.

6.3.2 FLOTABILIDAD DE LOS DECANTADORES SECUNDARIOS.

Las hipótesis de partida son las mismas que para el reactor:

- Situación de máxima avenida, cota del agua, (102,24).
- Tanque vacío.

La presión a la que está sometida la base inferior (cota 98,66) es de 3,58 m.c.a.

La superficie de dicha base es de 124.70 m2.

Por lo anterior, la fuerza en dirección ascensional es de 446,43 tn.

Para equilibrar esta fuerza debemos tener en cuenta

- la colaboración del hormigón (157 m3 ejercen una fuerza de 392,5 tn)
- la colaboración de la tierras colocadas sobre el talón de la solera (con un perímetro de solera de 39,58 m y un peso de tierras por metro de 4,20 tm/m) ejerce una fuerza total de 166,24 tn
- La suma de fuerzas descensionales es de 558,74 tn

Con lo anterior, la fuerza neta resulta descendente, con una magnitud de 112 tn, por lo cual, no será necesario disponer de elementos antisubpresión.

6.4 LA LÍNEA PIEZOMÉTRICA:

La línea piezométrica de la planta se ha calculado para que el nivel de agua quede siempre ligeramente por encima del pie del observador, quedando las fábricas del biológico y de los decantadores secundarios al menos 90 cm por encima del terreno. Lógicamente al dotar a la parcela de las pendientes correspondientes estas alturas están comprendidas entre valores de 0.90 y 1.15, medidas que igualmente respetan la escala humana de accesibilidad.

6.5 POZO DE GRUESOS Y BOMBEO

Se sitúa dentro del edificio de pretratamiento. Se proyecta con pozo de gruesos provisto de bivalva y reja manual de gruesos, posteriormente tamiz y otra reja manual de medios en paralelo y por fin el pozo de bombeo. En la resolución de este pozo de bombeo se ha tratado de resolver sobre todo la accesibilidad para el mantenimiento. La profundidad y dimensiones resultantes del mismo nos sugieren resolver los accesos al interior mediante una escalera metálica. De esta manera

conseguimos una operatividad cómoda de las bombas y válvulas de estas y además reducimos la altura necesaria de los tamices, consiguiendo un ahorro de espacio y de equipo. La extracción de las cestas de escurridos se realizará mediante polipasto eléctrico.

6.6 PRETRATAMIENTO:

Compacidad en la forma y distribución del pretratamiento, configurando una estructura lineal estirada en la que van destacando los distintos volúmenes.

El cerramiento se ejecutará con bloque de hormigón de 40x20x20 cm. La cubierta se ejecutará con forjado de vigueta y bovedilla, tendrá formación de pendientes que conducirán el agua de lluvia hasta en suelo por medio de bajantes de PVC según.

El recorrido de todos los elementos que registran un mantenimiento más frecuente puede realizarse sin salir del edificio, estando conectados el desbaste, desarenado desengrasado, sala de soplantes del desarenado, sala de cuadros eléctricos, deshidratación, espesador de fangos y desodorización.

Las escaleras proyectadas son en hormigón, así como en casi toda la planta para minimizar el mantenimiento y prolongar su vida útil.

La desodorización en cubierta cumple dos propósitos, por un lado acceder a los distintos puntos de aspiración ordenadamente, y aproximadamente al mismo nivel, y por otro lado la colocación elevada favorece la difusión de los olores a la atmósfera.

6.7 MEDIDA DE CAUDAL DE AGUA PRETRATADA:

Se realiza a la salida del desarenado – desengrasado en una arqueta de escasa profundidad, cubierta mediante rejilla tramex para su inspección visual y mantenimiento. La medida de caudal va provista de un by pass para evitar problemas de mantenimiento. Va provista también de una válvula motorizada comandada por el caudalímetro para estrangular la afluencia de agua a la planta para caudales superiores a los máximos de cálculo. El vertido del agua sobrante se produce en el desarenado por el vertedero proyectado al efecto.

6.8 BIOLÓGICO:

Se ha realizado un despiece de las parrillas en mallas de 4 ramales, cada parrilla es autónoma y dispone de una válvula de seccionamiento. El material de construcción de dichas parrillas es tubería milimétrica de PVC.

Su volumen es de 3900 m3 dispuestos en dos líneas paralelas.

6.9 LÍNEA DE AIRE:

Con respecto a la línea de aire que abastecen los difusores, se colocan caudalímetros al inicio de los ramales de cada parte del canal, con el fin de poder ajustar los caudales en cada zona de aireación en función de las medidas de potencial REDOX en la zona anóxica, de esta manera, podemos limitar el crecimiento de los microorganismos filamentosos en el reactor biológico. Otra característica a destacar en el biológico es que la salida de aguas se produce por orificio sumergido, sin embargo en el mismo lugar de salida se dota de una compuerta tipo vagón de manera que pueda producirse la evacuación también por vertedero, de esta manera puede controlarse la evacuación de flotantes.

6.10 DECANTACIÓN SECUNDARIA:

Con respecto a la decantación secundaria, se proyecta con el canal vertedero hacia el exterior del decantador, esto favorece la relación del agua con el observador dejando que el "rió"" discurra a sus pies. Esta disposición evita que los visitantes se asomen directamente al decantador y al puente barredor. Por otro lado también se facilita las labores de nivelación del vertedero y la seguridad en la realización de esas tareas.
El diámetro de los dos tanques es de 12 m.

6.11 FUENTE DE SALIDA Y MEDIDA DE CAUDAL:

Se trata de una obra sencilla de forma circular en planta y escalonada según se define en los planos, con un vertedero también circular. Precediendo a esta fuente, se encuentra el edificio de bombeo de agua tratada. En dicho edificio se coloca el caudalímetro de agua tratada con el correspondiente by pass, el grupo de bombeo de agua tratada y el tratamiento de filtración mediante los filtros de cartucho. De esta manera minimizamos la altura de aspiración.

6.12 ARQUETA DE RECIRCULACIÓN DE FANGOS:

Se concentran las bombas de recirculación de fangos, fangos en exceso y sobrenadantes. Esta arqueta queda ligeramente sobre el terreno, emergiendo de ella en acero inoxidable las correspondientes tuberías de impulsión que se van conectando a la tubería general también en inoxidable hasta que se introducen en el terreno cambiando la tipología de la misma a fundición. En la tubería general emergente situada al borde de la arqueta se colocan los caudalímetros electromagnéticos, quedando a la intemperie y a mano del observador. Esta disposición a la intemperie es menos agresiva para los caudalímetros que el ambiente de humedad que se produce en las arquetas tradicionales.

Los vaciados se recogen en la arqueta de vaciados, desde la cual se bombean a cabecera el pretratamiento.

6.13 TRATAMIENTO DE FANGOS:

El tratamiento de fangos se resuelve mediante espesador, tolvas de preparación de polielectrolito, centrífuga y silo de fangos. Como dato más significativo podemos señalar que la capacidad de la centrífuga se ha colocado ligeramente mayor a la especificada en proyecto ya que el modelo en el mercado tiene mayor producción. Por otro lado el silo de fangos se ha elegido como modelo mínimo el de 50 m3 ya que es un modulo muy compatible con la capacidad de un camión.

6.14 EDIFICIO DE AIRE:

Con respecto al Proyecto de Oferta, se ha modificado su posición. En el presente Proyecto Constructivo, pasa a formar parte del edificio de pretratamiento, debidamente aislado del resto de las zonas, para evitar el traspaso de las ondas sónicas producidas por las soplantes, que no obstante están protegidas por las campanas acústicas.

Sus dimensiones interiores son de 16,40 x 6,30 m.

Su cerramiento, igual al resto del edificio es de bloque prefabricado de hormigón de 40x20x20 cm.

En esta sala, se disponen las tres soplantes de 37 kw, sobre una bancada común de 20 cm de altura y con unas dimensiones de 12,90 x 2,83 m. En esta bancada, existe alojamiento para la instalación de una cuarta soplante

6.15 URBANIZACIÓN:

Para la urbanización se utilizan tanto pavimentos flexibles como rígidos. Los pavimentos rígidos los empleamos en los frentes de las zonas de mayor tránsito y sobre todo donde se producen las maniobras, que son los lugares que más sufre el pavimento. También los utilizamos en las zonas de aparcamiento. Los pavimentos flexibles los utilizamos en los recorridos menos frecuentados, los motivos son económicos y estéticos, negro sobre verde. Confinando el pavimento y separando las zonas neutras utilizamos bordillos montables, que facilitan en un momento dado el acceso de vehículos a dichas zonas ajardinadas. La separación de pavimento flexible y rígido se realiza mediante encintado con bordillo 8x20. Los andadores se proyectan con celosía de hormigón, enrasados con el terreno.

6.16 EDIFICIO DE CONTROL:

Se sitúa junto al acceso de la planta de manera que se tenga percepción de los vehículos o personas que acceden a la planta y de las propias instalaciones. Se proyecta en planta baja, en forma de siete, puesto que tenemos sitio e interfiere menos en los recorridos y además la relación

de los distintos espacios con el exterior conservan las mismas vistas y la misma jerarquía.

Sus dimensiones exteriores en planta son 16,75 x 11,15

7 CAMBIOS DEL PRESENTE PROYECTO CONSTRUCTIVO CON RESPECTO AL PROYECTO DE LICITACIÓN.

7.1 CAMBIOS PROMOVIDOS POR LA ADMINISTRACIÓN.

Con el fin de mejorar el diseño y funcionalidad de la planta a continuación se describen los dos cambios de mayor calado.

7.1.1 UBICACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Según las condiciones de enganche emitidas por ERZ, existen dos posibilidades de conexión a la red eléctrica actual.

La primera de ellas, contemplada en el Proyecto de Licitación, permitía el enganche sobre la línea Épila – Rueda.

La solución segunda, permite el enganche en otra línea, derivada de la primera, y que abastece a un bombeo de propiedad municipal.

Previendo ambas posibilidades, ha sido necesario trasladar el CT a un lugar accesible para las dos soluciones, en la zona de la Depuradora más cercana a Rueda.

También se ha dotado a esta ubicación de un acceso público para permitir el paso del personal de la compañía suministradora, exteriormente a la EDAR.

7.1.2 INCORPORACION DEL EDIFICIO DE AIRE EN EL EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO.

Es cambio se ha efectuado por dos motivos fundamentales:

- Con el fin de recoger todos los edificios de servicios en un único alojamiento, facilitando de esta forma la explotación y,
- Subir la cota de la rasante por encima de la cota de inundabilidad, impidiendo de esta forma, la hipotética entrada de agua en las instalaciones de soplantes.
- Además se ha incorporado dentro del edificio las siguiente redes:
    - Bajantes y evacuación de pluviales.
    - Red de desagües para limpieza

7.1.3 CAMBIO EN EL TRAZADO DEL COLECTOR.

Se ha proyectado un ligero cambio en el trazado del colector definido en el Proyecto de Licitación, promovido por la Administración Local.

Se ha pasado de una longitud de 1.091 m a otra de 1.106 m.

Con ello se ha conseguido minimizar el impacto sobre alguna de las parcelas, de forma que en el actual Proyecto se las circunvala en lugar de atravesarlas.

7.1.4 REDEFINICION DE LA EXPLANADA FINAL

Como consecuencia del estudio de inundabilidad, donde se define la explanada final a la cota 102,74, se ha procedido a proyectar no solo la red de viales y el sistema de elementos a esa cota, sino también las explanadas libres, con el fin de garantizar que la avenida de 500 años no va a afectar en ningún caso a la EDAR.

7.2 CAMBIOS – MEJORAS A CARGO DEL CONTRATISTA.

Con un coste cero para la administración, ya que se incorporó en la oferta, dentro del concurso, se enumeran a continuación varios puntos que suponen una importante mejora en la operativa de la EDAR:

- Se reemplaza parte del césped por una malla antihierbas y una capa de gravilla, quedando aproximadamente 300 m2 de césped y 3.700 m2 de malla y gravilla.
- Las puertas exteriores en lugar de colocarse de chapa se colocarán de aluminio, material resistente a la intemperie y de escaso mantenimiento.
- Los conductos de la desodorización se realizarán en polipropileno en lugar de tubo de acero galvanizado remachado, con válvulas de mariposa a la salida de cada foco para la regulación de caudal de aspiración.
- Rearme y Vigilancia de Red. Debido a que el servicio de suministro eléctrico en las plantas no es por regla general el óptimo, aparecen varios tipos de problemas eléctricos que se producen, como cortes de tensión, sobretensiones, rearme para el caso de corte de suministro eléctrico, y otro sistema de vigilancia de red para el caso de sobretensión subtensión o fallo de fase o neutro. Estos sistemas cortan la alimentación eléctrica a todos los equipos de la EDAR, parándolos y evitando así averías. Una vez que no existen problemas, el sistema rearma automáticamente la planta.
- Se colocará un interruptor de protección en BT, incluso cuadro, en el CT para protección de la línea de BT desde el CT hasta el CGD.
- Se instala un Sistema de Alimentación Ininterrumpida para el PC evitando así que la planta no pueda controlarse desde el SCADA en el caso de corte de suministro eléctrico.

8 INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

8.1 RAMAL DE ALTA TENSION EDAR.

Para el abastecimiento eléctrico a la E.D.A.R., se ha proyectado una línea de M.T. 15 kV.

La línea tiene dos tramos:

Un primer tramo aéreo de 556 m de longitud, que entronca en un poste perteneciente a una línea cercana existente y un segundo tramo subterráneo de 15 m de longitud, hasta llegar al centro de transformación de la E.D.A.R

Todo el trazado y detalles de la línea aparecen reflejados en el grupo de planos número 22.

8.2 CENTRO DE TRANSFORMACION EDAR.

El centro de transformación de 315 KVA, esta compuesto por:

- Envolvente prefabricada de hormigón, que incluye el edificio y todos sus elementos interiores, tal y como se describe en planos, incluyendo el transporte, montaje y accesorios. ALSTOM modelo BM4/1T.
- Celda con envolvente metálica, formada por un módulo de Vn=36 kV y 800 mm de ancho por 1025 mm de fondo por 1800 mm de alto. Se incluyen en la celda, para la medición de la energía eléctrica consumida, y con las características detalladas en la Memoria, 3 transformadores de tensión y 3 transformadores de intensidad . Se incluyen el montaje y conexión.
- Celda con envolvente metálica, formada por un módulo con aislamiento integral en SF6, de Vn=36 kV e In=630 A y 370 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto. Mando motorizado tipo BM. Se incluyen el montaje y conexión.
- Celda con envolvente metálica, formada por un módulo con aislamiento integral en SF6, de Vn=36 kV e In=630 A (200 A en la salida inferior) y 480 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto. Mando manual tipo BR. Incorpora un relé de protección RPTA. Se incluyen el montaje y conexión.
- Cables AT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable y modelo K-158-LR.
- Transformador trifásico 500 kVA y refrigeración natural Aceite, de tensión primaria 25 kV y tensión secundaria 380/220 V, grupo de conexión Dyn11, tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de +-2,5%, +-5%. Se incluye también una protección con Termómetro

- Juego de puentes de cables de Baja Tensión, de sección y material 1x120 Cu (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase+1xneutro de 3,0 m de longitud.
- Instalación de puesta a tierra de protección
- Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en las celdas de A.T.

8.3 CUADRO DE MANDO Y PROTECCION.

Se han incluido los siguientes cuadros de mando y protección en la EDAR:

- Cuadro general de mando y protección de baja tensión a ubicar en edificio de pretratamiento, alojado en armario metálico con grado de protección IP-55, de 2000x1000x400 mm. de dimensiones y alojando en su interior la aparamenta reflejada en Anejo.
- Cuadro de control y protección de motores C1, alojado en armarios metálicos ensamblables con grado de protección IP-55, de 2000x800x400 mm. de dimensiones, con la aparamenta correspondiente a cada motor, de acuerdo a lo reflejado en Anejo
- Cuadro de alumbrado de edifico de control aislante de 4x12 módulos para montaje empotrado con puerta protectora conteniendo los siguientes elementos: 1 Int. autom. magnetotérmico de 4x32 A. para corte general, 1 Relé diferencial de 4x25 A. 300 mA; 2 Relés diferenciales de 2x25 A. 30 mA, 1 Interruptor magnetotérmico de 3x20 A; 7 Interruptores magnetotérmicos de 2x20-15-10 A.,
- Cuadro de alumbrado del edificio de Pretratamiento-Deshidratación en armario aislante de 2x15 módulos para montaje superficial con tapa protectora y grado de protección IP-55 conteniendo los siguientes elementos: 1 Interruptor magnetotérmico de 4x25 A., 1 Relé diferencial de 4x25 A. 300 mA; 1 Relé diferencial 2x25 A. 30 mA; 1 Interruptor magnetotérmico de 3x20 A; 4 Interruptores magnetotérmicos de 2x15-10 A.,
- Cuadro de mando y protección de circuitos de alumbrado exterior, a ubicar en interior de Cuadro General C0, formado por los siguientes elementos: 1 Interruptor magnetotérmico de 4x40 A., 1 Relé diferencial de 4x40 A. 30 mA; 2 Interruptores magnetotérmicos de 4x25 A; 1 Interruptor magnetotérmico de 2x25 A., 1 Contactor IV 40 A., 1 Reloj Programable, totalmente instalado, incluso celula de accionamiento
- Ud. de condensador fijo de 30 KVAR incluido aparellaje de protección y conexionado

- Cuadro de alumbrado del edificio de soplantes en armario aislante de 2x15 módulos para montaje superficial con tapa protectora y grado de protección IP-55 conteniendo los siguientes elementos: 1 Interruptor magnetotérmico de 4x25 A., 1 Relé diferencial de 4x25 A. 300 mA; 1 Relé diferencial 2x25 A. 30 mA; 1 Interruptor magnetotérmico de 3x20 A; 4 Interruptores magnetotérmicos de 2x15-10 A., totalmente instalado de acuerdo a esquemas unifilares.

8.4 INSTALACIONES DE FUERZA MOTRIZ.

La distribución interna de baja tensión será enterrada, según las secciones tipo definidas en plano, compuestas por:

- 1 ø 160 mm. en tubo de PVC y p.p. de uniones y derivaciones. Medida la longitud colocada.
- Hormigón para armar HM-12/P/40/I, puesto en obra, incluso p.p. de limpieza de fondos, vibrado, curado y pasos de tubería, construido según EHE. Medido el volumen teórico de proyecto ejecutado.
- Relleno de zanjas y compactado de tierras, realizado mecánicamente, con vertido en tongadas de 25 cm de espesor máximo antes de compactar, incluso regado, tendido y compactado con pisón mecánico o "rana" al 95% del próctor normal sin aportación de tierras de préstamos. Medido el volumen de tierras una vez compactadas sobre el perfil teórico.
- Cinta de señalización
- Protección para línea eléctrica subterránea., mediante rasilla o placa de PVC, con inscripción "Línea de A.T."ó "Línea de M.T." o "Línea de B.T."

Los conductores seleccionados, según el esquema unifilar son del tipo RV de 0,6/1 Kv , con las siguientes secciones:

- 240 mm^2
- 185 mm^2
- 95 mm^2
- 70 mm^2
- 50 mm^2
- 35 mm^2
- 25 mm^2
- 16 mm^2
- 10 mm^2
- 6 mm^2

- 4 mm² en bandeja
- 2,5
- 1,5 mm²

8.5 INSTALACIONES DE ALUMBRADO.

Se han previsto los siguientes elementos de iluminación:

- Pantalla fluorescente en techo en los edificios,
- puntos de luz incandescente de 100 W.
- Luminaria de emergencia incandescencia,.
- Luminaria de emergencia incandescencia, estanca,.
- Tomas de corriente tipo CETACT de 63 A. III+N+TT.
- Base de enchufe tipo empotrar
- Luminaria esférica, tipo FOM de Indalux o similar, a base de globo difusor de polietileno opal, con acoplamiento de aleación ligera inyectado y pintado que permite la fijación a columna de de 50-60 mm de diámetro, bandeja de presión en acero galvanizado y bastidor de los auxiliares eléctricos en acero con tratamiento anticorrosivo, para fijar a columna o brazo, con equipo de reductor de flujo y lámpara de 150 W. Vapor de sodio alta presión, en alto factor, con columna troncocónica galvanizada en chapa de acero con puerta de registro y pernos de anclaje, con pintura de imprimación, de 4 metros de altura.
- Brazo mural formado por base fundida en aleación ligera y tubo de aluminio curvado de 1000 mm. de saliente. Con luminaria cerrada con alojamiento de equipo, tipo CMRX de Indalux o similar, formada por acoplamiento de aleación ligera inyectada acabado en gris, portalámparas con racor de enfoque y junta EPDM, reflector de aluminio hidroconformado y anodizado de altas prestaciones fotométricas y rendimiento, cuba de metacrilato incoloro de alta transmitancia montada sobre junta EPDM y resortes de fijación de fácil apertura, para fijar a brazo o báculo, con equipo de reductor de flujo y lámpara de 150 W. Vapor de sodio de alta presión.

8.6 AUTOMATIZACION Y CONTROL.

La automatización y control se esquematiza según:

- Sinóptico tipo mosaico, serigrafiado en varios colores de dimensiones 3000x1000 mm., en estructura de aluminio, 210 leds bicolores, tarjetas de conexión antirretorno y prueba de lámparas
- Conductor de Cu de 2x1,5 mm² de sección y cubierta de PVC, apantallado para interconexión entre equipos de medición y autómatas,

para conexiones, y conductor de Cu apantallado para transmisión de datos entra autómatas de la planta.

- Software de autómatas, ajustes y puesta en marcha en obra.
- Autómata programable para regular el control de marcha/paro de motores visualizado a través de panel sinóptico compuesto por microprocesador, puerto en serie con entradas y salidas analógicas y digitales, todo montado y funcionando. Incluye un procesador 5/03, 12 KW con 4 Kw de datos. Dos fuentes de alimentación 120/240 V 10 A. Tres módulos de 32 entradas discretas y 10 con 16. Un módulo de 4 entradas analógicas seleccionables por intensidad y uno con cuatro salidas analógicas. Chasis para módulos. Acoplados de aislamiento de red. Cinco cables de interface para módulos y bornas de conexión.
- Autómata programable instalado en el edificio de control, puerto en serie con entradas y salidas analógicas y digitales, conexionado junto con panel sinóptico totalmente funcionando. Incluye un procesador 5/03, 12 KW con 4 Kw de datos. Dos fuentes de alimentación 120/240 V 10 A. Tres módulos de 32 entradas discretas y 10 con 16. Un módulo de 4 entradas analógicas seleccionables por intensidad y uno con cuatro salidas analógicas. Chasis para módulos. Acoplados de aislamiento de red. Cinco cables de interface para módulos y bornas de conexión.
- Sistema de control Scada, compuesto por programación, licencia y puesta en marcha para el control de la estación depuradora.
- Convertidor de frecuencia trifásico.
- Indicador controlador modular electrónico, 4 señales de entrada y 2 de salida analógicas 4-20 mA, señales discretas 2 de entrada y 2 de salida, 1 estrategia de control P.I.D. configurable, display de alta resolución de matriz de 96 x 48 puntos, fuente de alimentación de 24 V. c.c. 80 mA., 31 pantallas configurables, indicación, totalización, alarmas, sumario, lazo, parámetros, tendencia, etc. Comunicación serie RS 232C y RS422/485, alimentación eléctrica 220 V 50 Hz, montaje en panel.
- Arrancadores electrónicos, en bombas de mas de 10CV.

8.7 INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS.

Las instalaciones complementarias contempladas en el presente proyecto son:

- Canalización de acometida de teléfonos.
- Tomas de teléfono en edificio de control.
- Portero automático.
- Pararrayos ionizante dieléctrico

- Central telefónica para distribución interior, dotada para dos líneas externas y ocho internas, totalmente instalada.
- Motocompresor sobre deposito de deposito de 300 litros.

8.8 INSTALACIONES DE TIERRA.

Se ha proyectado una red de tierra que contiene los siguientes elementos:

- 700 m de cable de Cu desnudo, de 50 mm² de sección
- Soldaduras aluminotérmicas Caldwell
- Pica de acero cobreada diámetro =14 mm., L=2.000 mm, y bridas de conexión.

9 DECLARACION DE OBRA COMPLETA

El presente Proyecto se trata de una obra completa, susceptible de ser entregada al uso público sin limitaciones ni restricciones una vez sean recibidas las obras.

Dicho estudio se ha redactado como proyecto completo, con los documentos de Memoria, Planos, Pliego de Prescripciones y Presupuesto. El Presupuesto General de Ejecución Material y el carácter contractual del mismo, se establece por la referencia realizada en el Pliego de Condiciones Particulares del presente Proyecto.

10 PROGRAMA DE TRABAJOS

El plazo de ejecución de la depuradora se ha fijado en el anejo correspondiente de esta memoria.

11 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Será la definida en el Pliego del Concurso

12 FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

Se atenderá a la fórmula definida en el Pliego del Concurso.

13 PRESUPUESTO

A se adjunta el resumen del presupuesto

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
C01	**Conexiones con el exterior**	**307.758,71**
-C0101	-Accesos	2.960,75
-C0102	-Colector	254.642,54
-C0103	-Abastecimiento de agua	23.770,62
-C0104	-Telecomunicaciones	26.384,80
C02	**Obra civil**	**1.130.480,99**
-C0201	-O.C. Movimiento de tierras	33.802,22
-C0202	-O.C. Pretratamiento	228.897,70
-C0203	-O.C. Reactor biologico	361.479,18
-C0204	-O.C. Decantador secundario	109.211,09
-C0205	-O.C. Arqueta bombeo de fangos	20.945,69
-C0206	-O.C. Obra de salida	8.843,43
-C0207	-O.C. Espesador de fangos	29.379,03
-C0209	-O.C. Edificio de control	104.318,11
-C0210	-O.C. Urbanización	150.368,50
-C0211	-Jardineria	27.192,84
-C0212	-Equipamientos	32.086,63
-C0213	-O.C. Arqueta aliviadero	23.956,57
C03	**Equipos estación depuradora**	**1.367.425,16**
-C314	-Equipos: pozo de gruesos	24.616,15
-C315	-Equipos: bombeo agua bruta	33.314,84
-C316	-Equipos: tamizado	37.429,31
-C317	-Equipos: desarenado - desengrasado	54.912,80
-C318	-Equipos: desnatador	10.768,24
-C319	-Equipos: medida de caudal agua pretratada	9.768,28
-C320	-Equipos: biologico	158.279,98
-C321	-Equipos: decantacion secundaria	39.012,30
-C322	-Equipos: medida agua tratada	5.365,92
-C323	-Equipos: arqueta de recirculacion fangos	35.447,28
-C324	-Equipos: espesador de fangos	25.698,30
-C325	-Equipos: deshidratacion fangos	222.960,74
-C326	-Equipos: silo almacenamiento fangos	26.789,02
-C327	-Equipos: desodorizacion	31.321,05
-C328	-Equipos: cuarto de aire	43.855,20
-C329	-Equipos: linea de agua	44.444,84
-C330	-Equipos: by pass linea de agua	14.239,41
-C331	-Equipos: linea de fangos	10.296,81
-C332	-Equipos: linea de aire	7.498,64

-C333	-Equipos: riego	27.482,53
-C334	-Equipos: laboratorio	7.749,95
-C350	-Ramal de alta tension EDAR	53.824,07
-C351	-Centro de transformacion edar	29.687,33
-C352	-Cuadro de mando y proteccion.	132.362,40
-C353	-Instalaciones de fuerza motriz	128.609,20
-C354	-Instalaciones de alumbrado.	26.732,63
-C355	-Automatizacion y control.	87.874,74
-C356	-Instalaciones complementarias.	4.778,74
-C357	-Instalaciones de tierra.	4.624,55
-C358	-Linea de drenaje	17.246,69
-C359	-Linea de vaciados y escurridos	10.433,22
C04	**Seguridad y Salud ejecución EDAR**	**43.225,89**
C05	**Partida alzada para mejoras**	**55.587,99**
C06	**Otras partidas alzadas**	**20.133,71**
C07	**Explotación de la EDAR**	**158.495,94**

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL **3.083.108,39**

Y a continuación el resumen económico total de la oferta:

Redacción del Proyecto Constructivo	62.000,00 €
I.V.A. 16%	9.920,00 €
Subtotal (1): Redacción del proyecto	**71.920,00 €**
Conexiones con el exterior	307.758,71 €
Obra Civil	1.130.480,99 €
Equipos estación depuradora	1.367.425,16 €
Seguridad y Salud ejecución EDAR	43.225,89 €
Partida alzada para mejoras	55.587,99 €
Otras partidas alzadas	20.133,71 €
Ejecución material y puesta en marcha de la obra	2.924.612,45 €

Gastos Generales (13%)	380.199,62 €
Beneficio Industrial (6%)	175.476,75 €
Suma	3.480.288,82 €
I.V.A. 16%	556.846,21 €
Presupuesto de ejecución por contrata de la obra	4.037.135,03 €
Explotación durante el año inicial	158.495,94 €
I.V.A. (7%)	11.094,72 €
Presupuesto de ejecución por contrata de la explotación	169.590,66 €
Subtotal (2): Resto del contrato	**4.206.725,69 €**
Total General	**4.278.645,69 €**

El presente Presupuesto de Ejecución por Contrata asciende a la cantidad de:

CUATRO MILLONES DOSCIENTOS SETENTA Y OCHO MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS DE EURO.

14 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

El presente Proyecto está compuesto por los siguientes documentos:

DOCUMENTO I: MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJOS

1.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.
1.2.2. TOPOGRAFÍA.
1.2.3. ESTUDIO DE VERTIDOS.
1.2.4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.
1.2.5. CÁLCULOS FUNCIONALES.

1.2.6. CALCULOS HIDRÁULICOS.

1.2.7. CALCULOS ESTRUCTURALES.

1.2.8. MEDIA TENSIÓN.

1.2.9. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

1.2.10. BAJA TENSIÓN.

1.2.11. SISTEMAS DE CONTROL.

1.2.12. RESULTADOS GARANTIZADOS.

1.2.13. JUSTIFICACION DE COSTES DE LA EXPLOTACIÓN.

1.2.14. LISTADO ORDENADO DE LAS UNIDADES DE OBRA POR ORDEN DECRECIENTE.

1.2.15. JUSTIFICACION DE PRECIOS

1.2.16. PLAN DE OBRA.

1.2.17. LOCALIZACIÓN DE ACOMETIDAS, REPORTAJE FOTOGRÁFICO.

1.2.18. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

1.2.19. ESTUDIO DE INUNDABILIDAD

1.2.20. EXPROPIACIONES

1.2.21. CAMBIOS PROPUESTOS POR LA ADMINISTRACION

DOCUMENTO II: PLANOS

DOCUMENTO III: PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBRA CIVIL
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE EQUIPOS ELECTRO - MECÁNICOS.

DOCUMENTO IV: MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

- MEDICIONES
- CUADRO DE PRECIOS Nº 1
- PRESUPUESTOS PARCIALES
- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL
- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

15 CONCLUSIONES

En consecuencia, EID CONSULTORES., como redactora del presente proyecto, considera que con esta memoria, junto con el resto de documentos de este proyecto, se han definido suficientemente las diferentes unidades e instalaciones necesarias para ejecutar las obras de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Épila, cumpliendo por tanto todos los requisitos y normativa de aplicación, por lo que se firma:

En Zaragoza, a 06 de octubre de 2.005

Fdo:

Enrique García Vicente.

Ing. de Caminos

EID CONSULTORES

COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS DE ARAGON

15234 08 NOV. 05

VISADO DE CALIDAD DOCUMENTAL

PROYECTO DE E.D.A.R EN ÉPILA (ZARAGOZA)

ANEJO N.º 1.
CARACTERÍSTICAS GENERALES

ANEJO 1: CARACTERÍSTICAS GENERALES.

- TITULO : PROYECTO DE ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES DE ÉPILA (ZARAGOZA).

- MUNICIPIO DE UBICACIÓN: Épila

- EMPRESA CONSULTORA: Estrategias de Ingeniería y Desarrollo S.L. (EID Consultores).

- AUTORES DEL PROYECTO:

  Enrique García Vicente, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

  Luís Pascual Blasco, Ingeniero Industrial.

- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA: CUATRO MILLONES DOSCIENTOS SETENTA Y OCHO MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS DE EURO (4.278.645,69 €).

- PARÁMETROS DE DISEÑO:
  - Población de Diseño: 13.333 [hab equivalentes]
  - Caudales de Diseño:
    - Caudal diario medio Qm : 2.500 (m^3/día)
    - Caudal horario medio Qm : 104 (m^3/h)
    - Caudal punta Qp : 260 (m^3/h)
    - Caudal mínimo Qmin : 52 (m^3/h)
    - Caudal máximo con lluvia Qmáx : 313 (m^3/h)

- CARACTERÍSTICAS DE LA CONTAMINACIÓN:
  - DQO: 650 mg/l
  - DBO_5: 320 mg/l
  - SS: 370 mg/l
  - SSV: 295 mg/l
  - NTK: 55 mg/l
  - $N\text{-}NO_3$: 6 mg/l
  - P total: 8 mg/l
  - Aceites y grasas: 20

❖ RELACION DE LAS UNIDADES DE MAYOR PESO ESPECIFICO EN EL PROYECTO:

CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
178.498,95	kg	Acero en redondos B-500-S	204288,12
1.998,25	m3	HA-30	202154,33
2,00	ud	Centrifuga de fangos 7.7 m3/h.	170823,32
1,00	ud	Explotación	---------
1,00	ud	Cuadro control de motores C1	110735,39
5.002,73	m2	Encofrado plano	94898,34
1.021,88	m3	HM-12	79923,66

PROYECTO DE E.D.A.R EN ÉPILA (ZARAGOZA)

ANEJO N.º 2
TOPOGRAFÍA

ANEJO N.º 2. TOPOGRAFIA.

1.- TOPOGRAFÍA.

Las coordenadas utilizadas son coordenadas particulares de proyecto.

Se ha realizado un levantamiento taquimétrico mediante GPS, de una franja de anchura variable a lo largo del Canal de Efluente de la E.D.A.R. y de la parcela donde se ubicará la E.D.A.R..

Las bases utilizadas son

Nombre	Coord X	Coord Y	Coord Z
BR-1	1043.929	129.769	102.510
BR-2	912.290	87.670	102.250

4.- MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES.

A partir de los puntos obtenidos con GPS, se ha realizado una triangulación obteniendo un modelo digital de elevaciones (MDE) con estructura TIN, a partir del cual se han obtenido perfiles del terreno.

5.- REPLANTEO.

A continuación se dan las coordenadas de los vértices de las alineaciones del eje del Canal de Efluente y del eje de cubicación del movimiento de tierras de la explanación de la parcela de la ubicación de la E.D.A.R.

LISTADO DE EJES

Canal de Efluente de E.D.A.R. Épila

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parámetro	Longitud
Rec	0.000	1021.570	215.341	51.846675	0.000	0.000	19.368
Rec	19.368	1035.657	228.633	104.348971	0.000	0.000	63.217
Rec	82.585	1098.727	224.317	24.070754	0.000	0.000	62.215
	144.800	1121.694	282.138	24.070754			

Movimiento de tierras de la Parcela E.D.A.R.

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parámetro	Longitud
Rec	0.000	918.772	185.210	109.812248	0.000	0.000	130.000
	130.000	1047.231	165.252	109.812248			

6.- ESTUDIO DE INUNDABILIDAD

Para realizar el estudio de inundabilidad se ha partido de las coordenadas de las bases del proyecto de concurso.

Se han realizado tres transversales de la zona a ambos lados del Río Jalón con una separación entre ellos de entre 300 y 350 m y unas longitudes suficientes para abarcar toda la cuenca en la zona. Se ha tomado la cota de agua, parcela y puntos singulares que puedan afectar.

PROYECTO DE E.D.A.R EN ÉPILA (ZARAGOZA)

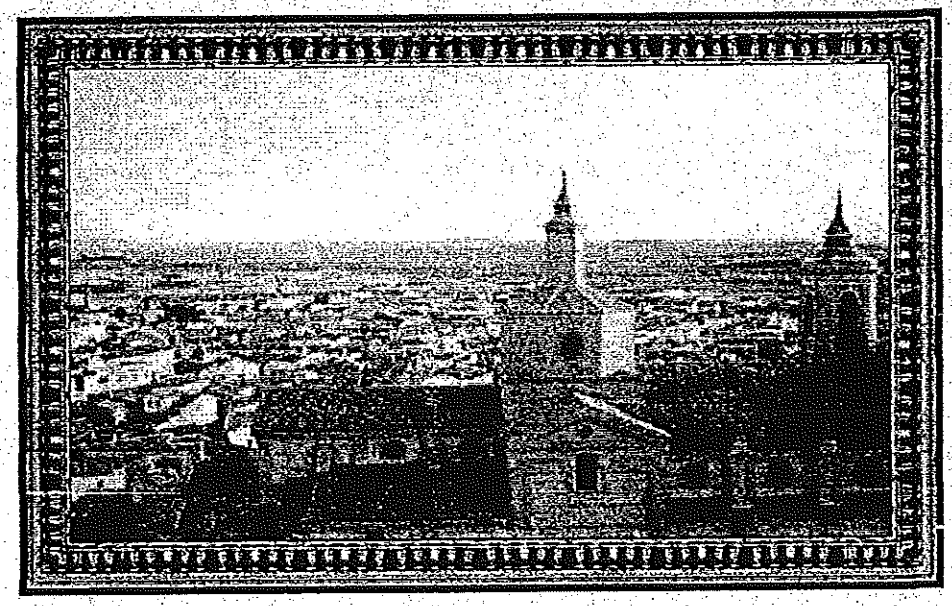
ANEJO N.º 3
ESTUDIO DE VERTIDOS

PROYEX

Autovía de Logroño, Km. 11,4
50180 UTEBO (Zaragoza)
ESPAÑA (Spain)
Tel.: +34. 976 787 000
Fax: +34. 976 787 200

ESTUDIO DE VERTIDOS EPILA

(ZARAGOZA)



PETICIONARIO: DGA

INFORME: ZQ-36397
FECHA: 06 de Agosto de 2001

Control de Calidad
PROYEX

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo/inspección

INFORME Nº ZQ-36397

SOBRE : ESTUDIO DE VERTIDOS DE EPILA (ZARAGOZA)

07 AGO. 2001

Peticionario: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON
Departamento de Medo Ambiente
Dirección General del Agua
Pª Maria Agustín 36 Edificio Pignatelli
50004 ZARAGOZA

Laboratorios PROYEX S.L. Nueva Logroño S/N Km. 11,4 Tel. 976 79 70 00 Fax 976 79 72 00 UTEBO

INDICE

1.- ANTECEDENTES

2.- DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS

2.1 - PUNTO DE VERTIDO
2.2 - MEDIDAS DE CAUDAL
2.3 - TOMA DE MUESTRA
2.4 - METODOS ANALITICOS
2.5 - TRATAMIENTO INFORMATICO. SOFTWARE

3 RESULTADOS OBTENIDOS

- ANEJO 1: INFORME FOTOGRAFICO
- ANEJO 2: RESULTADOS ANALISIS MUESTRAS
- ANEJO 3: REGISTROS Y GRAFICOS DIARIOS DE CAUDAL
- ANEJO 4: CUADROS RESUMEN

Laboratorios PROYEX Autovía Logroño Km. 11,4 Tel. 976 78 70 00 Fax 976 78 70 00 (Zaragoza)

1 ANTECEDENTES

Por parte de la Dirección General del Agua el Departamento de Medio Ambiente de la DIPUTACIÓN GENERAL DE ARAGON se nos encarga realizar la caracterización y cuantificación de vertidos de EPILA (Zaragoza)

Los trabajos a realizar son los siguientes:

1.- Una campaña de medida de caudal con volumen diario y curva de caudal con registro continuo, durante 4 días, 3 de ellos laborales y uno festivo, en dos colectores situados en EPILA (Zaragoza)

- Campaña: Del 27 al 31 de Julio de 2001.

2. - Toma de muestra integrada proporcional al caudal diario en un punto de vertido de EPILA (Zaragoza), durante 4 días de, siendo la toma durante 24 horas

3.- Análisis químico de 4 muestras integradas, con determinación de los siguientes parámetros:

Sólidos en suspensión totales (mg/l)
Sólidos en suspensión volátiles (mg/l)
D.Q.O. Total (mg/l)
D.B.O.$_5$ Total (mg/l)
Nitrógeno total Kjeldhal (mg/l)
Nitratos (mg/l)
Fósforo Total (mg/l)
Aceites y grasas (mg/l)

Laboratorios PROYEX Autovía Logroño Km. 114 Tel. 976 76 70 00 Fax 976 76 72 00 UTEBO (Zaragoza)

2 TRABAJOS REALIZADOS

En este apartado se describe la metodología utilizada para el estudio, en los siguientes apartados:

- Puntos de vertido
- Medidas de Caudal.
- Toma de Muestras.
- Análisis químico de los vertidos.
- Tratamiento informático. Software.

2.1 PUNTOS DE MEDIDA Y TOMA DE MUESTRA DE VERTIDO

Epila tiene un punto de vertido que recogen la totalidad de los vertidos de la población más el polígono industrial.

PUNTO DE MUESTREO

Llegando a Epila por la carretera de Grisén, antes de las piscinas municipales tomar un camino a la izquierda junto a la pista de tenis y a nos 100 metros en una arqueta de hormigón se instalan los aparatos para realizar las medidas. Se trata de un ovoide de 2.5 m.

2.2 MEDIDAS DE CAUDAL

2.2.1 MEDIDAS DE CAUDAL EN CONTINUO

Las medidas de Caudal se han realizado con un **medidor de nivel ultrasónico WJ-460**, siendo necesario por tanto, hallar la relación Calado/Caudal en el

punto de muestreo.

En el punto de vertido se han instalado un vertedero triangular de 90 º la curva calado//Caudal se ha elaborado se ha elaborado con la aplicación de la fórmula KINDSVATER-SHEN:

$$Q = Cq \frac{8}{15} \sqrt{2\ gh}\ \mathrm{tg}\ \frac{\alpha}{2} h^{2}$$

Para el cálculo de los coeficientes se ha utilizado las ecuaciones de la Norma ISO 1438/1.

El equipo para medida de nivel W.J.-460 posee un software capaz de tomar diez puntos de estas curvas y referir los datos tomados del nivel de agua en el colector, a caudal, por extrapolación entre dichos puntos.

La frecuencia de medida del nivel ha sido de cinco segundos y la acumulación de datos la media de 48 medidas, es decir, se ha obtenido un dato de caudal cada 4 minutos, media de las medidas cada cinco segundos. Se obtiene así una tabla, con 360 datos de caudal, que corresponden como primer dato a las 00:04:00 horas del día natural, y así consecutivamente cada 4 minutos hasta llegar al último dato, que corresponde a las 24:00:00 horas.

2.3. TOMA DE MUESTRAS

2.3.1 MUESTRAS PROPORCIONALES

La muestra proporcional es la obtenida mediante la toma de 45-50 muestras unitarias diarias, por el **equipo automático W.J. modelo "Hobo"**, que es activado mediante impulsos que genera el medidor de caudal W.J.- 460 a un paso establecido volumen de vertido.

Estos impulsos se programan en virtud del caudal total diario vertido, de tal forma que cada unidad de muestra tomada, será representativa a la cantidad de caudal vertido. Es decir, a mayor paso de caudal mayor número de muestras unitarias tomadas por unidad de tiempo.

2.4 METODOS ANALITICOS

Los métodos analíticos seguidos, tanto en los análisis químicos como en la estabilización de las muestras, en el presente estudio, son los especificados en el **"STANDARD METHODS for the examination of water and wastewater". APHA. AWWA. WPCF. 19th Edition.**

2.5 TRATAMIENTO INFORMATICO. SOFTWARE

El Software utilizado para la elaboración de este informe es el siguiente:

- FLARE 3.3: Utilizado para la obtención de medidas de caudal.
- MICROSOFT EXCEL DE OFFICE 2000 como hojas de calculo y elaboración de gráficos.
- MICROSOFT WORD DE OFFICE 2000 como tratamiento de textos.

3 RESULTADOS OBTENIDOS

Los datos obtenidos en el presente estudio se estructuran en este informe del siguiente modo:

- ANEJO 1: INFORME FOTOGRAFICO
- ANEJO 2: RESULTADOS ANALISIS MUESTRAS
- ANEJO 3: REGISTROS Y GRAFICOS DIARIOS DE CAUDAL
- ANEJO 4: CUADROS RESUMEN

Laboratorios PROYEX S.A. Autovía Logroño Km. 11,4 Tel. 976 76 70 00 Fax 976 76 72 00 UTEBO

El presente informe consta de 8 hojas numeradas y selladas así como de cuatro ANEJOS.

V º B º

Zaragoza a 6 de Agosto de 2.001

JAVIER LARUMBE BERNAD
Director Técnico de Medio Ambiente

Mª PAZ IBAÑEZ GALLEGO
Directora Departamento de Análisis Químico

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232/96. Acreditado por la Diputación General de Aragón por Resoluciones de 01.08.91 y 27.01.92, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los números 04003HA91, 04004AP91, 04005AS91, 04006SE91, 04007SV91 (B.O.E. 21.09.91) y 04008ST92 (B.O.E. 30.03.92).
MIEMBRO DE: ASTM (American Society for Testing Materials). ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).

PROYEX

AENOR ER Empresa Registrada ER-0604/2/99

AENOR Gestión Ambiental CGM-00/190

* Z R - 0 0 0 0 0 - X *

❑ ANEJO 1: INFORME FOTOGRAFICO

Laboratorios PROYEX S.A.
Autovía Logroño
Km. 11,4
Tel. 976 78 70 00
Fax 976 78 72 00
UTEBO

INFORME FOTOGRAFICO

Laboratorios PROYEX
Autovía Logroño 2
Km. 11,4
Tel. 976 79 70 00
Fax: 976 79 72 00
UTEBO
(Zaragoza)

PUNTO DE VERTIDO EPILA

PROYEX

AENOR Empresa Registrada ER-0604/2/99

AENOR Gestión Ambiental CGM-00/190

* Z R - 0 0 0 0 0 - X *

❑ ANEJO 2: RESULTADOS ANALISIS MUESTRAS

Laboratorios PROYEX
Autovía Logroño 5
Km. 11,4
Tel. 976 79 72 00
Fax 976 79 72 60
UTEBO
(Zaragoza)

PROYEX

AENOR Empresa Registrada ER-0604/2/99

AENOR Gestión Ambiental CGM-00/190

ANALISIS QUIMICO MUESTRA PROPORCIONAL

COLECTOR EPILA

FECHA: VIERNES 2001-07-27

D.Q.O (O_2)	2240 mg/l
D.B.O_5 (O_2)	1560 mg/l
Sólidos en suspensión totales	2060 mg/l
Sólidos en suspensión volátiles	1650 mg/l
Nitrógeno total	77 mg/l
Nitratos	17,8 mg/l
Fósforo total (P)	18,1 mg/l
Aceites y grasas	113 mg/l

Laboratorios PROYEX
Autovía Logroño
Km. 11,4
Tel. 976 70 70 00
Fax 976 78 72 00
UTEBO
(Zaragoza)

PROYEX

AENOR Empresa Registrada ER-0504/2/99

AENOR Gestión Ambiental CGM-00/190

ANALISIS QUIMICO MUESTRA PROPORCIONAL

COLECTOR EPILA

FECHA: DOMINGO 2001-07-29

D.Q.O (O_2)	210 mg/l
D.B.O_5 (O_2)	110 mg/l
Sólidos en suspensión totales	176 mg/l
Sólidos en suspensión volátiles	136 mg/l
Nitrógeno total	35 mg/l
Nitratos	23,8 mg/l
Fósforo total (P)	3,1 mg/l
Aceites y grasas	<10 mg/l

Laboratorios PROYEX S.A.
Autovía Logroño
Km. 11,4
Tel. 976 79 70 00
Fax 976 79 72 00
UTEBO
(Zaragoza)

PROYEX

AENOR Empresa Registrada ER-0604/2/99

AENOR Gestión Ambiental CGM-00/190

ANALISIS QUIMICO MUESTRA PROPORCIONAL

COLECTOR EPILA

FECHA: LUNES 2001-07-30

D.Q.O (O_2)	230 mg/l
D.B.O_5 (O_2)	130 mg/l
Sólidos en suspensión totales	123 mg/l
Sólidos en suspensión volátiles	115 mg/l
Nitrógeno total	49 mg/l
Nitratos	12,9 mg/l
Fósforo total (P)	3,9 mg/l
Aceites y grasas	<10 mg/l

Laboratorios PROYEX S.A.
Autovía Logroño
Km. 11,4
Tel. 976 79 70 00
Fax 976 79 72 00
UTEBO
(Zaragoza)

PROYEX

AENOR ER Empresa Registrada ER-0604/2/99

AENOR Gestión Ambiental CGM-00/190

ANALISIS QUIMICO MUESTRA PROPORCIONAL

COLECTOR EPILA

FECHA: MARTES 2001-07-31

D.Q.O (O_2)	1670 mg/l
D.B.O_5 (O_2)	580 mg/l
Sólidos en suspensión totales	499 mg/l
Sólidos en suspensión volátiles	350 mg/l
Nitrógeno total	38.5 mg/l
Nitratos	12,5 mg/l
Fósforo total (P)	14,4 mg/l
Aceites y grasas	91 mg/l

PROYEX

AENOR Empresa Registrada ER-0604/2/99

AENOR Gestión Ambiental CGM-00190

* Z R - 0 0 0 0 0 - X *

❑ ANEJO 3: REGISTROS Y GRAFICOS DIARIOS DE CAUDAL

Laboratorios PROYEX, S. A. Avenida Logroño Km. 114 Tel. 976 72 79 00 Fax 976 76 72 99 UTEBO (Zaragoza)

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341. Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).

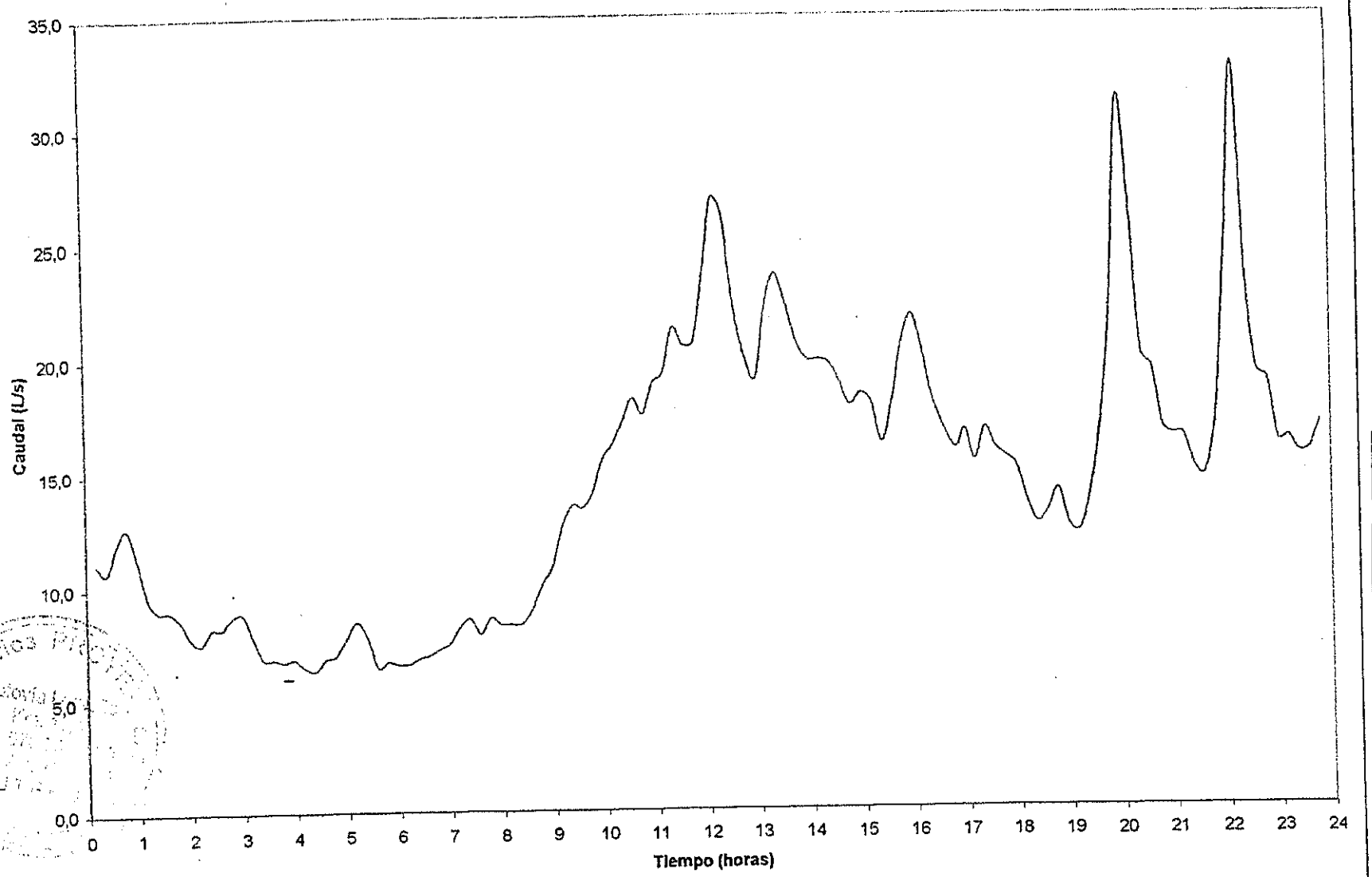
IEMBRO DE: ASTM (American Society for Testing Materials). ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).

PROYEX

AENOR Empresa Registrada ER-0604/2/99

AENOR Gestión Ambiental CGM-00190

Registro de Caudal diario 27/07/01



COLECTOR DE EDILA

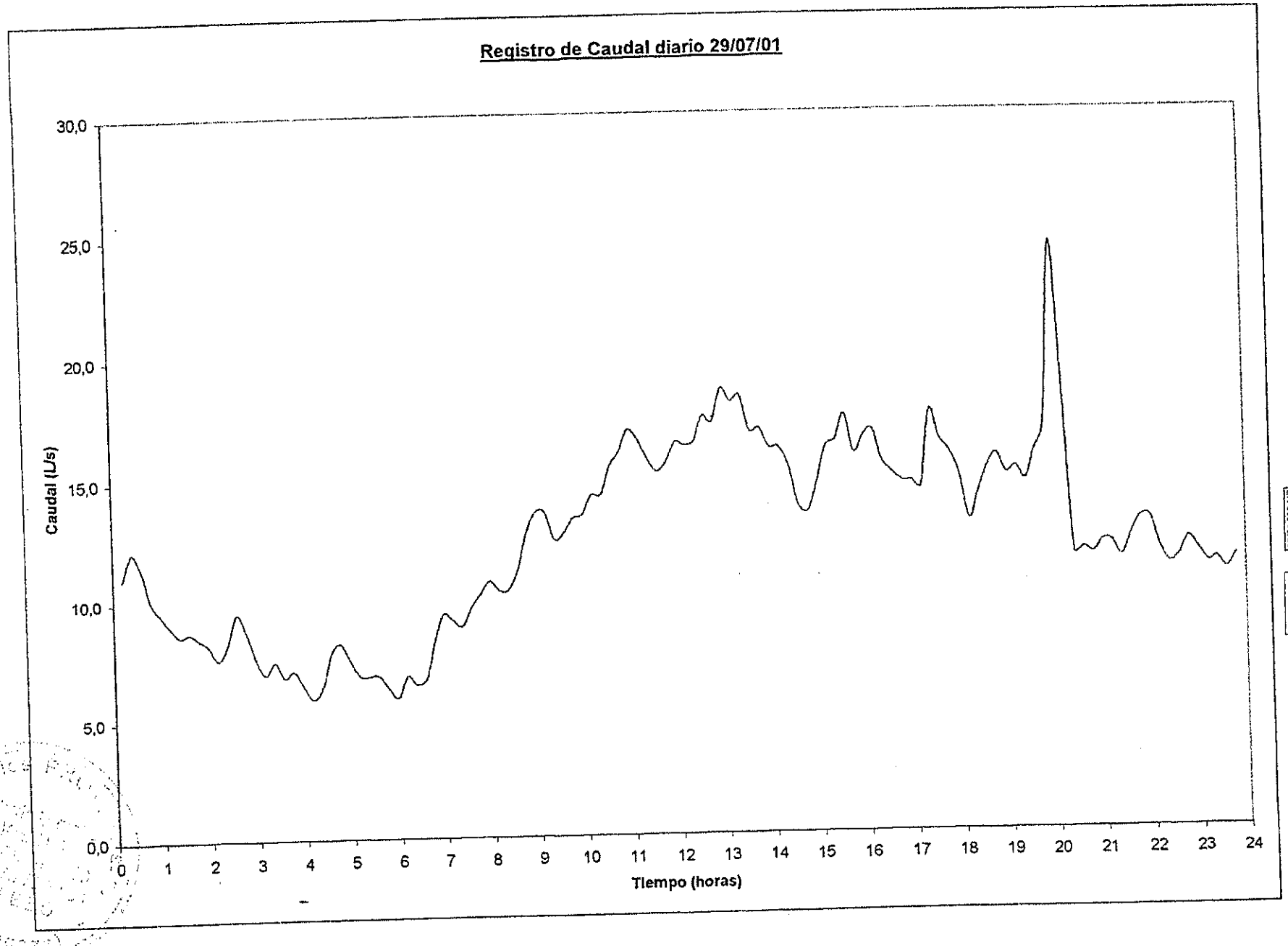
PROYEX

Descripcion Localización: COLECTOR EPILA
Datos del día Domingo 29/07/01

Caudal definido en l/s

0:04:00	10,6	11	11,4	11,4	12,5	12,5	12,2	11,4	10,6	10,2
0:44:00	9,8	10,2	9,8	9,4	9,4	9,8	8,6	8,6	8,6	8,6
1:24:00	8,6	9	9	8,2	8,2	8,6	8,6	8,6	8,2	7,8
2:04:00	7,8	7,5	7,5	7,5	8,2	9	9,4	9,8	10,2	9,4
2:44:00	9,4	8,6	8,2	7,8	7,5	7,5	7,1	6,7	7,1	7,5
3:24:00	7,5	7,5	7,1	6,7	6,7	7,1	7,1	7,1	6,7	6,3
4:04:00	6,3	5,9	5,9	5,9	6,3	6,3	6,7	7,5	7,8	8,2
4:44:00	8,2	8,2	8,2	8,2	7,5	6,7	7,1	6,7	6,7	7,1
5:24:00	6,7	6,7	6,7	7,1	6,7	6,3	6,3	6,3	5,9	5,9
6:04:00	5,9	6,3	7,1	7,1	7,1	6,3	5,9	6,3	6,7	7,1
6:44:00	7,8	8,2	9	8,6	9,4	10,2	9,4	9	9	9
7:24:00	9	8,6	9,4	9,8	9,8	9,8	10,2	10,6	11	10,6
8:04:00	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,2	10,2	10,6	11	11,8
8:44:00	11,8	12,5	13,7	13,3	13,3	14,1	13,7	13,3	13,7	12,5
9:24:00	12,2	12,5	12,2	12,5	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3
10:04:00	13,7	14,5	14,1	14,1	14,1	14,1	14,5	16,1	15,3	14,9
10:44:00	15,7	15,7	16,5	16,1	17,3	17,3	16,9	16,1	16,5	16,1
11:24:00	15,3	15,7	14,9	15,3	15,3	14,9	15,7	16,1	16,1	16,5
12:04:00	16,5	16,1	16,5	16,1	16,1	16,1	16,9	17,3	17,6	17,3
12:44:00	17,3	17,3	16,9	17,6	18,8	19,2	18,4	17,6	18	18,4
13:24:00	18,4	16,9	16,5	16,9	16,9	16,9	16,9	16,1	15,7	16,5
14:04:00	16,5	16,1	15,7	15,7	15,7	14,5	14,5	13,7	12,9	12,9
14:44:00	13,3	14,1	14,5	14,1	15,3	15,3	16,5	16,5	16,1	16,5
15:24:00	16,5	17,3	17,6	17,3	16,1	16,1	15,3	16,5	16,1	16,9
16:04:00	17,3	16,9	16,1	16,1	14,9	15,3	15,3	14,5	14,1	14,1
16:44:00	14,5	14,5	15,3	14,5	14,1	13,7	14,1	15,3	16,5	18,4
17:24:00	17,6	17,3	16,1	15,7	16,1	16,1	15,3	15,3	15,3	14,1
18:04:00	13,3	12,9	12,9	13,3	14,1	14,9	15,3	15,3	14,9	15,3
18:44:00	16,5	15,3	15,3	14,5	14,9	15,3	14,9	15,3	15,3	14,5
19:24:00	14,1	14,9	16,1	16,5	16,1	15,7	18,8	25,5	23,9	23,9
20:04:00	24,7	17,3	13,3	12,2	11	11,4	11	11,8	12,5	12,2
20:44:00	11,4	11	11	11	11,8	12,5	11,8	11	11,4	11,4
21:24:00	11,4	11,8	12,2	12,9	12,9	12,9	13,3	12,9	12,9	13,3
22:04:00	12,2	12,2	11	11,4	11	11	11,4	11,4	11,4	11,4
22:44:00	12,5	12,5	12,2	11,4	11,4	10,6	10,6	11,4	11,4	11
23:24:00	11,4	11,4	11	10,2	11	10,6	11,4	11,4	11,4	11,4

Caudal total: **1.090.377** m^3
Caudal medio: **12,62** l/s
Caudal máximo: **25,49** l/s a las 19:52:00
Caudal mínimo: **5,88** l/s primer registro a las 4:08:00
Caudal mínimo noche: **5,88** l/s primer registro a las 4:08:00
Caudal medio noche : **8,11** l/s



PROYEX

AENOR ER Empresa Registrada ER-0604/99

AENOR Gestión Ambiental CGM-09/190

COLECTOR DE EPILA

PROYEX

Descripcion Localización: **COLECTOR EPILA**
Datos del día Lunes 30/07/01

Caudal definido en l/s

0:04:00	11,4	11,4	11,8	11,4	11,4	10,6	10,2	9,4	9,4	9,4
0:44:00	9,4	10,2	9,4	10,2	10,2	9,4	9,8	8,6	8,6	8,6
1:24:00	8,6	9	8,6	8,2	8,2	8,2	8,2	7,8	8,6	9
2:04:00	9,8	9,8	9,8	9,4	8,6	9	8,2	7,8	7,5	7,5
2:44:00	8,2	7,8	7,5	8,2	8,2	7,8	7,5	7,5	6,7	6,7
3:24:00	6,7	7,1	7,1	7,1	7,1	6,7	7,1	7,1	7,1	7,5
4:04:00	8,2	8,2	8,2	9	8,6	9	8,6	9	8,2	7,8
4:44:00	7,5	7,1	6,7	6,7	7,5	7,5	6,7	7,1	7,1	6,7
5:24:00	6,3	6,7	6,7	7,1	7,1	7,1	7,1	6,7	7,1	7,5
6:04:00	7,5	7,5	7,5	7,8	8,6	9	10,2	10,2	10,2	9
6:44:00	9	8,6	8,2	8,6	8,2	8,2	8,2	8,2	8,6	7,8
7:24:00	8,2	9	9	8,6	8,2	8,6	9	9	9,8	9,8
8:04:00	9,8	10,6	11,4	11,8	10,6	10,6	11,8	12,5	14,1	15,7
8:44:00	16,5	16,9	15,7	14,5	13,7	13,7	13,3	12,9	12,5	12,5
9:24:00	13,3	13,3	13,3	12,5	12,5	12,5	12,9	12,9	13,3	13,3
10:04:00	14,1	14,1	14,1	14,5	15,3	15,3	16,1	17,6	18	18
10:44:00	18	17,6	16,5	16,5	15,3	15,3	14,1	15,3	14,9	15,3
11:24:00	15,3	15,3	16,5	16,5	16,1	15,7	16,1	16,9	18	17,3
12:04:00	18	17,6	16,5	16,5	16,1	16,1	16,5	16,1	16,1	16,1
12:44:00	16,9	17,6	17,3	17,3	17,6	16,5	15,7	14,9	14,1	14,5
13:24:00	14,5	13,7	13,3	14,1	14,1	14,1	14,5	14,5	14,1	14,5
14:04:00	15,7	16,9	16,5	16,5	15,7	16,1	16,5	16,9	16,9	16,1
14:44:00	17,3	17,6	17,3	18	17,3	17,6	17,6	16,9	16,1	16,5
15:24:00	15,7	15,3	14,1	14,1	14,1	14,5	15,7	14,1	14,1	14,1
16:04:00	14,1	14,1	14,1	14,1	13,7	12,9	13,3	12,9	12,9	12,9
16:44:00	12,9	14,9	15,7	14,9	14,9	15,3	17,3	17,6	17,6	16,9
17:24:00	16,1	16,5	15,7	15,3	14,1	14,1	14,1	14,5	15,7	14,1
18:04:00	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	13,7	12,9	13,3	12,9
18:44:00	12,9	12,9	12,9	14,9	15,7	14,9	14,9	15,3	17,3	17,6
19:24:00	17,6	16,9	16,1	16,5	15,7	15,3	14,1	14,1	14,1	14,5
20:04:00	15,7	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	13,7	12,9
20:44:00	13,3	12,9	12,9	12,9	12,9	14,9	15,7	14,9	14,9	15,3
21:24:00	16,1	15,7	14,9	15,3	15,3	14,1	12,9	13,3	13,3	12,9
22:04:00	12,9	14,1	13,7	14,1	14,5	14,5	13,7	12,9	12,9	12,9
22:44:00	12,2	12,5	13,3	12,9	14,5	14,1	14,1	14,1	14,1	13,3
23:24:00	12,9	14,5	22	17,6	15,3	14,9	15,3	15,3	14,5	14,1

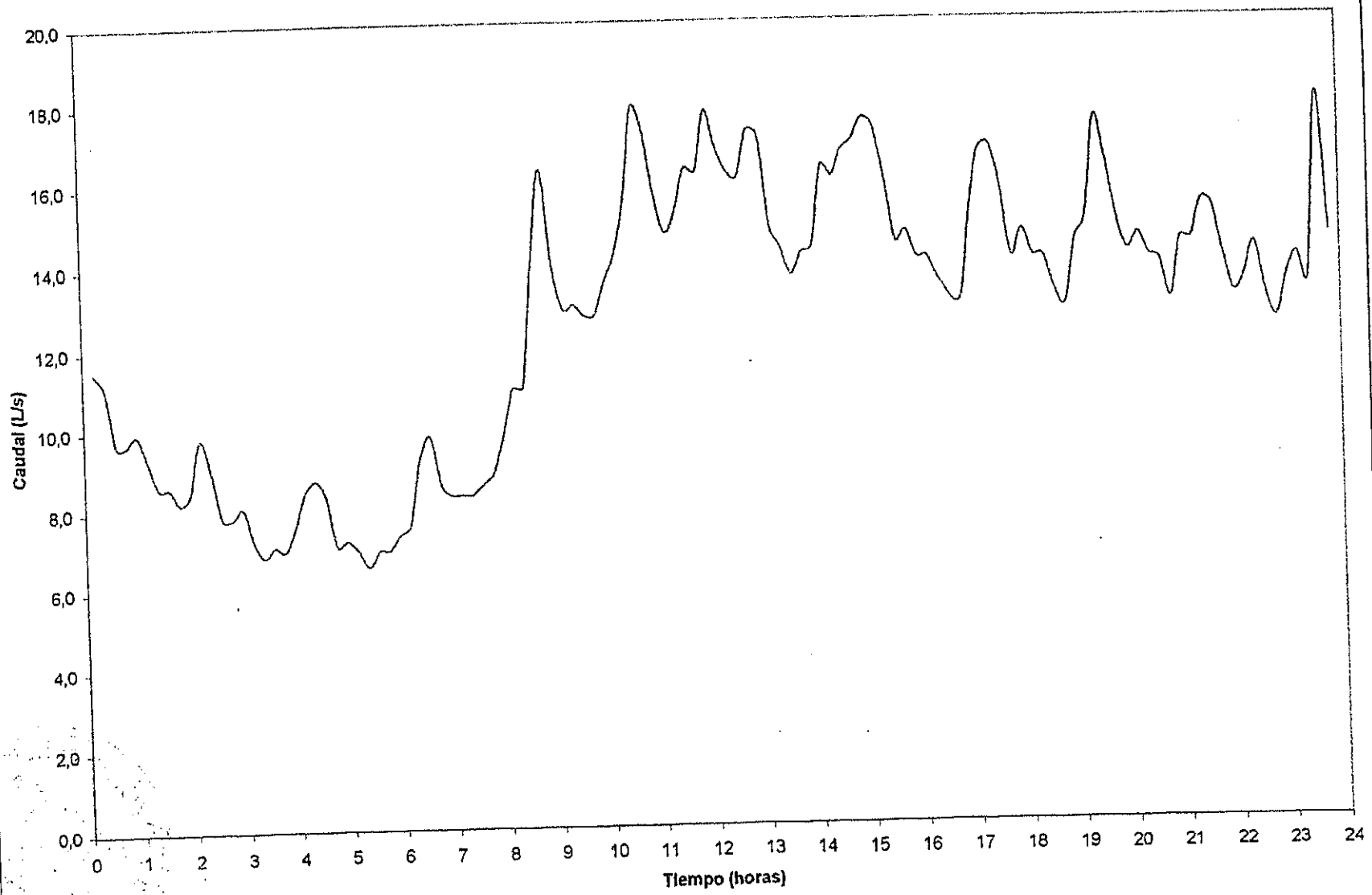
Caudal total: **1.092.281** m^3
Caudal medio: **12,64** l/s
Caudal máximo: **21,96** l/s a las 23:32:00
Caudal mínimo: **6,27** l/s primer registro a las 5:24:00
Caudal mínimo noche: **6,27** l/s primer registro a las 5:24:00
Caudal medio noche : **8,26** l/s

PROYEX

AENOR Empresa Registrada ER-0604/2000

AENOR Gestión Ambiental GGM-00/190

Registro de Caudal diario 30/07/01



COLECTOR DE ERILA

PROYEX

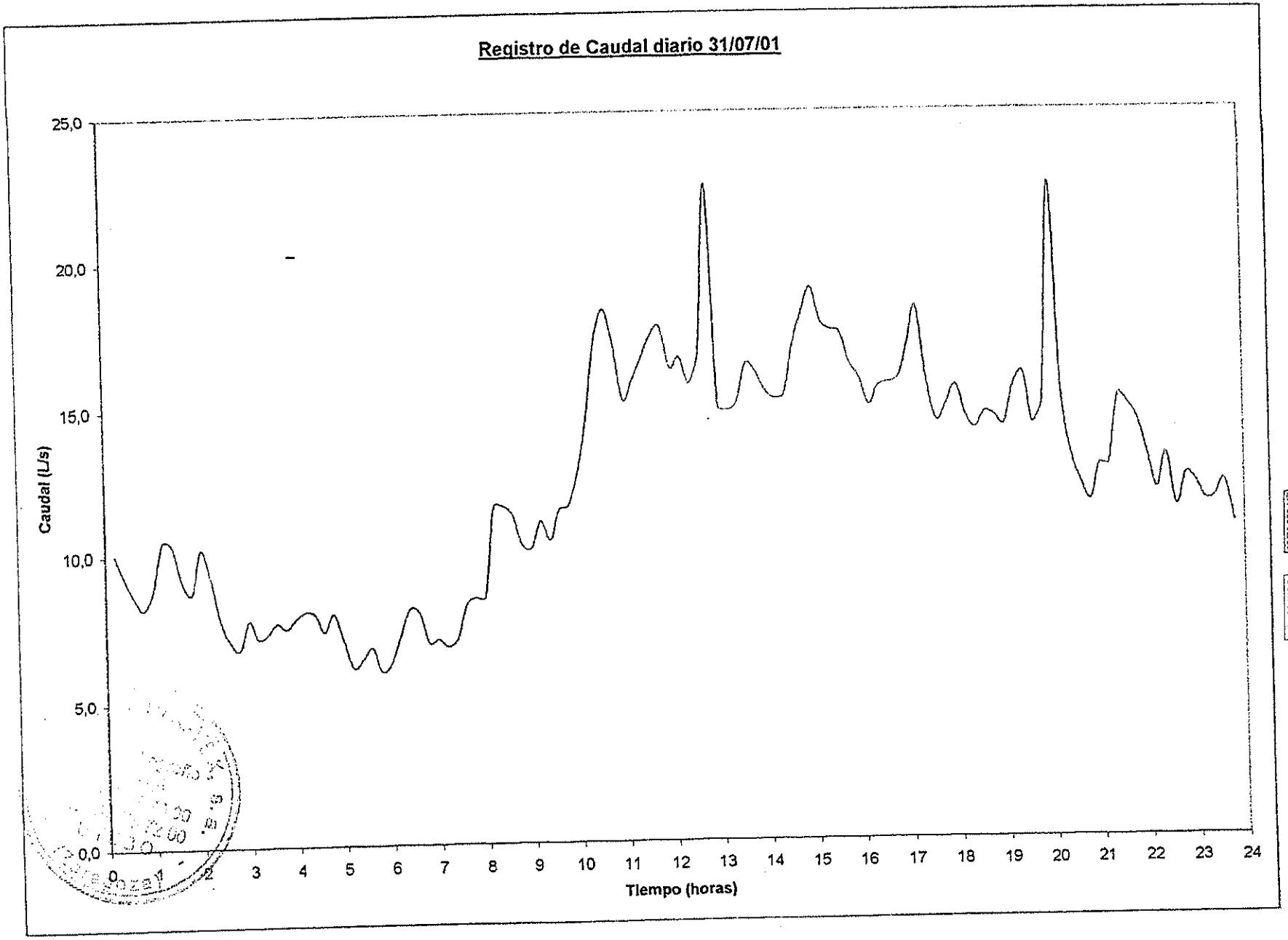
Descripcion Localización: **COLECTOR EPILA**
Datos del día Martes 31/07/01

Caudal definido en l/s

0:04:00	10,6	10,2	9,4	9,4	9,4	9	8,6	8,6	8,6	8,6
0:44:00	8,2	7,8	8,6	8,6	9,4	9,8	10,6	11	10,2	11
1:24:00	9,8	9,8	9	8,6	8,6	8,6	9	10,2	10,2	10,2
2:04:00	10,2	9	8,6	7,8	8,2	7,5	7,1	7,5	7,5	6,7
2:44:00	6,7	6,7	7,1	7,8	7,8	7,8	7,8	7,1	6,7	6,7
3:24:00	7,8	7,5	7,5	7,8	7,8	7,5	7,5	7,5	7,5	8,2
4:04:00	7,8	8,2	8,2	7,8	8,2	8,2	7,5	7,5	7,1	7,5
4:44:00	8,2	8,2	7,5	7,5	7,1	6,7	6,7	5,9	5,9	5,9
5:24:00	6,3	7,1	7,1	7,1	6,3	5,9	5,9	6,3	6,3	6,3
6:04:00	6,3	6,7	7,5	7,5	7,5	8,2	8,6	8,6	7,8	7,5
6:44:00	6,7	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	6,7	6,7	6,7
7:24:00	6,7	7,8	8,2	8,2	8,2	8,6	8,2	8,6	8,6	8,6
8:04:00	8,2	8,6	10,2	10,6	11,4	11,8	11,4	11,4	11,8	10,6
8:44:00	11	9,8	9,8	9,8	9,8	10,6	11,4	11	10,6	10,2
9:24:00	10,2	10,6	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4	11,8	12,5	12,5
10:04:00	12,9	14,1	14,1	15,3	16,5	17,6	17,6	17,3	19,2	18,4
10:44:00	17,3	17,3	16,9	15,7	15,3	14,5	15,3	16,1	16,1	16,1
11:24:00	16,1	17,6	17,6	17,3	17,3	18,4	17,3	17,3	16,9	15,7
12:04:00	16,1	16,1	16,9	16,9	15,7	15,3	16,1	16,5	16,5	17,3
12:44:00	24,7	24,3	18,4	16,1	14,9	13,7	14,9	14,9	14,5	15,3
13:24:00	15,3	16,5	16,5	16,1	15,7	16,5	16,1	16,1	15,3	14,9
14:04:00	15,3	14,9	15,3	15,3	15,3	15,3	16,1	17,3	17,6	18
14:44:00	18	18,4	20	18,4	18,4	18,4	17,3	17,6	17,3	17,6
15:24:00	17,6	17,3	17,3	17,6	16,9	16,1	16,1	16,1	16,1	15,3
16:04:00	15,3	14,5	14,9	16,1	15,7	14,9	15,3	16,1	16,1	15,7
16:44:00	16,1	16,1	16,1	16,9	18	18,4	18,8	17,6	16,5	15,3
17:24:00	15,3	15,3	14,1	13,7	14,1	14,9	15,7	16,1	15,7	14,9
18:04:00	14,9	14,1	14,5	14,5	14,1	13,7	13,7	14,9	15,3	15,3
18:44:00	14,1	14,1	14,1	14,5	14,1	14,5	16,1	16,1	16,1	16,1
19:24:00	15,7	14,5	14,1	14,1	12,9	14,1	18	23,1	20,4	23,9
20:04:00	17,6	14,1	14,5	13,7	12,9	12,9	11,8	12,5	12,2	11,4
20:44:00	11,4	11,8	12,2	11,8	12,2	12,9	13,3	14,1	15,3	15,3
21:24:00	14,9	15,3	14,9	14,5	15,3	14,1	13,7	13,7	12,9	12,9
22:04:00	12,2	11,8	11,8	12,9	13,3	13,3	12,9	12,9	8,2	11,8
22:44:00	13,3	12,2	12,2	11,8	12,5	11,8	11	11,4	11	11,4
23:24:00	12,5	12,2	12,2	12,2	7,8	11,8	14,9	11	10,6	10,6

Caudal total: **1.074** m^3
Caudal medio : **12,43** l/s
Caudal máximo: **24,71** l/s a las 12:44:00
Caudal mínimo: **5,88** l/s primer registro a las 5:12:00
Caudal mínimo noche: **5,88** l/s primer registro a las 5:12:00
Caudal medio noche : **8,03** l/s

PROYEX



AENOR Empresa Registrada ER-0604/2/99

AENOR Gestión Ambiental GCM-001/99

COLECTOR DE EPILA

❑ ANEJO 4: CUADRO RESUMEN

		31-07-2001 MARTES
CAUDAL		1074
D.Q.O		1670
D.Q.O.		1794
$D.B.O_5$		580
$D.B.O_5$		623
S.S.T.		499
S.S..V.		350
NITROGENO TOTAL		38,5
NITRATOS		12,5
FÓSFORO TOTAL		14,4
ACEITES Y GRASAS		91
HABITANTES EQUIVALENTES		10382

Habitante equivalente 60 g

INFORME Nº ZQ-37058

SOBRE : ESTUDIO DE VERTIDOS DE EPILA (ZARAGOZA)

Peticionario: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON
Departamento de Medo Ambiente
Dirección General del Agua
Pª Maria Agustín 36 Edificio Pignatelli
50004 ZARAGOZA

Laboratorios PROYEX S.A.
Autovía Logroño
Tel. 976 787 000
Fax 976 787 200
UTEBO
(Zaragoza)

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232/96. Acreditado por la Diputación General de Aragón por Resoluciones de 01.08.91 y 27.01.92, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los números 04003HA91, 04004AP91, 04005AS91, 04006SE91, 04007SV91 (B.O.E. 21.09.91) y 04008ST92 (B.O.E. 30.03.92).
MIEMBRO DE: ASTM (American Society for Testing Materials). ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).

INDICE

1.- ANTECEDENTES

2.- DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS

2.1 - PUNTO DE VERTIDO
2.2 - MEDIDAS DE CAUDAL
2.3 - TOMA DE MUESTRA
2.4 - METODOS ANALITICOS
2.5 - TRATAMIENTO INFORMATICO. SOFTWARE

3 RESULTADOS OBTENIDOS

- ANEJO 1: INFORME FOTOGRAFICO
- ANEJO 2: RESULTADOS ANALISIS MUESTRAS
- ANEJO 3: REGISTROS Y GRAFICOS DIARIOS DE CAUDAL
- ANEJO 4: CUADROS RESUMEN

4 COMENTARIOS

Laboratorios PROYEX S.A.
Autovía Logroño
Km. 11'4
Tel. 976 787 000
Fax 976 787 200
UTEBO
(Zaragoza)

1 ANTECEDENTES

Por parte de la Dirección General del Agua el Departamento de Medio Ambiente de la DIPUTACIÓN GENERAL DE ARAGON se nos encarga realizar la caracterización y cuantificación de vertidos de EPILA (Zaragoza)

Los trabajos a realizar son los siguientes:

1.- Una campaña de medida de caudal con volumen diario y curva de caudal con registro continuo, durante 3 días laborales, en un colector situado en EPILA (Zaragoza)

- Campaña: Del 3 al 5 de Octubre de 2001.

2. - Toma de muestra integrada proporcional al caudal diario en un punto de vertido de EPILA (Zaragoza), durante 3 días de, siendo la toma durante 24 horas

3.- Análisis químico de 3 muestras integradas, con determinación de los siguientes parámetros:

Sólidos en suspensión totales (mg/l)
Sólidos en suspensión volátiles (mg/l)
D.Q.O. Total (mg/l)
D.B.O.$_5$ Total (mg/l)
Nitrógeno total Kjeldhal (mg/l)
Nitratos (mg/l)
Fósforo Total (mg/l)
Aceites y grasas (mg/l)

Laboratorios PROYEX Autovía Logroño Km. 11'4 Tel. 976 787 000 Fax 976 787 200 UTEBO (Zaragoza)

2 TRABAJOS REALIZADOS

En este apartado se describe la metodología utilizada para el estudio, en los siguientes apartados:

- Puntos de vertido
- Medidas de Caudal.
- Toma de Muestras.
- Análisis químico de los vertidos.
- Tratamiento informático. Software.

2.1 PUNTOS DE MEDIDA Y TOMA DE MUESTRA DE VERTIDO

Epila tiene un punto de vertido que recogen la totalidad de los vertidos de la población más el polígono industrial.

PUNTO DE MUESTREO

Llegando a Epila por la carretera de Grisén, antes de las piscinas municipales tomar un camino a la izquierda junto a la pista de tenis y a nos 100 metros en una arqueta de hormigón se instalan los aparatos para realizar las medidas. Se trata de un ovoide de 2.5 m.

2.2 MEDIDAS DE CAUDAL

2.2.1 MEDIDAS DE CAUDAL EN CONTINUO

Laboratorios PROYEX S.A. Autovía Logroño Km. 11'4 Tel. 976 787 000 Fax 976 787 200 UTEBO (Zaragoza)

Las medidas de Caudal se han realizado con un **medidor de nivel ultrasónico WJ-460**, siendo necesario por tanto, hallar la relación Calado/Caudal en el

punto de muestreo.

En el punto de vertido se han instalado un vertedero triangular de 90 º la curva calado//Caudal se ha elaborado se ha elaborado con la aplicación de la fórmula KINDSVATER-SHEN:

$$Q = Cq \frac{8}{15} \sqrt{2\ gh}\ \mathrm{tg}\ \frac{\alpha}{2} h^{2}$$

Para el cálculo de los coeficientes se ha utilizado las ecuaciones de la Norma ISO 1438/1.

El equipo para medida de nivel W.J.-460 posee un software capaz de tomar diez puntos de estas curvas y referir los datos tomados del nivel de agua en el colector, a caudal, por extrapolación entre dichos puntos.

La frecuencia de medida del nivel ha sido de cinco segundos y la acumulación de datos la media de 48 medidas, es decir, se ha obtenido un dato de caudal cada 4 minutos, media de las medidas cada cinco segundos. Se obtiene así una tabla, con 360 datos de caudal, que corresponden como primer dato a las 00:04:00 horas del día natural, y así consecutivamente cada 4 minutos hasta llegar al último dato, que corresponde a las 24:00:00 horas.

2.3. TOMA DE MUESTRAS

2.3.1 MUESTRAS PROPORCIONALES

Laboratorios PROYEX S.A. Autovía Logroño Km. 11'4 Tel. 976 787 000 Fax 976 787 200 UTEBO (Zaragoza)

La muestra proporcional es la obtenida mediante la toma de 45-50 muestras unitarias diarias, por el **equipo automático W.J. modelo "Hobo"**, que es activado mediante impulsos que genera el medidor de caudal W.J.- 460 a un paso establecido volumen de vertido.

Estos impulsos se programan en virtud del caudal total diario vertido, de tal forma que cada unidad de muestra tomada, será representativa a la cantidad de caudal vertido. Es decir, a mayor paso de caudal mayor número de muestras unitarias tomadas por unidad de tiempo.

2.4 METODOS ANALITICOS

Los métodos analíticos seguidos, tanto en los análisis químicos como en la estabilización de las muestras, en el presente estudio, son los especificados en el **"STANDARD METHODS for the examination of water and wastewater". APHA. AWWA. WPCF. 19th Edition.**

2.5 TRATAMIENTO INFORMATICO. SOFTWARE

El Software utilizado para la elaboración de este informe es el siguiente:

- FLARE 3.3: Utilizado para la obtención de medidas de caudal.
- MICROSOFT EXCEL DE OFFICE 2000 como hojas de calculo y elaboración de gráficos.
- MICROSOFT WORD DE OFFICE 2000 como tratamiento de textos.

Laboratorios PROYEX S.A. Autovía Logroño Km. 11'4 Tel. 976 787 000 Fax 976 787 200 UTEBO

3 RESULTADOS OBTENIDOS

Los datos obtenidos en el presente estudio se estructuran en este informe del siguiente modo:

- ANEJO 1: INFORME FOTOGRAFICO
- ANEJO 2: RESULTADOS ANALISIS MUESTRAS
- ANEJO 3: REGISTROS Y GRAFICOS DIARIOS DE CAUDAL
- ANEJO 4: CUADROS RESUMEN

Laboratorios PROYEX S.A.
Autovía Logroño
Km. 11'4
Tel. 976 787 000
Fax 976 787 200
UTEBO
(Zaragoza)

3 COMENTARIOS

Según información suministrada por el Ayuntamiento, existe una acequia que pasa por debajo del pueblo y el sobrante de riego y los días de lluvia desborda y se introduce en el colector municipal.

El presente informe consta de 8 hojas numeradas y selladas así como de cuatro ANEJOS.

V º B º

Zaragoza a 22 de Octubre de 2.001

JAVIER LARUMBE BERNAD
Director Técnico de Medio Ambiente

Mª PAZ IBAÑEZ GALLEGO
Directora Departamento de Análisis Químico

Laboratorios PROYEX S.A.
Autovía Logroño
Km. 11'4
Tel. 976 787 000
Fax 976 787 200
UTEBO
(Zaragoza)

PROYEX

AENOR Empresa Registrada ER-0504/2/99

AENOR Gestión Ambiental CGM-00/190

* 2 R - 0 0 0 0 0 - X *

❑ ANEJO 1: INFORME FOTOGRAFICO

Laboratorios PROYEX S.A.
Autovía Logroño
Km. 11'4
Tel. 976 767 000
Fax 976 767 200
UTEBO
(Zaragoza)

INFORME FOTOGRAFICO

Laboratorios PROYEX S.A.
Avdda. Logroño
Km. 11'5
Tel. 976 767 000
Fax 976 767 200
UTE 30
Zaragoza

PUNTO DE VERTIDO EPILA

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341. Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del

PROYEX

AENOR Empresa Registrada ER-0604/2/99

AENOR Gestión Ambiental CGM-00/190

* Z R - 0 0 0 0 0 - X *

❑ ANEJO 2: RESULTADOS ANALISIS MUESTRAS

Laboratorios PROYEX
Autovía Logroño
Km. 11'4
Tel. 976 767 000
Fax 976 767 200
U T E B O
(Zaragoza)

PROYEX

AENOR Empresa Registrada ER-0604/2/99

AENOR Gestión Ambiental CGM-00/190

ANALISIS QUIMICO MUESTRA PROPORCIONAL

COLECTOR EPILA

FECHA: VIERNES 2001-10-03

D.Q.O (O_2)	658 mg/l
D.B.O_5 (O_2)	384 mg/l
Sólidos en suspensión totales	430 mg/l
Sólidos en suspensión volátiles	308 mg/l
Nitrógeno total	41.3 mg/l
Nitratos	52.3 mg/l
Fósforo total (P)	7 mg/l
Aceites y grasas	24 mg/l

Laboratorios PROYEX, S.A.
Autovía Logroño
Km. 11'4
Tel. 976 787 000
Fax 976 787 200
UTEBO
(Zaragoza)

PROYEX

ANALISIS QUIMICO MUESTRA PROPORCIONAL

COLECTOR EPILA

FECHA: DOMINGO 2001-10-04

D.Q.O (O_2)	541 mg/l
D.B.O_5 (O_2)	250 mg/l
Sólidos en suspensión totales	338 mg/l
Sólidos en suspensión volátiles	272 mg/l
Nitrógeno total	30.8 mg/l
Nitratos	12.7 mg/l
Fósforo total (P)	6.4 mg/l
Aceites y grasas	33 mg/l

Laboratorios PROYEX S.A.
Autovía Logroño
Km. 11'4
Tel. 976 787 000
Fax 976 787 200
UTEBO
(Zaragoza)

PROYEX

ANALISIS QUIMICO MUESTRA PROPORCIONAL

COLECTOR EPILA

FECHA: LUNES 2001-10-05

D.Q.O (O_2)	510 mg/l
D.B.O_5 (O_2)	292 mg/l
Sólidos en suspensión totales	272 mg/l
Sólidos en suspensión volátiles	228 mg/l
Nitrógeno total	27.6 mg/l
Nitratos	12.4 mg/l
Fósforo total (P)	5.9 mg/l
Aceites y grasas	<10 mg/l

Laboratorios PROYEX S.A.
Autovía Logroño
Km. 114
Tel. 976 767 000
Fax 976 767 200
UTEBO
(Zaragoza)

PROYEX

AENOR Empresa Registrada ER-0604/2/99

AENOR Gestión Ambiental CGM-00/190

* 2 R - 0 0 0 0 0 - X *

❑ ANEJO 3: REGISTROS Y GRAFICOS DIARIOS DE CAUDAL

Laboratorios PROYEX
Autovía Logroño
Km. 114
Tel. 976 787 000
Fax 976 787 200
U T E B C
(Zaragoza)

PROYEX

Descripción Localización: **COLECTOR EPILA**
Datos del Miércoles 2001-10-03

Caudal Definido L/s

00:04:00	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,4	11	11	11	11,8
00:44:00	12,2	12,9	12,9	12,9	12,5	12,9	13,3	12,2	11	10,2
01:24:00	9,8	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9	9	9,4	9,4
02:04:00	9,4	9,4	9	8,6	8,6	9	9	9	8,6	8,6
02:44:00	9	9,8	10,6	11	11	11	10,6	10,2	9,4	8,6
03:24:00	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	9	9,4	9,4
04:04:00	9,4	10,2	12,5	13,7	14,1	14,9	15,3	15,7	16,1	16,9
04:44:00	18	18,4	18,8	19,2	19,2	19,6	20	21,2	22,7	23,1
05:24:00	22,7	22	21,6	20,8	20,4	20,4	20,4	20	20	20
06:04:00	20	20	20	20,4	20,8	20,8	20,8	20,8	21,6	22,4
06:44:00	22,7	22,7	22,7	22,4	22,7	22,7	22,7	22	22	22
07:24:00	22	22,7	23,1	23,1	22,7	22,7	22,7	22,4	22	22
08:04:00	22	21,6	21,6	21,6	22,4	22,7	23,1	23,9	24,3	24,7
08:44:00	25,9	26,3	25,9	24,7	22,7	20,4	18	16,9	16,5	16,5
09:24:00	16,9	16,9	16,1	16,1	15,3	14,9	14,5	14,1	14,1	14,5
10:04:00	14,9	15,3	15,3	15,7	15,7	15,3	15,3	15,7	16,5	17,6
10:44:00	18,4	18,8	18,8	18	16,9	16,5	16,1	16,1	15,7	15,7
11:24:00	15,7	15,3	14,5	16,5	16,9	17,3	18	18,4	18,4	18,4
12:04:00	18	17,6	18	19,2	19,6	18,8	18	18,4	18,4	18
12:44:00	17,6	17,3	17,3	17,3	16,9	16,5	16,1	15,3	14,9	14,9
13:24:00	14,9	14,9	14,9	14,9	15,3	15,3	15,7	15,7	15,3	15,3
14:04:00	15,3	16,1	16,5	16,1	16,1	15,7	16,5	17,3	18,4	18,4
14:44:00	18	17,6	17,6	17,3	16,9	16,5	16,9	17,6	18,4	18,4
15:24:00	17,6	16,9	16,1	16,1	15,7	16,1	25,1	39,2	42,7	42,7
16:04:00	42,4	42	41,6	42	42,7	42,7	43,1	43,5	43,1	42,4
16:44:00	37,3	27,8	33,3	55,3	51,4	45,5	42,7	41,6	40,8	40,8
17:24:00	40,8	41,6	41,2	41,2	41,2	41,2	40,8	40,4	40,4	40
18:04:00	40,8	41,6	40,8	40,8	40,8	41,6	42,4	42,7	43,5	42,7
18:44:00	42,4	42	42	41,2	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,4
19:24:00	40	40,4	40	40	40	40,8	40,4	40,4	40,8	40,8
20:04:00	40,8	41,6	42	41,6	40,8	41,2	42,4	42,7	42,7	42,7
20:44:00	43,5	43,9	43,9	42,7	43,1	42,7	42	42	42	42
21:24:00	42	42,4	42,7	42,4	42,4	42	41,6	41,2	42	42,7
22:04:00	42,4	41,6	42	42	42	42,4	43,5	43,5	43,9	43,5
22:44:00	43,1	42,7	42,4	42	42,7	43,9	43,9	42,7	41,6	40,8
23:24:00	40,8	40,8	40,8	40,4	39,6	39,6	40	41,6	41,2	40,4

Caudal Total : **2.182,361** M^3
Caudal Medio : **25,26** L/s
Cadual Máximo : **55,29** L/s a 16:56:00
Caudal Mínimo : **8,63** L/s (1er registro a 2:16:00)
Caudal Mínimo noche : **8,63** L/s (1er registro a 2:16:00)
Caudal Medio noche : **12,87** L/s

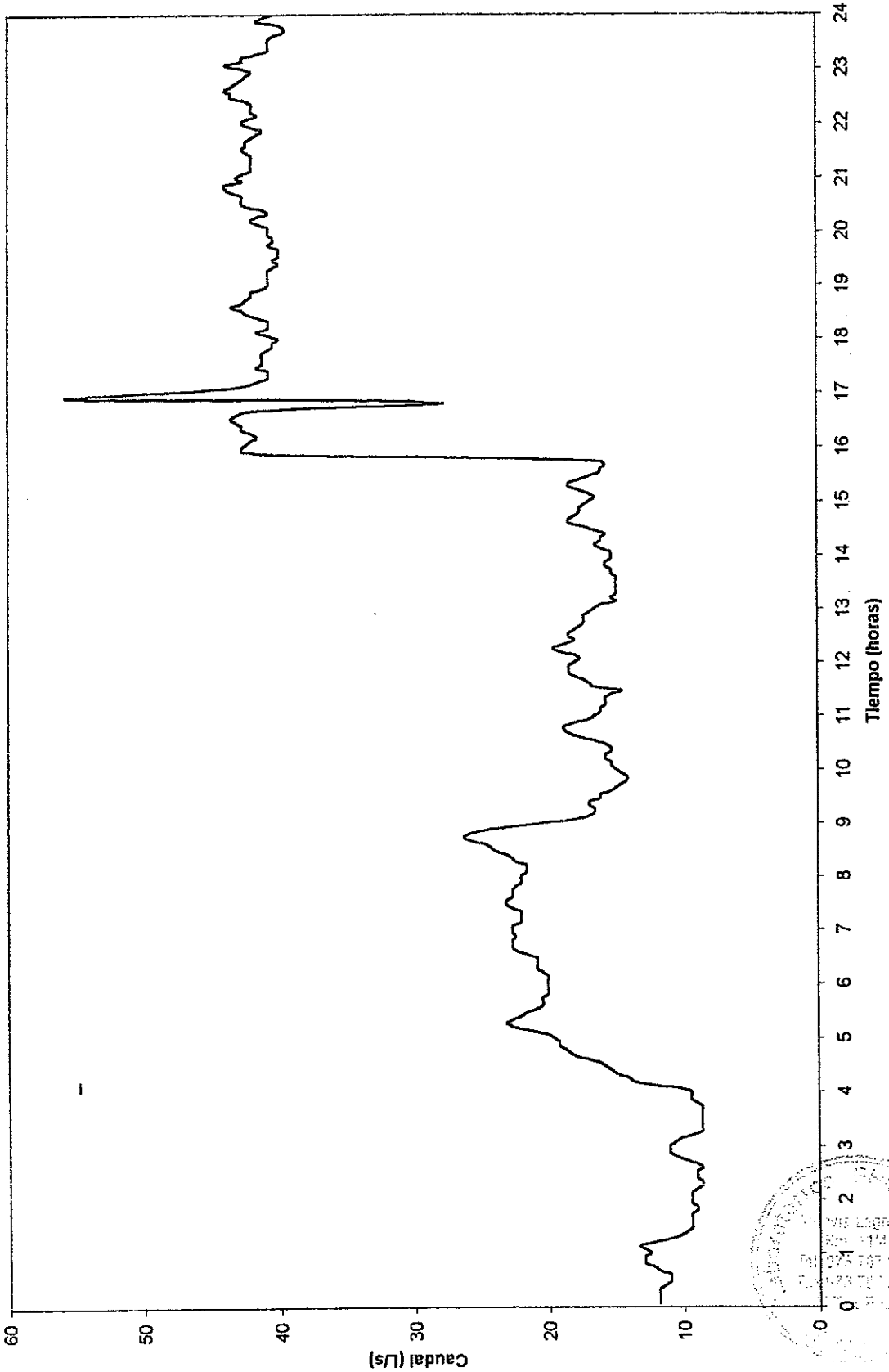
Laboratorios PROYEX
Avda. Logroño
Km. 1,4
Tel. 976 767 000
Fax 976 767 200
UTEBO
(Zaragoza)

PROYEX

AENOR ER Empresa Registrada ER-0604/2/99

AENOR Gestión Ambiental CGM-00/190

Registro de Caudal diario 03/10/01



COLECTOR DE EPILA

PROYEX

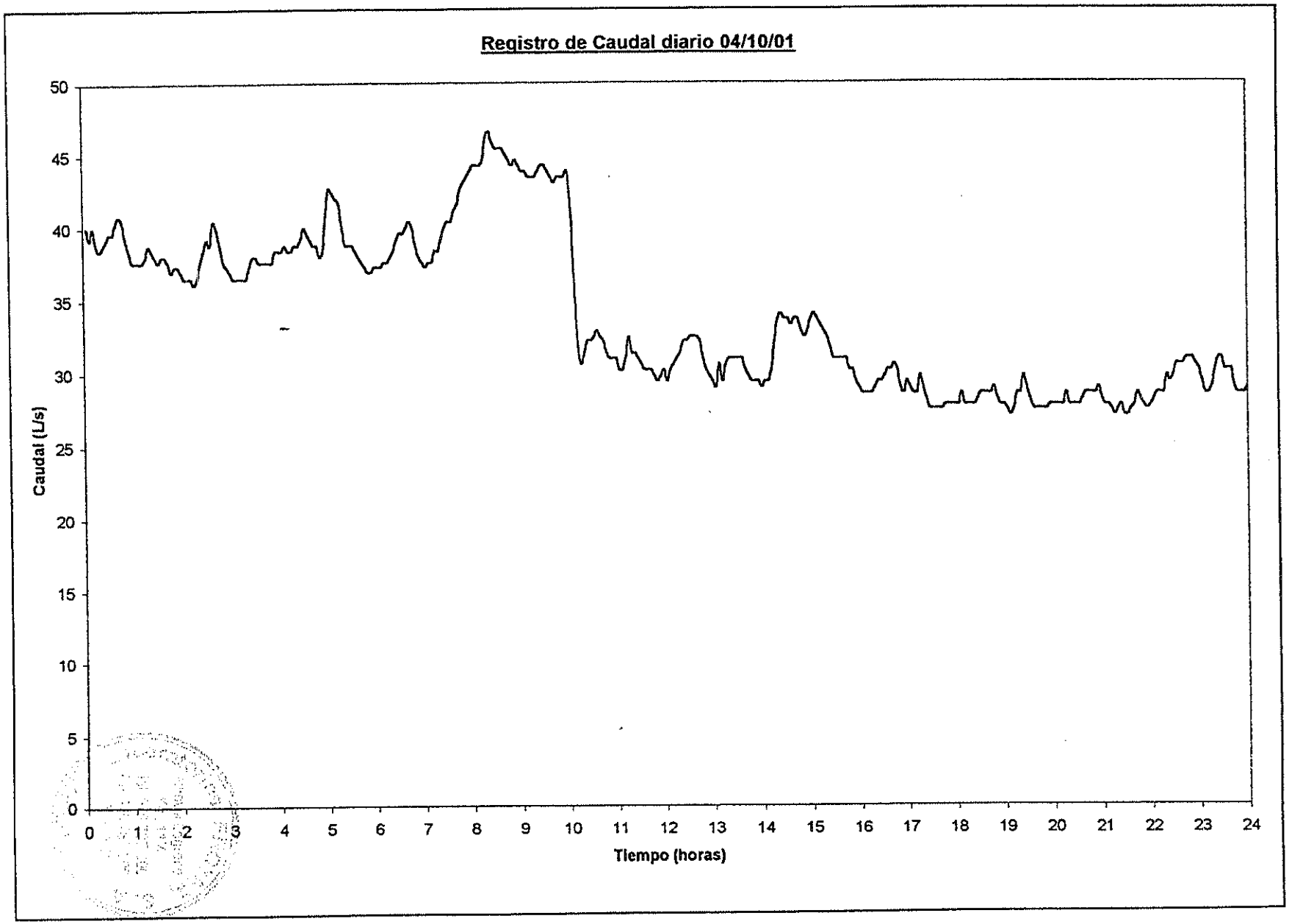
Descripción Localización: **COLECTOR EPILA**
Datos del Jueves 2001-10-04

Caudal Definido L/s

00:04:00	40	39,2	40	38,8	38,4	38,8	39,2	39,6	39,6	40,4
00:44:00	40,8	40,4	39,2	38,4	37,6	37,6	37,6	37,6	38	38,8
01:24:00	38,4	38	37,6	38	38	37,6	36,9	37,3	37,3	36,9
02:04:00	36,5	36,5	36,5	36,1	36,5	37,6	38,4	39,2	39,2	38,8
02:44:00	40,4	40	38,8	37,6	37,3	36,9	36,5	36,5	36,5	36,5
03:24:00	36,5	37,3	38	38	37,6	37,6	37,6	37,6	37,6	38,4
04:04:00	38,4	38,4	38,8	38,4	38,4	38,8	38,8	39,2	40	39,6
04:44:00	39,2	38,8	38,8	38	38,4	40,8	42,7	42,4	42	41,6
05:24:00	40	38,8	38,8	38,8	38,4	38	37,6	37,3	36,9	36,9
06:04:00	37,3	37,3	37,3	37,6	37,6	38	38,4	39,2	39,6	39,6
06:44:00	40	40,4	40	38,8	38	37,6	37,3	37,6	37,6	38,4
07:24:00	38,4	39,2	40	40,4	40,4	41,2	41,6	42,7	43,1	43,5
08:04:00	43,9	44,3	44,3	44,3	44,7	46,3	46,7	45,9	45,5	45,5
08:44:00	45,5	45,1	44,7	44,3	44,7	44,3	43,9	43,9	43,5	43,5
09:24:00	43,5	43,9	44,3	44,3	43,9	43,5	43,1	43,5	43,5	43,5
10:04:00	43,9	41,6	36,1	31,8	30,6	31,4	32,2	32,2	32,5	32,9
10:44:00	32,5	32,2	31,4	31	31	31	30,2	30,2	31	32,5
11:24:00	31,4	31,4	31	30,6	30,2	30,2	30,2	29,8	29,4	29,8
12:04:00	30,2	29,4	30,2	30,6	31	31,4	32,2	32,2	32,5	32,5
12:44:00	32,5	32,2	31	30,2	29,8	29,4	29	29,4	30,6	31
13:24:00	31	31	31	31	30,2	29,8	29,4	29,4	29,4	29
14:04:00	29,4	29,4	30,2	32,2	33,7	34,1	33,7	33,7	33,3	33,7
14:44:00	33,7	32,9	32,5	32,9	33,7	34,1	33,7	33,3	32,9	32,5
15:24:00	31,8	31	31	31	31	31	30,2	30,2	29,4	29
16:04:00	28,6	28,6	28,6	28,6	29	29,4	29,4	29,8	30,2	30,2
16:44:00	30,6	30,2	29	28,6	29,4	29	28,6	28,6	29,8	29
17:24:00	28,2	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,8	27,8	27,8	27,8
18:04:00	27,8	28,6	27,8	27,8	27,8	27,8	28,2	28,6	28,6	28,6
18:44:00	28,6	29	28,2	27,8	27,8	27,5	27,1	27,5	28,6	28,6
19:24:00	29,8	29	28,2	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,8	27,8
20:04:00	27,8	27,8	27,8	28,6	27,8	27,8	27,8	27,8	28,2	28,6
20:44:00	28,6	28,6	28,6	29	28,2	27,8	27,8	27,5	27,1	27,5
21:24:00	27,8	27,1	27,1	27,5	27,8	28,6	28,2	27,8	27,5	27,8
22:04:00	28,2	28,6	28,6	28,6	29,8	29,4	29,8	30,6	30,6	30,6
22:44:00	31 31	31	30,6	30,2	29,4	29,4	28,6	29	30,2	
23:24:00	31 31	30,2	30,2	30,2	29	28,6	28,6	28,6	29	

Caudal Total :	**2.938** M^3
Caudal Medio :	**34,00** L/s
Caudal Máximo :	**46,67** L/s a 8:28:00
Caudal Mínimo :	**27,06** L/s (1er registro a 19:08:00)
Caudal Mínimo noche :	**36,08** L/s a 2:16:00
Caudal Medio noche :	**38,43** L/s

Laboratorios PROYEX
Avdavia Lugono
Cdo. 114
Tel. 975 787 000
Fax 975 / 87 200
UTEC



COLECTOR DE EPILA

PROYEX

AENOR Empresa Registrada ER-0604/2/99

AENOR Gestión Ambiental GGM-00190

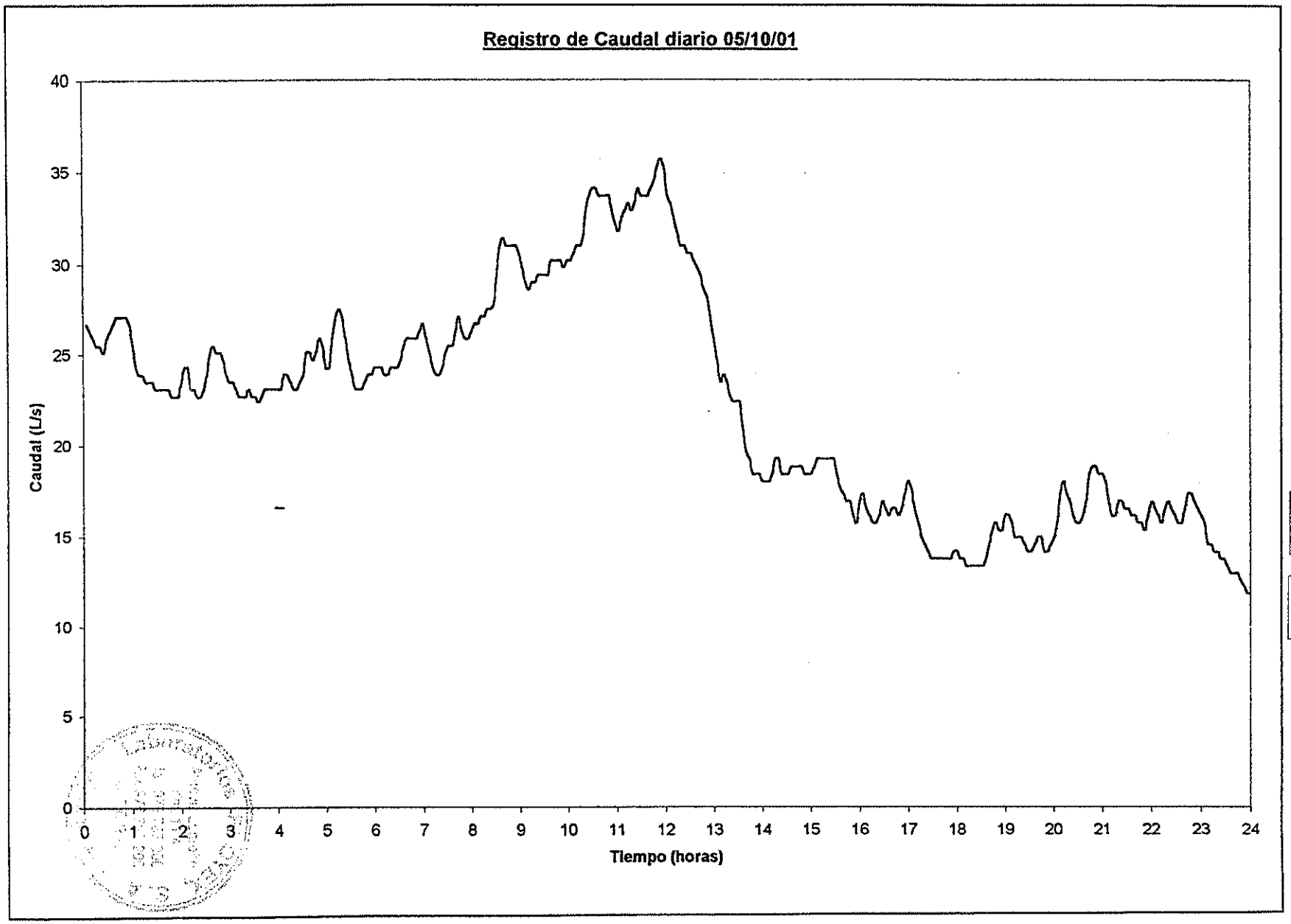
PROYEX

Descripción Localización: **COLECTOR EPILA**
Datos del Viernes 2001-10-05

Caudal Definido L/s

00:04:00	26,7	26,3	25,9	25,5	25,5	25,1	25,9	26,3	26,7	27,1
00:44:00	27,1	27,1	27,1	26,7	25,5	24,3	23,9	23,9	23,5	23,5
01:24:00	23,5	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	22,7	22,7	22,7	23,5
02:04:00	24,3	24,3	23,1	23,1	22,7	22,7	23,1	23,9	24,3	25,1
02:44:00	25,5	25,1	25,1	24,7	23,9	23,5	23,5	23,1	22,7	22,7
03:24:00	22,7	23,1	22,7	22,7	22,4	22,7	23,1	23,1	23,1	23,1
04:04:00	23,1	23,1	23,9	23,9	23,5	23,1	23,1	23,5	23,9	25,1
04:44:00	25,1	24,7	25,1	25,9	25,5	24,3	24,3	25,9	27,1	27,5
05:24:00	27,1	25,9	24,7	23,9	23,1	23,1	23,1	23,5	23,9	23,9
06:04:00	24,3	24,3	24,3	23,9	23,9	24,3	24,3	24,3	24,7	25,5
06:44:00	25,9	25,9	25,9	25,9	26,3	26,7	25,9	25,1	24,3	23,9
07:24:00	23,9	24,3	25,1	25,5	25,5	26,3	27,1	26,3	25,9	25,9
08:04:00	26,3	26,7	26,7	27,1	27,1	27,5	27,5	27,8	29,4	31
08:44:00	31,4	31	31	31	31	30,6	29,8	29	28,6	29
09:24:00	29	29,4	29,4	29,4	29,4	30,2	30,2	30,2	30,2	29,8
10:04:00	30,2	30,2	30,6	31	31	31,4	32,9	33,7	34,1	34,1
10:44:00	33,7	33,7	33,7	33,7	32,9	32,2	31,8	32,5	32,9	33,3
11:24:00	32,9	33,3	34,1	33,7	33,7	33,7	34,1	34,5	35,3	35,7
12:04:00	35,3	33,7	33,3	32,5	31,8	31	31	30,6	30,6	30,2
12:44:00	29,8	29,4	28,6	28,2	27,1	25,9	24,7	23,9	23,5	22,7
13:24:00	22,4	22,4	22,4	20,8	19,6	19,2	18,4	18,4	18,4	18
14:04:00	18	18	18,4	19,2	19,2	18,4	18,4	18,4	18,8	18,8
14:44:00	18,8	18,8	18,4	18,4	18,4	18,8	19,2	19,2	19,2	19,2
15:24:00	19,2	19,2	18,4	17,6	17,3	16,9	16,9	16,1	15,7	16,9
16:04:00	17,3	16,5	16,1	15,7	15,7	16,1	16,9	16,5	16,1	16,5
16:44:00	16,5	16,1	16,5	17,3	18	17,6	16,5	15,7	14,9	14,5
17:24:00	14,1	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7	14,1	14,1
18:04:00	13,7	13,7	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,7	14,5
18:44:00	15,3	15,7	15,3	15,3	16,1	16,1	15,7	14,9	14,9	14,9
19:24:00	14,5	14,1	14,1	14,5	14,9	14,9	14,1	14,1	14,5	14,9
20:04:00	15,7	17,3	18	17,3	16,9	16,1	15,7	15,7	16,1	16,9
20:44:00	18,4	18,8	18,8	18,4	18,4	18	16,9	16,1	16,1	16,9
21:24:00	16,9	16,5	16,5	16,1	16,1	15,7	15,7	15,3	16,1	16,9
22:04:00	16,5	16,1	15,7	16,5	16,9	16,5	16,1	15,7	15,7	16,5
22:44:00	17,3	17,3	16,9	16,5	16,1	15,7	14,9	14,5	14,1	14,1
23:24:00	13,7	13,7	13,3	12,9	12,9	12,9	12,5	12,2	11,8	11,8

Caudal Total : **1.917** M^3
Caudal Medio : **22,19** L/s
Caudal Máximo : **35,7** L/s a 12:00:00
Caudal Mínimo : **11,8** L/s (1er registro a 23:56:00)
Caudal Mínimo noche : **23,1** L/s a 01:28:00
Caudal Medio noche: **24,27** L/s



COLECTOR DE EPILA

PROYEX

AENOR Empresa Registrada ER-0604/2/99

AENOR Gestión Ambiental CGM-0001/99

PROYEX

AENOR Empresa Registrada ER-0604/2/99

AENOR Gestión Ambiental CGM-00/190

ZR-00000-X

❑ ANEJO 4: CUADRO RESUMEN

Laboratorios PROYEX S.A.
Autovía Logroño
Km. 114
Tel. 976 767 000
Fax 976 767 200
UTEBO
(Zaragoza)

		MEDIA
CAUDAL		2345
D.Q.O		570
D.Q.O.		1334
$D.B.O_5$		309
$D.B.O_5$		710
S.S.T.		347
S.S..V.		269
NITROGENO TOTAL		33
NITRATOS		26
FÓSFORO TOTAL		6
ACEITES Y GRASAS		
HABITANTES EQUIVALENTES		11841

Habitante equivalente 60

Autovía Logroño
Km. 114
Tel. 976 767 000
Fax 976 767 200
UTEBO

PROYECTO DE E.D.A.R EN ÉPILA (ZARAGOZA)

ANEJO N.º 4:
GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Autovía de Logroño, Km. 11,4
50180 UTEBO (Zaragoza)
ESPAÑA (Spain)
Tel.: +34. 976 787 000
Fax: +34. 976 787 200

GOBIERNO DE ARAGÓN
INSTITUTO ARAGONÉS DEL AGUA
DIRECTORIO GENERAL
06 FEB. 2003
ENTRADA Nº 423

ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL TERRENO DONDE SE PROTECTA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (EDAR) EN LA LOCALIDAD DE EPILA (ZARAGOZA)

PETICIONARIO: DIPUTACIÓN GENERAL DE ARAGÓN
(Departamento de Medio Ambiente)

INFORME: ZS-8902
FECHA: 4 de Febrero de 2003

ZS-8902-X

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo/inspección.
Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de Laboratorios PROYEX, s.a.

SUMARIO

1. ANTECEDENTES

2. TRABAJOS REALIZADOS

2.1. TRABAJOS DE CAMPO
- 2.1.1. Sondeos
- 2.1.2. Ensayos de penetración dinámica estándar (S.P.T.)
- 2.1.3. Calicatas mecánicas

2.2. TRABAJOS DE LABORATORIO
- 2.2.1. Ensayos realizados

3. NIVEL FREÁTICO

4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y PERFIL LITOLÓGICO DEL TERRENO

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6. RECAPITULACIÓN Y SÍNTESIS

ANEXOS

I. Croquis de situación
II. Perfiles litológicos de sondeos y calicatas
III. Boletines de ensayos de laboratorio
IV. Fotografías

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación

EXCMA. DIPUTACIÓN GENERAL DE ARAGÓN
DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE
Dirección General Del Agua

1. ANTECEDENTES

La Diputación General de Aragón a través de la Dirección General del Agua del Departamento de Medio Ambiente, encarga a Proyex la realización de un estudio geotécnico del terreno donde se proyecta la construcción de una Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) en la localidad de Epila (Zaragoza).

El terreno donde se proyecta la ubicación de la EDAR se sitúa junto a la carretera que une la localidad de Epila con Rueda de Jalón. La parcela corresponde a campos de cultivo (regadío) que están abandonados. Entre la carretera y la parcela discurre una acequia que en épocas de riego provoca la inundación parcial del terreno, lo que impidió el acceso al terreno en una primera tentativa de inicio de los trabajos de campo.

Se plantearon para el estudio un total de 6 calicatas y 3 sondeos geotécnicos, cuya ubicación sobre el terreno figura en el croquis de situación de los anexos, y fue replanteada por personal técnico de Proyex tras visita conjunta con técnicos de la Dirección General del Agua.

En el momento de realización de los ensayos la superficie del terreno se encontraba prácticamente horizontal, por lo que puede considerarse que todos los ensayos se comenzaron a la misma cota. La zona donde se realizan los ensayos se encuentra por debajo de la cota de la carretera, con un desnivel aproximado de 80 cm.

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación

2. TRABAJOS REALIZADOS

2.1. Trabajos de campo

2.1.1. Sondeos

Los trabajos de campo se realizaron durante la segunda semana del mes de Diciembre de 2002.

Se realizaron 3 sondeos con un total de 33'0 m perforados.

Para la realización de los trabajos se empleó una máquina de rotación modelo TECOINSA TP40 con un diámetro máximo de 131 mm.

Dada la naturaleza del terreno atravesado no hubo que utilizar tubería de revestimiento para evitar el desmoronamiento de las paredes; la tubería se retiró una vez finalizado cada sondeo.

La extracción de muestras y testigos se realiza por medio tomamuestras de pared delgada (de 75, 85 ó 90 mm) o batería de pared sencilla con corona de Widia (de 113 y 101 mm).

Las muestras se colocaron en cajas adecuadas, debidamente etiquetadas, para su posterior traslado y estudio en el Laboratorio.

En el Laboratorio se conservaron en la cámara húmeda hasta el momento de su apertura para estudio.

Con base a las muestras extraídas en los sondeos, se realizaron los perfiles litológicos correspondientes que se incluyen en el anexo II.

Para conocer la capacidad portante de los diferentes niveles atravesados se realizaron, "in situ", ensayos de penetración dinámica, cuyo procedimiento operatorio y resultados se incluyen más adelante.

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341. Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación

Los perfiles litológicos obtenidos fueron los siguientes:

Sondeo nº1

Entre 0,00 y 1,00 m	Limo arcilloso, de color marrón oscuro con restos de gasterópodos y raíces a techo. Aparece algún resto de carbón.
Entre 1,00 y 2,50 m	Arena de grano muy fino, algo arcillosa, de color marrón.
Entre 2,50 y 7,50 m	Gravas y gravillas, con matriz arenosa, algo arcillosa, de color marrón oscuro. Existe alguna zona con mayor contenido en matriz.
Entre 7,50 y 8,80 m	Argilita de color gris-verde con intercalación de niveles poco potentes de limolita gris. Se encuentra muy alterado.
Entre 8'80 y 12'00 m	Limolita de color gris, muy tableada. Aparece alterada.

Sondeo nº2

Entre 0,00 y 1,00 m	Limo arcilloso, de color marrón oscuro con restos de gasterópodos y raíces a techo. Aparece algún resto de carbón.
Entre 1,00 y 3,85 m	Arena de grano muy fino, algo arcillosa, de color marrón.
Entre 3,85 y 7,50 m	Gravas y gravillas, con matriz arenosa, algo arcillosa, de color marrón oscuro. Aparece algún bolo. Existe alguna zona con mayor contenido en matriz.
Entre 7,50 y 9,00 m	Limo arcilloso, de color marrón oscuro.
Entre 9'00 y 11'00 m	Limolita de color marrón-gris, muy tableada. Aparece muy alterada.

Sondeo nº3

Entre 0,00 y 1,00 m	Limo arcilloso, de color marrón oscuro con restos de gasterópodos y raíces a techo. Aparece algún resto de carbón.
Entre 1'00 y 3'50 m	Arena de grano muy fino, algo arcillosa, de color marrón.
Entre 3'50 y 8'00 m	Gravas y gravillas, con algún bolo, y matriz arenosa, algo limosa, de color marrón oscuro.
Entre 8'00 y 10'0 m	Argilita de color gris-verde con intercalación de niveles poco potentes de limolita gris. Se encuentra alterado.

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación

2.1.2.Ensayo penetración dinámica estándar (S.P.T.)

Definición

Se define el ensayo de penetración dinámica estándar (S.P.T.) como el número de golpes necesarios para conseguir una penetración de treinta centímetros (30 cm.) de un tomamuestras con una maza de 63,5 Kg. cayendo desde una altura de setenta y cinco centímetros (75 cm.).

Se utiliza para arenas la cuchara de Terzaghi y Peck (Standard) de 2 pulgadas de diámetro exterior y 1 3/8 de diámetro interior, y para gravas la puntaza cónica de 2 pulgadas de diámetro y ángulo en la punta 60°.

Realización del ensayo

En la profundidad determinada se detiene la perforación para realizar el ensayo, pues no debe estar revestido el agujero por debajo de la cota en que se vaya a medir la penetración. Una vez que el tomamuestras se encuentra en el fondo del sondeo se marcan 45 cm. en la varilla divididos en grupos de 15 cm. A continuación se cuentan los golpes necesarios para introducir los 30 cm. centrales (separando los correspondientes a cada uno de los dos grupos de 15 cm, N1 y N2).

Se debe suspender el ensayo cuando después de dar una serie de 100 golpes no se han introducido la totalidad de los 30 cm.

También se suspenderá el ensayo cuando después de dar 50 golpes el descenso de la varilla ha sido inferior a 5 cm.

Se debe observar si el tomamuestras penetra bajo su propio peso y cuantos centímetros se introduce.

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación

Resultados obtenidos

Se han realizado los siguientes ensayos SPT, obteniéndose los resultados que se recogen en el siguiente cuadro:

Ensayo nº	***Prof. m***	***Nº de golpes***				***Litología***
		N_{15}	N_{15}	N_{15}	N_{SPT}	
1	2'10-2'70	1	1	6	7	Arena
	3'00-3'60	10	7	5	12	Gravas
	4'50-5'10	6	7	9	16	Gravas
	6'30-6'90	16	6	3	9	Gravas
	9'00-9'60	5	8	21	29	Limolita
	11'40-11'95	16	20	39	59	Limolita
2	2'40-3'00	1	2	3	5	Arena
	4'00-4'60	9	12	23	35	Gravas
	5'80-6'40	4	6	11	17	Gravas
	8'17-8'77	7	12	17	29	Limo arcilloso
	10'35-10'95	9	15	17	32	Limolita
3	2'00-2'60	1	1	1	2	Arena
	3'10-3'60	11	7	8	15	Arena
	5'00-5'60	3	5	7	13	Gravas
	6'70-7'30	8	20	24	44	Gravas
	9'10-9'50	11	17	Rzo	Rzo	Argilita

NOTA.- Rzo (Rechazo) significa, imposibilidad a continuar la penetración, por presentar el terreno una elevada resistencia.

Y además se cogieron 6 muestras inalteradas:

Ensayo	***Profundidad (m)***	***Golpeo***
S-1	1'50-2'10 8'10-8'70	2-4-5-6 4-7-14-19
S-2	1'80-2'40 3'40-4'00 7'60-8'17 10'00-10'35	0-2-4-5 5-6-7-23 13-26-44-Rzo 25-48-Rzo

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación

2.1.3. Calicatas mecánicas

Se realizaron 6 calicatas, cuyos perfiles litológicos se detallan a continuación:

Calicata nº 1

Entre 0,00 y 0,60 m	Terreno vegetal, arcillo-limoso.
Entre 0,60 y 2,20 m	Limo de color marrón, con fragmentos de gasterópodos. Aparecen algunas concreciones de materia orgánica.
Entre 2,20 y 3,70 m	Arcilla arenosa de color marrón, con algunas concreciones de materia orgánica.
Entre 3'70 y 4'00 m	Gravas, gravillas y algún bolo, con matriz arenosa de grano fino de color marrón.

Calicata nº 2

Entre 0,00 y 0,70 m	Terreno vegetal, arcillo-limoso.
Entre 0,70 y 2,15 m	Limo de color marrón, con fragmentos de gasterópodos. Aparecen algunas concreciones de materia orgánica.
Entre 2,15 y 3,80 m	Arcilla arenosa de grano muy fino de color marrón, con algún canto de tamaño gravilla disperso. Aparece alguna pasada de arcilla de color marrón. Aparecen concreciones de materia orgánica.

Calicata nº 3

Entre 0,00 y 0,65 m	Terreno vegetal, arcillo-limoso.
Entre 0,65 y 2,60 m	Limo de color marrón, con fragmentos de gasterópodos. Aparecen algunas concreciones de materia orgánica.
Entre 2,60 y 3,60 m	Arcilla arenosa de grano muy fino de color marrón, con algún canto de tamaño gravilla disperso. Aparecen concreciones de materia orgánica y restos de gasterópodos.

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación

Calicata nº 4

Entre 0,00 y 0,60 m	Terreno vegetal, arcillo-limoso.
Entre 0'60 y 2'00 m	Limo de color marrón, con fragmentos de gasterópodos. Aparecen algunas concreciones de materia orgánica.
Entre 2'00 y 3'85 m	Arcilla arenosa de grano muy fino de color marrón, con algún canto de tamaño gravilla disperso. Aparecen concreciones de materia orgánica y restos de gasterópodos.

Calicata nº 5

Entre 0,00 y 0,75 m	Terreno vegetal, arcillo-limoso.
Entre 0'75 y 2'00 m	Limo de color marrón, con fragmentos de gasterópodos. Aparecen algunas concreciones de materia orgánica.
Entre 2'00 y 2'60 m	Arcilla arenosa de grano muy fino de color marrón, con algún canto de tamaño gravilla disperso.
Entre 2'60 y 3'60 m	Gravas y gravillas, con algún bolo, con matriz arenosa de grano medio de color marrón.

Calicata nº 6

Entre 0,00 y 0,60 m	Terreno vegetal, arcillo-limoso.
Entre 0'60 y 1'50 m	Limo de color marrón, con fragmentos de gasterópodos. Aparecen algunas concreciones de materia orgánica.
Entre 1'50 y 3'20 m	Arcilla arenosa de grano muy fino de color marrón, con algún canto de tamaño gravilla disperso.
Entre 3'20 y 3'70 m	Arena algo arcillosa, de grano muy fino de color marrón grisáceo.

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341. Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación

2.2. Trabajos de laboratorio

2.2.1. Ensayos realizados

Las muestras, una vez en el Laboratorio, fueron examinadas por personal especializado y agrupadas de modo conveniente.

Los ensayos realizados fueron:

a) Análisis granulométrico por tamizado (UNE 103101:1995).

b) Límites de Atterberg para poder clasificarlas por el procedimiento de Casagrande (UNE 103103:1994, UNE 103104:1993)

c) Ensayo de resistencia a compresión simple (UNE 103400:1993).

d) Determinación de densidad y humedad natural (UNE 7045:1952, 103300:1993).

e) Determinación de contenido en sulfatos (UNE-103201:1996).

f) Ensayo de corte directo (UNE 103401:1998).

Los resultados obtenidos en los ensayos se recogen en el cuadro adjunto en la página siguiente:

Sondeo Nº	*Prof. (m)*	*Clasific. Casgran.*	*Lím. Atterberg*			*%<0'08 mm*	*Densidad aparente seca gr/cm³*	*Humedad natural ω (%)*	*q_u (kg/cm²)*	*SO_3 (%)*	*Cu*	*φ*
			L.L.	*L.P.*	*I.P.*							
1	1'50-2'10	SW-SM	NO	NO	NP	9'6	1'49	9'1	-	0'15	0'00	34'6
1	1'40	-	-	-	-	-	-	-	-	0'25	-	-
1	8'10-8'70	MH	51'3	32'8	18'5	94'3	1'51	30'3	1'5	-	-	-
2	1'80-2'40	CL-ML	25'3	19'9	5'3	97'2	1'57	26'9	-	0'32	0'05	29'7
2	2'90-7'30	GW-GM	NO	NO	NP	11'1	-	7'2	-	0'10	-	-
6	1'25	-	-	-	-	-	-	-	-	0'14	-	-

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación

3. NIVEL FREATICO

En los tres sondeos realizados y en una de las calicatas C-4 se observó la presencia de agua en el terreno:

Ensayo	*Profundidad (m)*
S-1	4'50
S-2	4'75
S-3	5'10
C-4	3'85

La profundidad media del nivel freático en el terreno, estimando como tal el nivel alcanzado en los sondeos 1, 2 y 3, es de 4'7 metros (cota aproximada: 96'0).

La única calicata en la que se alcanzó el nivel de agua es la calicata 4, cuyo origen podría estar en la existencia de humedades en el terreno. Esta calicata se realizó en las proximidades de una acequia de riego que discurre entre la carretera y la parcela, que en épocas de riego provoca la inundación parcial del terreno, y puede generar la aparición de humedades en ciertas zonas de la parcela.

Las mediciones del nivel de agua se tomaron en la fecha de realización de los ensayos, es decir, en Diciembre de 2002.

El río Jalón se encuentra cerca de la parcela, por lo que pueden producirse oscilaciones importantes en la cota de aparición del nivel freático, ligadas a la estacionalidad y a las temporadas de riegos. Es probables que en distintas épocas del año se produzca un aumento en la cota de aparición del nivel freático, con respecto a las cotas tomadas en diciembre.

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación

4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y PERFIL LITOLÓGICO DEL TERRENO

Basándonos en los materiales testificados en los sondeos y en las calicatas, y en los resultados obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio puede establecerse un perfil del terreno constituido básicamente por 3 niveles que se describen a continuación.

NIVEL 1: MATERIAL GRANULAR FINO
NIVEL 2: MATERIAL GRANULAR GRUESO
NIVEL 3: SUSTRATO ROCOSO

NIVEL 1: MATERIAL GRANULAR FINO

Está constituido por limo, limo arcilloso, arena y arcilla. Se detectó en todos los puntos de investigación, variando la potencia entre 2'50 y 3'85 m. A techo, en contacto con la superficie, aparece terreno vegetal.

Granulométricamente se clasifica como "Arenas con finos limosos no plásticos", y "Arcillas limosas de baja plasticidad" (SW-SM, CL-ML según criterios de Casagrande) con un porcentaje en finos menores del 0'08 mm del 9'6 y 97'2 %. Las arenas no presentan límites de Atterberg. Las arcillas limosas tienen un límite líquido de 25'2%, límite plástico de 19'9%, e índice de plasticidad de 5'3.

Se realizaron 5 ensayos de SPT en este nivel, en los que se obtuvieron unos valores de golpeo de 2, 5, 7, 15, 29 golpes. Esto indica que se trata de un material flojo. El ensayo en el que el golpeo fue 29 golpes se debe a que se realizó a mayor profundidad que el resto, en el lentejón aislado que aparece en el sondeo 2, entre 7'5 y 9'0 metros.

Además, para el cálculo de los parámetros geotécnicos que caracterizan este nivel (densidad relativa, ángulo de rozamiento y módulo de deformación), si consideramos un valor medio de N_{30} = 5 golpes, (establecido como valor medio representativo para este nivel), y un valor de densidad γ= 1'8 gr/cm^3, se obtiene:

Densidad relativa

- Aplicando la fórmula para arenas:

$$\ln (Dr\ \%) = 0{,}478 \times \ln (N) - 0{,}262 \times \ln (\sigma'_{vo}) + 2{,}84$$

donde Dr = densidad relativa.
σ'_{vo} = presión vertical efectiva en t/m^2.
N = valor del SPT.

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación

con lo que se obtiene un valor de **Dr = 22 %**, que consideramos, a efectos de cálculos como representativo del nivel.

Ángulo de rozamiento interno

Para calcularlo podemos utilizar las siguientes correlaciones:

Meyerhof:	$\varphi = 25 + 0{,}15 \times Dr$	(para porcentaje en finos > 5%) (1)
Dunham:	$\varphi = \sqrt{12N} + 25$	(2)
Osaki:	$\varphi = \sqrt{20N} + 15$	(3)

Obteniéndose los siguientes resultados:

(1) $\varphi = 28'3°$
(2) $\varphi = 32'7°$
(3) $\varphi = 25°$

Tomando un valor medio conservador se puede considerar, a efectos de cálculo, un ángulo de rozamiento interno de **φ = 30°**, valor que coincide con el ángulo de rozamiento interno más bajo obtenido en los ensayos de corte directo realizados (φ= 29'7-34'6°).

Cohesión

El valor de cohesión obtenido en los 2 ensayos de corte directo realizados dan un valor de C_u= 0'00-0'05 kg/cm^2, lo que indica la escasa-nula cohesión que presenta este material.

Módulo de deformación

Para el cálculo de módulo de deformación empleamos las siguientes correlaciones:

Bowles (1983):	$E = 300\ (N + 6)$	en Kpa	(1)
Webb:	$E = 4\ (N_{30} + 12)$		(2)
Meigh y Nixon:	$E = 8 \times N$ (kp/cm^2)		(3)

(1) 33 kp/cm^2
(2) 68 kg/cm^2
(3) 40 kg/cm^2

pudiendo establecerse un valor medio de **E = 50 kg/cm^2** para el conjunto del nivel.

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341. Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación

NIVEL 2: MATERIAL GRANULAR GRUESO

Está formado por gravas y gravillas, con matriz arenosa.

En los tres sondeos realizados se alcanzó este nivel, al que solo se llegó en dos de las calicatas (C-1 y C-5).

Aparece a una profundidad variable entre 2'50 y 3'85 m, encontrándose su base entre los 7'50 y 8'00 m.

En el sondeo 2 aparece en la base de las gravas un lentejón aislado de material granular fino, desde 7'50 m hasta 9'00 m.

Granulométricamente se clasifica como "Gravas y arenas con finos limosos no plásticos" (GW-GM según criterios de Casagrande) con un porcentaje en finos menores del 0'08 mm del 11'1%, y no presentan límites de Atterberg. Presenta un valor de humedad del 7'2%.

Se han realizado 7 ensayos de SPT, en los que se obtuvieron valores de golpeo entre 9 y 44 golpeos.

Para el cálculo de los parámetros geotécnicos que caracterizan este nivel (densidad relativa, ángulo de rozamiento y módulo de deformación) consideramos un valor medio de N_{30}= 15 (establecido como valor representativo de este material), y un valor de densidad γ= 2'1 g/cm^3, que se rebaja a 1'30 g/cm^3 por debajo del nivel freático (densidad sumergida).

Densidad relativa

La densidad relativa puede calcularse, según la fórmula:

$$D_r = 25 \times N^{0,44} \times P_{VM}^{-0,13} \qquad \text{ISOPT-1 (1998)}$$

siendo:

D_r : Densidad relativa
N: valor del SPT
P_{VM}: presión vertical efectiva en el punto de ensayo, en KPa.

Con todo ello, y a las profundidades de ensayo, se obtienen valores de densidad relativa superiores a **D_r= 33%.**

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341. Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación

Angulo de rozamiento interno

Para calcularlo podemos utilizar varias correlaciones:

- Schmertmann (1977) $\phi = 38 + 0{,}08 \times D_r$ (1)
- Kishida $\phi = \sqrt{20 \times N} + 12^{o}$ (2)
- Muromachi $\phi = 20 + 3{,}5\sqrt{N}$ (3)

Considerando un valor mínimo de D_r= 33% y de N_{SPT} = 15 golpes y tomando el valor más conservador de los obtenidos, puede decirse que el ángulo de rozamiento interno característico de estas gravas es de **∅ = 33º**.

Módulo de deformación

Para el cálculo de los módulos de deformación se pueden seguir las siguientes correlaciones:

- Begueman (1974) E= 40+12(N-6) (Kg/cm^2)
- Wrech y Nuwatzki E= 2,22 x $N^{0,888}$ (MPa)
- D'Appolonia *et al.* (1970) E= 7,56 x N_{SPT} +187,5 (Kg/cm^2)
- Angnostoupoulos E= 7,5 +0,8 x N_{SPT} (MPa)
- Bowles (1983) E= 7,5+0,5 x N_{SPT} (MPa)

Calculando un valor medio, el material se puede caracterizar por un módulo de **E= 200-250 Kp/cm^2**.

NIVEL 3: SUSTRATO ROCOSO

Está formado por argilita y Limolita, perteneciente a las formaciones rocosas del Mioceno del borde meridional de la cuenca del Ebro. Aparece a 7'50-9'00 m en los sondeos realizados, ya que en ninguna de las calicatas se alcanzó este nivel.

Granulométricamente se clasifica como "limos de alta plasticidad" (MH según criterio de Casagrande) con un porcentaje en finos menores de 0'08 mm de 94'3%, límite líquido de 51'3%, límite plástico de 32'8% e índice de plasticidad de 18'5.

Se realizaron 4 ensayos de SPT, en los que se obtuvieron valores de golpeo de 29, 32 y 59 golpes, y en otro ensayo se alcanzó el rechazo a la penetración. Los valores de golpeo obtenidos, indican que el sustrato rocoso se encuentra alterado.

Se realizó un ensayo de compresión simple en laboratorio, dando un valor de resistencia q_u= 1'5 kg/cm^2, valor en consonancia con este elevado de alteración superficial.

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación

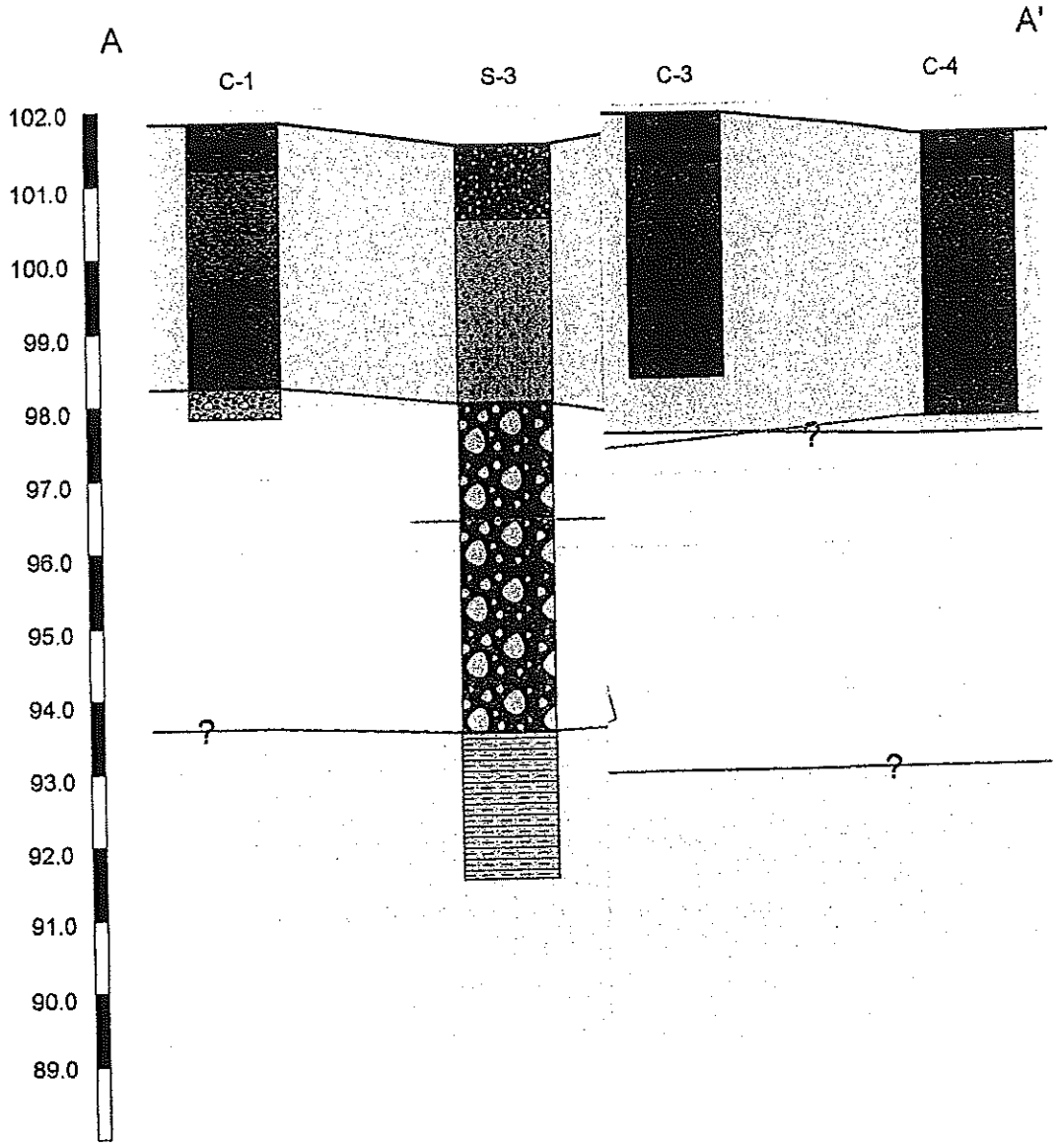
El valor de cohesión estimado para este nivel se puede calcular mediante la expresión $C_u = q_u/2$, obteniéndose un valor de $C_u = 0'75$ kg/cm^2.

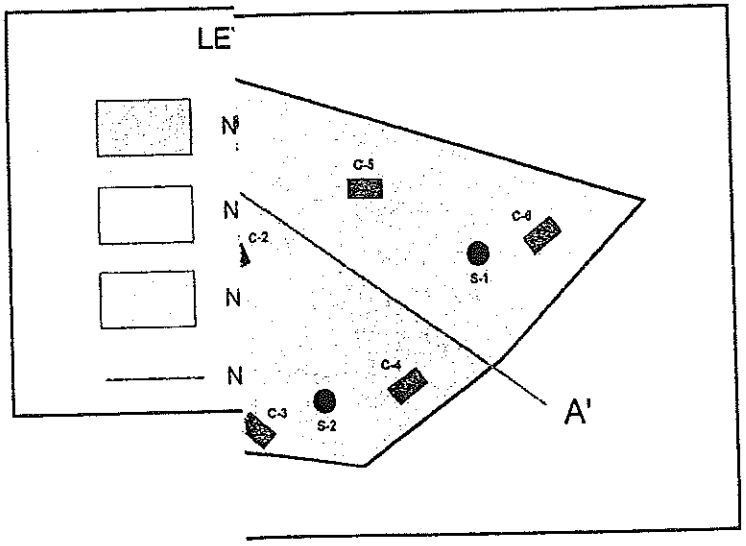
Para el cálculo del módulo se deformación de emplea la fórmula de Henkel y Wroth, $E = 220 x q_u/2$, así $E = 165$ kg/cm^2.

A partir de los valores del límite líquido y de la humedad determinada en laboratorio, la presión de hinchamiento estimada según Vijayvergiya y Ghazzaly sería en torno a 0'3 kg/cm^2, es decir, un hinchamiento inferior al 1%, lo que califica a este material como de expansividad nula-baja.

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación


A
A'
C-1
S-3
C-3
C-4
102.0
101.0
100.0
99.0
98.0
97.0
96.0
95.0
94.0
93.0
92.0
91.0
90.0
89.0
?
?
?


LE
N
N
N
N
C-5
C-6
C-2
S-1
C-4
C-3
S-2
A'

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Diputación General de Aragón a través de la Dirección General del Agua del Dpto. de Medio Ambiente, encarga a Proyex la realización de un estudio del terreno para la construcción de una estación depuradora de aguas residuales en la localidad de Epila (Zaragoza).

Se han realizado 3 sondeos geotécnicos y 6 calicatas mecánicas. A partir de estos ensayos, se puede establecer un perfil litológico del terreno, formado por tres niveles bien diferenciados.

El primer nivel es el más superficial, y está formado por material granular fino. Presenta una potencia de 2'50-3'85 m. Por debajo aparece un material granular grueso, con una potencia de 3'65-5'00 m. Por último, aparece el nivel de sustrato rocoso, solo alcanzado en los sondeos (dada la profundidad a la que se encuentra), que aparece a 7'50-9'00 m de profundidad. El nivel freático aparece a 3'85-5'10 metros de profundidad, asociado al Nivel 2 de gravas (cota media aproximada de aparición en la parcela: 96'0).

En el proyecto de obra se tiene prevista la construcción de edificaciones cuyas cimentaciones no transmiten valores excesivos de tensión al terreno, y los depósitos de la depuradora, que serán excavados en el terreno en torno a 3'00-4'00 m.

Según los datos obtenidos, la cimentación de los edificios podría resolverse de forma superficial y directa, mediante zapatas corridas, o bien mediante losa, apoyados a la profundidad mínima estructuralmente necesaria, por debajo del nivel de terreno vegetal (0'30-0'40 m). El nivel de apoyo sería el Nivel 1.

La cimentación de los tanques y depósitos, dependerá de la profundidad de excavación (que suponemos alrededor de 3'00-4'00 m), por lo que el nivel de apoyo podrá ser el Nivel 1 (arenas y arcillas limosas) o el Nivel 2 (gravas).

El nivel freático aparece asociado al Nivel 2, por lo que es probable que dependiendo de su profundidad, durante la excavación de los tanques, se encuentre el nivel freático.

Para el Nivel 1 como nivel de apoyo de las cimentaciones, se establecen los siguiente cálculos de tensión de contacto:

a) Zapatas Corridas

La cimentación sería mediante zapatas apoyadas en el nivel de arenas arcillosas.

Para el cálculo de la carga de hundimiento se parte del supuesto de un empotramiento del cimiento en el terreno de 0'5 metros. La fórmula que da la carga de hundimiento viene dada por:

$$q_h = q \times N_q + S_c \times B \times \gamma \times N_\gamma + N_c \times C \qquad \text{siendo:}$$

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341. Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación

q= sobrecarga por peso de tierras = 0'5 metros x 1'8 t/m^3 = 0'90 t/m^2
S_c= factor de forma = 0'5 para zapata corrida
B= ancho de la cimentación.
γ= densidad del terreno de apoyo = 1,8 t/m^3
N_c, N_q y N_γ, factores de capacidad portante, que para ∅= 30°, toman valores de 30'14, 18'40 y 22'40 respectivamente.
c= cohesión= dado el bajo valor obtenido en los ensayos de corte directo, suponemos un valor nulo para la cohesión.

Con estos datos, la capacidad portante (aplicando un factor de seguridad F = 3 y transformando a kg/cm^2) vendría dada por la expresión:

$$Q_{adm} = 0'55+0'67 \times B \text{ (zapata corrida)}$$

Para diferentes anchos de zapata, la carga admisible se recoge en el siguiente cuadro:

B (m)	0'5	0'75	1'0	1'25	1'5
Zapata corrida Q_{adm} (kg/cm^2)	0'8	1'0	1'2	1'4	1'5

En cuanto a los asientos, éstos pueden valorarse según un modelo elástico e isótropo, de acuerdo con la fórmula:

$$S = \frac{B \times q}{E} \times \left(1 - \nu^2\right) \times K \quad \text{donde:}$$

S= asiento en cm
B= ancho de la zapata en cm
q= tensión de contacto en Kg/cm^2
E= módulo de deformación elástico = 50 Kg/cm^2
ν= coeficiente de Poisson = 0,3
K= factor de forma = 2'12 para zapatas corridas

Se considera, de acuerdo a las normativas existentes, un valor de asiento máximo de 2,5 cm. La relación entre anchos de zapata y cargas de trabajo para que no se supere este valor viene recogida en el siguiente cuadro:

B (m)	0'5	0'75	1	1'25	1'5
Zapata corrida Q_{adm} (kg/cm^2)	1'3	0'8	0'6	0'5	0'4

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341. Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación

Dependiendo del ancho de zapata, el factor limitante será o la carga de hundimiento o el asiento del terreno.

En el siguiente cuadro se indica la tensión de contacto aplicable para cada ancho de zapata:

B (m)	0'5	0'75	1	1'25	1'5
Zapata corrida Q_{adm} ***(kg/cm²)***	0'8	0'8	0'6	0'5	0'4

b) Losa

La carga admisible neta por hundimiento y para asientos máximos de 50 mm, que son los admisibles para cimentaciones por losa según se recoge en diversas normativas, se calcula según la expresión de Bowles:

$$q_{adm} = \frac{N}{F_2} k_d$$

N= valor de SPT
F_2= 0'06 según el Sistema Internacional
K_d= 1+0'33 D/B≤1'33 siendo D la profundidad de empotramiento de la losa (0'50 m) y B el ancho de la misma.

Considerando un valor mínimo de N= 5 golpes tenemos:

$$q_{adm} = 83{,}3 + \frac{27{,}5}{B}$$

donde B se da en metros y q_{adm} en kpa.

Haciendo el cálculo para diversos anchos de losa obtenemos la carga admisible del terreno, que se sitúa alrededor de q_{adm}= 0'8 kg/cm².

Con lo que podemos decir que para asientos máximos de 50 mm y losas no superiores a 20 m de ancho, la carga admisible del terreno para el valor de N_{30}= 5 golpes, será de q_{adm}= 0'8 kg/cm².

Para el cálculo concreto de la losa puede utilizarse como coeficiente de balasto un valor de k_{30}= 1'5 kg/cm³.

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341. Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación

En el caso de que se alcance el Nivel 2 de gravas como nivel de apoyo de los tanques, la cimentación sería mediante losa debido al tipo de estructura prevista y la proximidad del nivel freático. Aplicando la fórmula anterior, con un valor de SPT medio de 15 golpes, y un valor D= 4'0 m, la carga admisible del terreno, para asientos máximos de 50 mm y losas no superiores a 20 m de ancho, podría ser de hasta q_{adm}= 2'5 kg/cm^2. Para el cálculo concreto de la losa puede utilizarse como coeficiente de balasto para el material de gravas de k_{30}= 5'0 kg/cm^3.

Se realizaron cinco ensayos de determinación del contenido de sulfatos solubles en laboratorio. Cuatro de ellos se realizaron en material del Nivel 1 (arenas/arcillas), y el otro en material del Nivel 2 (gravas).

En el material de arenas del Nivel 1 y en el de gravas del Nivel 2, se obtuvo que el terreno no presenta agresividad hacia el hormigón.

El contenido en sulfatos solubles determinado para el material de arcillas de baja plasticidad del Nivel 1 lo clasifica como Q_b (ataque medio) según la instrucción EHE. Por lo tanto será necesaria la utilización de cemento sulforesistente para la fabricación del hormigón, ya que además las aguas en todo este sector (zona de materiales yesíferos) suelen ser agresivas hacia el hormigón.

Como hemos comentado en el punto 3, el nivel freático es susceptible de sufrir oscilaciones según la época del año. Consideramos conveniente tomar medidas en proyecto que tengan en cuenta este factor para la estabilidad de las cimentaciones aumentando el coeficiente de seguridad y/o reforzando las mismas ante posibles efectos de subpresión por ascenso del nivel freático, o incluso elevando las cotas de urbanización para alejarse lo más posible de los efectos de los ascensos del nivel freático.

Para las excavaciones previstas en el proyecto (empotramiento de los tanques), podrá utilizarse maquinaria convencional, no habiéndose detectado niveles cementados que hagan necesario el uso de martillo picador.

En cuanto a la estabilidad de las paredes de la excavación, durante la apertura de las calicatas mecánicas (con una profundidad media de 3'50 metros), las paredes se mantenían estables y su excavación era buena. Los parámetros geotécnicos del material que formará las paredes de la excavación (Nivel 1, arenas) son : φ = 30°, C = 0'5 T/m^2, γ= 1'8 T/m^3.

Para el cálculo de los taludes estables hemos utilizado los ábacos de Hoek y Bray para la situación de terreno saturado a media altura (ábaco 3), be previsión de que durante la ejecución de las obras se produjera un ascenso del nivel freático.

Dado que se trata de excavaciones temporales podemos asumir un factor de seguridad de 1'2.

Con este dato y suponiendo una altura de 4 metros en los taludes tendríamos que el ángulo de talud máximo a adoptar sería de 45° (1H:1V) en estado seco, rebajándose a 40° (1'2H:1V) en el caso de que el terreno quedase sumergido hasta la mitad de su altura.

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: ASTM (American Society for Testing Materials). ENAC (Entidad Nacional de Acreditación

En cuanto al aprovechamiento de los materiales para otros usos, debemos calificarlos como suelos tolerables (tramos arcillosos) a adecuados (suelos arenosos), que podrían ser utilizados para la construcción de los núcleos de los terraplenes, pero no para la coronación ni para la cimentación de los terraplenes.

En caso de proceder a una elevación de la cota de la parcela deberán eliminarse previamente los suelos vegetales cuyo espesor medio es 0'60 m.

En cuanto a la sismicidad, y según la norma sismorresistente NCSE-94, la localidad de Epila (Zaragoza) presenta una aceleración básica menor de 0,04 g. Por lo tanto no será necesaria la aplicación de dicha norma.

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación

6. RECAPITULACIÓN Y SÍNTESIS

Se han realizado tres sondeos geotécnicos y 6 calicatas mecánicas en la parcela estudiada a una cota aproximada de 101'5. El perfil litológico se divide en tres niveles bien diferenciados, de los que se puede establecer una cota aproximada. El primer nivel aparece desde la superficie del terreno hasta la cota 98, está formado por arenas. El segundo nivel aparece a la cota 98, y llega hasta la cota 94, está compuesto por gravas. El tercer nivel está formado por sustrato rocoso, aparece en la cota 94, y llega hasta el final de la profundidad estudiada (cota 89).

Se tiene previsto dos tipos de construcciones: edificios y tanques:

Los edificios pueden cimentarse mediante zapatas corridas o losa, apoyados en el Nivel 1, a una cota de apoyo comprendida entre la 100 y la 101. La tensión de contacto para la cimentación con zapatas corridas será baja, q_{adm}= 0'4-0'8 Kg/cm^2, dependiendo del ancho de zapata que se proyecte para la cimentación. En caso de cimentar con losa la q_{adm}= 0'8 Kg/cm^2, con un valor de coeficiente de balasto de K_{30}= 1'0 Kg/cm^3.

Los tanques se empotrarán unos 3'0-4'0 metros en el terreno, por lo que su cota de apoyo será la 98. Según la profundidad que se empotren el nivel de apoyo será el Nivel 1 o el Nivel 2. La cimentación sería mediante losa debido al tipo de estructura prevista. Si el nivel de apoyo es el Nivel 1, la tensión de contacto será q_{adm}= 0'8 Kg/cm^2, con un valor de coeficiente de balasto de K_{30}= 1'0 Kg/cm^3. Si la cimentación se apoya en el Nivel 2 la q_{adm}= 2'5 Kg/cm^2, con un valor de coeficiente de balasto de K_{30}= 4'0 Kg/cm^3.

La cota de aparición del nivel freático es aproximadamente la 96, asociado al Nivel 2 de gravas. Esta cota puede sufrir variaciones a lo largo del año, ligadas a la estacionalidad y a las temporadas de riegos.

Consideramos conveniente tomar medidas en proyecto que tengan en cuenta este factor para la estabilidad de las cimentaciones, aumentando el coeficiente de seguridad y/o reforzando las mismas ante posibles efectos de subpresión por ascenso del nivel freático, o incluso elevando las cotas de urbanización para alejarse lo más posible de los efectos de ascenso del nivel.

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341. Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación

La excavabilidad del terreno es buena, pudiéndose ejecutar con medios convencionales. Las paredes permanecerán estables durante el proceso de excavación.

Zaragoza, 4 de Febrero de 2003

MARTA SOSTRE ASO
Licenciada en Ciencias Geológicas

CELEDONIO MELGUIZO BÉJAR
Director del Dpto. de Geología y Geotecnia

Vº Bº:

JUAN CARLOS FERNÁNDEZ GARRIDO
Director Técnico de Obra Civil

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio c
Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayc
del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación

CROQUIS DE SITUACIÓN

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

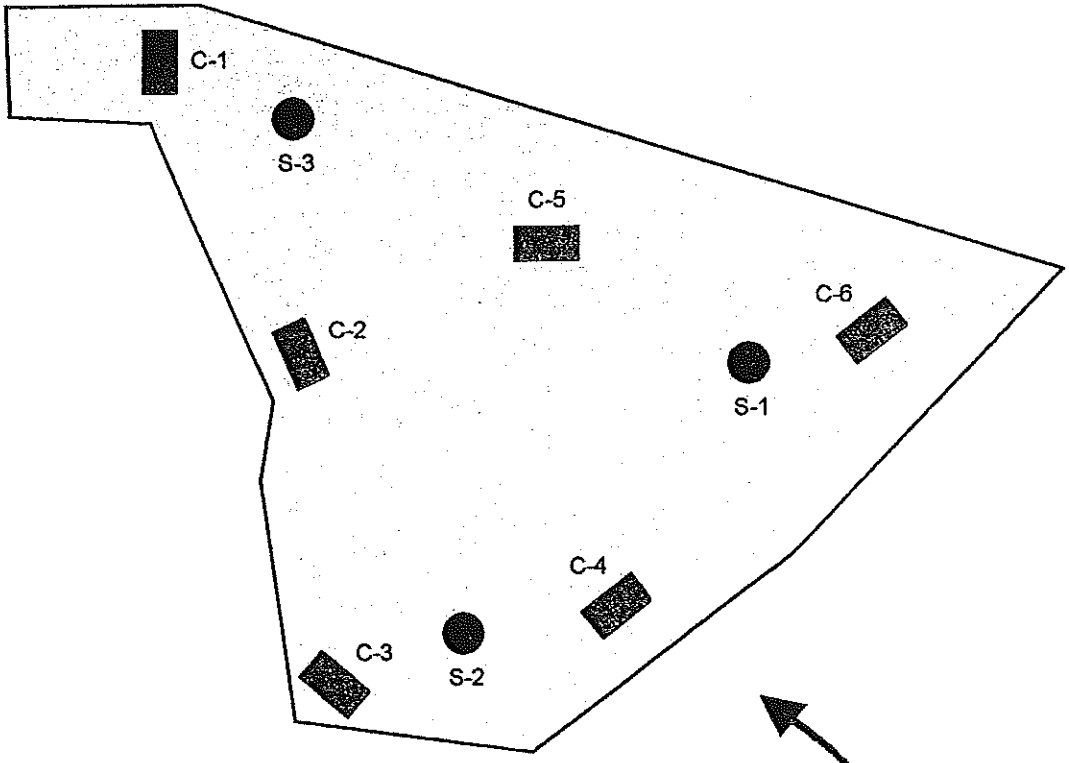
PROYEX

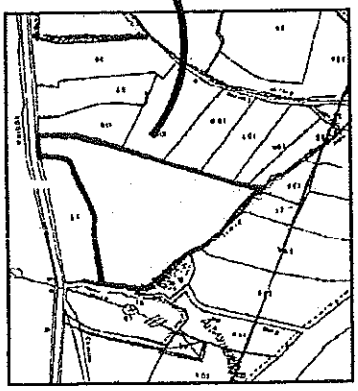
CERTIFIED IQNet MANAGEMENT SYSTEM

AENOR ER Empresa Registrada ER-0604/2/99

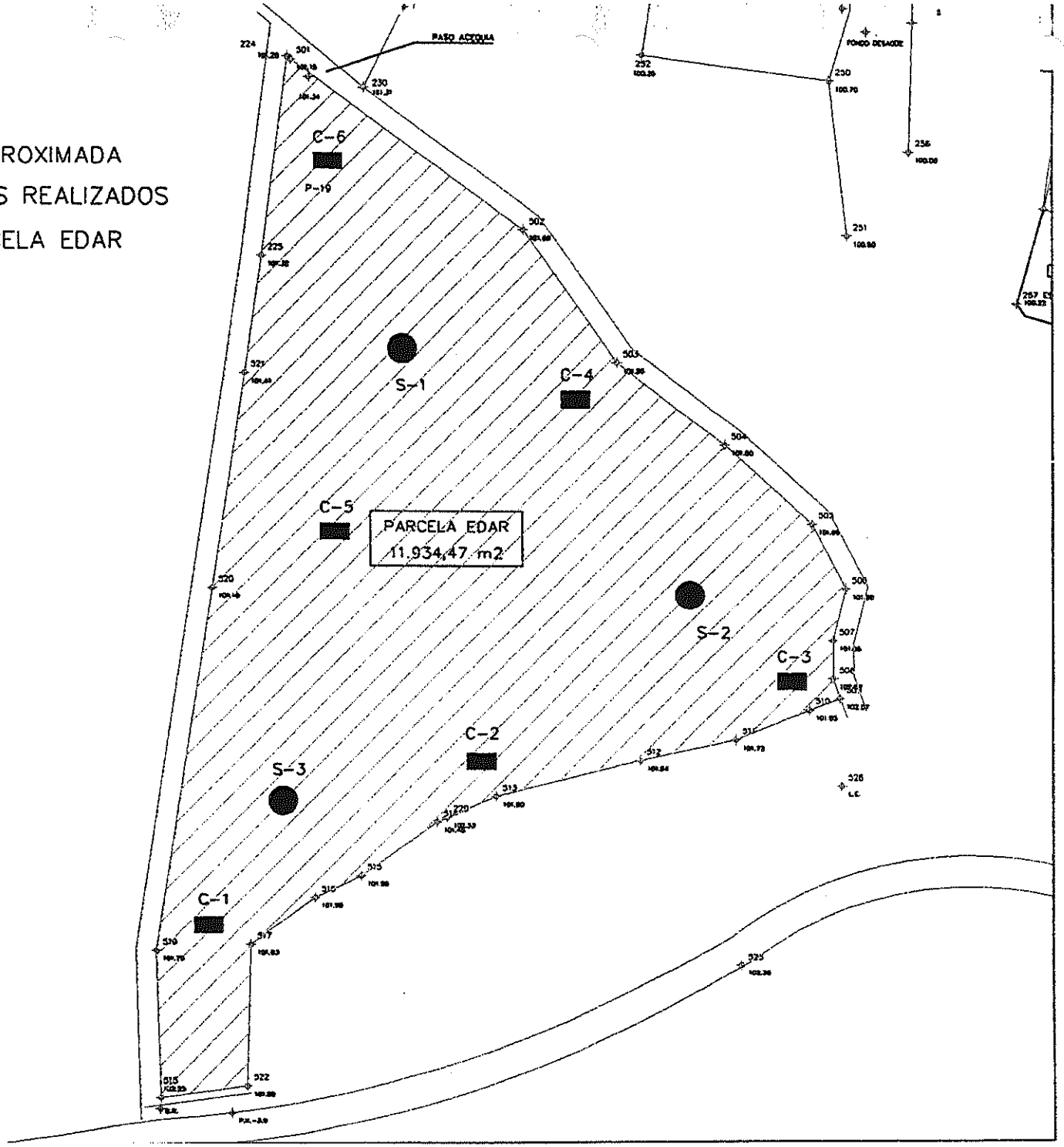
AENOR Gestión Ambiental CGM-60/190

CROQUIS DE SITUACION DE LOS ENSAYOS REALIZADOS





SITUACION APROXIMADA
DE LOS ENSAYOS REALIZADOS
EN LA PARCELA EDAR



PROYEX

AENOR Empresa Registrada ER-0604/2/99

AENOR Gestión Ambiental CGM-00/190

Z S - 8 9 0 2 - X

PERFILES LITOLOGICOS DE SONDEOS Y CALICATAS

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341. Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación

PROYEX

SONDEO Nº 1	Localización : Depuradora de Epila	Ref. : ZS-8902
		Fecha:
	Peticionario: D.G.A	

Prof. (m)	Sección	Naturaleza del terreno	Nivel Freático	Muestras	S.P.T. Prof (m)	S.P.T. N30 = N16 + N16
1.00		Limo arcilloso, de color marrón oscuro con restos de gasterópodos y raices a techo. Aparece algún resto de carbón.		MI 1.50-2.10		
2.50		Arena de grano muy fino, algo arcillosa, de color marrón.		2/4/5/6	2.10	7 = 1 + 6
		Gravas y gravillas, con matriz arenosa, algo arcillosa, de color marrón oscuro. Existe alguna zona con mayor contenido en matriz.	4.50		3.00	12 = 7 + 5
					4.50	16 = 7 + 9
					6.30	9 = 6 + 3
7.50		Argilita de color gris-verde con intercalación de niveles poco potentes de limolita gris. Se encuentra muy alterado.		MI 8.10-8.70		
8.80		Limolita de color gris, muy tableada. Aparece alterada.		4/7/14/19	9.00	29 = 8 + 21
					11.4	59 = 20+39
12.0						

Zaragoza, a 18 de Diciembre de 2002
El Director del Departamento

Acreditado por la D.G.A. por resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nos 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98)

PROYEX

SONDEO Nº 2	Localización : Depuradora de Epila	Ref. : ZS-8902
		Fecha:
	Peticionario: D.G.A	

Prof. (m)	Sección	Naturaleza del terreno	Nivel Freático	Muestras	S.P.T. Prof (m)	S.P.T. N30 = N16 + N15
1.00		Limo arcilloso, de color marrón oscuro con restos de gasterópodos y raices a techo. Aparece algún resto de carbón.				
		Arena de grano muy fino, algo arcillosa, de color marrón.		MI 1.80-2.40 0/2/4/5	2.40	5 = 2 + 3
				MI 3.40-4.00 5/6/7/23	4.00	35 =12+23
3.85		Gravas y gravillas, con matriz arenosa, algo arcillosa, de color marrón oscuro. Aparece algún bolo. Existe alguna zona con mayor contenido en matriz.	4.75		5.80	17 = 6+11
7.50				MI 7.60-8.17 13/26/44/Rzo	8.17	29 = 12+17
		Limo arcilloso, de color marrón oscuro.				
9.00		Limolita de color marrón-gris, muy tableada. Aparece muy alterada.		MI 10.0-10.3 25/48/Rzo	10.3	32 = 15+17
11.0						

Zaragoza, a 18 de Diciembre de 2002
El Director del Departamento

Acreditado por la D.G.A. por resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nos 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98)

PROYEX

SONDEO Nº 3	Localización : Depuradora de Epila	Ref. : ZS-8902
		Fecha:
	Peticionario: D.G.A	

Prof. (m)	Sección	Naturaleza del terreno	Nivel Freático	Muestras	S.P.T. Prof (m)	S.P.T. N30 = N16 + N16
1.00		Limo arenoso, de color marrón oscuro con restos de gasterópodos y raices a techo. Aparece algún resto de carbón.				
3.50		Arena de grano muy fino, algo arcillosa, de color marrón.			2.00 3.10	2= 1 + 1 15= 7 + 8
8.00		Gravas y gravillas, con algún bolo, y matriz arenosa, algo limosa, de color marrón oscuro.	5.10		5.00 6.70	13= 5 + 7 44= 20+24
10.0		Argilita de color gris-verde con intercalación de niveles poco potentes de limolita gris. Se encuentra alterado.			9.10	Rechazo

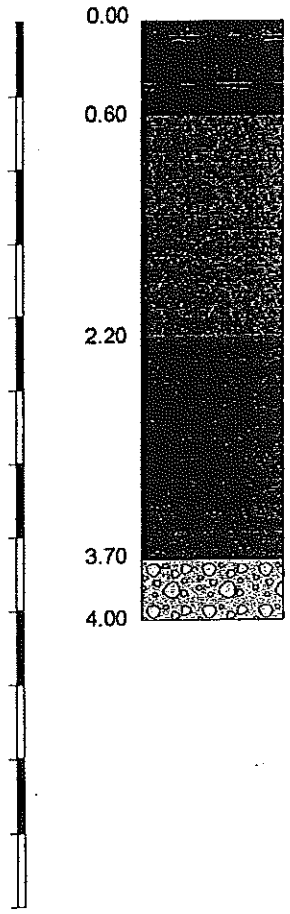
Zaragoza, a 18 de Diciembre de 2002
El Director del Departamento

Acreditado por la D.G.A. por resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nos 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98)

PROYEX

CALICATA Nº 1	Localización: Depuradora en Epila	Cota: Ref. : ZS- 8902
	Peticionario: D.G.A.	Fecha: 10/12/02

Escala vertical.



Terreno vegetal, arcillo-limoso.

Limo arcilloso de color marrón, con fragmentos de gasterópodos. Aparecen algunas concreciones de materia orgánica.

Arcilla arenosa de color marrón, con algunas concreciones de materia orgánica.

Gravas, gravillas y algún bolo, con matriz arenosa de grano fino de color marrón.

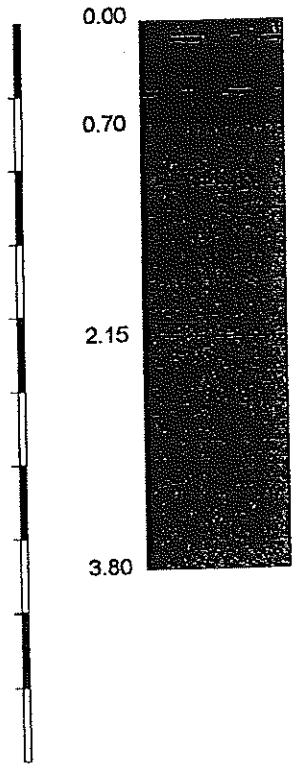
Zaragoza, a 17 de Diciembre de 2002
El Director de Departamento

Acreditado por la D.G.A. por resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nos 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98)

PROYEX

CALICATA Nº 2	Localización: Depuradora en Epila	Cota: Ref. : ZS- 8902
	Peticionario: D.G.A.	Fecha: 10/12/02

Escala vertical.



Terreno vegetal, arcillo-limoso.

Limo arcilloso de color marrón, con fragmentos de gasterópodos.
Aparecen algunas concreciones de materia orgánica.

Arcilla arenosa de grano muy fino de color marrón, con algun canto de tamaño gravilla disperso. Aparece alguna pasada de arcilla de color marrón.
Aparecen concreciones de materia orgánica.

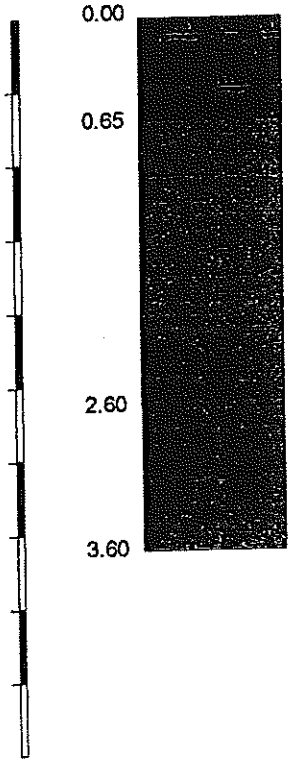
Zaragoza, a 17 de Diciembre de 2002
El Director de Departamento

Acreditado por la D.G.A. por resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nos 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98)

PROYEX

CALICATA Nº 3	Localización: Depuradora en Epila	Cota: Ref. : ZS- 8902
	Peticionario: D.G.A.	Fecha: 10/12/02

Escala vertical.



0.00 — Terreno vegetal, arcillo-limoso.

0.65 — Limo arcillosode color marrón, con fragmentos de gasterópodos. Aparecen algunas concreciones de materia orgánica.

2.60 — Arcilla arenosa de grano muy fino de color marrón, con algun canto de tamaño gravilla disperso. Aparecen concreciones de materia orgánica y restos de gasteropodos.

3.60

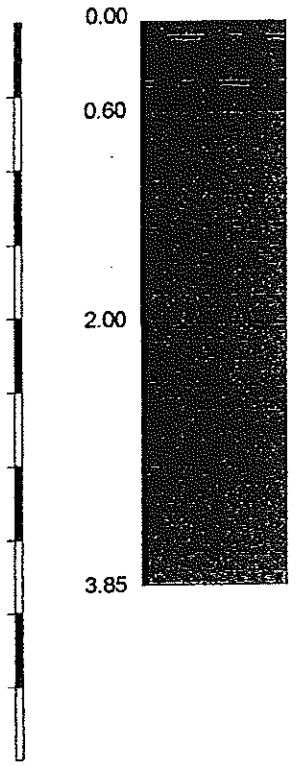
Zaragoza, a 17 de Diciembre de 2002
El Director de Departamento

Acreditado por la D.G.A. por resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nos 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98)

PROYEX

CALICATA Nº 4	Localización: Depuradora en Epila	Cota: Ref. : ZS- 8902
	Peticionario: D.G.A.	Fecha: 10/12/02

Escala vertical.



Terreno vegetal, arcillo-limoso.

Limo arcilloso de color marrón, con fragmentos de gasterópodos.
Aparecen algunas concreciones de materia orgánica.

Arcilla arenosa de grano muy fino de color marrón, con algun canto de tamaño gravilla disperso.
Aparecen concreciones de materia orgánica y restos de gasteropodos.

NF 3.85

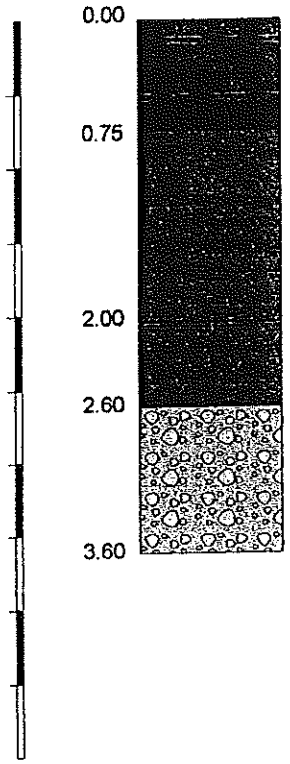
Zaragoza, a 17 de Diciembre de 2002
El Director de Departamento

Acreditado por la D.G.A. por resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nos 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98)

PROYEX

CALICATA Nº 5	Localización: Depuradora en Epila	Cota: Ref. : ZS- 8902
	Peticionario: D.G.A.	Fecha: 10/12/02

Escala vertical.



0.00 — Terreno vegetal, arcillo-limoso.

0.75 — Limo arcilloso de color marrón, con fragmentos de gasterópodos. Aparecen algunas concreciones de materia orgánica.

2.00 — Arcilla arenosa de grano muy fino de color marrón, con algun canto de tamaño gravilla disperso.

2.60 — Gravas y gravillas, con algún bolo, con matriz arenosa de grano medio de color marrón.

3.60

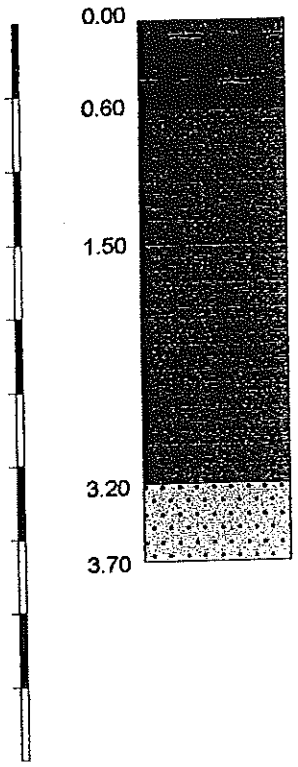
Zaragoza, a 17 de Diciembre de 2002
El Director de Departamento

Acreditado por la D.G.A. por resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nos 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98)

PROYEX

CALICATA Nº 6	Localización: Depuradora en Epila	Cota: Ref. : ZS- 8902
	Peticionario: D.G.A.	Fecha: 10/12/02

Escala vertical.



Terreno vegetal, arcillo-limoso.

Limo arcilloso de color marrón, con fragmentos de gasterópodos. Aparecen algunas concreciones de materia orgánica.

Arcilla arenosa de grano muy fino de color marrón, con algun canto de tamaño gravilla disperso.

Arena algo arcillosa, de grano muy fino de color marrón grisaceo.

Zaragoza, a 17 de Diciembre de 2002
El Director de Departamento

Acreditado por la D.G.A. por resolución de 06.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nos 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98)

PROYEX

AENOR Empresa Registrada ER-0604/2/99

AENOR Gestión Ambiental GGM-00/190

* 2 5 - 8 9 D 2 - X *

BOLETINES DE ENSAYO DE LABORATORIO

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

PROYEX

Autovía de Logroño, Km 11,4
50180 UTEBO (Zaragoza)
ESPAÑA (Spain)
Tel.: +34 (9) 76.787000
Fax: (9) 76.787200

CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON
Pº Maria Agustin, 34 (Ed. Pignatelli) 50071 ZARAGOZA

ANALISIS: ZP-79279

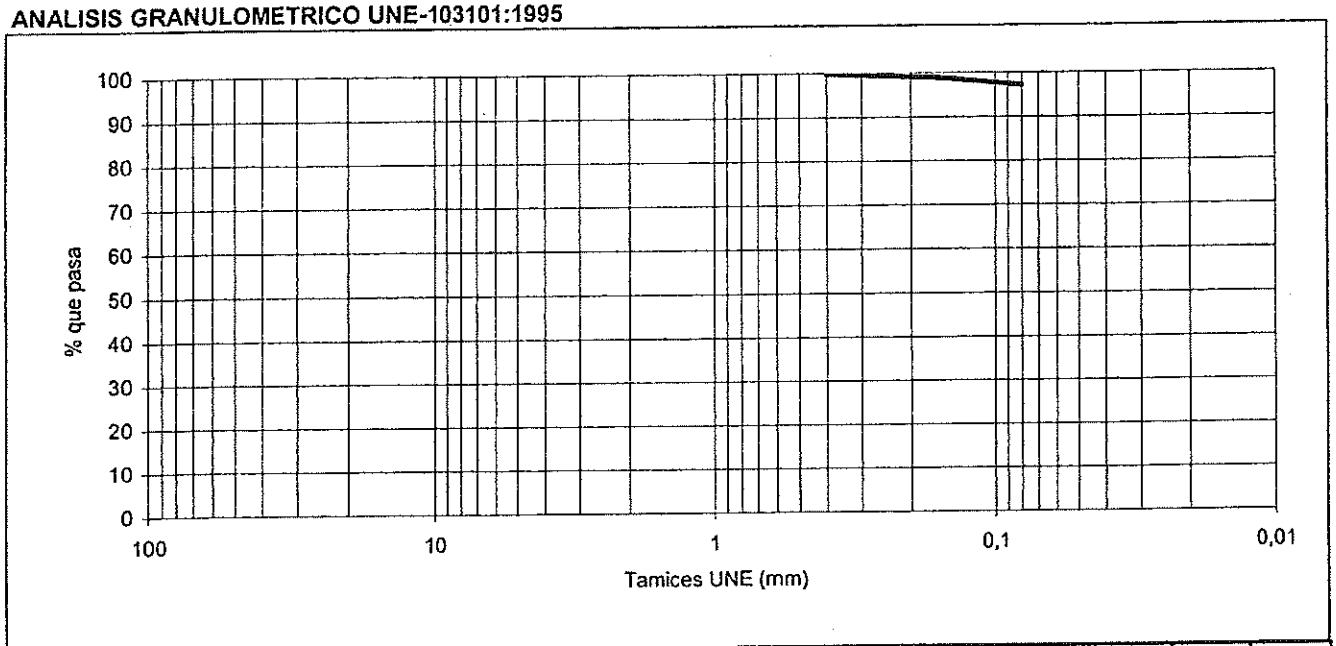
INFORME:

Procedencia de muestra: DEPURADORA EPILA. Sondeo nº 2 Prof. 1,80 a 2,40 m.
Muestra presentada en fecha: 2002-12-24
Uso que está destinado: Clasificación

DESCRIPCION DEL SUELO: Arcillas limosas de baja plasticidad

RESULTADO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO UNE-103101:1995



UNE	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,40	0,16	0,08
% pasa														100	99	97,2

LIMITES ATTERBERG

Límite Líquido (LL), UNE-103103:1994...	25,2
Límite Plástico (LP), UNE 103104:1993...	19,9
Indice Plasticidad (IP).....	5,3

HUMEDAD NATURAL UNE-103300:1993

Humedad, %.....	26,9

DENSIDAD APARENTE UNE-7045:1952

Densidad aparente, g/cm³.....	1,57

ANALISIS QUIMICO

Sulfatos, % SO_3 UNE-103201:96	-
Carbonat. % CO_3 UNE-103200:9	-
M. Orgánica,% UNE-103204:93.	-

COMPRESION SIMPLE, UNE-103400:1993

Resistencia, Kg/cm².....	-
Densidad aparente, g/cm³.....	-
Humedad natural, %.....	-

CORTE DIRECTO, UNE-103401:1998

Tipo de ensayo.....	UU
Angulo de rozamiento.....	29,7
Cohesión, Kg/cm2.....	0,05

CLASIFICACION

Casagrande.....	CL-ML
H.R.B.	A-4
Indice de grupo.....	8

OBSERVACIONES:

Vº. Bº

JUAN CARLOS FERNANDEZ GARRIDO
Director Técnico de Obra Civil

Laboratorios PROYEX S.A.
Autovía Logroño
Km. 11,4
Tel. 976 78 70 00
Fax 976 78 72 00
UTEBO
(Zaragoza)

Zaragoza, 24 de Enero de 2003

LEANDRO PARRA GARCIA
Director Departamento Mecánica de Suelos

Los resultados contenidos en el presente informe, solo afectan al material sometido a ensayo.
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.
Acreditado por la Diputación General de Aragón por resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los números 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008 ST98 (B.O.E. 22.12.98.)

PROYEX

Autovia de Logroño, Km 11,4
50180 UTEBO (Zaragoza)
ESPAÑA (Spain)
Tel.: +34 (9) 76.787000
Fax: (9) 76.787200

CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON
Pº María Agustín, 34 (Ed. Pignatelli) 50071 ZARAGOZA

ANALISIS: ZP-79277

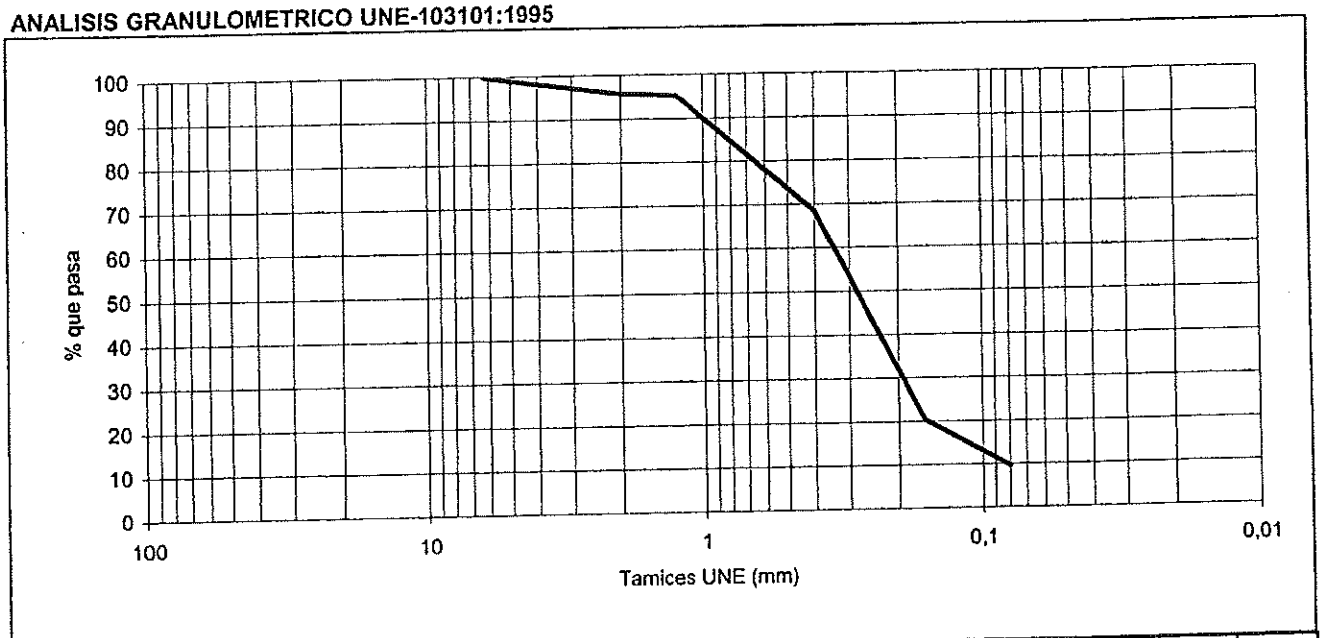
INFORME:

Procedencia de muestra: DEPURADORA EPILA. Sondeo nº 1 Prof. 1,50 a 2,10 m.
Muestra presentada en fecha: 2002-12-24
Uso que está destinado: Clasificación

DESCRIPCION DEL SUELO: Arenas con finos limosos no plásticos

RESULTADO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO UNE-103101:1995



UNE	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,40	0,16	0,08
% pasa										100	99	96	95	68	20	9,6

LIMITES ATTERBERG

Límite Líquido (LL), UNE-103103:1994....	NO
Límite Plástico (LP), UNE 103104:1993..	NO
Indice Plasticidad (IP).....	NP

HUMEDAD NATURAL UNE-103300:1993

Humedad, %.....	9,1

DENSIDAD APARENTE UNE-7045:1952

Densidad aparente, g/cm^3.....	1,49

ANALISIS QUIMICO

Sulfatos, % SO_3 UNE-103201:96	-
Carbonat. % CO_3 UNE-103200:9	-
M. Orgánica,% UNE-103204:93..	-

COMPRESION SIMPLE, UNE-103400:1993

Resistencia, Kg/cm^2.....	-
Densidad aparente, g/cm^3.....	-
Humedad natural, %.....	-

CORTE DIRECTO, UNE-103401:1998

Tipo de ensayo.....	CU
Angulo de rozamiento.....	34,6
Cohesión, Kg/cm2.....	0,00

CLASIFICACION

Casagrande.....	SW-SM
H.R.B.	A-3
Indice de grupo.....	0

OBSERVACIONES:

Vº. Bº

JUAN CARLOS FERNANDEZ GARRIDO
Director Técnico de Obra Civil

Laboratorios PROYEX S.A.
Autovía Logroño
Km. 11,4
Tel. 976 78 70 00
Fax 976 78 72 00
UTEBO
(Zaragoza)

Zaragoza, 24 de Enero de 2003

LEANDRO PARRA GARCIA
Director Departamento Mecánica de Suelos

Los resultados contenidos en el presente informe, solo afectan al material sometido a ensayo.
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.
Acreditado por la Diputación General de Aragón por resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los números 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008 ST98 (B.O.E. 22.12.98.)

PROYEX

Autovía de Logroño, Km 11,4
50180 UTEBO (Zaragoza)
ESPAÑA (Spain)
Tel.: +34 (9) 76.787000
Fax: (9) 76.787200

CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON
Pº María Agustín, 34 (Ed. Pignatelli) 50071 ZARAGOZA

ANALISIS: ZP-79280

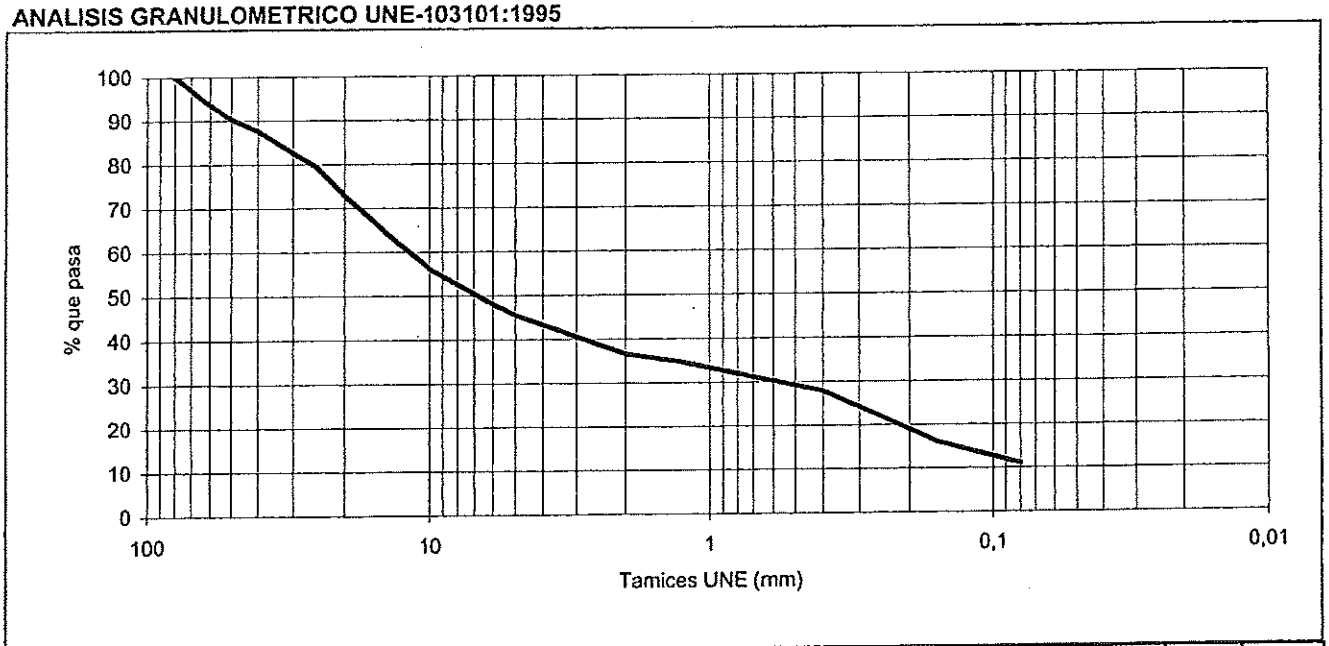
INFORME:

Procedencia de muestra: DEPURADORA EPILA. Sondeo nº 3 Prof. 2,90 a 7,30 m.
Muestra presentada en fecha: 2002-12-24
Uso que está destinado: Clasificación

DESCRIPCION DEL SUELO: Gravas y arenas con finos limosos no plásticos

RESULTADO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO UNE-103101:1995



UNE	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,40	0,16	0,08
% pasa		100	95	90	88	79	73	61	56	49	45	37	35	28	16	11,1

LIMITES ATTERBERG

Límite Líquido (LL), UNE-103103:1994....	NO
Límite Plástico (LP), UNE 103104:1993..	NO
Indice Plasticidad (IP).....	NP

HUMEDAD NATURAL UNE-103300:1993

Humedad, %.....	7,2

DENSIDAD APARENTE UNE-7045:1952

Densidad aparente, g/cm^3.....	-

ANALISIS QUIMICO

Sulfatos, % SO_3 UNE-103201:96	-
Carbonat. % CO_3 UNE-103200:9	-
M. Orgánica,% UNE-103204:93.	-

COMPRESION SIMPLE, UNE-103400:1993

Resistencia, Kg/cm^2.....	-
Densidad aparente, g/cm^3.....	-
Humedad natural, %.....	-

CORTE DIRECTO, UNE-103401:1998

Tipo de ensayo.....	-
Angulo de rozamiento.....	-
Cohesión, Kg/cm2.....	-

CLASIFICACION

Casagrande.....	GW-GM
H.R.B.	A-1-a
Indice de grupo.....	0

OBSERVACIONES:

Vº. Bº

JUAN CARLOS FERNANDEZ GARRIDO
Director Técnico de Obra Civil

Zaragoza, 15 de Enero de 2003

LEANDRO PARRA GARCIA
Director Departamento Mecánica de Suelos

Los resultados contenidos en el presente informe, solo afectan al material sometido a ensayo.
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.
Acreditado por la Diputación General de Aragón por resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los números 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008 ST98 (B.O.E. 22.12.98.)

PROYEX

Autovía de Logroño, Km 11,4
50180 UTEBO (Zaragoza)
ESPAÑA (Spain)
Tel.: +34 (9) 76.787000
Fax: (9) 76.787200

CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON
Pº María Agustin, 34 (Ed. Pignatelli) 50071 ZARAGOZA

ANALISIS: ZP-79278

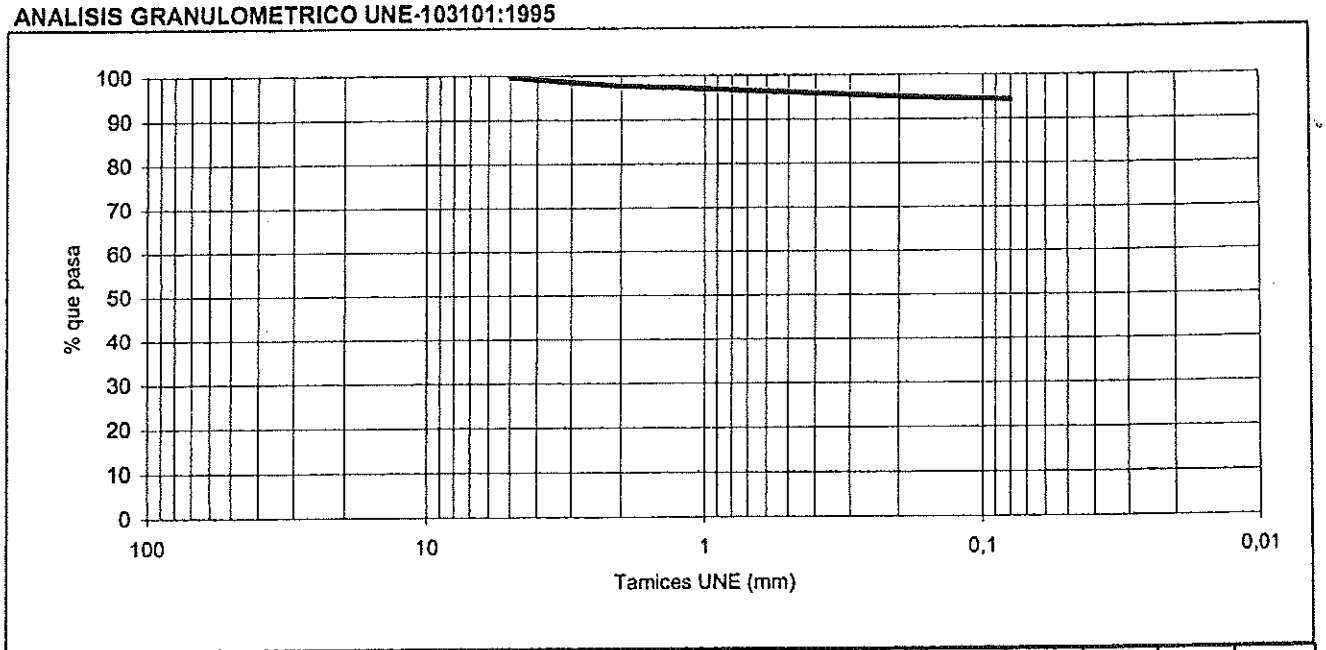
INFORME:

Procedencia de muestra: DEPURADORA EPILA. Sondeo nº 1 Prof. 8,10 a 8,70 m.
Muestra presentada en fecha: 2002-12-24
Uso que está destinado: Clasificación

DESCRIPCION DEL SUELO: Limos de alta plasticidad

RESULTADO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO UNE-103101:1995



UNE	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,40	0,16	0,08
% pasa											100	98	97	96	95	94,3

LIMITES ATTERBERG

Límite Líquido (LL), UNE-103103:1994	51,3
Límite Plástico (LP), UNE 103104:1993	32,8
Indice Plasticidad (IP)	18,5

HUMEDAD NATURAL UNE-103300:1993

Humedad, %	30,3

DENSIDAD APARENTE UNE-7045:1952

Densidad aparente, g/cm^3	1,51

ANALISIS QUIMICO

Sulfatos, % SO_3 UNE-103201:96	-
Carbonat. % CO_3 UNE-103200:9	-
M. Orgánica,% UNE-103204:93.	-

COMPRESION SIMPLE, UNE-103400:1993

Resistencia, Kg/cm^2	1,5
Densidad aparente, g/cm^3	1,51
Humedad natural, %	30,3

CORTE DIRECTO, UNE-103401:1998

Tipo de ensayo	-
Angulo de rozamiento	-
Cohesión, Kg/cm2	-

CLASIFICACION

Casagrande	MH
H.R.B.	A-7-5
Indice de grupo	14

OBSERVACIONES:

Vº. Bº

Zaragoza, 15 de Enero de 2003

JUAN CARLOS FERNANDEZ GARRIDO
Director Técnico de Obra Civil

LEANDRO PARRA GARCIA
Director Departamento Mecánica de Suelos

Los resultados contenidos en el presente informe, solo afectan al material sometido a ensayo.
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.
Acreditado por la Diputación General de Aragón por resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los números 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008 ST98 (B.O.E. 22.12.98.)

Autovia de Logroño, Km 11,4
50180 UTEBO (Zaragoza)
ESPAÑA (Spain)
Tel.: +34 (9) 76.787000
Fax: (9) 76.787200

PROYEX

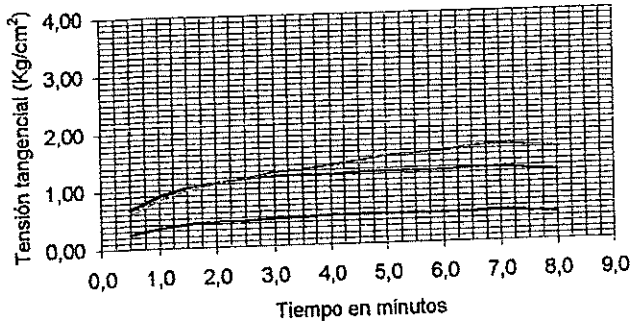
CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON
Pº María Agustin, 34 (Ed. Pignatelli) 50071 ZARAGOZA

ANALISIS: ZR-79279 **FECHA:** 2002-12-24

OBRA: DEPURADORA DE EPILA. **REFERENCIA:** Sondeo nº 2

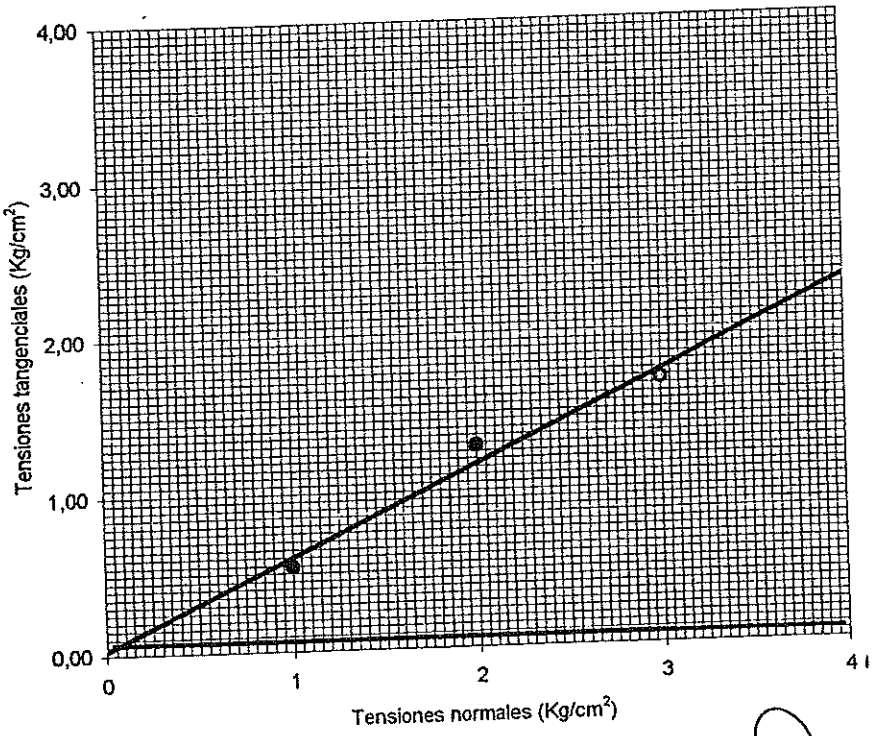
SITUACION: Profundidad de 1,80 a 2,40 m

Tipo de ensayo: No consolidado-no drenado (UU) **NORMA:** UNE-103401:1998



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Probeta nº	I	II	III
Cargas verticales, Kg/cm²	1	2	3
Humedad inicial, %	28,9	27,9	24,0
Humedad final, %	26,1	24,7	24,4
Densidad húmeda, g/cm³	1,99	1,99	1,99
Densidad seca, g/cm³	1,54	1,56	1,61
Sección, cm²	19,95	19,95	19,95
Volumen, cm³	63,70	63,70	63,70
Tensiones tangenciales, Kg/cm²	0,54	1,28	1,68
Angulo de rozamiento interno			**29,7**
Cohesión, Kg/cm²			**0,05**



Zaragoza, 17 de Enero de 2003

Vº Bº

JUAN CARLOS FERNANDEZ GARRIDO
Director Técnico de Obra Civil

LEANDRO PARRA GARCIA
Director Dpto. de Mecánica de Suelos

Los resultados contenidos en el presente informe, solo afectan al material sometido a ensayo.
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.
Acreditado por la Diputación General de Aragón por resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los números 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008 ST98 (B.O.E. 22.12.98.)

Autovia de Logroño, Km 11,4
50180 UTEBO (Zaragoza)
ESPAÑA (Spain)
Tel.: +34 (9) 76.787000
Fax: (9) 76.787200

PROYEX

CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON
Pº María Agustín, 34 (Ed. Pignatelli) 50071 ZARAGOZA

ANALISIS: ZP-79277 **FECHA:** 2002-12-24

OBRA: DEPURADORA DE EPILA.

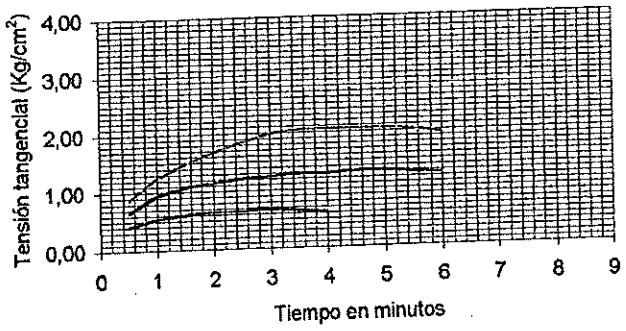
REFERENCIA: Sondeo nº 1

SITUACION: Profundidad de 1,50 a 2,10 m..

MUESTRA: Inalterada

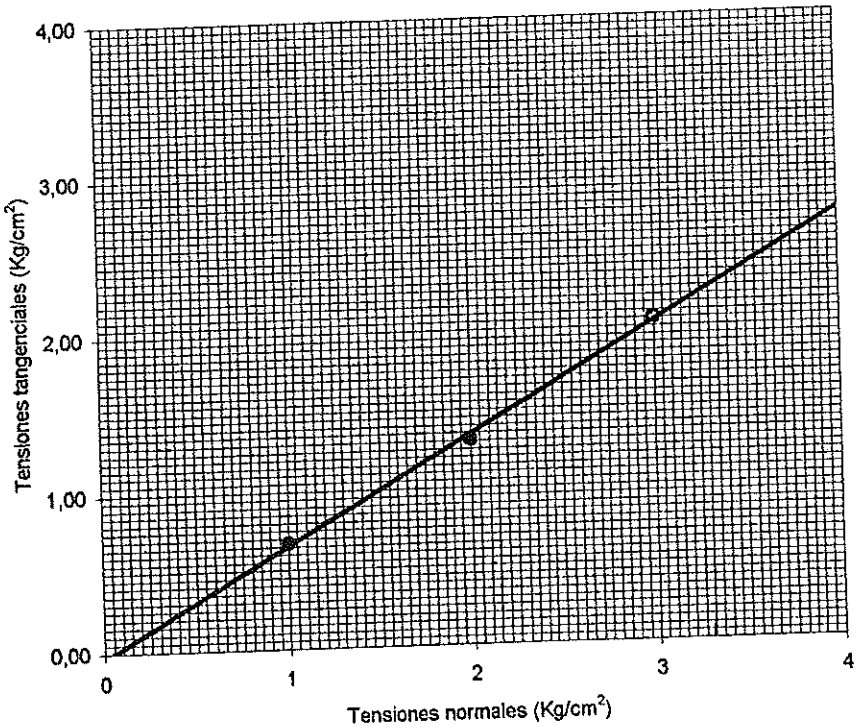
Tipo de ensayo: Consolidado no drenado (CU)

NORMA: UNE-103401:1998



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Probeta nº	I	II	III
Cargas verticales, Kg/cm²	1	2	3
Humedad inicial, %	10,6	7,7	8,9
Humedad final, %	-	-	-
Densidad húmeda, g/cm³	1,74	1,54	1,60
Densidad seca, g/cm³	1,57	1,43	1,47
Sección, cm²	19,95	19,95	19,95
Volumen, cm³	63,70	63,70	63,70
Tensiones tangenciales, Kg/cm²	0,67	1,31	2,05
Angulo de rozamiento interno			**34,6**
Cohesión, Kg/cm²			**0,00**



Zaragoza, 18 de Enero de 2003

Vº Bº

JUAN CARLOS FERNANDEZ GARRIDO
Director Técnico de Obra Civil

LEANDRO PARRA GARCIA
Director Dpto. de Mecánica de Suelos

Los resultados contenidos en el presente informe, solo afectan al material sometido a ensayo.
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.
Acreditado por la Diputación General de Aragón por resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los números 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008 ST98 (B.O.E. 22.12.98.)

PROYEX

Autovía de Logroño, Km 11,4
50180 UTEBO (Zaragoza)
ESPAÑA (Spain)
Tel.: +34 (9) 76.787000
Fax: (9) 76.787200

CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON
Pº María Agustin, 34 (Ed. Pignatelli) 50071 ZARAGOZA

ANALISIS: ZP-79278 **FECHA:** 2002-12-24

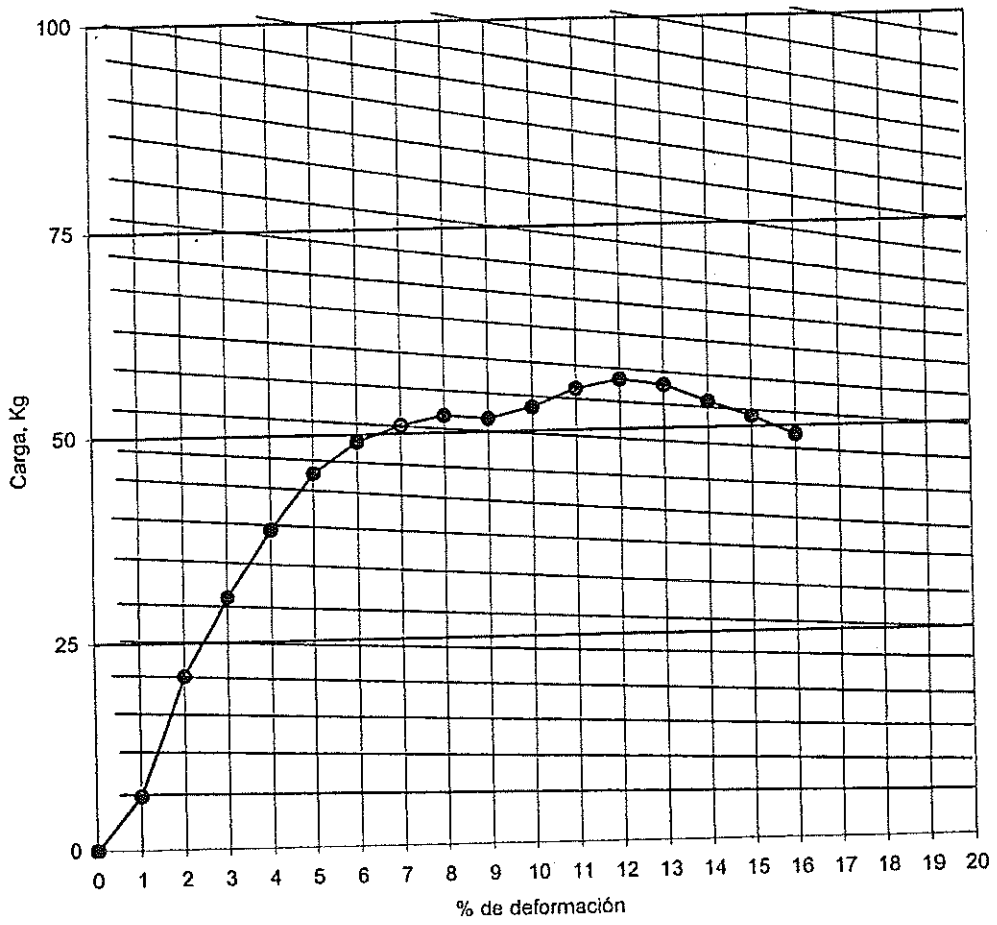
OBRA: DEPURADORA EPILA. **REFERENCIA:** Sondeo nº 1

SITUACION: Profundidad de 8,10 a 8,70 m

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE UNE 103400:1993

Tipo de probeta	Diámetro, cm	Altura, cm	Humedad, %	Densidad, g/cm^3	Resistencia, Kg/cm^2
Inalterada	7,0	14,0	30,3	1,51	1,5
Remoldeada	-	-	-	-	-

CURVA DE ROTURA



Forma de rotura: Inalterada ☑ Remoldeada ☐

Zaragoza, 07 de Enero de 2003

Vº Bº

JUAN CARLOS FERNANDEZ GARRIDO
Director Técnico de Obra Civil

LEANDRO PARRA GARCIA
Director Departamento de Mecánica de Suelos

Los resultados contenidos en el presente informe, solo afectan al material sometido a ensayo.
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.
Acreditado por la Diputación General de Aragón por resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los números 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008 ST98 (B.O.E. 22.12.98.)

PROYEX

Autovia de Logroño, Km. 11,4
50180 UTEBO (Zaragoza)
ESPAÑA (Spain)
Tel.: +34 (9) 76. 787 000
Fax: +34 (9) 76. 787 200

Obra: DEPURADORA EN EPILA (ZARAGOZA)

Peticionario: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON

Análisis nº : ZQ-40398

De tres muestras de terreno natural

Tomadas en obra

Fecha inicio análisis: 2003-01-07

Fecha finalización análisis: 2003-01-21

ANALISIS QUÍMICO

Contenido en sulfatos solubles expresados en SO_3, sobre el total de la muestra, según UNE-103 201/96. Se convierte el resultado a ppm de SO_4 para su clasificación según EHE (R.D. 2661/98).

Sondeo	Profund.	SO_3 (%)	SO_4 (mg/Kg)	AGRESIVIDAD	
1	1,50-2,10	0,15	1.800	-	NO PRESENTA
2	1,80-2,40	0,32	3.840	Qb	ATAQUE MEDIO
3	2,90-7,30	0,10	1.200	-	NO PRESENTA

V º B º

Zaragoza, a 22 de Enero de 2003

Laboratorios PROYEX, S.A. Autovia Logroño Km. 11,4 Tel. 976 78 70 00 Fax 976 78 72 00 UTEBO (Zaragoza)

JUAN CARLOS FERNANDEZ GARRIDO
Director Técnico de Obra Civil

Mª PAZ IBAÑEZ GALLEGO
Directora Dpto. Análisis Químicos

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341. Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).

MIEMBRO DE: ASTM (American Society for Testing Materials). ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).

PROYEX

Autovía de Logroño, Km. 11,4
50180 UTEBO (Zaragoza)
ESPAÑA (Spain)
Tel.: +34 (9) 76. 787 000
Fax: +34 (9) 76. 787 200

Obra: DEPURADORA EN EPILA (ZARAGOZA)

Peticionario: EXCMA. DIPUTACION GENERAL DE ARAGON

Análisis nº : ZQ-40680

De dos muestras de terreno natural

Tomadas en obra

Fecha realización análisis: 3 de Febrero de 2003

ANALISIS QUÍMICO

Contenido en sulfatos solubles expresados en SO_3, sobre el total de la muestra, según UNE-103 201/96. Se convierte el resultado a ppm de SO_4 para su clasificación según EHE (R.D. 2661/98).

Calicata	Profund.	SO_3 (%)	SO_4 (mg/Kg)	AGRESIVIDAD	
1	1,40	0,25	3.000	Qb	ATAQUE MEDIO
6	1,25	0,14	1.680	-	NO PRESENTA

V º B º

Zaragoza, a 3 de Febrero de 2003

Laboratorios PROYEX S.A. Autovía Logroño Km. 11,4 Tel. 976 78 70 00 Fax 976 78 72 00 UTEBO (Zaragoza)

JUAN CARLOS FERNANDEZ GARRIDO
Director Técnico de Obra Civil

Mª PAZ IBAÑEZ GALLEGO
Directora Dpto. Análisis Químicos

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341. Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).

MIEMBRO DE: ASTM (American Society for Testing Materials). ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).

PROYEX

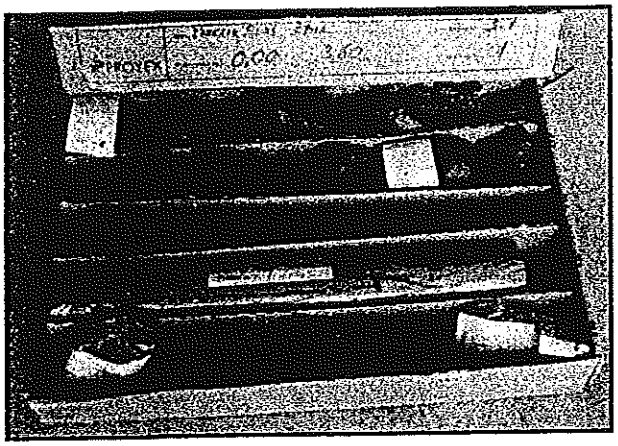
FOTOGRAFÍAS

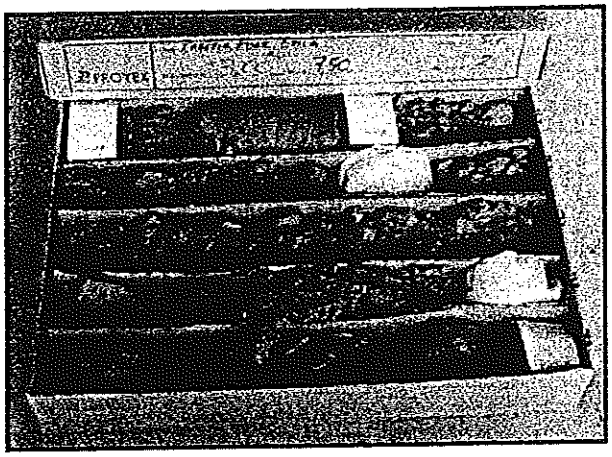
Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

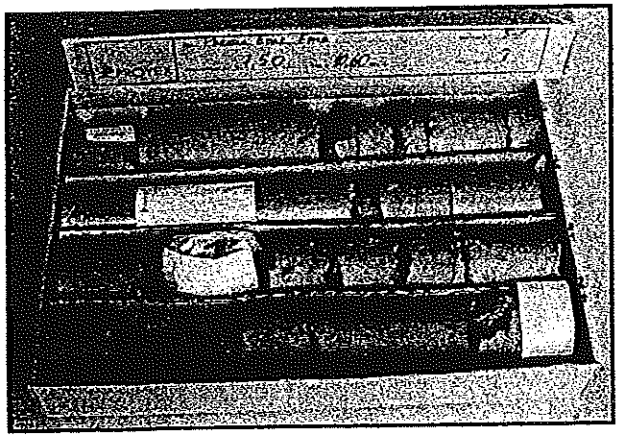
ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341. Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nºs 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).
MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación

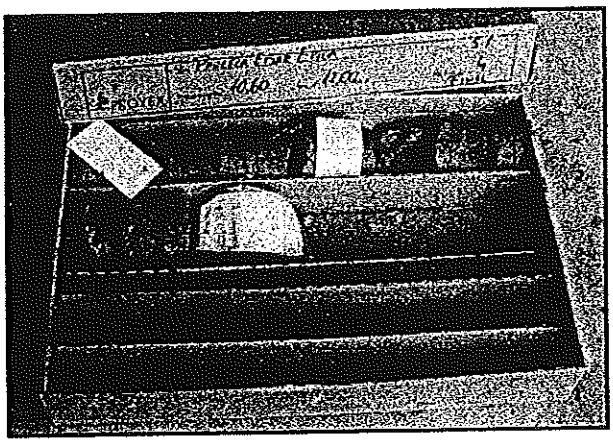
PROYEX

Sondeo 1



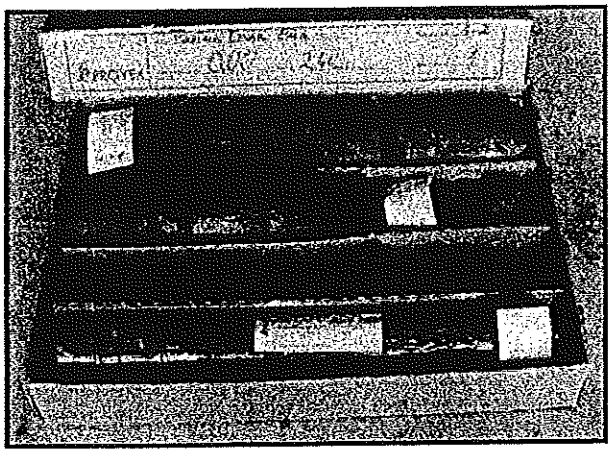


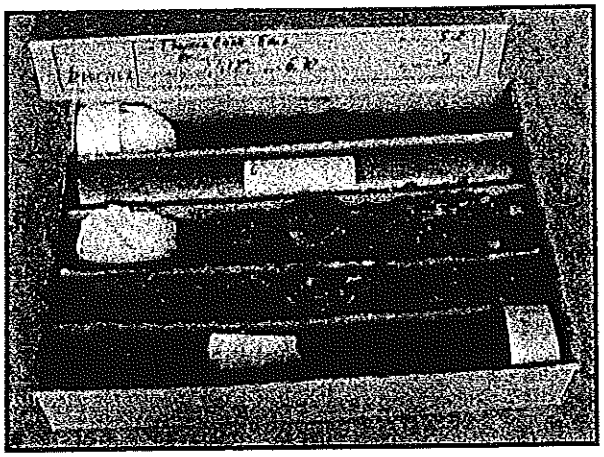


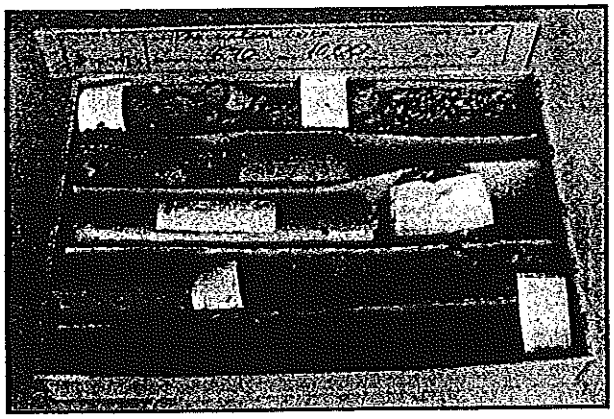


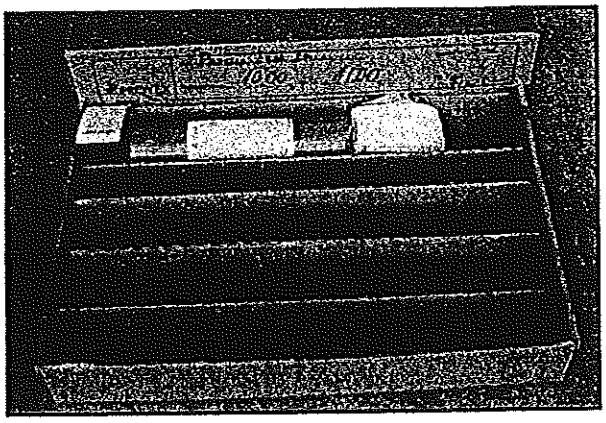
PROYEX

Sondeo 2



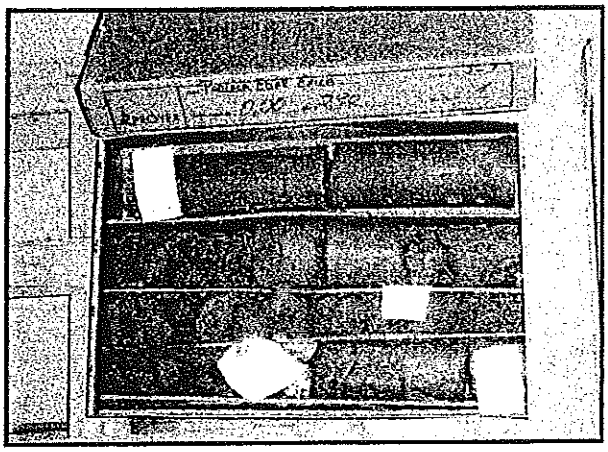


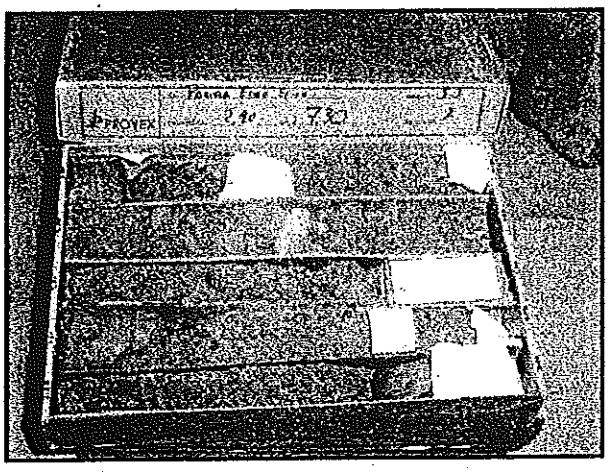


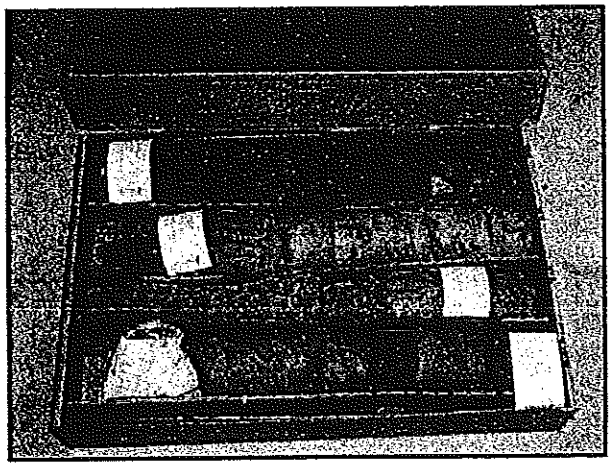


PROYEX

Sondeo 3

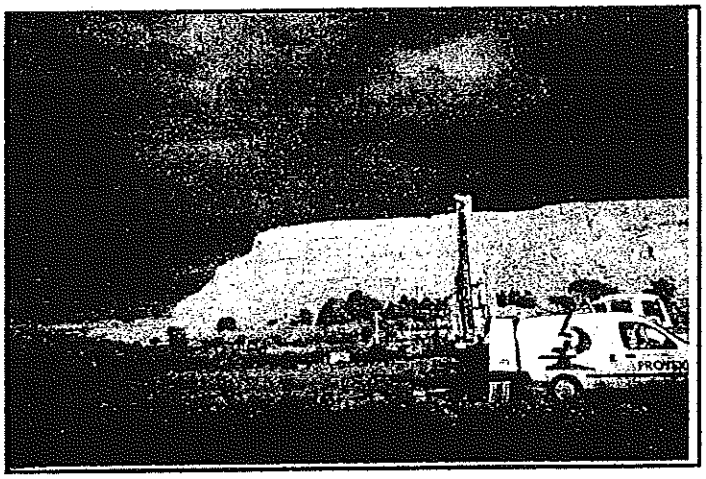


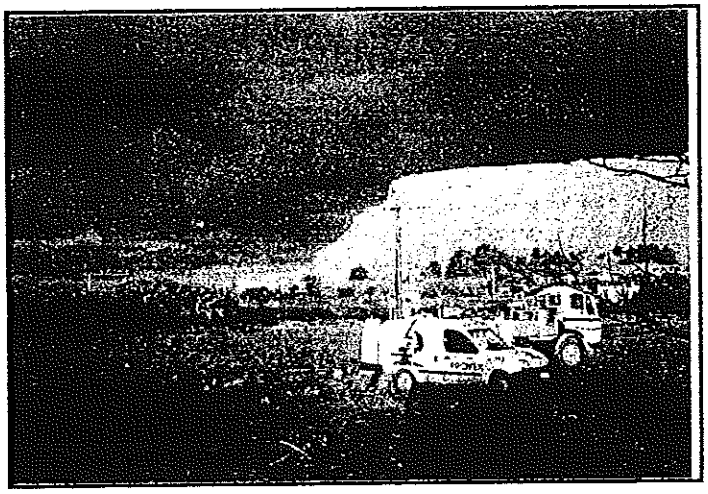




PROYEX

Vistas de la parcela EDAR





PROYECTO DE E.D.A.R EN ÉPILA (ZARAGOZA)

ANEJO N.º 5:
CÁLCULOS FUNCIONALES

BASES DE PARTIDA

Caudales

Qd	Caudal Medio Diario	m3/d	2.500,00
Qm	Caudal medio horario	m3/h	104,17
Qp	Caudal punta	m3/h	260,42
Qmin	Caudal minimo horario	m3/h	52,08
Qmax	caudal máximo lluvia	m3/h	312,50
Cp	Coeficiente punta		2,50
Cmin	Coeficiente de minimo		0,50
Cmax	Coeficiente de máximo lluvia		3,00

Contaminación afluente

DQO	Concentracion	mg/l	650,00
	Carga diaria	kg/d	1.625,00
DBO5	Concentracion	mg/l	320,00
	Carga diaria	kg/d	800,00
SS	Concentracion	mg/l	370,00
	Carga diaria	kg/d	925,00
SSV	Concentracion	mg/l	295,00
	Carga diaria	kg/d	737,50
NTK	Concentracion	mg/l	55,00
	Carga diaria	kg/d	137,50
N-NO3	Concentracion	mg/l	6,00
	Carga diaria	kg/d	15,00
P	Concentracion	mg/l	8,00
	Carga diaria	kg/d	20,00
Aceites y grasas	Concentracion	mg/l	20,00
	Carga diaria	kg/d	50,00

Contaminación efluente

DQO	Concentracion	mg/l	125,00
	Carga diaria	kg/d	312,50
	Rendimiento	%	81%
DBO5	Concentracion	mg/l	25,00
	Carga diaria	kg/d	62,50
	Rendimiento	%	92%
SS	Concentracion	mg/l	35,00
	Carga diaria	kg/d	87,50
	Rendimiento	%	91%

Características del fango

Contenido en MS en el fango >	%	18,00
Relación MSV/MS en el fango <	%	60,00

PREDESBASTE Y BOMBEO DE AGUA BRUTA

Pozo de gruesos

Caudal máximo	m3/h	312,50
Caudal punta	m3/h	260,42

Caudal medio	m3/h	104,17
Caudal mínimo	m3/h	52,08
Tiempo de retención prevista a Qmax	min	3,00
Volumen necesario	m3	1,74
Carga superficial máxima	m3/m2/h	60,00
Superficie necesaria	m2	4,34
Sección del pozo		rectangular
Relación L/A		2,00
Longitud necesaria	m	2,95
Longitud adoptada	m	**3,50**
Ancho pozo	m	1,75
Ancho adoptado	m	**2,50**
Superficie útil	m2	8,75
Pendiente del fondo	º	**45,00**
Ancho de la cuchara bivalva	mm	**605,00**
Ancho del fondo	m	**0,75**
Altura taludes	m	**0,75**
Base de los taludes	m	0,75
Volumen zona inclinada	m3	3,38
Calado zona recta necesaria	m	-0,17
Calado total	m	**1,50**
Volumen total útil	m3	9,75
Superficie tranversal útil	m2	3,19
Velocidad transversal a Qmax	m/s	0,02
Sistema de extracción de residuos		Cuchara Bivalva
Capacidad de la cuchara	l	**300,00**
Sistema de accionamiento valvas		Hidráulico
Almacenamiento de sólidos gruesos		Contenedor
Número de contenedores	ud	1,00
Destino de los residuos de desbaste		Vertedero
Dimensiones de la cuchara bivalva abierta		
Ancho	mm	**770,00**
Longitud	mm	**1565,00**
Marca		Blug

DESBASTE DE FINOS

Número de tamices	Ud	**1,00**
Tipo de tamiz		**Escaleras**
Modelo		ABS **RS 12x40x3**
Ancho canal	mm	500,00
Profundida canal	mm	750,00
Altura de descarga	mm	1225,00
Caudal nominal del equipo	m3/h	313,00
Paso de sólidos	mm	3,00
Ancho efectivo	mm	400,00

Reja de by-pass de tamices		***Qmaximo***	***Qmedio***
Tipo de reja		MANUAL	
Caudal de paso	m3/h	312,50	104,17
Nº de rejas en funcionamiento	Ud	1,00	1,00
Caudal unitario	m3/h	312,50	104,17
Ancho de Canal	m	0,50	0,50
Altura de agua	m	0,40	0,40
Sección util	m2	0,2	0,2
Anchura barrotes	mm	4,00	4,00
Separación de barrotes	mm	10,00	10,00

Colmatación	%	25,00	25,00
Coeficiente de Colmatación		0,75	0,75
Nº de barrotes		50	50
Area de barrotes	mm2	80.000	80.000
Area de barrotes colmatados	mm2	100.000	100.000
Area libre sin barrotes	m2	0,1000	0,1000
Velocidad de paso en reja	m/s	0,87	0,29

DESARENADOR-DESENGRASADOR

Calculos justificativos: Volúmenes

Tipo de desarenador			aireado
Nº de unidades		Ud	1,00
Caudal de diseño:			
	Caudal medio	m3/h	104,17
	Caudal punta	m3/h	260,42
	Caudal máximo de diseño	m3/h	312,50
Cargas de diseño			
	Carga a Qmedio	m3/m2/h	10,00
	Carga a Qpunta	m3/m2/h	25,00
	Carga a Qmax	m3/m2/h	35,00
Tiempo de retención:			
	Tr a Qmedio	min	15,00
	Tr a Qpunta	min	10,00
	Tr a Qmax	min	5,00
Superficies obtenidas según cargas a diferentes Q			
	Superficie obtenida a Qmedio	m2	10,42
	Superficie obtenida a Qpunta	m2	10,42
	Superficie obtenida a Qmaximo	m2	8,93
Volumenes obtenidos según cargas a diferentes Q			
	Volumen obtenido a Qmedio	m3	26,04
	Volumen obtenido a Qpunta	m3	43,40
	Volumen obtenido a Qmaximo	m3	26,04
Superficie unitaria necesaria		m2	10,42
Volumen unitario necesario		m3	43,40
Sistema de extracción de arenas			Bomba de arenas
Nº de bombas de arenas		Ud	1,00
Relación L/A			4,00
Superficie mínima necesaria		m2	8,93
Volumen mínimo necesario		m3	26,04
Superficie tomada para calculo		m2	10,42
Volumen tomado para calculo		m3	43,40
Ancho canal desarenador necesario		m	1,61
Anchura canal desarenador adoptada		m	2,00
Anchura zona de desengrasado		m	**0,80**
Anchura canal desarenador		m	1,20
Longitud canal desarenador necesaria		m	4,80
Longitud canal desarenador adoptada		m	6,00
Superficie unitaria canal desarenador		m2	12,00
Superficie total desarenadores		m2	12,00
Pendientes de fondo desarenador		º	51,00
Ancho canal de aspiración de arenas		m	**0,30**
Ancho muro de separación desarenadores		m	**0,30**
Ancho muro de canal descarga de arenas		m	**0,20**
Ancho chafián menor		m	**0,40**
Ancho chafián mayor		m	1,50

Altura chaflán menor		m		0,49
Altura chaflán mayor		m		1,85
Volumen cartabón pequeño				0,59
Volumen cartabón grande				8,34
Altura útil zona recta		m		1,02
Altura útil zona recta elegida		m		2,60
Altura total útil desarenador		m		4,45
Sección media unitaria		m2		7,42
Sección media total		m2		7,42
Guarda de desarenador coronación a vertedero salida		m		0,50
Altura total desarenador		m		4,95
Volumen unitario zona piramidal		m3		13,30
Volumen unitario zona recta		m3		31,20
Volumen unitario útil		m3		44,50
Volumen total útil		m3		44,50

Parámetros de funcionamiento

Tiempo de retención:					
	A Qmedio	min		25,63	
	A Q punta	min		10,25	
	A Q maximo	min		8,54	
Cargas hidráulicas					
	A Qmedio	m3/m2/h		10,00	
	A Q punta	m3/m2/h	UNA LINEA	25,00	
Velocidad trasversal			DOS LINEAS	12,50	NO
	A Qmedio	m/s		0,004	
	A Q punta	m/s		0,010	
	A Q maximo	m/s		0,012	

Calculo de la aireación en el desarenador

Caudal específico de aireación	m3/h/m2	8,00
Numero de canales desarenadores	Ud	1,00
Ancho del canal desengrasador	m	0,80
Anchura tabique de separacion	m	0,05
Ancho del canal desarenador	m	1,20
Longitud del canal desarenador	m	6,00
Superficie unitaria canal desarenador	m2	12,00
Superficie total canal desarenador	m2	12,00
Caudal unitario de aireación	m3/h	96,00
Caudal total de aireación	m3/h	96,00
Número de soplantes a instalar	Ud	1+1 reserva
Caudal unitario adoptado	m3/h	100,00
Diámetro del colector individual a desarenador	mm	75,00
Caudal de paso	m3/h	96,00
Area de la tuberia	m2	0,00442
Velocidad	m/s	6,04
Diámetro del colector general a desarenadores	mm	75,00
Caudal de paso	m3/h	96,00
Area de la tuberia	m2	0,00442
Velocidad de paso	m/s	6,04
Altura manométrica de impulsión	mca	6,00
Tipo de soplantes		Embolos rotativos
Tipo de difusor		B.gruesa NON-CLOG
Nº de difusores por linea	Ud	16,00
Nº total de difusores	Ud	16,00

Caudal unitario por difusor	m3/h/Ud	6,25

Cálculo extracción arenas

Capacidad de extracción mezcla arena/agua	l/m3	30,00
Caudal medio de diseño	m3/h	104,17
Caudal de extracción mezcla arena/agua	m3/h	3,47
Nº de bombas funcionando	Ud	1,00
Nº de bombas en reserva	Ud	1 en almacen
Caudal unitario de las bombas	m3/h	9,00
Secado de arenas		Lavador arenas
Tipo de lavador de arenas		Tornillo inclinado
Producción de arenas	l/m3	0,03
Volumen diario de arenas	m3	0,08
Almacenamiento de arenas		Contenedor
Destino de las arenas		Vertedero

Cálculo extracción grasas

Sistema de extracción de grasas		Descarga espumas/flotantes
Zona de acumulación de flotantes/espumas		Canal desarenador
Destino flotantes espumas		Conc. Rasquetas
Número desnatadores	Ud	1,00
Ancho del concentrador	m	1,30
Longitud total desnatador	m	2,50
Superficie total desnatador	m2	3,25
Altura útil desnatador	m	1,00
Volumen del concentrador de grasas	m3	3,25
Producción de grasas	mg/l	20,00
Caudal medio diario	m3/d	2.500,00
Producción diaria	kg/d	50,00
Densidad de las grasas	kg/m3	900,00
Volumen diario	m3	0,056
Destino de las grasas		Tanque PRFV
Volumen depósito contenedor	m3	4,00
Tiempo de llenado depósito	días	72,00

MEDICION Y REGULACIÓN DE CAUDAL A TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Caudal máximo salida desarenador	m3/h	312,50
Caudal máximo entrada a biológico	m3/h	260,42
Caudal máximo a aliviar	m3/h	62,00
Sistema de regulación de caudal		Compuerta motorizada accionada por señal de caudalímetro
Diámetro de tubería salida de desarenador	mm	400,00
Area de tubería salida de desarenador	m2	0,13

		Punta	Medio	Mínimo
Caudal de paso	m3/h	260,42	104,17	52,08
Velocidad de paso	m/s	0,58	0,23	0,12

Diámetro de Caudalímetro	mm	300,00
Area de Caudalímetro	m2	0,07

		Punta	Medio	Mínimo
Caudal de paso	m3/h	260,42	104,17	52,08
Velocidad de paso	m/s	1,02	0,41	0,20

Tipo de caudalímetro		Electromagnético
Indicación		En cabeza

TRATAMIENTO BIOLOGICO

Datos de partida

				Cp teór:
				2,89
Caudal diario	2.500,0	m3/d	Q/Qd	1,96
Caudal punta tiempo seco	260,4	m3/h	2,50	
Caudal máx a pretratam	312,5	m3/h	3,00	
Caudal máx a primario	260,4	m3/h	2,50	
Caudal máx a secundario	260,4	m3/h	2,50	

	mg/l	kg/d	g/(heq.d)	heq
DQO	650	1.625	60,00	27.083
DBO5	320	800	60,00	13.333
SST	370	925	43,00	21.512
SSV	295	738	34,30	21.501
NTK	55	138	5,00	27.500
N-NO3	6	15		
P	8	20	1,70	11.765

N salida	12,00	mg/l	
P salida	2,00	mg/l	
Temperaturas previstas	15	22	°C

Decantación primaria NO 0

	Rendimto	mg/l	kg/d elimin
DQO	30%	650	0
DBO5	30%	320	0
SST	60%	370	0
SSV	60%	295	0
NTK	12%	55,0	0,0
N-NO3	0%	6,0	0,0
P	11%	8,0	0,0

	Qm	Qp	
Caudales	104,17	260,42	m3/h
Carga hidráulica requerida	1,00	2,50	m/h
Diámetro necesario		0,0	m
Número de unidades		**2**	**ud**
Diámetro adoptado		**12**	**m**
Carga hidráulica resultante	0,00	0,00	m/h
Calado en el perímetro		**3,00**	**m**
Pendiente del fondo		0,0800	m/m
Volumen total		0,00	m3
Tiempo de retención	0,00	0,00	h

Biológico D-N (ATV 1999)

Temperatura de cálculo	18,00	°C
Coeficiente de seguridad	1,77	
Edad del fango necesaria	7,47	d
Edad del fango adoptada	**18,00**	**d**
Fracción volumen anox	40%	

Recirculación externa	125%		min:	117%		
Recirculación interna	200%		min:	175%		
Oxígeno en recirc interna	3	mg/l				
	Preconec		Simultán			
Capacidad desnitr fórmula	0,164		0,130	gN/gDBO5		
Capacidad desnitr tabla	0,140		0,120	gN/gDBO5		3
Disminución oxígeno recir	0,003			gN/gDBO5		
Capacidad desnitr cálculo	0,137		0,120	gN/gDBO5		
Capacidad desnitr adoptada	0,137	gN/gDBO5				
Carbono añadido (DQO)	0,00	mg/l			0,00	mg/l
NTK entrada a reactor	55,0	mg/l				
NTK salida	3,0	mg/l				
NTK en fango exceso	16,0	mg/l		0,050	gN/gDBO5	
NTK nitrificable	36,0	mg/l				
N-NO3 entrada	6,0	mg/l				
N-NO3 recirculado máx	27,5	mg/l				
N-NO3 desnitrificable máx	33,5	mg/l				
N desnitrif s/DBOentrada	43,8	mg/l				
N desnitrif s/DQOañadida	0,0	mg/l		5	gDQO/gN	
N desnitrificado	33,5	mg/l				
N-NO3 salida	8,5	mg/l				
N total salida	11,5	mg/l		O.K.		

Eliminación de fósforo

P entrada a reactor	8,0	mg/l				
P salida	2,0	mg/l				
P en fango exceso	3,2	mg/l		0,010	gP/gDBO5	
P a precipitar	2,8	mg/l				
Sal metálica dosificada	7,6	mg/l		2,7	g/gP	
Fango producido	19,0	mg/l		6,8	g/gP	

Volumen del reactor

Temperaturas de cálculo	18	22	°C		
Factor temp resp endóg	1,232	1,627			
Produc espec fango DBO	0,970	0,944	gSST/gDBO		
Produc espec fango P	0,060	0,060	gSST/gDBO		
Producción fango	858	838	kg/d		
Masa de fango en reactor	15.448	15.082	kg MLSS		
Volumen adoptado		**3.900**	**m3**		3.862
Concentración reactor	3,96	3,87	gMLSS/l		4
Carga másica	0,052	0,053	gDBO/gMLSS.d		

Consumo de oxígeno

Cons específico O2, DBO	1,2574	1,2948	gO2/gDBO5		
Consumo medio DBO	1.006	1.036	kg O2/d		gO2/gN
Consumo medio nitrificac	387	387	kg O2/d		4,30
Recuper media desnitrific	-176	-176	kg O2/d		2,10
Total consumo medio	1.217	1.247	kg O2/d		
Coeficiente punta DBO	1,1350	1,1350			5
Coeficiente punta NTK	1,8190	1,8190		1,8500	1,5000
Aplicando punta DBO	55	57	kg O2/h		
Aplicando punta NTK	64	65	kg O2/h		
Consumo punta global	**64**	**68**	**kg O2/h**		

Recirculación. Predimensionamiento.

Tiempo espesado en dec	2,00	h

Índice volum fango IVF	120	ml/g			
Concentr fondo decant	10,50	g/l			
Concentr recirculación	7,35	g/l		0,70	
Recirculación necesaria	117%		111%		

Decantación secundaria. Predimensionamiento.

			Qre/Q	límites
Caudal medio	104,17	m3/h	125%	
Caudal punta tiempo seco	260,42	m3/h	50%	
Caudal máximo	260,42	m3/h	50%	75%
Caudal recirculación	130,21	m3/h		
Recirculación para cálculo	50%			
Flujo predominante (H / V)	H			
Concentración reactor	3,96	gMLSS/l	3,96	
Vol comp de fango VSV	475	ml/l		
Carga vol fango qsv máx	500	l/m2.h		500
Velocidad qa máxima	1,05	m/h		1,60
Diámetro necesario	12,6	m		
Número de unidades	2	ud		
Diámetro adoptado	13,00	m		60
Velocidad qa resultante	0,98	m/h		
Veloc asc a caudal medio	0,39	m/h		
Altura agua clara	0,50	m		
Altura separación	1,40	m		
Altura almacenamiento	0,63	m	0,63	
Altura espesamiento	1,11	m		
Altura total a 2R/3	3,64	m		3,00
Pendiente del fondo	0,0800	m/m		
Calado en el perímetro	3,47	m		2,50
Calado perím adoptado	3,50	m		
Volumen decantadores	975	m3		
Tiempo reten (Qd+Qre)	4,2	h		

Cálculo de difusores

Datos de partida			
Temperaturas previstas	18,00	22,00	°C
Caudal medio	104,17	104,17	m3/h
Vt (Volumen total reactor)	3.900	3900,00	m3
% Anóxico	20%	0,20	
V (Volumen de aireación elegido)	3.120	3120,00	m3
tr (tiempo de retención en aireación)	29,95	29,95	h
h (Profundidad de agua en balsa)	5,00	5,00	m
θ (Tiempo retención celular)	20	20,00	d
MLSS en aireación	4.000	4.000	mg/l
AORmax actual oxigen rate máxima calculada	64	68	kg O2/h
	1.534	1.636	kg O2/d
Superficie de aireación	624	624	m2

Cálculo del SORT (standard oxygen transfer rate)

T amb (temperatura ambiente)	°C	6,00	25,00
T (temperatura del agua residual en aireacion)	°C	18,00	22,00
α		0,85	0,85
β		0,95	0,95
ϑ		1,024	1,024
tr tiempo de retención en aireacion	h	29,95	29,95

k1			1,25	1,25
Presión barométrica para cálculo		mmHg	740,00	740
Altitud sobre el nivel del mar		m	45,00	45
Densidad del aire		kgr/m3	1,188	1,172
Profundidad de los difusores		m	4,75	4,75
Cst Saturacion de O2 a T según tabla		mg/l	9,20	8,49
C*oo,T		mg/l	12	10
C*ST20 Saturacion de O2 a 20ºC		mg/l	8,83	8,83
C*oo,20ºC		mg/l	10,58	10,58
CL Concentración media de O2 a mantener		mg/l	2	2
SOTR max		kgO2/h	122,67	133,46
SOTR min		kgO2/h	73,45	79,92

Cálculo del caudal de aire

Ci Conc de oxígeno en el aire 20º 1 atm		kg/m3	0,28	0,28
factor de corrección del SOTE a 4 m			1,19	1,19
Tipo de difusor elegido	PIK 300			
Caudal de diseño elegido		Nm3/h/ud	5,5	5,5
SOTE elegido a densidad 6% y h=4m		%	24	24
SOTE calculado a la mínima densidad y h=4,75m		%	28,5	28,5
Caudal de aire necesario mínimo en NTP		m3/h	920	1.001
Caudal de aire necesario máximo en NTP		m3/h	1.462	1.674

Cálculo de los difusores

nº de difusores necesarios	ud	266	304
nº difusores colocados	ud	304	304
zona oxica	%	50	50
Superficie de aireación	m2	624	624
Superficie de cada difusor	m2	0,06	0,06

CALCULO DE LA SOPLANTE

Temperatura máxima de aire en verano	ºC	23,00
Altitud de la localización de la planta	m	325,00
Presión atmosférica en la planta	mmHg	740,00
Caudal real en condiciones de T y P de la planta	m3/h	1.679,25
Caudal de aire por superficie de aireación	m3/h/m2	2,69
Velocidad máxima del aire en las tuberias	m/s	18-25
Diámetro interior de tuberia elegido	mm	200,00
Radio interior de tuberia elegido	m	0,100
Area de la tuberia	m2	0,03
Velocidad en tuberia	m/s	14,85

Presión salida de la soplante

Presión atmósférica en la planta	mmHg	740,00
	kPa	98,66
Perdida de presión media en tuberias	kPa	10,00
Profundidad de los difusores	mca	4,75
Presión hidráulica	kPa	47,50
Perdida de carga en los difusores	kPa	4,20
Pérdida de carga estimada en filtros y valvulas	kPa	2,00
Presión de diseño para la soplante	kPa	63,70
	mca	6,29
	atm	0,58

Relación con la sumergencia del difusor		1,32	

Perdida de Presión en la tuberia

Presion necesaria sin contar perdidas en tuberia	kPa	150,36	150,36
Aumento de temperatura en la soplante	°C/kPa	1	1
Temperatura del aire a la salida soplante	°C	75	82
Temperatura estimada por disipacion en tuberia	°C	30	30
Temperatura del aire en tuberia	°C	45	52
Caudal a la T y P corregida	m3/h	1804	1844
Diámetro de tuberia elegido en abaco	mm	**250**	**250**
Radio interior de tuberia elegido	m	**0,125**	**0,125**
Area de la tuberia	m2	0,05	0,05
Velocidad del aire en tuberia en abaco	m/s	10,21	10,43
Perdida de carga por metro lineal tuberia de aire	kPa/m	**0,1**	**0,1**

Potencia necesaria para la soplante

Caudal aire necesario para condiciones extremas	m3/h	2.581	
Caudal aire necesario para condiciones extremas	kg/s	0,863	
Presión necesaria descarga soplante	kPa	162,36	
Presión atmosférica en la planta	kPa	98,66	
T abs entrada	°K	296,00	
k Constante para soplantes		1,40	
η_M · η_G rendimiento electrico-trasmisión		0,85	
η_K rendimiento soplante		0,70	
Pot Potencia total requerida	kw	69	
Nº de soplantes en funcionamiento	ud	**2**	+1 en reserva
Potencia unitaria requerida	Kw/ud	37,00	

DECANTACION SECUNDARIA

Caracteristicas del influente

Caudal medio de diseño	m3/d	2.500,00
Caudal medio horario de diseño	m3/h	104,17
Caudal punta horario de diseño	m3/h	260,42
Carga de sólidos del influente	kg SST/m3	4,00
Carga de sólidos a Qmedio	kg SST/h	416,67
Carga de sólidos a Qpunta	kg SST/h	1.041,67

Parámetros de diseño

Carga superficial o velocidad ascensional <			
	a Qmedio	m/h	0,50
	a Qpunta	m/h	1,20
Carga de masica superficial <			
	a Qmedio	kg/m2/h	3,00
	a Qpunta	kg/m2/h	8,00
Tiempo de retención			
	a Qmedio	h	5,00
	a Qpunta	h	3,00
Carga máxima sobre vertedero			
	a Qmedio	m3/ml/h	12,00
	a Qpunta	m3/ml/h	20,00
Lámina de agua sobre vertedero entre		cm	2 y 6
Calado en el vertedero no superior a		m	3,00

Velocidad perimetral arrastre fangos inferior a		m/h	120,00

Dimensionamiento

Superficie necesaria en f. Carga superficial			
	a Qmedio	m2	208,33
	a Qpunta	m2	217,01
Superficie necesaria en f. Carga solidos			
	a Qmedio	m2	138,89
	a Qpunta	m2	130,21
Superficie adoptada		m2	217,01
Nº de unidades		ud	2,00
Superficie unitaria necesaria		m2	108,51
Diámetro necesario		m	11,75
Diámetro adoptado		m	12,00
Superficie real unitaria		m2	113,10
Superficie total		m2	226,19
IVF	Mínimo	ml/gr	100,00
	Medio	ml/gr	150,00
Calado necesario para almacenamiento fango			
	SVI 150	m	0,60
Calado adoptado en el vertedero		m	4,00
Volumen total zona cilindrica		m3	904,78
Volumen unitario zona cilindrica		m3	452,39
Diámetro poceta central		m	3,60
Pendiente solera		%	10,00
Altura zona cónica		m	1,00
Volumen unitario zona cónica		m3	22,62
Volumen total unitario		m3	475,01
Volumen total		m3	950,02
Longitud perimetral decantador		m	37,70
Tipo vertedero			Canal Perimetral

Funcionamiento

Carga superficial o velocidad ascensional			
	a Qmedio	m/h	0,46
	a Qpunta	m/h	1,15
Carga masica superficial			
	a Qmedio	kg/m2/h	2,84
	a Qpunta	kg/m2/h	7,61
Tiempo de retención			
	a Qmedio	h	11,31
	a Qpunta	h	3,65
Carga sobre vertedero			
	a Qmedio	m3/ml/h	1,38
	a Qpunta	m3/ml/h	3,45
Variaciones de la lamina de agua sobre vertedero:			
Sistema de recogida			Vertedero dentado ajustable
Tipo de dentado			Triangular
Separación entre dientes		m	0,30
Nº de vertederos por elemento		ud	251
Caudal unitario por vertedero			
	a Qmedio	m3/h	0,42
		m3/s	0,00012
	a Qpunta	m3/h	1,04
		m3/s	0,00029
Angulo del vertedero		°	90,00

Sistema de extracción de fangos:			
Sistema de extracción		Succion Poceta central	
Velocidad máxima perimetral		m/h	120,00
Velocidad máxima de giro		rpm	0,0030

RECIRCULACION DE FANGOS

Proceso Biológico			aireacion prolongada
Caudal medio horario de diseño		m3/h	104,17
Concentracion solidos en reactores		mg/l	4.000,00
SVI	Indice Volumétrico de fangos		
	SVI minimo	ml/gr	100,00
	SVI máximo	ml/gr	150,00
Concentración del fango en la recirculacion			
	Para SVI minimo	kgr/m3	10,00
	Para SVI máximo	kgr/m3	6,67
Porcentaje de recirculación para SVI=100		%	66,67
Porcentaje de recirculación para SVI=150		%	150,00
Tasa máxima adoptada		%	150,00
Caudal máximo a recircular		m3/h	156,25
Sistema de recirculación			Bombas sumergibles
Nº de bombas en funcionamiento		ud	**2,00**
Nº de bombas en reserva		ud	1,00
Caudal unitario necesario por bomba		m3/h	78,13
Caudal unitario adoptado por bomba		m3/h	**78,13**
Caudal total recirculado		m3/h	156,25
Porcentaje recirculacion a Qmedio con 1 bomba		%	75,00
Porcentaje recirculacion a Qmedio con 2 bombas		%	150,00
Porcentaje recirculacion a Qmedio con 3 bombas		%	225,00
Concentración de recirculación			
Media			
Qmed	Caudal medio	m3/h	104,17
Qr	Caudal recirculado 2 bombas	m3/h	156,25
X	Conc. MLSS en el reactor	mg/l	4.000,00
Xr	Conc. De recirculación	kg/m3	6,67
		%	0,67
Maxima			
Qpunta	Caudal punta	m3/h	260,42
Qr	Caudal recirculado 2 bombas	m3/h	156,25
X	Conc. MLSS en el reactor	kg/m3	4.000,00
Xr	Conc. De recirculación	kg/m3	13,33
		%	1,33

PRODUCCION DE FANGOS BIOLOGICOS

DBO5 entrada	kg/d	800,00
DBO5 salida	kg/d	62,50
Rendimiento según proceso	%	92,19
DBO5 eliminada	kg/d	737,50
Relación SST/DBO5		1,156
Carga Másica de Diseño	kg DBO5/kgMLSS/d	0,537
Produccion de fangos biológicos en exceso	kg/d	341,22
Porcentaje MV en el fango	%	79,73
Fracción orgánica del fango	kg/d	272,05
Fracción inerte del fango	kg/d	69,17
Concentración de purgas	%	0,85
Volumen de fangos biológicos	m3/d	40,14

Tiempo de purgas previsto	h/d	15,00
Caudal de purgas	m3/h	2,68
Sistema de purgas		por bombeo
Nº de bombas de purgas		1,00 +1 de reserva
Caudal unitario por bomba	m3/h	2,68
Medición de fangos en exceso por Caudalímetro		electromagnetico

LINEA DE FANGOS

FANGOS BIOLOGICOS

Caudal de fangos por linea de espesados	m3/h	2,68
Diámetro de impusión	mm	100,00
Diámetro de impusión	m	0,10
Area tuberia de impusión	m2	0,0079
Velocidad de circulación	m/s	0,09

ESPESADOR DE FANGOS POR GRAVEDAD

PARAMETROS DE DISEÑO

Carga hidráulica máxima <	m/h	0,40
Carga máxima de ST	kg SST/m2/d	10,00
Concentración prevista >	kg ST/m3	30,00
Tiempo de retención hidráulica superior a	h	24,00

Cargas de entrada de fangos biológicos

Aportación prevista	m3/d	40,14
	m3/h	3,35
Carga másica SST	kg SST/d	341,22
Carga másica SSV	kg SSV/d	272,05
Porcentaje SSV/SST	%	79,73
Concentración de entrada	g/l	8,50
	%	0,85

DIMENSIONAMIENTO

Superficie necesaria:		
En función de la carga hidráulica	m2	6,69
En función de la carga másica	m2	34,12
Superficie mayor	m2	34,12
Nº de unidades	ud	1,00
Superficie unitaria por espesador	m2	34,12
Radio del espesador	m	3,30
Diámetro del espesador	m	6,59
Diámetro adoptado	m	7,00
Superficie real	m2	38,48
Calado en el vertedero	m	3,00
Volumen zona cilíndrica	m3	115,45
Diámetro poceta Central	m	1,60
Pendiente solera	%	15,00
Altura zona cónica	m	0,53
Volumen zona cónica	m3	6,73
Volumen total unitario	m3	122,19

FUNCIONAMIENTO

Carga hidráulica	m/h	0,07
Carga masica de ST	kg SST/m2/d	8,87
Tiempo de retención hidráulica	h	97,31
Concentración de extracción del fango	%	3,00
Volumen de fangos espesados	m3/d	69,70
Tiempo de retención de los fangos espesados	d	1,75
Volumen de escurridos	m3/d	29,56
Destino sobrenadante		Cabecera de planta

EXTRACCION DE FANGOS BIOLÓGICOS ESPESADOS

Volumen del reactor biológico	m3	3.900,00	
Concentracion fangos en tanque aireacion MLSS	kg/m3	4,00	
Edad de los fangos	d	18,0	
Concentración de fangos espesados	%	3,00	
Producción de fango diaria	Kg/d	866,67	
Caudal de fango diario	m3/d	28,89	
Producción de fango a la semana	d	7,00	
Horas de extracción a la semana	h	48,00	
Caudal de extracción	m3/h	4,13	
Coeficiente corrector		0,90	
Caudal de fango a deshidratar	m3/h	4,59	
Carga de SST a extraer	kg SST/h	137,57	
Tipo de bombas		desplazamiento Positivo	
Número de bombas		1	+1 en reserva
Caudal unitario por bomba	m3/h	**5,00**	
Caudal total bombas	m3/h	**5,00**	
Diámetro de impulsión de la bomba	mm	50	
Area de la tuberia	m2	0,0020	
Velocidad de paso	m/s	0,707	

ACONDICIONAMIENTO QUIMICO DEL FANGO

Características del fango a deshidratar

Caudal de fangos horario real	m3/h	4,59
Carga de SST horario real	kg SST/h	137,57

Consumo de reactivo

Tipo de reactivo			Polielectrolito
Dosis media		kg/Tm MS	3,00
Dosis de cálculo (max)		kg/Tm MS	5,00
Consumo horario medio		kg/h	0,41
Consumo horario maximo		kg/h	0,69
Consumo semanal			
	medio	kg/semana	19,81
	maximo	kg/semana	33,02

Dimensionamiento Dosificación

Horas de deshidratación día laborable máximas	h/d	5,00
Consumo horario mínimo	kg/h	0,41
Consumo horario máximo	kg/h	0,69
Sistema de preparación y dosificación		Dilución en cuba
Numero de equipos de dosificación	ud	1
Punto de descarga		Embudo dilución
Concentración solución madre	%	0,50
	kg/m3	5,00
Caudal máximo en deshidratación	m3/h	0,138

		l/h	137,57		
Tipo de equipo		SISTEMA CONTINUO DE PREPARACION			

Bombas dosificadoras

Tipo de bombas				Mono	
Número de bombas			ud	2	+ 1 reserva
Caudal máximo de dosificación	variable		l/h	137,57	
Caudal de las bombas			l/h	100-500	
Presión de impulsión			mca	**20,00**	
Dilución de dosificación				en linea	
Concentración de la dilución			%	0,10	
			kg/m3	1,00	
Control caudal de dilución				Rotámetro	
Número de rotámetros instalados			ud	1,00	
Caudal máximo unitario de dilución			l/h	1000,00	

Almacenamiento del reactivo deshidratación

Consumo semanal medio	kg/semana	19,81	
Almacenamiento previsto	dias a dosis media	30,00	
Almacenamiento necesario	kg	84,90	
Envasado de sacos	kg	25,00	
Numero de sacos previstos	ud	3	
Almacenamiento a dosis máxima	dias	18,00	

SISTEMA DE DESHIDRATACIÓN

Características del fango a deshidratar

Caudal de fangos	m3/h	4,59	
Carga de SST horario real	kg SST/h	137,57	
Concentración de fango a deshidratar	%	3,00	
Sequedad mínima prevista	%	22,00	

Sistema de deshidratación

Sistema previsto		Centrifugas	
N° de centrifugas previstas	Ud	2	
Cargas por centrifuga			
Caudal de fango espesado por centrifuga	m3/h	2,29	
Carga de sólidos	kg SST/h	68,78	TOTAL
Caudal Nominal mínimo centrifuga	m3/h	7,70	15,40
Carga de sólidos máxima	kg SST/h	**125,00**	

Producción de fangos deshidratados

Sequedad de la torta	%	22,00
MS a deshidratar semanal	Tm MS/semana	6,60
MS a deshidratar media diaria	Tm MS/d	0,94
Peso del fango deshidratado en media diaria	Tm fango/d	4,24
Peso de fango deshidratado semanal	Tm fango/semana	29,71
Peso de fango deshidratado real por hora	kg fango/hora	619,05
Peso especifico del fango deshidratado	Tm/m3	1,10
Volumen producido en media diaria	m3/d	3,86
Volumen semanal producido	m3/semana	27,01
Volumen de fango hora deshidratado real hora	m3/h	0,56
Destino de escurridos		a cabecera

Bombeo de fangos deshidratados

Carga de fangos a extraer real horaria	kgST/h	137,57
Volumen de fango a extraer real horario	m3/h	0,56

Sistema de extracción		Tornillo sinfín	
Número de bombas instaladas	Ud	2	+ 1 reserva
Caudal necesario por bomba	m3/h	0,28	
Caudal de las bombas variable	m3/h	**1,00**	
Destino del fango		Tolva	
Diámetro tuberia de impulsion	mm	50	

Almacenamiento de fangos deshidratados

Funcionamiento deshidratación		5 d x 8 h/d
Capacidad almacenamiento dias funcionamiento	dias	2,5
Volumen necesario	m3	27,01
Funcionamiento		5 d x 6 h/d
Capacidad almacenamiento dias funcionamiento	dias	2,5
Volumen necesario	m3	16,88
Volumen máximo necesario		27,01
Volumen adoptado	m3	**25,00**
Capacidad de almacenamiento por semana	semanas	0,93

LINEA DE AGUA INDUSTRIAL

Caudal de diseño	m3/h	20,00
Nº de filtros a instalar	ud	1,00
Tipo de filtro		Autolimpiante
Diámetro de la tuberia	mm	65,00
Area de la tuberia	m2	0,0033
Velocidad de paso	m/s	1,674
Aspiración		arqueta de salida del agua
Nº bombas a instalar	ud	1
caudal unitario por bomba	m3/h	**20,00**
altura de impulsión	mca	50,00

DESODORIZACIÓN

Número de renovaciones	ren/hora	7,00

Sala de desbaste

Altura zona pozo gruesos	m	5,00
ancho zona pozo gruesos	m	9,00
Largo zona pozo gruesos	m	8,00
Altura zona bombeo y desbaste finos	m	4,00
Ancho zona bombeo y desbaste finos	m	9,10
Largo zona bombeo y desbaste finos	m	11,40
Volumen aproximado a desodorizar	m3	774,96
Caudal a extraer	m3/h	5424,72
Diámetro de la tuberia	mm	350,00
Area de la tuberia	m2	0,10
Velocidad	m/s	15,66

Espesador por gravedad

Nº de espesadores	ud	1,00
Volumen aproximado a desodorizar	m3	122,19
Caudal a extraer	m3/h	855,32
Diámetro de la tuberia	mm	150,00
Area de la tuberia	m2	0,02

Velocidad	m/s	13,44

Sala deshidratación

Altura media sala deshidratación	m	3,00
Largo sala deshidratación	m	6,00
Ancho sala deshidratación	m	7,50
Volumen aproximado a desodorizar	m3	135,00
Caudal a extraer	m3/h	945,00
Diámetro de la tuberia	mm	150,00
Area de la tuberia	m2	0,02
Velocidad	m/s	14,85

Equipo de desodorizacion

Volumen aproximado a desodorizar	m3	1032,15
Número de renovaciones	ren/hora	7,00
Caudal a tratar total	m3/h	7.225,04
Diámetro de la tuberia	mm	400,00
Area de la tuberia	m2	0,13
Velocidad	m/s	15,97
Tipo de desodorización		Carbón Activo

PROYECTO DE E.D.A.R EN ÉPILA (ZARAGOZA)

ANEJO N.º 6:
CÁLCULOS HIDRAÚLICOS

DATOS PREVIOS EPILA

Caudal medio diario	2.500,000	m3/día
Caudal horario medio	104,167	m3/hora
	28,935	litros/s
Caudal punta	260,417	m3/hora
	72,338	litros/s
Caudal máximo	312,500	m3/hora
	86,806	litros/s
Caudal mínimo	52,083	m3/hora
	14,468	litros/s

BOMBEO DE AGUA BRUTA

Tipo de cálculo: Elevación de agua

Formulación empleada: Fórmulas de Manning

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Nº de bombas	3,000	ud + 1
Tipo de tubería	INOX 316 154x2	
Rugosidad de Manning	0,011	
Diámetro interior	0,150	m
Longitud	10,500	m
Caudal total	0,029	m3/s
RESULTADOS		
Pérdida de carga principal en la conducción		
Sección	0,018	m2
Rádio Hidraúlico	0,038	m2
Pendiente	0,026	m/m
Velocidad media	1,637	m/s
Caudal de cálculo	0,029	m3/s
Pérdida de carga principal	0,271	m

Pérdidas localizadas	Nº elementos	Coeficiente K	Pérdida carga	Unidades
Válvula compuerta	1,000	0,020	0,003	m
Válvula de retención	1,000	0,200	0,027	m
Codo de 90º	3,000	0,300	0,123	m
Salida brusca	1,000	1,000	0,137	m
Sumatorio pérdidas localiz.			0,290	m

La pérdida de carga total en la tubería individual de pantalón es :	0,561	m
Cota mínima pozo de bombeo	96,570	m
Cota máxima pozo de bombeo	98,180	m
Cota máxima salida	105,400	m
Altura manométrica bombeo mínimo	7,781	m
Altura manométrica bombeo máximo	9,391	m

El bombeo de agua bruta desde el pozo de bombeo hasta Pretratamiento se realizará por medio **de 3+1 Ud Bomba sumergible para 10 m de altura manométrica y caudal de 29 lts/seg.**

PRETRATAMIENTO

Tamizado

Tipo de cálculo: Canales

Formulación empleada: Fórmulas de Manning

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Material de construcción	Hormigón	ud
Anchura libre	0,500	m
Calado crítico	0,145	m
Longitud	4,000	m
Coef. Manning	0,014	m
Caudal total	0,087	m3/s
RESULTADOS	**Datos**	**Unidades**
Pérdida de carga principal en el canal		
Sección crítica	0,073	m2
Rádio Hidraúlico	0,092	m
Pendiente	0,007	m/m
Velocidad media	1,194	m/s
Caudal de cálculo	0,087	m3/s
Pérdida de carga principal	0,027	m

Cota solera canal tamiz	104,850	m
Cota muros canal tamiz	105,500	m
Calado fin del canal	0,145	m
Calado inicio del canal	0,172	m
Pérdida de carga Tamiz de escalones	0,150	m
Cota máxima de agua canal tamiz	105,172	m
Cota mínima de agua canal tamiz	104,995	m
Cota aliviadero	105,272	m
Cota aliviadero adoptada	105,300	m

Aliviadero de desbaste

Tipo de cálculo: Vertedero rectangular libre en pared delgada, sin contracción lateral

Formulación empleada: Fórmulas de Manning

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Diámetro	0,800	m
Anchura libre	3,000	m
Altura sobre vertedero	0,071	m
Coeficiente de gasto	0,350	m
Coef. Manning	0,014	m
Caudal total	0,087	m3/s

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pérdida de carga principal en el canal		
Caudal de cálculo	0,087	m3/s
Pérdida de carga principal	0,070	m

Cota del labio del aliviadero	105,300	m
Línea piezométrica máxima en canal de desbaste	105,371	m
Cota canales pretratamiento EDAR	105,500	m
Resguardo	0,129	m

DESBASTE A DESARENADO-DESENGRASADC

Tipo de cálculo: Tuberías

Formulación empleada: Fórmulas de Manning

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Tipo de tubería	Fundición	
Rugosidad de Manning	0,011	
Diámetro interior	0,400	m
Longitud	14,550	m
Caudal total	0,087	m3/s

RESULTADOS				
Pérdida de carga principal en la conducción				
Sección	0,126	m2		
Rádio Hidraúlico	0,100	m2		
Pendiente	0,001	m/m		
Velocidad media	0,691	m/s		
Caudal de cálculo	0,087	m3/s		
Pérdida de carga principal	0,018	m		
Pérdidas localizadas	**Nº elementos**	**Coeficiente K**	**Pérdida carga**	**Unidades**
Codo de 90º	4,000	0,300	0,029	m
Valvula compuerta	1,000	0,020	0,000	
Salida brusca	1,000	1,000	0,024	
Sumatorio pérdidas localiz.			0,054	m

Pérdida de carga en la conducción 0,072 m

Tipo de cálculo: Gasto de escurrimiento por orificio circular sumergido

Formulación empleada: Fórmulas de Manning

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Diámetro	0,400	m
Altura agua sobre orificio	0,049	m
Coeficiente de gasto	0,700	m

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pérdida de carga principal en la conducción		
Sección crítica	0,126	m2
Caudal de cálculo	0,086	m3/s
Pérdida de carga principal	0,049	m

Pérdida de carga en escurrimiento por orificio 0,049 m

Cota máx. línea energía conducción pretratamiento - desarenado 104,875 m

DESARENADO - DESENGRASADO

Deflector

Tipo de cálculo: Gasto de escurrimiento por orificio circular sumergido

Formulación empleada: Fórmulas de Manning

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Nº orificios	3,000	ud
Diámetro	0,300	m
Altura sobre vertedero	0,006	m
Coeficiente de gasto	0,650	m

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pérdida de carga principal en la conducción		
Sección crítica	0,071	m2
Caudal de cálculo	0,029	m3/s
Pérdida de carga/orificio	0,006	m
Pérdida de carga total	0,018	m

Aliviadero de salida

Tipo de cálculo: Vertedero rectangular libre en pared delgada, sin contracción lateral

Formulación empleada: Fórmulas de Manning

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Material de construcción	Hormigón	ud
Anchura libre	1,730	m
Altura sobre vertedero	0,115	m
Coeficiente de gasto	0,350	m
Coef. Manning	0,014	m
Caudal total	0,087	m3/s

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pédida de carga principal en la conducción		
Sección crítica	0,199	m2
Rádio Hidraúlico	0,101	m
Caudal de cálculo	0,105	m3/s
Pérdida de carga principal	0,102	m

Pérdida total desarenado-desengrasado	0,120	m
Cota máxima de agua en derarenado-desengrasado	104,741	m
Cota aliviadero de salida desarenado	104,622	m
Cota aliviadero de salida desarenado adoptada	104,620	m
Resguardo del vertedero de grasas	0,120	m
Cota vertedero de grasas	104,861	m

DESARENADO - DESENGRASADO A REACTOR BIOLÓGICO

Tipo de cálculo: Tuberías

Formulación empleada: Fórmulas de Manning

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Tipo de tubería	FD DN 400	
Rugosidad de Manning	0,011	
Diámetro interior	0,385	m
Longitud	70,000	m
Caudal total	0,087	m3/s

RESULTADOS				
Pérdida de carga principal en la conducción				
Sección	0,116	m2		
Rádio Hidraúlico	0,096	m2		
Pendiente	0,002	m/m		
Velocidad media	0,746	m/s		
Caudal de cálculo	0,087	m3/s		
Pérdida de carga principal	0,107	m		
Pérdidas localizadas	**Nº elementos**	**Coeficiente K**	**Pérdida carga**	**Unidades**
Válvula compuerta	1,000	0,020	0,001	m
Contador	1,000	0,500	0,014	m
Codo de 90º	3,000	0,300	0,026	m
Entrada brusca	1,000	1,000	0,028	m
Salida brusca	1,000	1,000	0,028	m
Sumatorio pérdidas localiz.			0,097	m

Pérdida de carga total en la cond. Desarenado a Reactor Biológico 0,204 m

BIOLÓGICO

Cota en vertedero de salida del Biológico 103,780 m

Se comprueba para caudal máximo funcionando 1 línea y para caudal máximo y mínimo funcionando las 2 líneas.

Tipo de cálculo: Vertedero rectangular libre en pared delgada, sin contracción lateral

Formulación empleada: Fórmulas de Manning

Para caudal mínimo funcionando las dos líneas :

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Material de construcción	Hormigón	ud
Anchura libre	2,250	m
Altura sobre vertedero	0,017	m
Coeficiente de gasto	0,350	m
Coef. Manning	0,014	m
Caudal total	0,007	m3/s

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pérdida de carga principal en la conducción		
Sección crítica	0,039	m2
Rádio Hidraúlico	0,017	m
Caudal de cálculo	0,008	m3/s
Pérdida de carga principal	0,017	m

Para caudal máximo funcionando una línea :

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Material de construcción	Hormigón	ud
Anchura libre	2,250	m
Altura sobre vertedero	0,085	m
Coeficiente de gasto	0,350	m
Coef. Manning	0,014	m
Caudal total	0,087	m3/s

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pérdida de carga principal en la conducción		
Sección crítica	0,192	m2
Rádio Hidraúlico	0,079	m
Caudal de cálculo	0,087	m3/s
Pérdida de carga principal	0,085	m

Para caudal máximo funcionando las dos líneas :

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Material de construcción	Hormigón	ud
Anchura libre	2,500	m
Altura sobre vertedero	0,050	m
Coeficiente de gasto	0,350	m
Coef. Manning	0,014	m
Caudal total	0,043	m3/s

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pérdida de carga principal en la conducción		
Sección crítica	0,125	m2
Rádio Hidraúlico	0,048	m
Caudal de cálculo	0,043	m3/s
Pérdida de carga principal	0,050	m

Pérdida de carga vert. salida para Qmín funcionando dos líneas	0,017	m
Pérdida de carga vert. salida para Qmáx funcionando una línea	0,085	m
Pérdida de carga vert. salida para Qmáx funcionando dos líneas	0,050	m

Pérdidas en orificio sumergido de salida del Biológico

Tipo de cálculo: Gasto de escurrimiento por orificio sumergido cuadrado

Formulación empleada: Fórmulas de Manning

Para caudal mínimo funcionando las dos líneas :

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Anchura orificio	1,500	m
Altura orificio	0,400	m
Coeficiente de gasto	0,650	m

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pérdida de carga principal en la conducción		
Sección	0,600	m2
Caudal de cálculo	0,0077	m3/s
Pérdida de carga principal	0,00002	m

Para caudal máximo funcionando una línea :

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Anchura orificio	1,500	m
Altura orificio	0,400	m
Coeficiente de gasto	0,650	m

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pérdida de carga principal en la conducción		
Sección	0,600	m2
Caudal de cálculo	0,088	m3/s
Pérdida de carga principal	0,003	m

Para caudal máximo funcionando dos líneas :

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Anchura orificio	1,500	m
Altura orificio	0,400	m
Coeficiente de gasto	0,650	m

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pérdida de carga principal en la conducción		
Sección	0,600	m2
Caudal de cálculo	0,043	m3/s
Pérdida de carga principal	0,001	m

Pérdida de carga escurr.salida para Qmín funcionando dos líneas	0,0000198	m
Pérdida de carga escurr.salida para Qmáx funcionando una línea	0,003	m
Pérdida de carga escurr.salida para Qmáx funcionando dos líneas	0,001	m

Cota lámina agua en Biológico para Qmín funcionando dos líneas	103,797	m
Cota lámina agua en Biológico para Qmáx funcionando una línea	103,868	m
Cota lámina agua en Biológico para Qmáx funcionando dos líneas	103,831	m
Cota lámina de agua máxima	103,868	m

Orificio sumergido de entrada al Biológico

Tipo de cálculo: Gasto de escurrimiento por orificio sumergido circular

Formulación empleada: Fórmulas de Manning

Para caudal mínimo funcionando las dos líneas :

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Diámetro	0,800	m
Altura sobre vertedero	0,00003	m
Coeficiente de gasto	0,700	m

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pérdida de carga principal en la conducción		
Sección crítica	0,503	m2
Caudal de cálculo	0,008	m3/s
Pérdida de carga principal	0,00003	m

Para caudal máximo funcionando una línea :

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Diámetro	0,800	m
Altura sobre vertedero	0,003	m
Coeficiente de gasto	0,700	m

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pérdida de carga principal en la conducción		
Sección crítica	0,503	m2
Caudal de cálculo	0,088	m3/s
Pérdida de carga principal	0,003	m

Para caudal máximo funcionando dos líneas :

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Diámetro	0,800	m
Altura sobre vertedero	0,001	m
Coeficiente de gasto	0,700	m

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pérdida de carga principal en la conducción		
Sección crítica	0,503	m2
Caudal de cálculo	0,043	m3/s
Pérdida de carga principal	0,001	m

Pérdida de carga escurr.entrada para Qmín funcionando dos líneas	0,00003	m
Pérdida de carga escurr.entrada para Qmáx funcionando una línea	0,003	m
Pérdida de carga escurr.entrada para Qmáx funcionando dos líneas	0,001	m
Resguardo vertedero entrada Biológico	0,100	m
Cota vertedero de entrada al Biológico	103,971	m

Vertedero de partición de caudales del Biológico

Tipo de cálculo: Vertedero rectangular libre en pared delgada, sin contracción lateral

Formulación empleada: Fórmulas de Manning

Para caudal mínimo funcionando las dos líneas :

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Material de construcción	Hormigón	ud
Anchura libre	1,500	m
Altura sobre vertedero	0,022	m
Coeficiente de gasto	0,350	m
Coef. Manning	0,014	m
Caudal total	0,007	m3/s

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pérdida de carga principal en la conducción		
Sección crítica	0,032	m2
Rádio Hidraúlico	0,021	m
Caudal de cálculo	0,007	m3/s
Pérdida de carga principal	0,021	m

Para caudal máximo funcionando una línea :

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Material de construcción	Hormigón	ud
Anchura libre	1,500	m
Altura sobre vertedero	0,112	m
Coeficiente de gasto	0,350	m
Coef. Manning	0,014	m
Caudal total	0,087	m3/s

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pérdida de carga principal en la conducción		
Sección crítica	0,168	m2
Rádio Hidraúlico	0,098	m
Caudal de cálculo	0,087	m3/s
Pérdida de carga principal	0,112	m

Para caudal máximo funcionando las dos líneas :

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Material de construcción	Hormigón	ud
Anchura libre	2,500	m
Altura sobre vertedero	0,050	m
Coeficiente de gasto	0,350	m
Coef. Manning	0,014	m
Caudal total	0,043	m3/s

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pérdida de carga principal en la conducción		
Sección crítica	0,125	m2
Rádio Hidraúlico	0,048	m
Caudal de cálculo	0,043	m3/s
Pérdida de carga principal	0,050	m

Pérdida de carga vert. entrada para Qmín funcionando dos líneas	0,022	m
Pérdida de carga vert. entrada para Qmáx funcionando una línea	0,112	m
Pérdida de carga vert. entrada para Qmáx funcionando dos líneas	0,050	m

Cota máx. agua salida desarenado para Qmín func. dos líneas			104,196	m
Cota máx. agua salida desarenado para Qmáx func. una línea			104,287	m
Cota máx. agua salida desarenado para Qmáx func. dos líneas			104,225	m
Cota muro biologico	104,500	Resguardo	0,63	m

BIOLÓGICO - DECANTACIÓN SECUNDARIA

Tipo de cálculo: Tuberías

Formulación empleada: Fórmulas de Manning

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Tipo de tubería	FD DN 350	
Rugosidad de Manning	0,011	
Diámetro interior	0,350	m
Longitud	30,000	m
Caudal total	0,116	m3/s

RESULTADOS				
Pérdida de carga principal en la conducción				
Sección	0,096	m2		
Rádio Hidraúlico	0,088	m2		
Pendiente	0,005	m/m		
Velocidad media	1,203	m/s		
Caudal de cálculo	0,116	m3/s		
Pérdida de carga principal	0,135	m		
Pérdidas localizadas	**Nº elementos**	**Coeficiente K**	**Pérdida carga**	**Unidades**
Codo de 90º	3,000	0,300	0,066	m
Entrada brusca	1,000	1,000	0,074	m
Salida brusca	1,000	1,000	0,074	m
Sumatorio pérdidas localiz.			0,214	m

Pérdida de carga total en la cond. R. Biológico a Decantac. 2ª 0,349 m

DECANTADOR SECUNDARIO

Caudal de cálculo = Qmax (una línea) + Qmed 0,116 m3/seg.

Diámetro del decantador 12,000 m
Perímetro 37,699 m
Superficie 113,098 m2

Tipo de cálculo: Vertedero triangular en pared delgada

Formulación empleada: Fórmulas de Manning

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Ángulo	90,000	º
Anchura libre	0,100	m
Altura vertedero	0,050	m
Coeficiente de gasto	0,316	m
Coef. Manning	0,014	m
Altura sobre vertedero	0,057	m
Nº vertederos	75,000	Ud

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pérdida de carga principal en la conducción		
Caudal de cálculo	0,116	m3/s
Pérdida de carga principal	0,057	m

Caudal máximo desaguado antes de colmatar el vertedero

Tipo de cálculo: Vertedero triangular en pared delgada

Formulación empleada: Fórmulas de Manning

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Ángulo	90,000	º
Anchura libre	0,100	m
Altura vertedero	0,050	m
Coeficiente de gasto	0,316	m
Coef. Manning	0,014	m
Altura sobre vertedero	0,057	m
Nº vertederos	75,000	Ud

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pérdida de carga principal en la conducción		
Caudal de cálculo	0,116	m3/s
Pérdida de carga principal	0,057	m

Cota vértice de la pletina vertedero triangular 103,224 m
Cota de agua máxima en decantador secundario 103,281 m

Cota labio de hormigón 103,204 m

Canal de salida

Tipo de cálculo: Canales

Formulación empleada: Fórmulas de Manning

Final del canal

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Material de construcción	Hormigón	ud
Anchura libre	0,500	m
Calado crítico	0,111	m
Longitud	18,840	m
Coef. Manning	0,014	m
Caudal total	0,058	m3/s

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pédida de carga principal en el canal		
Sección crítica	0,055	m2
Rádio Hidraúlico	0,077	m
Pendiente	0,007	m/m
Velocidad media	1,043	m/s
Caudal de cálculo	0,058	m3/s
Longitud de cálculo	0,000	m
Pérdida de carga principal	0,000	m

Profundidad del canal 0,111 m

Mitad del canal

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Material de construcción	Hormigón	ud
Anchura libre	0,500	m
Calado crítico	0,070	m
Longitud	18,840	m
Coef. Manning	0,014	m
Caudal total	0,029	m3/s

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pédida de carga principal en el canal		
Sección crítica	0,035	m2
Rádio Hidraúlico	0,055	m
Pendiente	0,006	m/m
Velocidad media	0,828	m/s
Caudal de cálculo	0,029	m3/s
Longitud de cálculo	9,420	m
Pérdida de carga principal	0,061	m

Profundidad del canal 0,131 m

2/3 del final del canal

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Material de construcción	Hormigón	ud
Anchura libre	0,500	m
Calado crítico	0,060	m
Longitud	25,120	m
Coef. Manning	0,014	m
Caudal total	0,019	m3/s

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pédida de carga principal en el canal		
Sección crítica	0,030	m2
Rádio Hidraúlico	0,048	m
Pendiente	0,007	m/m
Velocidad media	0,767	m/s
Caudal de cálculo	0,023	m3/s
Longitud de cálculo	16,747	m
Pérdida de carga principal	0,110	m

Profundidad del canal 0,170 m

Calado adoptado después del estudio 0,320 m

Cota solera del canal 102,884 m

Cota de coronación del decantador 104,184 m

DECANTACIÓN SECUNDARIA A OBRA DE SALIDA

Tipo de cálculo: Gasto de escurrimiento por orificio sumergido circular

Formulación empleada: Fórmulas de Manning

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Diámetro	0,400	m
Altura sobre vertedero	0,071	m
Coeficiente de gasto	0,700	m

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pédida de carga principal en la conducción		
Sección crítica	0,126	m2
Caudal de cálculo	0,104	m3/s
Pérdida de carga principal	0,071	m

Tubería hasta arqueta inicio emisario

Tipo de cálculo: Tuberías

Formulación empleada: Fórmulas de Manning

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Tipo de tubería	FD DN 400	
Rugosidad de Manning	0,011	
Diámetro interior	0,360	m
Longitud	37,000	m
Caudal total	0,104	m3/s

RESULTADOS				
Pérdida de carga principal en la conducción				
Sección	0,102	m2		
Rádio Hidraúlico	0,090	m2		
Pendiente	0,003	m/m		
Velocidad media	1,022	m/s		
Caudal de cálculo	0,104	m3/s		
Pérdida de carga principal	0,116	m		
Pérdidas localizadas	**Nº elementos**	**Coeficiente K**	**Pérdida carga**	**Unidades**
Codo de 90º	2,000	1,000	0,106	m
Sumatorio pérdidas localiz.			0,106	m

Pérdida de carga total en latubería	0,222	m
Cota de la solera del canal	102,884	m
Pérdida en la embocadura	0,071	m
Pérdida en la tubería	0,222	m
Cota mínima lámina de la arqueta de salida	102,590	m

OBRA DE SALIDA

Tipo de cálculo: Vertedero rectangular libre en pared delgada, sin contracción lateral

Formulación empleada: Fórmulas de Manning

Para caudal mínimo funcionando dos líneas :

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Diámetro	1,000	m
Anchura libre	1,000	m
Altura sobre vertedero	0,029	m
Coeficiente de gasto	0,350	m
Coef. Manning	0,014	m
Caudal total	0,007	m3/s

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pérdida de carga principal en la conducción		
Sección crítica	0,029	m2
Rádio Hidraúlico	0,028	m
Caudal de cálculo	0,008	m3/s
Pérdida de carga principal	0,028	m

Para caudal máximo funcionando una línea :

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Diámetro	1,000	m
Anchura libre	1,000	m
Altura sobre vertedero	0,147	m
Coeficiente de gasto	0,350	m
Coef. Manning	0,014	m
Caudal total	0,087	m3/s

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pérdida de carga principal en la conducción		
Sección crítica	0,147	m2
Rádio Hidraúlico	0,114	m
Caudal de cálculo	0,087	m3/s
Pérdida de carga principal	0,146	m

Cota mínima vertedero	102,444	m
Resguardo	0,180	m
Cota de vertedero de salida	102,264	m

JUSTIFICACIÓN DE LA COTA DEL ALIVIADERO

Caudal a desaguar	312,500	m3/h
Caudal a desaguar	0,087	m3/s

CÁLCULO	Datos	Unidades		
Tipo de tubería	THEC 400			
Rugosidad de Manning	0,013			
Diámetro interior	0,400	m		
Longitud	432,000	m		
Pendiente hidráulica	0,250	%	0,0025	
Calado	0,400	m		
Perímetro mojado	1,257	m		
Radio Hidráulico	0,100	m		
Caudal desagüado	**0,105**	m3/s	V (m/s) =	0,83010513

Para un calado de 40 cm (la tubería no entra en carga), el caudal desaguado es 0,105 m3/s
lo que representa un 120% del caudal máximo de la depuradora

Cota solera arqueta aliviadero	101,850	m
Cota mínima del aliviadero	101,980	m
Resguardo	0,070	m
Cota aliviadero adoptada	102,050	m

BOMBEO Y RECIRCULACIÓN DE FANGOS A BIOLÓGICO

Tipo de cálculo Elevación de agua

Formulación empleada: Fórmulas de Manning

Bombeo de arqueta a emisario de fangos de recirculación

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Nº de bombas	2,000	ud + 1
Tipo de tubería	INOX 316 129X2	
Rugosidad de Manning	0,011	
Diámetro interior	0,125	m
Longitud	17,000	m
Caudal total	0,043	m3/s
RESULTADOS		
Pérdida de carga principal en la conducción		
Sección	0,012	m2
Rádio Hidraúlico	0,031	m2
Pendiente	0,038	m/m
Velocidad media	1,768	m/s
Caudal de cálculo	0,0217	m3/s
Pérdida de carga principal	0,654	m

Pérdidas localizadas	Nº elementos	Coeficiente K	Pérdida carga	Unidades
Entrada y salida brusca	2,000	1,000	0,319	m
Sumatorio pérdidas localiz.			0,319	m

Pérdida de carga total de la elevación 0,972 m

Para caudal mínimo funcionando las dos líneas :

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Material de construcción	Hormigón	ud
Anchura libre	1,500	m
Altura sobre vertedero	0,112	m
Coeficiente de gasto	0,350	m
Coef. Manning	0,014	m
Caudal total	0,087	m3/s

RESULTADOS	Datos	Unidades
Pérdida de carga principal en la conducción		
Sección crítica	0,167	m2
Rá[illegible] Hidraúlico	0,097	m
Caudal de cálculo	0,087	m3/s
Pérdida de carga principal	0,112	m

Tubería emisario de fangos de recirculación hasta Biológico

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Nº de bombas	2,000	ud
Tipo de tubería	FD DN 200	
Rugosidad de Manning	0,011	
Diámetro interior	0,200	m
Longitud	32,000	m
Caudal total	0,043	m3/s
RESULTADOS		
Pérdida de carga principal en la conducción		
Sección	0,031	m2
Rádio Hidraúlico	0,050	m2
Pendiente	0,013	m/m
Velocidad media	1,382	m/s
Caudal de cálculo	0,043	m3/s
Pérdida de carga principal	0,401	m

Pérdidas localizadas	Nº elementos	Coeficiente K	Pérdida carga	Unidades
Entrada y salida brusca	3,000	1,000	0,292	m
Sumatorio pérdidas localiz.			0,292	m

Pérdida de carga total de la elevación	0,693	m
Cota punto de bombeo	97,971	m
Cota máxima de bombeo	103,971	m
Altura geométrica	6,000	m
Altura manométrica	6,693	m

El bombeo de agua bruta desde la arqueta de fangos al Biológico se realizará por medio de **2+1 Ud Bomba sumergible para 6,70 m de altura manométrica y caudal de 22 lts/seg.**

BOMBEO DE FANGOS EN EXCESO A ESPESADOR

Tipo de cálculo Elevación de agua

Formulación empleada: Fórmulas de Manning

Bombeo de arqueta a emisario de fangos de recirculación

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Nº de bombas	1,000	ud
Tipo de tubería	FD DN 80	
Rugosidad de Manning	0,011	
Diámetro interior	0,070	m
Longitud	60,000	m
Caudal total	0,0033	m3/s

RESULTADOS				
Pérdida de carga principal en la conducción				
Sección	0,004	m2		
Rádio Hidraúlico	0,018	m2		
Pendiente	0,020	m/m		
Velocidad media	0,857	m/s		
Caudal de cálculo	0,0033	m3/s		
Pérdida de carga principal	1,175	m		
Pérdidas localizadas	**Nº elementos**	**Coeficiente K**	**Pérdida carga**	**Unidades**
Entrada y salida brusca	4,000	1,000	0,150	m
Sumatorio pérdidas localiz.			0,150	m

Pérdida de carga total de la elevación	1,325	m
Cota punto de bombeo	97,971	m
Cota máxima de bombeo (espesador)	103,730	m
Altura geométrica	5,759	m
Altura manométrica	7,084	m

El bombeo de fangos desde la arqueta de fangos al Espesador se realizará por medio de **1+1 Ud Bomba sumergible para 4,5 m de altura manométrica y caudal de 3,33 lts/seg.**

BOMBEO DE SOBRENADANTES A DESNATADOR

Tipo de cálculo Elevación de agua

Formulación empleada: Fórmulas de Manning

DATOS DE PARTIDA	Datos	Unidades
Nº de bombas	1,000	ud
Tipo de tubería	FD DN 100	
Rugosidad de Manning	0,011	
Diámetro interior	0,095	m
Longitud	65,000	m
Caudal total	0,0033	m3/s

RESULTADOS				
Pérdida de carga principal en la conducción				
Sección	0,007	m2		
Rádio Hidraúlico	0,024	m2		
Pendiente	0,004	m/m		
Velocidad media	0,466	m/s		
Caudal de cálculo	0,0033	m3/s		
Pérdida de carga principal	0,250	m		
Pérdidas localizadas	**Nº elementos**	**Coeficiente K**	**Pérdida carga**	**Unidades**
Entrada y salida brusca	4,000	1,000	0,044	m
Sumatorio pérdidas localiz.			0,044	m

Pérdida de carga total de la elevación	0,294	m
Cota punto de bombeo	97,971	m
Cota máxima de bombeo (desnatador)	104,180	m
Altura geométrica	6,209	m
Altura manométrica	6,503	m

El bombeo de fangos desde la arqueta de fangos al Espesador se realizará por medio de **1+1 Ud Bomba sumergible para 6,50 m de altura manométrica y caudal de 3,33 lts/seg.**

PROYECTO DE E.D.A.R EN ÉPILA (ZARAGOZA)

ANEJO N.º 7:
CÁLCULOS ESTRUCTURALES

eid Consultores

1 BIOLOGICO. 2

1.1 MUROS DE 0.50 M. 2

1.2 MUROS DE 0.30 M. 12

2 DECANTADORES SECUNDARIOS. 18

3 RECIRCULACIÓN DE FANGOS. 28

4 ESPESADOR DE FANGOS. 39

5 OBRA DE SALIDA. 45

6 EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO 57

1 BIOLOGICO.

1.1 MUROS DE 0.50 M.

Nombre Obra: biolog

BIOLOGICO. MUROS EXTERIORES

1.- DATOS DE LA OBRA

Hormigón: HA-30, Control estadístico
Acero: B 500 S, Control normal
Recubrimiento (Trasdós) : 4.00 cm
Recubrimiento (Intradós) : 4.00 cm
Recubrimiento (Superior) : 4.00 cm
Recubrimiento (Inferior) : 4.00 cm
Recubrimiento (Lateral) : 4.00 cm
Tamaño máximo del árido: 30.0 mm
Abertura límite de fisuras: 0.1 mm
Espesor hormigón limpieza: 10.0 cm
Tensión admisible del terreno: 1.5 Kp/cm2
Coeficiente rozamiento terreno-cimiento: 2.0
Tipo de empuje que produce la acción: Activo
Tipo de empuje que produce la reacción: Pasivo
Combinaciones de hormigón: EHE, Control normal
Combinaciones para tensiones sobre el terreno: Acciones Caracteristicas
Combinaciones de equilibrio: EHE, Control normal

2.- DESCRIPCIÓN

DESCRIPCION DE SECCIONES

Referencia: M-1

- Longitud del muro: 1.00 m
- Cota en arranque: 0.00 m

LISTADO DE TERRENOS

Referencia: M-1

- Situación de peso propio:
No hay cargas que afecten al muro.
- Situación de Sobrec. 1:
- Coronación:
Carga hacia abajo en coronación: 0 Tn/m
Carga hacia intradós en coronación: 0 Tn/m
Momento de compresión hacia intradós en coronación: 0 mTn/m
- Trasdós:
Con relleno: Cota: 0.00 m
Angulo de talud: 0.00 Grados
Densidad aparente: 1.80 Tn/m3
Densidad sumergida: 1.10 Tn/m3
Angulo rozamiento interno: 30.00 Grados
Evacuación por drenaje: 100.00 %
Porcentaje de empuje pasivo: 100.00 %
Cota empuje pasivo: -0.50 m
- Intradós:
Con nivel freático: Cota: 1.00 m
Con relleno: Cota: 4.90 m
Angulo de talud: 0.00 Grados
Densidad aparente: 1.80 Tn/m3
Densidad sumergida: 1.10 Tn/m3
Angulo rozamiento interno: 30.00 Grados
Evacuación por drenaje: 75.00 %
Porcentaje de empuje pasivo: 100.00 %
Cota empuje pasivo: -0.50 m

- Esfuerzos en arranque de muro. ESTADO DE SOBREC. (SBC):

	Cortante (Tn/m)	Momento (mTn/m)
Trasdós	0.000	0.000
Intradós	-9.791	-15.619
Total	-9.791	-15.619

- Esfuerzos de arranque de muro. DIFERENCIA ESTADO DE SOBREC. Y PESO PROPIO (SBC - PP):

	Cortante (Tn/m)	Momento (mTn/m)
Trasdós	0.000	0.000
Intradós	-9.791	-15.619
Total	-9.791	-15.619

- Situación de Sobrec. 2:
- Coronación:
Carga hacia abajo en coronación: 0 Tn/m
Carga hacia intradós en coronación: 0 Tn/m
Momento de compresión hacia intradós en coronación: 0 mTn/m
- Trasdós:
Con nivel freático: Cota: 5.10 m
- Intradós:
Con relleno: Cota: 0.00 m
Angulo de talud: 0.00 Grados
Densidad aparente: 1.80 Tn/m3
Densidad sumergida: 1.10 Tn/m3
Angulo rozamiento interno: 30.00 Grados
Evacuación por drenaje: 100.00 %
Porcentaje de empuje pasivo: 100.00 %
Cota empuje pasivo: -0.50 m
- Esfuerzos en arranque de muro. ESTADO DE SOBREC. (SBC):

	Cortante (Tn/m)	Momento (mTn/m)
Trasdós	13.005	22.109
Intradós	0.000	0.000
Total	13.005	22.109

- Esfuerzos de arranque de muro. DIFERENCIA ESTADO DE SOBREC. Y PESO PROPIO (SBC - PP):

	Cortante (Tn/m)	Momento (mTn/m)
Trasdós	13.005	22.109
Intradós	0.000	0.000
Total	13.005	22.109

MUROS CALCULADOS

Ref	Espesor inf	Espesor sup	Altura	Ar. Vert. T.	Ar. Vert. I.	Ar. Horz. T.	Ar. Horz. I.	Ar. Coronación
M-1	50.00 cm	50.00 cm	5.80 m	Armado base Ø20 c/ 20 Refuerzo 1 Ø20 c/ 20 h= 0.75	Armado base Ø20 c/ 20 Refuerzo 1 Ø20 c/ 20 h= 0.75	Ø12 c/ 20	Ø12 c/ 20	Barras superiores 2 Ø16

Nota:
- Ar. Vert. T.: Armado vertical trasdós
- Ar. Vert. I.: Armado vertical intradós
- Ar. Horz. T.: Armado horizontal trasdós
- Ar. Horz. I.: Armado horizontal intradós
- Ar. Coronación: Armado en coronación

Referencias	Geometría	Armado
M-1	Vuelo izquierdo: 30.0 cm Vuelo derecho: 360.0 cm Canto: 55.0 cm	Base inferior: Ø20 c/ 20 Longitudinal inferior: Ø12 c/ 25 Superior Longitudinal: Ø12 c/ 30 Superior Transversal: Ø20 c/ 15

3.- MEDICIÓN

Referencia: M-1		B 500 S, CN			TOTAL
Nombre de armado		Ø12	Ø16	Ø20	
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (Kg)			6x6.14 6x15.14	36.84 90.85
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (Kg)	30x0.92 30x0.82			27.60 24.50
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (Kg)			6x6.14 6x15.14	36.84 90.85
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (Kg)	30x0.92 30x0.82			27.60 24.50
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (Kg)		2x0.92 2x1.45		1.84 2.90
Armado superior - Transversal	Longitud (m) Peso (Kg)			7x4.56 7x11.25	31.92 78.72
Armado superior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (Kg)	16x0.92 16x0.82			14.72 13.07
Armado inferior - Transversal	Longitud (m) Peso (Kg)			6x4.56 6x11.25	27.36 67.47
Armado inferior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (Kg)	19x0.92 19x0.82			17.48 15.52
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m) Peso (Kg)			6x1.72 6x4.24	10.32 25.45

Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m) Peso (Kg)			5x1.52 5x3.75	7.60 18.74
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m) Peso (Kg)			6x1.72 6x4.24	10.32 25.45
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m) Peso (Kg)			5x1.52 5x3.75	7.60 18.74
TOTALES	Longitud (m) Peso (Kg)	87.40 77.59	1.84 2.90	168.80 416.27	496.76
TOTAL CON MERMAS (10.00%)	Longitud (m) Peso (Kg)	96.14 85.35	2.02 3.19	185.68 457.90	546.44

RESUMEN DE MEDICION (Se incluyen mermas de acero)

	B 500 S, CN (Kg)				HORMIGÓN (m3)	
Elemento	Ø12	Ø16	Ø20	TOTAL	HA-30	LIMPIEZA
Referencia: M-1	85.35	3.19	457.90	546.44	5.32	0.44
TOTALES	85.35	3.19	457.90	546.44	5.32	0.44

4.- COMPROBACIÓN

Referencia: M-1		
COMPROBACION	VALORES	ESTADO
Comprobación a rasante en arranque muro		
- Muro M-1 -> Tramo 1:		CUMPLE
Espesor mínimo del tramo	Mínimo: 20 cm	
- Muro M-1 -> Tramo 1:	Calculado: 50 cm	CUMPLE
Cuantía mínima geométrica horizontal	Mínimo: 0.0008	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00114	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00114	CUMPLE
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara	Mínimo: 0.00126	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós:	Calculado: 0.00114	NO CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós:	Calculado: 0.00114	NO CUMPLE

Separación libre mínima armaduras horizontales	Mínimo: 3.8 cm	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós:	Calculado: 18.8 cm	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós:	Calculado: 18.8 cm	CUMPLE
Separación máxima armaduras horizontales	Máximo: 30 cm	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós:	Calculado: 20 cm	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós:	Calculado: 20 cm	CUMPLE
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada	Mínimo: 0.0009	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00629	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.75 m):	Calculado: 0.00315	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.75 m):	Calculado: 0.00315	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00629	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.75 m):	Calculado: 0.00315	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.75 m):	Calculado: 0.00315	CUMPLE
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada	Mínimo: 0.00184	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00629	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.75 m):	Calculado: 0.00315	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.75 m):	Calculado: 0.00315	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00629	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.75 m):	Calculado: 0.00315	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.75 m):	Calculado: 0.00315	CUMPLE
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida	Mínimo: 0.00027	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00629	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.75 m):	Calculado: 0.00315	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.75 m):	Calculado: 0.00315	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00629	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.75 m):	Calculado: 0.00315	CUMPLE

- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.75 m):	Calculado: 0.00315	CUMPLE
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida	Mínimo: 3e-005	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00629	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.75 m):	Calculado: 0.00315	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.75 m):	Calculado: 0.00315	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00629	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.75 m):	Calculado: 0.00315	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.75 m):	Calculado: 0.00315	CUMPLE
Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total	Máximo: 0.04	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> (5.80 m):	Calculado: 0.00629	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> (0.75 m):	Calculado: 0.01257	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> (0.75 m):	Calculado: 0.01257	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> (5.80 m):	Calculado: 0.00629	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> (0.75 m):	Calculado: 0.01257	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> (0.75 m):	Calculado: 0.01257	CUMPLE
Separación libre mínima armaduras verticales	Mínimo: 3.8 cm	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós:	Calculado: 7 cm	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós:	Calculado: 7 cm	CUMPLE
Separación máxima armaduras verticales	Máximo: 30 cm	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós:	Calculado: 20 cm	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós:	Calculado: 20 cm	CUMPLE
Comprobación a flexocompresión		
- Muro M-1 -> Tramo 1:		CUMPLE
Comprobación a cortante	Máximo: 20.91 Tn/m	
- Muro M-1 -> Tramo 1:	Calculado: 14.59 Tn/m	CUMPLE

Comprobación de fisuración	Máximo: 0.1 mm	
- Muro M-1 -> Tramo 1:	Calculado: 0.11 mm	NO CUMPLE
Comprobación de las longitudes de solape	Mínimo: 95 cm	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Base trasdós:	Calculado: 95 cm	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Base intradós:	Calculado: 95 cm	CUMPLE
Comprobación del anclaje del armado base en coronación	Mínimo: 39 cm	
- Muro M-1 -> Coronación -> Trasdós:	Calculado: 39 cm	CUMPLE
- Muro M-1 -> Coronación -> Intradós:	Calculado: 39 cm	CUMPLE
Area mínima longitudinal cara superior viga de coronación	Mínimo: 4.1 cm2	
- Muro M-1 -> Coronación:	Calculado: 4.1 cm2	CUMPLE
Tensiones sobre el terreno		
- Zapata M-1 -> Tensión media:	Máximo: 1.5 Kp/cm2 Calculado: 0.719 Kp/cm2	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 1.875 Kp/cm2 Calculado: 1.868 Kp/cm2	CUMPLE
Flexión en zapata (acciones estáticas)		
- Zapata M-1 -> Momento positivo en vuelo derecho:	Momento: 31.56 Tn m	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Momento negativo en vuelo derecho:	Momento: -41.59 Tn m	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Momento positivo sección ref. derecha:	Momento: 32.51 Tn m	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Momento negativo sección ref. derecha:	Momento: -42.14 Tn m	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Momento positivo en vuelo izquierdo:	Momento: 1.18 Tn m	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Momento negativo en vuelo izquierdo:	Momento: -0.74 Tn m	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Momento positivo sección ref. izquierda:	Momento: 1.83 Tn m	CUMPLE

- Zapata M-1 -> Momento negativo sección ref. izquierda:	Momento: -1.12 Tn m	CUMPLE
Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento	Máximo: 2	
- Zapata M-1:	Calculado: 1.25	CUMPLE
Vuelco de la zapata		
- Zapata M-1:	Reserva seguridad: 36.5 %	CUMPLE
Compresión oblicua (acciones estáticas)	Máximo: 311.93 Tn	
- Zapata M-1 -> Vuelo derecho:	Calculado: 14.52 Tn	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Vuelo izquierdo:	Calculado: 7.75 Tn	CUMPLE
Esfuerzo cortante (acciones estáticas)		
- Zapata M-1 -> Vuelo derecho:	Máximo: 23.43 Tn Calculado: 13.98 Tn	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Vuelo izquierdo:	Máximo: 21.29 Tn Calculado: 0 Tn	CUMPLE
Canto mínimo	Mínimo: 25 cm	
- Zapata M-1:	Calculado: 55 cm	CUMPLE
Longitud de anclaje		
- Zapata M-1 -> Arranque izquierdo del muro:	Mínimo: 52 cm Calculado: 46 cm	NO CUMPLE
- Zapata M-1 -> Arranque derecho del muro:	Mínimo: 52 cm Calculado: 46 cm	NO CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado superior vuelo izq. hacia izquierda:	Mínimo: 24 cm Calculado: 25 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado superior vuelo izq. hacia derecha:	Mínimo: 73 cm Calculado: 398 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado superior vuelo der. hacia izquierda:	Mínimo: 93 cm Calculado: 93 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado superior vuelo der. hacia derecha:	Mínimo: 73 cm Calculado: 301 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado base inferior vuelo izq. hacia izquierda:	Mínimo: 20 cm Calculado: 25 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado base inferior vuelo izq.	Mínimo: 52 cm	

hacia derecha:	Calculado: 398 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado base inferior vuelo der. hacia izquierda:	Mínimo: 52 cm Calculado: 93 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado base inferior vuelo der. hacia derecha:	Mínimo: 52 cm Calculado: 301 cm	CUMPLE
Cuantía geométrica mínima	Mínimo: 0.001	
- Zapata M-1 -> Armado inferior longitudinal:	Calculado: 0.0009	NO CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado inferior transversal:	Calculado: 0.0029	CUMPLE
Cuantía mínima necesaria por flexión		
- Zapata M-1 -> Armado inferior transversal:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0029	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado sup. transversal vuelo izquierdo:	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.0039	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado sup. transversal sección ref. izquierda:	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.0039	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado sup. transversal vuelo derecho:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0039	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado sup. transversal sección ref. derecha:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0039	CUMPLE
Diámetro mínimo de las barras	Mínimo: 12 mm	
- Zapata M-1 -> Armaduras de la zapata:	Calculado: 12 mm	CUMPLE
Separación máxima entre barras	Máximo: 30 cm	
- Zapata M-1 -> Armado inferior transversal:	Calculado: 20 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado inferior longitudinal:	Calculado: 25 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado superior transversal:	Calculado: 15 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado superior longitudinal:	Calculado: 30 cm	CUMPLE
Separación mínima entre barras	Mínimo: 10 cm	
- Zapata M-1 -> Armado inferior transversal:	Calculado: 20 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado inferior longitudinal:	Calculado: 25 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado superior transversal:	Calculado: 15 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado superior longitudinal:	Calculado: 30 cm	CUMPLE

Longitud mínima de las patillas	Mínimo: 25 cm	
- Zapata M-1 -> Armado superior vuelo izq. hacia izquierda:	Calculado: 25 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado base inferior vuelo izq. hacia izquierda:	Calculado: 25 cm	CUMPLE

Hay comprobaciones que no se cumplen

AVISOS:

-> Muro M-1 -> Tramo 1 -> Los estados de carga definidos permiten situaciones en las que tanto el trasdós como el intradós se encuentran traccionados !

1.2 MUROS DE 0.30 M.

Nombre Obra: biolog23

BIOLOGICO. MUROS INTERNOS

1.- DATOS DE LA OBRA

Hormigón: HA-30, Control estadístico
Acero: B 500 S, Control normal
Recubrimiento (Trasdós) : 4.00 cm
Recubrimiento (Intradós) : 4.00 cm
Recubrimiento (Superior) : 4.00 cm
Recubrimiento (Inferior) : 4.00 cm
Recubrimiento (Lateral) : 4.00 cm
Tamaño máximo del árido: 30.0 mm
Abertura límite de fisuras: 0.1 mm
Espesor hormigón limpieza: 10.0 cm
Tensión admisible del terreno: 1.5 Kp/cm2
Coeficiente rozamiento terreno-cimiento: 2.0
Tipo de empuje que produce la acción: Activo
Tipo de empuje que produce la reacción: Pasivo
Combinaciones de hormigón: EHE, Control normal
Combinaciones para tensiones sobre el terreno: Acciones Caracteristicas
Combinaciones de equilibrio: EHE, Control normal

2.- DESCRIPCIÓN

DESCRIPCION DE SECCIONES

Referencia: M-1

- Longitud del muro: 1.00 m
- Cota en arranque: 0.00 m

LISTADO DE TERRENOS

Referencia: M-1

- Situación de peso propio:
- Coronación:
Carga hacia abajo en coronación: 0 Tn/m
Carga hacia intradós en coronación: 0 Tn/m
Momento de compresión hacia intradós en coronación: 0 mTn/m
- Trasdós:
Con nivel freático: Cota: 5.10 m
- Intradós:
Con nivel freático: Cota: 5.10 m
- Esfuerzos en arranque de muro. ESTADO DE PESO PROPIO (PP):

	Cortante (Tn/m)	Momento (mTn/m)
Trasdós	13.005	22.109
Intradós	-13.005	-22.109
Total	0.000	0.000

MUROS CALCULADOS

Referencia	Espesor inferior	Espesor superior	Altura	Ar. Vert. T.	Ar. Vert. I.	Ar. Horz. T.	Ar. Horz. I.	Ar. Coronación
M-1	30.00 cm	30.00 cm	5.80 m	Ø12 c/ 30	Ø12 c/ 30	Ø10 c/ 30	Ø10 c/ 30	Barras superiores 2 Ø16

Nota:
- Ar. Vert. T.: Armado vertical trasdós
- Ar. Vert. I.: Armado vertical intradós
- Ar. Horz. T.: Armado horizontal trasdós
- Ar. Horz. I.: Armado horizontal intradós
- Ar. Coronación: Armado en coronación

Referencias	Geometría	Armado
M-1	Vuelo izquierdo: 360.0 cm Vuelo derecho: 360.0 cm Canto: 55.0 cm	Base inferior: Ø12 c/ 20 Longitudinal inferior: Ø12 c/ 20

3.- MEDICIÓN

Referencia: M-1		B 500 S, CN			TOTAL
Nombre de armado		Ø10	Ø12	Ø16	
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (Kg)		4x5.96 4x5.29		23.84 21.17
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (Kg)	21x0.92 21x0.57			19.32 11.91
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (Kg)		4x5.96 4x5.29		23.84 21.17
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (Kg)	21x0.92 21x0.57			19.32 11.91
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (Kg)			2x0.92 2x1.45	1.84 2.90
Armado inferior - Transversal	Longitud (m) Peso (Kg)		6x7.42 6x6.59		44.52 39.53
Armado inferior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (Kg)		38x0.92 38x0.82		34.96 31.04
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m) Peso (Kg)		4x1.08 4x0.96		4.32 3.84
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m) Peso (Kg)		4x1.08 4x0.96		4.32 3.84
TOTALES	Longitud (m) Peso (Kg)	38.64 23.82	135.80 120.59	1.84 2.90	 147.31

TOTAL CON MERMAS (10.00%)	Longitud (m)	42.50	149.38	2.02	
	Peso (Kg)	26.20	132.65	3.19	162.04

RESUMEN DE MEDICION (Se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, CN (Kg)				HORMIGÓN (m3)	
	Ø10	Ø12	Ø16	TOTAL	HA-30	LIMPIEZA
Referencia: M-1	26.20	132.65	3.19	162.04	5.87	0.75
TOTALES	26.20	132.65	3.19	162.04	5.87	0.75

4.- COMPROBACIÓN

Referencia: M-1		
COMPROBACION	VALORES	ESTADO
Comprobación a rasante en arranque muro		
- Muro M-1 -> Tramo 1:		CUMPLE
Espesor mínimo del tramo	Mínimo: 20 cm	
- Muro M-1 -> Tramo 1:	Calculado: 30 cm	CUMPLE
Cuantía mínima geométrica horizontal	Mínimo: 0.0008	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00088	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00088	CUMPLE
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara	Mínimo: 0.00026	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós:	Calculado: 0.00088	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós:	Calculado: 0.00088	CUMPLE
Separación libre mínima armaduras horizontales	Mínimo: 3.8 cm	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós:	Calculado: 29 cm	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós:	Calculado: 29 cm	CUMPLE
Separación máxima armaduras horizontales	Máximo: 30 cm	

- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós:	Calculado: 30 cm	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós:	Calculado: 30 cm	CUMPLE
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada	Mínimo: 0.0009	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00126	CUMPLE
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada	Mínimo: 0.00184	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00126	NO CUMPLE
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida	Mínimo: 0.00027	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00126	CUMPLE
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida	Mínimo: 3e-005	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00126	CUMPLE
Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total	Máximo: 0.04	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> (5.80 m):	Calculado: 0.00252	CUMPLE
Separación libre mínima armaduras verticales	Mínimo: 3.8 cm	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós:	Calculado: 27.6 cm	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós:	Calculado: 27.6 cm	CUMPLE
Separación máxima armaduras verticales	Máximo: 30 cm	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós:	Calculado: 30 cm	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós:	Calculado: 30 cm	CUMPLE
Comprobación a flexocompresión		
- Muro M-1 -> Tramo 1:		CUMPLE
Comprobación de fisuración	Máximo: 0.1 mm	
- Muro M-1 -> Tramo 1:	Calculado: 0 mm	CUMPLE

Comprobación de las longitudes de solape	Mínimo: 30 cm	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Base trasdós:	Calculado: 30 cm	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Base intradós:	Calculado: 30 cm	CUMPLE
Comprobación del anclaje del armado base en coronación	Mínimo: 20.2 cm	
- Muro M-1 -> Coronación -> Trasdós:	Calculado: 20.2 cm	CUMPLE
- Muro M-1 -> Coronación -> Intradós:	Calculado: 20.5 cm	CUMPLE
Area mínima longitudinal cara superior viga de coronación	Mínimo: 4.1 cm2	
- Muro M-1 -> Coronación:	Calculado: 4.1 cm2	CUMPLE
Tensiones sobre el terreno		
- Zapata M-1 -> Tensión media:	Máximo: 1.5 Kp/cm2 Calculado: 0.685 Kp/cm2	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 1.875 Kp/cm2 Calculado: 0.685 Kp/cm2	CUMPLE
Flexión en zapata (acciones estáticas)		
- Zapata M-1 -> Momento positivo en vuelo derecho:	Momento: 3.65 Tn m	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Momento negativo en vuelo derecho:	Momento: 0.00 Tn m	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Momento positivo sección ref. derecha:	Momento: 3.75 Tn m	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Momento negativo sección ref. derecha:	Momento: 0.00 Tn m	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Momento positivo en vuelo izquierdo:	Momento: 3.65 Tn m	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Momento negativo en vuelo izquierdo:	Momento: 0.00 Tn m	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Momento positivo sección ref. izquierda:	Momento: 3.75 Tn m	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Momento negativo sección ref. izquierda:	Momento: 0.00 Tn m	CUMPLE
Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento	Máximo: 2	
- Zapata M-1:	Calculado: 0	CUMPLE
Vuelco de la zapata		

- Zapata M-1:	Sin momento de vuelco	CUMPLE
Compresión oblicua (acciones estáticas)	Máximo: 311.93 Tn	
- Zapata M-1 -> Vuelo derecho:	Calculado: 2.03 Tn	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Vuelo izquierdo:	Calculado: 2.03 Tn	CUMPLE
Esfuerzo cortante (acciones estáticas)	Máximo: 15.14 Tn	
- Zapata M-1 -> Vuelo derecho:	Calculado: 1.74 Tn	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Vuelo izquierdo:	Calculado: 1.74 Tn	CUMPLE
Canto mínimo	Mínimo: 25 cm	
- Zapata M-1:	Calculado: 55 cm	CUMPLE
Longitud de anclaje		
- Zapata M-1 -> Arranque izquierdo del muro:	Mínimo: 21 cm Calculado: 46 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Arranque derecho del muro:	Mínimo: 21 cm Calculado: 46 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado base inferior vuelo izq. hacia izquierda:	Mínimo: 30 cm Calculado: 301 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado base inferior vuelo izq. hacia derecha:	Mínimo: 30 cm Calculado: 381 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado base inferior vuelo der. hacia izquierda:	Mínimo: 30 cm Calculado: 381 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado base inferior vuelo der. hacia derecha:	Mínimo: 30 cm Calculado: 301 cm	CUMPLE
Cuantía geométrica mínima	Mínimo: 0.001	
- Zapata M-1 -> Armado inferior longitudinal:	Calculado: 0.0011	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado inferior transversal:	Calculado: 0.0011	CUMPLE
Cuantía mínima necesaria por flexión	Mínimo: 0.0004	
- Zapata M-1 -> Armado inferior transversal:	Calculado: 0.0011	CUMPLE
Diámetro mínimo de las barras	Mínimo: 12 mm	

- Zapata M-1 -> Armaduras de la zapata:	Calculado: 12 mm	CUMPLE
Separación máxima entre barras	Máximo: 30 cm	
- Zapata M-1 -> Armado inferior transversal:	Calculado: 20 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado inferior longitudinal:	Calculado: 20 cm	CUMPLE
Separación mínima entre barras	Mínimo: 10 cm	
- Zapata M-1 -> Armado inferior transversal:	Calculado: 20 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado inferior longitudinal:	Calculado: 20 cm	CUMPLE
Hay comprobaciones que no se cumplen		
AVISOS: -> Muro M-1 -> Tramo 1 -> El muro se encuentra en una situación sin carga. Se ha seguido el criterio de considerar el trasdós traccionado y el intradós comprimido. !		

2 DECANTADORES SECUNDARIOS.

1.- DATOS DE LA OBRA

Hormigón: HA-30, Control estadístico
Acero: B 500 S, Control normal
Recubrimiento (Trasdós) : 4.00 cm
Recubrimiento (Intradós) : 4.00 cm
Recubrimiento (Superior) : 4.00 cm
Recubrimiento (Inferior) : 4.00 cm
Recubrimiento (Lateral) : 4.00 cm
Tamaño máximo del árido: 30.0 mm
Abertura límite de fisuras: 0.1 mm
Espesor hormigón limpieza: 10.0 cm
Tensión admisible del terreno: 1.5 Kp/cm2
Coeficiente rozamiento terreno-cimiento: 2.0
Tipo de empuje que produce la acción: Activo
Tipo de empuje que produce la reacción: Pasivo
Combinaciones de hormigón: EHE, Control normal
Combinaciones para tensiones sobre el terreno: Acciones Caracteristicas
Combinaciones de equilibrio: EHE, Control normal

2.- DESCRIPCIÓN

DESCRIPCION DE SECCIONES

Referencia: M-1

- Longitud del muro: 1.00 m
- Cota en arranque: 0.00 m

LISTADO DE TERRENOS

Referencia: M-1

- Situación de peso propio:
No hay cargas que afecten al muro.
- Situación de Sobrec. 1:
- Coronación:
Carga hacia abajo en coronación: 0 Tn/m
Carga hacia intradós en coronación: 0 Tn/m
Momento de compresión hacia intradós en coronación: 0 mTn/m
- Trasdós:
No hay cargas.
- Intradós:
Con nivel freático: Cota: 1.00 m
Con relleno: Cota: 4.05 m
Angulo de talud: 0.00 Grados
Densidad aparente: 1.80 Tn/m3
Densidad sumergida: 1.10 Tn/m3
Angulo rozamiento interno: 40.00 Grados
Evacuación por drenaje: 75.00 %
Porcentaje de empuje pasivo: 100.00 %
Cota empuje pasivo: -0.50 m
- Esfuerzos en arranque de muro. ESTADO DE SOBREC. (SBC):

	Cortante (Tn/m)	Momento (mTn/m)
Trasdós	0.000	0.000
Intradós	-5.266	-6.786
Total	-5.266	-6.786

- Esfuerzos de arranque de muro. DIFERENCIA ESTADO DE SOBREC. Y PESO PROPIO (SBC - PP):

	Cortante (Tn/m)	Momento (mTn/m)
Trasdós	0.000	0.000
Intradós	-5.266	-6.786
Total	-5.266	-6.786

- Situación de Sobrec. 2:
- Coronación:
Carga hacia abajo en coronación: 0 Tn/m
Carga hacia intradós en coronación: 0 Tn/m
Momento de compresión hacia intradós en coronación: 0 mTn/m
- Trasdós:
Con nivel freático: Cota: 4.00 m
- Intradós:
Con relleno: Cota: 0.00 m
Angulo de talud: 0.00 Grados
Densidad aparente: 1.80 Tn/m3
Densidad sumergida: 1.10 Tn/m3
Angulo rozamiento interno: 30.00 Grados
Evacuación por drenaje: 100.00 %
Porcentaje de empuje pasivo: 100.00 %
Cota empuje pasivo: -0.50 m
- Esfuerzos en arranque de muro. ESTADO DE SOBREC. (SBC):

	Cortante (Tn/m)	Momento (mTn/m)
Trasdós	8.000	10.667
Intradós	0.000	0.000
Total	8.000	10.667

- Esfuerzos de arranque de muro. DIFERENCIA ESTADO DE SOBREC. Y PESO PROPIO (SBC - PP):

	Cortante (Tn/m)	Momento (mTn/m)
Trasdós	8.000	10.667
Intradós	0.000	0.000
Total	8.000	10.667

MUROS CALCULADOS

Referencia	Espesor inferior	Espesor superior	Altura	Ar. Vert. T.	Ar. Vert. I.	Ar. Horz. T.	Ar. Horz. I.	Ar. Coronación
M-1	40.00 cm	40.00 cm	4.68 m	Armado base Ø20 c/ 20 Refuerzo 1 Ø20 c/ 20 h= 0.75	Armado base Ø20 c/ 20 Refuerzo 1 Ø20 c/ 20 h= 0.75	Ø12 c/ 20	Ø12 c/ 20	Barras superiores 2 Ø16

Nota:
- Ar. Vert. T.: Armado vertical trasdós
- Ar. Vert. I.: Armado vertical intradós
- Ar. Horz. T.: Armado horizontal trasdós
- Ar. Horz. I.: Armado horizontal intradós
- Ar. Coronación: Armado en coronación

Referencias	Geometría	Armado
M-1	Vuelo izquierdo: 10.0 cm Vuelo derecho: 300.0 cm Canto: 40.0 cm	Base inferior: Ø16 c/ 20 Longitudinal inferior: Ø12 c/ 25 Superior Longitudinal: Ø12 c/ 25 Superior Transversal: Ø20 c/ 20

3.- MEDICIÓN

Referencia: M-1		B 500 S, CN			TOTAL
Nombre de armado		Ø12	Ø16	Ø20	
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (Kg)			6x5.02 6x12.38	30.12 74.28
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (Kg)	24x0.92 24x0.82			22.08 19.60
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (Kg)			6x5.02 6x12.38	30.12 74.28
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (Kg)	24x0.92 24x0.82			22.08 19.60

Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (Kg)		2x0.92 2x1.45		1.84 2.90
Armado superior - Transversal	Longitud (m) Peso (Kg)			6x3.74 6x9.22	22.44 55.34
Armado superior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (Kg)	15x0.92 15x0.82			13.80 12.25
Armado inferior - Transversal	Longitud (m) Peso (Kg)		6x3.57 6x5.63		21.42 33.81
Armado inferior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (Kg)	15x0.92 15x0.82			13.80 12.25
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m) Peso (Kg)			6x1.57 6x3.87	9.42 23.23
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m) Peso (Kg)			5x1.37 5x3.38	6.85 16.89
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m) Peso (Kg)			6x1.57 6x3.87	9.42 23.23
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m) Peso (Kg)			5x1.37 5x3.38	6.85 16.89
TOTALES	Longitud (m) Peso (Kg)	71.76 63.70	23.26 36.71	115.22 284.14	 384.55
TOTAL CON MERMAS (10.00%)	Longitud (m) Peso (Kg)	78.94 70.07	25.59 40.38	126.74 312.56	 423.01

RESUMEN DE MEDICION (Se incluyen mermas de acero)

	B 500 S, CN (Kg)				HORMIGÓN (m3)	
Elemento	Ø12	Ø16	Ø20	TOTAL	HA-30	LIMPIEZA
Referencia: M-1	70.07	40.39	312.55	423.01	3.27	0.35
TOTALES	70.07	40.39	312.55	423.01	3.27	0.35

4.- COMPROBACIÓN

Referencia: M-1		
COMPROBACION	VALORES	ESTADO
Comprobación a rasante en arranque muro - Muro M-1 -> Tramo 1:		CUMPLE

Espesor mínimo del tramo	Mínimo: 20 cm	
- Muro M-1 -> Tramo 1:	Calculado: 40 cm	CUMPLE
Cuantía mínima geométrica horizontal	Mínimo: 0.0008	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00142	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00142	CUMPLE
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara	Mínimo: 0.00158	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós:	Calculado: 0.00142	NO CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós:	Calculado: 0.00142	NO CUMPLE
Separación libre mínima armaduras horizontales	Mínimo: 3.8 cm	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós:	Calculado: 18.8 cm	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós:	Calculado: 18.8 cm	CUMPLE
Separación máxima armaduras horizontales	Máximo: 30 cm	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós:	Calculado: 20 cm	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós:	Calculado: 20 cm	CUMPLE
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada	Mínimo: 0.0009	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00786	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.75 m):	Calculado: 0.00393	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.75 m):	Calculado: 0.00393	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00786	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.75 m):	Calculado: 0.00393	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.75 m):	Calculado: 0.00393	CUMPLE
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada	Mínimo: 0.00184	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00786	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.75 m):	Calculado: 0.00393	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.75 m):	Calculado: 0.00393	CUMPLE

- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00786	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.75 m):	Calculado: 0.00393	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.75 m):	Calculado: 0.00393	CUMPLE
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida	Mínimo: 0.00027	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00786	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.75 m):	Calculado: 0.00393	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.75 m):	Calculado: 0.00393	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00786	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.75 m):	Calculado: 0.00393	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.75 m):	Calculado: 0.00393	CUMPLE
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida	Mínimo: 2e-005	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00786	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.75 m):	Calculado: 0.00393	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós (0.75 m):	Calculado: 0.00393	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00786	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.75 m):	Calculado: 0.00393	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós (0.75 m):	Calculado: 0.00393	CUMPLE
Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total	Máximo: 0.04	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> (4.68 m):	Calculado: 0.00786	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> (0.75 m):	Calculado: 0.01571	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> (0.75 m):	Calculado: 0.01571	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> (4.68 m):	Calculado: 0.00786	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> (0.75 m):	Calculado: 0.01571	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> (0.75 m):	Calculado: 0.01571	CUMPLE
Separación libre mínima armaduras verticales	Mínimo: 3.8 cm	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós:	Calculado: 7 cm	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós:	Calculado: 7 cm	CUMPLE

Separación máxima armaduras verticales	Máximo: 30 cm	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Trasdós:	Calculado: 20 cm	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Intradós:	Calculado: 20 cm	CUMPLE
Comprobación a flexocompresión		
- Muro M-1 -> Tramo 1:		CUMPLE
Comprobación a cortante	Máximo: 23.12 Tn/m	
- Muro M-1 -> Tramo 1:	Calculado: 10.66 Tn/m	CUMPLE
Comprobación de fisuración	Máximo: 0.1 mm	
- Muro M-1 -> Tramo 1:	Calculado: 0.1 mm	CUMPLE
Comprobación de las longitudes de solape	Mínimo: 95 cm	
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Base trasdós:	Calculado: 95 cm	CUMPLE
- Muro M-1 -> Tramo 1 -> Base intradós:	Calculado: 95 cm	CUMPLE
Comprobación del anclaje del armado base en coronación	Mínimo: 29 cm	
- Muro M-1 -> Coronación -> Trasdós:	Calculado: 39 cm	CUMPLE
- Muro M-1 -> Coronación -> Intradós:	Calculado: 39 cm	CUMPLE
Area mínima longitudinal cara superior viga de coronación	Mínimo: 2.3 cm2	
- Muro M-1 -> Coronación:	Calculado: 4.1 cm2	CUMPLE
Tensiones sobre el terreno		
- Zapata M-1 -> Tensión media:	Máximo: 1.5 Kp/cm2 Calculado: 0.576 Kp/cm2	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 1.875 Kp/cm2 Calculado: 1.537 Kp/cm2	CUMPLE
Flexión en zapata (acciones estáticas)		
- Zapata M-1 -> Momento positivo en vuelo derecho:	Momento: 14.00 Tn m	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Momento negativo en vuelo derecho:	Momento: -20.97 Tn m	CUMPLE

- Zapata M-1 -> Momento positivo sección ref. derecha:	Momento: 14.38 Tn m	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Momento negativo sección ref. derecha:	Momento: -21.13 Tn m	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Momento positivo en vuelo izquierdo:	Momento: 0.11 Tn m	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Momento negativo en vuelo izquierdo:	Momento: 0.00 Tn m	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Momento positivo sección ref. izquierda:	Momento: 0.28 Tn m	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Momento negativo sección ref. izquierda:	Momento: -0.16 Tn m	CUMPLE
Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento	Máximo: 2	
- Zapata M-1:	Calculado: 1.2135	CUMPLE
Vuelco de la zapata		
- Zapata M-1:	Reserva seguridad: 33.2 %	CUMPLE
Compresión oblicua (acciones estáticas)	Máximo: 220.19 Tn	
- Zapata M-1 -> Vuelo derecho:	Calculado: 7.78 Tn	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Vuelo izquierdo:	Calculado: 2.2 Tn	CUMPLE
Esfuerzo cortante (acciones estáticas)	Máximo: 15.61 Tn	
- Zapata M-1 -> Vuelo derecho:	Calculado: 7.29 Tn	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Vuelo izquierdo:	Calculado: 0 Tn	CUMPLE
Canto mínimo	Mínimo: 25 cm	
- Zapata M-1:	Calculado: 40 cm	CUMPLE
Longitud de anclaje		
- Zapata M-1 -> Arranque izquierdo del muro:	Mínimo: 52 cm Calculado: 31 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Arranque derecho del muro:	Mínimo: 52 cm Calculado: 31 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado superior vuelo izq. hacia izquierda:	Mínimo: 24 cm Calculado: 33 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado superior vuelo izq. hacia derecha:	Mínimo: 73 cm Calculado: 330 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado superior vuelo der. hacia	Mínimo: 73 cm	

izquierda:	Calculado: 73 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado superior vuelo der. hacia derecha:	Mínimo: 73 cm Calculado: 256 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado base inferior vuelo izq. hacia izquierda:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado base inferior vuelo izq. hacia derecha:	Mínimo: 40 cm Calculado: 330 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado base inferior vuelo der. hacia izquierda:	Mínimo: 40 cm Calculado: 56 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado base inferior vuelo der. hacia derecha:	Mínimo: 40 cm Calculado: 256 cm	CUMPLE
Cuantía geométrica mínima	Mínimo: 0.001	
- Zapata M-1 -> Armado inferior longitudinal:	Calculado: 0.0012	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado inferior transversal:	Calculado: 0.0026	CUMPLE
Cuantía mínima necesaria por flexión		
- Zapata M-1 -> Armado inferior transversal:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0026	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado sup. transversal vuelo izquierdo:	Mínimo: 0 Calculado: 0.004	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado sup. transversal sección ref. izquierda:	Mínimo: 0 Calculado: 0.004	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado sup. transversal vuelo derecho:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.004	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado sup. transversal sección ref. derecha:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.004	CUMPLE
Diámetro mínimo de las barras	Mínimo: 12 mm	
- Zapata M-1 -> Armaduras de la zapata:	Calculado: 12 mm	CUMPLE
Separación máxima entre barras	Máximo: 30 cm	
- Zapata M-1 -> Armado inferior transversal:	Calculado: 20 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado inferior longitudinal:	Calculado: 25 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado superior transversal:	Calculado: 20 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado superior longitudinal:	Calculado: 25 cm	CUMPLE
Separación mínima entre barras	Mínimo: 10 cm	
- Zapata M-1 -> Armado inferior transversal:	Calculado: 20 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado inferior longitudinal:	Calculado: 25 cm	CUMPLE

- Zapata M-1 -> Armado superior transversal:	Calculado: 20 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado superior longitudinal:	Calculado: 25 cm	CUMPLE
Longitud mínima de las patillas		
- Zapata M-1 -> Armado superior vuelo izq. hacia izquierda:	Mínimo: 25 cm Calculado: 33 cm	CUMPLE
- Zapata M-1 -> Armado base inferior vuelo izq. hacia izquierda:	Mínimo: 15 cm Calculado: 16 cm	CUMPLE
Hay comprobaciones que no se cumplen		

AVISOS:

-> Muro M-1 -> Tramo 1 -> Los estados de carga definidos permiten situaciones en las que tanto el trasdós como el intradós se encuentran traccionados !

3 RECIRCULACIÓN DE FANGOS.

D A T O S D E L D E P O S I T O

-Dimensiones del depósito:

Altura del depósito (m) (lado paralelo al eje OZ) ..... H = 6.67
Longitud del depósito (m) (lado paralelo al eje OX) ..... Lx = 3.55
Anchura del depósito (m) (lado paralelo al eje OY) ..... Ly = 4.80
Espesor de la pared del depósito paralela al eje OX (m).. tx = 0.40
Espesor de la pared del depósito paralela al eje OY (m).. ty = 0.40
Espesor de la solera del depósito (m) ..... tz = 0.40
Tacón exterior de la solera en direeción OX (m) ..... ax = 0.15
Tacón exterior de la solera en direeción OY (m) ..... ay = 0.15
Volumen de hormigón en paredes y solera (m3) ..... Vh = 45.7

-Características de los materiales del depósito:

Peso específico del hormigón (t/m3) ..... Øh = 2.50
Resistencia característica del hormigón (kp/cm²) ..... fck = 300
Límite elástico del acero (Kp/cm²) ..... fyk = 5100
Tensión admisible del acero a tracción simple (kp/cm²). Õadm = 1000
Recubrimiento libre de las armaduras (m) ..... c = 0.050
Anchura máxima admisible de abertura de fisuras (mm) ... w = 0.10
Diámetro de armaduras verticales en paredes ..... Ýv = 16 mm
Diámetro de armaduras horizontales en paredes ..... Ýh = 16 mm
Diámetro de las armaduras de la solera ..... Ýs = 16 mm
Coeficiente de minoración resistencia hormigón ..... Øc = 1.50
Coeficiente de minoración resistencia acero ..... Øs = 1.15
Coeficiente de mayoración de las acciones ..... Øf = 1.60

-Características del liquido:

Nivel máximo de líquido (m) ..... Hl = 6.60
Peso específico del líquido (t/m3) ..... Øl = 1.00
Coeficiente de empuje lateral del liquido ..... Kl = 1.00

-Características del terreno:

Nivel del terreno exterior (m) ..... Ht = 5.27
Peso específico de las tierras (t/m3) ..... Øt = 1.80
Coeficiente de empuje lateral de las tierras ..... Kt = 0.33
Coeficiente de balasto del terreno de cimentación (t/m3). K = 10000

Nivel freático (m) ..... Nf = 0.00

Esfuerzos en la pared OXZ en la hipótesis de depósito lleno

	Nudos y sus coordenadas					Flechas v (mm)				
X =	1.57	1.18	0.79	0.39	0.00	1.57	1.18	0.79	0.39	0.00
Z										
6.47	1	2	3	4	5	0.02	0.02	0.03	0.02	-0.01
5.66	10	11	12	13	14	0.06	0.06	0.05	0.03	-0.01
4.85	19	20	21	22	23	0.08	0.07	0.06	0.04	-0.01
4.04	28	29	30	31	32	0.07	0.07	0.06	0.04	-0.01
3.24	37	38	39	40	41	0.05	0.05	0.04	0.03	-0.01
2.43	46	47	48	49	50	0.01	0.01	0.02	0.02	-0.01
1.62	55	56	57	58	59	-0.04	-0.03	-0.01	-0.00	-0.01
0.81	64	65	66	67	68	-0.06	-0.05	-0.03	-0.01	-0.01
0.00	73	74	75	76	77	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00

	Esf. axíl horizontal Nx (t/m)					Esfuerzo axíl vertical Nz (t/m)				
X =	1.57	1.18	0.79	0.39	0.00	1.57	1.18	0.79	0.39	0.00
Z										
6.47	11.18	11.23	11.39	11.59	11.70	-0.25	-0.26	-0.35	-0.84	-0.76
5.66	7.40	7.37	7.28	7.16	7.10	-0.54	-0.61	-0.88	-1.56	-1.01
4.85	5.57	5.54	5.47	5.37	5.31	-1.31	-1.45	-1.89	-2.70	-1.40
4.04	5.84	5.84	5.83	5.81	5.81	-2.41	-2.50	-2.81	-3.35	-1.49
3.24	7.17	7.17	7.16	7.15	7.14	-3.65	-3.64	-3.64	-3.68	-1.38
2.43	8.66	8.65	8.61	8.57	8.55	-4.97	-4.83	-4.44	-3.84	-1.14
1.62	9.41	9.41	9.41	9.39	9.38	-6.40	-6.14	-5.34	-3.98	-0.81
0.81	7.91	7.97	8.14	8.42	8.58	-7.66	-7.37	-6.40	-4.60	-0.77
0.00	1.65	1.61	1.57	1.59	1.60	-8.18	-7.91	-6.97	-5.12	-0.91

	Cortante horizontal Qx (t/m)					Esf.cortante vertical Qz (t/m)				
X =	1.57	1.18	0.79	0.39	0.00	1.57	1.18	0.79	0.39	0.00
Z										
6.47	0.00	-1.07	-3.27	-5.66	-8.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.66	0.00	-0.66	-1.95	-3.17	-4.29	0.75	0.68	0.49	0.25	0.04
4.85	0.00	-0.39	-1.15	-1.85	-2.49	0.08	0.06	0.01	-0.02	0.01
4.04	0.00	-0.40	-1.20	-2.03	-2.90	-0.28	-0.25	-0.17	-0.08	-0.02
3.24	0.00	-0.64	-1.93	-3.21	-4.47	-0.02	-0.00	0.03	0.04	-0.04
2.43	0.00	-1.00	-2.95	-4.78	-6.48	-0.10	-0.08	-0.03	0.00	-0.05
1.62	0.00	-1.25	-3.72	-6.02	-8.07	-1.00	-0.87	-0.58	-0.27	-0.04
0.81	0.00	-0.87	-2.79	-5.20	-7.89	-2.28	-2.07	-1.43	-0.61	-0.01
0.00	0.00	-0.06	-0.08	0.18	0.31	-1.32	-1.50	-1.86	-1.62	0.09

	Momento horizontal Mx (t.m/m)					Momento vertical Mz (t.m/m)				
X =	1.57	1.18	0.79	0.39	0.00	1.57	1.18	0.79	0.39	0.00
Z										
6.47	0.72	0.30	-0.99	-3.22	-6.49	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.02
5.66	-0.24	-0.49	-1.26	-2.51	-4.20	-0.61	-0.55	-0.40	-0.20	0.00
4.85	-0.75	-0.90	-1.36	-2.08	-3.07	-0.67	-0.60	-0.41	-0.19	-0.01
4.04	-0.66	-0.82	-1.29	-2.09	-3.23	-0.44	-0.39	-0.27	-0.12	-0.02
3.24	-0.11	-0.36	-1.12	-2.38	-4.14	-0.43	-0.39	-0.29	-0.16	-0.02
2.43	0.77	0.37	-0.79	-2.67	-5.22	-0.35	-0.33	-0.27	-0.16	-0.02
1.62	1.68	1.19	-0.28	-2.65	-5.82	0.46	0.38	0.20	0.06	-0.00
0.81	1.72	1.38	0.28	-1.77	-4.88	2.31	2.05	1.36	0.56	0.04
0.00	-0.01	-0.03	-0.06	-0.03	0.05	3.37	3.27	2.86	1.87	-0.03

Esfuerzos en la pared OYZ en la hipótesis de depósito lleno

	Nudos y sus coordenadas					Flechas u (mm)				
Y =	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20
Z										
6.47	5	6	7	8	9	-0.01	-0.14	-0.29	-0.40	-0.44
5.66	14	15	16	17	18	-0.01	-0.11	-0.24	-0.33	-0.36
4.85	23	24	25	26	27	-0.01	-0.10	-0.21	-0.28	-0.31
4.04	32	33	34	35	36	-0.01	-0.10	-0.21	-0.28	-0.31
3.24	41	42	43	44	45	-0.01	-0.11	-0.22	-0.31	-0.34
2.43	50	51	52	53	54	-0.01	-0.11	-0.23	-0.32	-0.36
1.62	59	60	61	62	63	-0.01	-0.10	-0.21	-0.30	-0.33
0.81	68	69	70	71	72	-0.01	-0.06	-0.13	-0.19	-0.21
0.00	77	78	79	80	81	-0.00	-0.00	-0.00	-0.01	-0.01

	Esf. axíl horizontal Ny (t/m)					Esfuerzo axíl vertical Nz (t/m)				
Y =	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20
Z										
6.47	9.70	9.28	8.55	8.05	7.87	-0.54	-0.76	-0.28	-0.22	-0.21
5.66	4.79	4.92	5.15	5.30	5.35	-0.73	-1.45	-0.70	-0.46	-0.41
4.85	2.81	3.06	3.50	3.78	3.88	-1.00	-2.56	-1.57	-1.13	-1.02
4.04	3.37	3.52	3.79	3.97	4.04	-1.07	-3.23	-2.52	-2.18	-2.09
3.24	5.10	5.17	5.29	5.39	5.42	-0.99	-3.62	-3.51	-3.51	-3.52
2.43	7.26	7.23	7.19	7.17	7.16	-0.82	-3.83	-4.53	-4.99	-5.14
1.62	9.00	8.80	8.45	8.22	8.13	-0.58	-3.99	-5.57	-6.43	-6.69
0.81	8.97	8.43	7.57	7.11	6.96	-0.55	-4.41	-6.49	-7.50	-7.79
0.00	0.94	1.41	2.18	2.64	2.81	-0.65	-4.74	-6.90	-7.89	-8.18

	Cortante horizontal Qy (t/m)					Esf.cortante vertical Qz (t/m)				
Y =	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20
Z										
6.47	9.79	6.36	3.54	1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.66	6.37	4.73	2.90	0.97	0.00	0.13	0.42	0.87	1.18	1.28
4.85	4.84	3.78	2.42	0.83	0.00	0.02	0.04	0.21	0.37	0.44
4.04	5.16	3.81	2.36	0.80	0.00	-0.10	-0.28	-0.54	-0.70	-0.75
3.24	6.27	4.53	2.76	0.93	0.00	-0.12	-0.35	-0.76	-1.09	-1.21
2.43	7.46	5.35	3.25	1.09	0.00	-0.12	-0.34	-0.81	-1.22	-1.39
1.62	8.07	5.56	3.13	0.99	0.00	-0.14	-0.22	-0.69	-1.18	-1.38
0.81	7.16	3.90	1.78	0.50	0.00	-0.13	-0.05	-0.40	-0.46	-0.42
0.00	-0.22	0.06	0.16	0.07	0.00	0.20	-0.32	1.00	2.19	2.62

	Momento horizontal My (t.m/m)					Momento vertical Mz (t.m/m)				
Y =	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20
Z										
6.47	-6.49	-1.10	2.39	4.34	4.96	0.04	0.00	-0.00	-0.00	0.00
5.66	-4.20	-0.69	1.91	3.50	4.04	-0.00	-0.34	-0.70	-0.95	-1.04
4.85	-3.07	-0.40	1.67	3.00	3.46	-0.05	-0.38	-0.87	-1.25	-1.39
4.04	-3.23	-0.40	1.70	3.00	3.44	-0.05	-0.16	-0.43	-0.69	-0.78
3.24	-4.14	-0.69	1.80	3.32	3.83	-0.05	0.12	0.18	0.20	0.20
2.43	-5.22	-1.12	1.82	3.61	4.21	-0.04	0.40	0.84	1.19	1.32
1.62	-5.82	-1.39	1.67	3.39	3.93	-0.03	0.58	1.40	2.14	2.44
0.81	-4.88	-0.94	1.20	2.18	2.45	0.11	0.62	1.72	2.51	2.78
0.00	0.05	-0.04	0.01	0.05	0.06	-0.05	0.88	0.91	0.74	0.66

Esfuerzos en la solera OXY en la hipótesis de depósito lleno

	Nudos y sus coordenadas					Flechas w (mm)				
Y =	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20
X										
0.00	77	78	79	80	81	-1.56	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55
0.39	76	85	86	87	88	-1.55	-1.52	-1.47	-1.45	-1.44
0.79	75	84	91	92	93	-1.55	-1.48	-1.41	-1.36	-1.34
1.18	74	83	90	95	96	-1.55	-1.46	-1.37	-1.30	-1.28
1.57	73	82	89	94	97	-1.55	-1.45	-1.35	-1.28	-1.26

	Esfuerzo axil Nx (t/m)					Esfuerzo axil Ny (t/m)				
Y =	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20
X										
0.00	1.93	2.90	4.48	5.43	5.77	2.36	2.36	3.56	4.60	5.00
0.39	0.99	1.22	1.57	1.73	1.77	2.33	2.44	3.60	4.59	4.96

0.79	0.89	0.99	1.12	1.13	1.12	2.31	2.57	3.67	4.55	4.89
1.18	0.96	0.95	0.89	0.82	0.78	2.37	2.62	3.69	4.52	4.84
1.57	1.03	0.96	0.83	0.72	0.68	2.43	2.63	3.69	4.51	4.81

	Esfuerzo cortante Qx (t/m)					Esfuerzo cortante Qy (t/m)				
Y =	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20
X										
0.00	-0.68	-0.91	-0.50	-0.15	0.00	-0.22	3.63	5.56	6.58	6.89
0.39	3.36	1.47	0.58	0.15	0.00	-0.13	-1.93	3.31	4.10	4.37
0.79	5.27	2.47	1.02	0.27	0.00	0.05	-1.02	-1.71	2.21	2.38
1.18	6.09	3.10	1.31	0.34	0.00	0.03	-0.32	-0.53	-0.69	0.75
1.57	6.32	3.31	1.42	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	Momento flector Mx (t.m/m)					Momento flector My (t.m/m)				
Y =	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20
X										
0.00	-0.03	-0.46	-0.31	-0.19	-0.11	0.05	0.88	0.91	0.74	0.66
0.39	1.87	0.02	-0.79	-1.11	-1.19	-0.14	-0.55	-1.28	-1.85	-2.05
0.79	2.86	-0.04	-1.39	-1.96	-2.11	-0.21	-1.31	-2.58	-3.46	-3.77
1.18	3.27	-0.08	-1.79	-2.51	-2.70	-0.18	-1.71	-3.26	-4.33	-4.71
1.57	3.37	-0.10	-1.92	-2.70	-2.91	-0.17	-1.83	-3.47	-4.60	-5.01

Reacciones del terreno (t/m²) en la hipótesis de depósito lleno

Y =	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20
X					
0.00	15.56	15.53	15.49	15.48	15.47
0.39	15.52	15.15	14.74	14.46	14.36
0.79	15.50	14.81	14.09	13.59	13.41
1.18	15.48	14.59	13.66	13.02	12.79
1.57	15.48	14.51	13.51	12.82	12.57

Reacciónes : máxima = 15.56 ,mínima = 12.57 ,media = 14.45 t/m²

Resultante vertical =-200.26 t. Suma reacciones suelo = 199.33 t.

Esfuerzos en la pared OXZ en la hipótesis de depósito vacío

	Nudos y sus coordenadas					Flechas v (mm)				
X =	1.57	1.18	0.79	0.39	0.00	1.57	1.18	0.79	0.39	0.00
Z										
6.47	1	2	3	4	5	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00

5.66	10	11	12	13	14	-0.01	-0.01	-0.01	-0.00	-0.00
4.85	19	20	21	22	23	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00
4.04	28	29	30	31	32	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00
3.24	37	38	39	40	41	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00
2.43	46	47	48	49	50	0.01	0.01	0.00	-0.00	0.00
1.62	55	56	57	58	59	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
0.81	64	65	66	67	68	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
0.00	73	74	75	76	77	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00

	Esf. axíl horizontal Nx (t/m)					Esfuerzo axíl vertical Nz (t/m)				
X =	1.57	1.18	0.79	0.39	0.00	1.57	1.18	0.79	0.39	0.00
Z										
6.47	0.16	0.16	0.14	0.11	0.08	-0.41	-0.41	-0.42	-0.51	-0.30
5.66	-0.38	-0.38	-0.37	-0.36	-0.34	-0.82	-0.83	-0.85	-0.92	-0.40
4.85	-0.92	-0.92	-0.89	-0.86	-0.84	-1.63	-1.65	-1.69	-1.76	-0.67
4.04	-1.58	-1.58	-1.56	-1.54	-1.53	-2.38	-2.41	-2.49	-2.62	-1.01
3.24	-2.19	-2.19	-2.20	-2.20	-2.20	-3.10	-3.13	-3.24	-3.46	-1.37
2.43	-2.41	-2.43	-2.47	-2.52	-2.55	-3.87	-3.88	-3.93	-4.11	-1.61
1.62	-1.96	-1.99	-2.06	-2.17	-2.23	-4.88	-4.80	-4.60	-4.38	-1.53
0.81	-1.18	-1.17	-1.13	-1.03	-0.96	-6.16	-5.92	-5.26	-4.38	-1.33
0.00	-2.70	-2.52	-2.04	-1.49	-1.24	-6.85	-6.51	-5.57	-4.36	-1.28

	Cortante horizontal Qx (t/m)					Esf.cortante vertical Qz (t/m)				
X =	1.57	1.18	0.79	0.39	0.00	1.57	1.18	0.79	0.39	0.00
Z										
6.47	0.00	-0.03	-0.10	-0.14	-0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.66	0.00	0.01	0.02	0.04	0.06	-0.07	-0.06	-0.04	-0.02	-0.02
4.85	0.00	0.07	0.20	0.33	0.43	-0.12	-0.11	-0.08	-0.05	-0.01
4.04	0.00	0.16	0.47	0.77	1.03	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
3.24	0.00	0.26	0.77	1.26	1.71	0.16	0.14	0.09	0.04	-0.01
2.43	0.00	0.29	0.87	1.47	2.08	0.35	0.31	0.21	0.09	-0.02
1.62	0.00	0.12	0.44	0.97	1.69	0.26	0.24	0.17	0.07	-0.04
0.81	0.00	-0.10	-0.27	-0.28	0.13	-0.90	-0.76	-0.42	-0.12	-0.06
0.00	0.00	0.13	0.38	0.56	0.60	-3.36	-3.15	-2.48	-1.32	-0.03

	Momento horizontal Mx (t.m/m)					Momento vertical Mz (t.m/m)				
X =	1.57	1.18	0.79	0.39	0.00	1.57	1.18	0.79	0.39	0.00
Z										
6.47	0.08	0.07	0.03	-0.02	-0.09	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.01
5.66	0.12	0.12	0.13	0.15	0.17	0.06	0.05	0.04	0.01	-0.01
4.85	0.09	0.12	0.20	0.33	0.50	0.15	0.14	0.10	0.05	-0.01

4.04	-0.03	0.03	0.22	0.52	0.93	0.16	0.15	0.11	0.06	-0.01
3.24	-0.24	-0.14	0.17	0.66	1.33	0.03	0.03	0.04	0.03	-0.01
2.43	-0.39	-0.28	0.07	0.65	1.47	-0.25	-0.21	-0.13	-0.04	-0.02
1.62	-0.24	-0.19	-0.01	0.37	1.03	-0.46	-0.40	-0.26	-0.10	-0.02
0.81	0.19	0.15	0.04	-0.07	-0.02	0.27	0.21	0.07	-0.00	-0.01
0.00	-0.05	-0.04	-0.02	0.03	0.17	2.99	2.76	2.08	1.06	0.01

Esfuerzos en la pared OYZ en la hipótesis de depósito vacío

	Nudos y sus coordenadas					Flechas u (mm)				
Y =	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20
Z										
6.47	5	6	7	8	9	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00
5.66	14	15	16	17	18	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02
4.85	23	24	25	26	27	0.00	0.02	0.03	0.04	0.05
4.04	32	33	34	35	36	0.00	0.02	0.05	0.07	0.07
3.24	41	42	43	44	45	0.00	0.03	0.06	0.08	0.09
2.43	50	51	52	53	54	0.00	0.02	0.05	0.07	0.08
1.62	59	60	61	62	63	0.00	0.02	0.03	0.04	0.05
0.81	68	69	70	71	72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	77	78	79	80	81	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01

	Esf. axíl horizontal Ny (t/m)					Esfuerzo axíl vertical Nz (t/m)				
Y =	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20
Z										
6.47	0.16	0.35	0.64	0.78	0.83	-0.21	-0.44	-0.45	-0.45	-0.45
5.66	-0.08	-0.04	0.04	0.09	0.11	-0.29	-0.92	-0.93	-0.93	-0.92
4.85	-0.48	-0.48	-0.49	-0.50	-0.50	-0.48	-1.88	-1.89	-1.89	-1.89
4.04	-1.15	-1.13	-1.10	-1.08	-1.07	-0.73	-2.85	-2.86	-2.87	-2.87
3.24	-1.92	-1.84	-1.69	-1.58	-1.54	-0.98	-3.80	-3.82	-3.89	-3.93
2.43	-2.38	-2.23	-1.95	-1.76	-1.68	-1.15	-4.60	-4.82	-5.10	-5.22
1.62	-2.09	-1.95	-1.70	-1.55	-1.49	-1.10	-5.05	-5.91	-6.58	-6.84
0.81	-0.64	-0.96	-1.45	-1.71	-1.80	-0.95	-5.24	-7.02	-8.23	-8.64
0.00	-1.17	-1.86	-3.12	-3.99	-4.28	-0.91	-5.32	-7.55	-9.06	-9.55

	Cortante horizontal Qy (t/m)					Esf.cortante vertical Qz (t/m)				
Y =	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20
Z										
6.47	0.07	0.07	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.66	-0.31	-0.24	-0.16	-0.05	0.00	-0.02	0.00	-0.01	-0.03	-0.03
4.85	-0.77	-0.61	-0.39	-0.14	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.05
4.04	-1.35	-1.01	-0.63	-0.22	0.00	0.04	0.08	0.17	0.24	0.27

3.24	-1.90	-1.34	-0.79	-0.26	0.00	0.06	0.09	0.24	0.36	0.41
2.43	-2.13	-1.34	-0.69	-0.20	0.00	0.06	0.04	0.15	0.26	0.30
1.62	-1.70	-0.76	-0.24	-0.05	0.00	0.02	-0.07	-0.16	-0.30	-0.36
0.81	-0.22	0.17	0.11	0.03	0.00	-0.08	-0.34	-1.06	-1.67	-1.89
0.00	-0.50	-0.42	-0.18	-0.04	0.00	0.06	-1.81	-3.19	-3.84	-4.03

	Momento horizontal My (t.m/m)					Momento vertical Mz (t.m/m)				
Y =	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20
Z										
6.47	-0.09	-0.05	-0.01	0.03	0.04	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.00
5.66	0.17	0.00	-0.13	-0.22	-0.25	0.00	-0.00	0.01	0.02	0.03
4.85	0.50	0.08	-0.26	-0.47	-0.55	0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
4.04	0.93	0.18	-0.37	-0.72	-0.84	0.02	-0.08	-0.16	-0.21	-0.23
3.24	1.33	0.29	-0.45	-0.88	-1.03	0.02	-0.16	-0.35	-0.51	-0.57
2.43	1.47	0.30	-0.44	-0.82	-0.93	0.00	-0.19	-0.47	-0.72	-0.81
1.62	1.03	0.10	-0.32	-0.45	-0.48	-0.03	-0.14	-0.35	-0.48	-0.52
0.81	-0.02	-0.14	-0.04	0.02	0.04	0.03	0.14	0.51	0.87	1.01
0.00	0.17	0.01	-0.04	-0.05	-0.04	-0.02	1.60	3.09	3.97	4.26

Esfuerzos en la solera OXY en la hipótesis de depósito vacío

	Nudos y sus coordenadas					Flechas w (mm)				
Y =	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20
X										
0.00	77	78	79	80	81	-0.86	-0.86	-0.85	-0.85	-0.85
0.39	76	85	86	87	88	-0.86	-0.84	-0.82	-0.81	-0.81
0.79	75	84	91	92	93	-0.86	-0.83	-0.79	-0.76	-0.75
1.18	74	83	90	95	96	-0.86	-0.81	-0.76	-0.73	-0.71
1.57	73	82	89	94	97	-0.86	-0.81	-0.75	-0.71	-0.70

	Esfuerzo axil Nx (t/m)					Esfuerzo axil Ny (t/m)				
Y =	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20
X										
0.00	-2.41	-3.82	-6.41	-8.19	-8.80	-1.82	-2.90	-4.17	-4.89	-5.12
0.39	-2.43	-2.63	-3.03	-3.37	-3.50	-2.19	-2.88	-4.08	-4.82	-5.07
0.79	-3.45	-3.34	-3.19	-3.13	-3.12	-3.00	-2.86	-3.91	-4.68	-4.95
1.18	-4.05	-3.81	-3.38	-3.09	-3.00	-3.71	-2.88	-3.79	-4.55	-4.83
1.57	-4.24	-3.97	-3.46	-3.10	-2.98	-3.98	-2.89	-3.75	-4.50	-4.78

	Esfuerzo cortante Qx (t/m)					Esfuerzo cortante Qy (t/m)				
Y =	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20

X										
0.00	0.57	2.10	1.43	0.51	0.00	0.30	3.69	6.71	8.31	8.84
0.39	2.13	0.53	0.16	0.02	0.00	-0.49	-1.91	4.13	5.61	6.09
0.79	3.94	1.32	0.29	0.03	0.00	-0.42	-0.93	-2.16	3.18	3.55
1.18	5.02	2.01	0.46	0.03	0.00	-0.15	-0.28	-0.67	-1.02	1.16
1.57	5.37	2.26	0.54	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	Momento flector Mx (t.m/m)					Momento flector My (t.m/m)				
Y =	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20
X										
0.00	0.01	0.54	0.27	-0.01	-0.29	0.02	1.60	3.09	3.97	4.26
0.39	1.06	-0.11	-0.40	-0.48	-0.50	0.10	0.15	0.45	0.70	0.78
0.79	2.08	-0.09	-0.81	-0.97	-0.99	-0.08	-0.60	-1.18	-1.51	-1.61
1.18	2.76	-0.01	-1.11	-1.36	-1.37	-0.14	-0.97	-2.03	-2.76	-3.01
1.57	2.99	0.03	-1.21	-1.51	-1.52	-0.12	-1.08	-2.29	-3.16	-3.47

Reacciones del terreno (t/m²) en la hipótesis de depósito vacío

Y =	0.00	0.55	1.10	1.65	2.20
X					
0.00	8.61	8.58	8.54	8.52	8.51
0.39	8.61	8.43	8.24	8.12	8.07
0.79	8.60	8.25	7.88	7.63	7.55
1.18	8.59	8.12	7.61	7.27	7.15
1.57	8.59	8.08	7.51	7.13	7.00

Reacciónes : máxima = 8.61 ,mínima = 7.00 ,media = 8.05 t/m²

Resultante vertical =-111.56 t. Suma reacciones suelo = 111.04 t.

Valores extremos de esfuerzos en la pared OXZ

Flexión horizontal : Mxmáx = 1.72 t.m/m Mxmín = -6.49 t.m/m

Qxmáx = 2.08 t/m. Qxmín = -8.29 t/m.

Flexión vertical : Mzmáx = 3.37 t.m/m Mzmín = -0.67 t.m/m

Qzmáx = 0.75 t/m. Qzmín = -3.36 t/m.

Flecha transversal : vmax = 0.08 mm. vmín = -0.06 mm.

Tracción total de pared OXZ (depósito lleno): Npx = 46.88 t.

Valores extremos de esfuerzos en la pared OYZ

Flexión horizontal :	Mymáx =	4.96 t.m/m	Mymín =	-6.49 t.m/m
	Qymáx =	9.79 t/m.	Qymín =	-2.13 t/m.
Flexión vertical :	Mzmáx =	4.26 t.m/m	Mzmín =	-1.39 t.m/m
	Qzmáx =	2.62 t/m.	Qzmín =	-4.03 t/m.
Flecha transversal :	umax =	0.09 mm.	umín =	-0.44 mm.

Tracción total de pared OYZ (depósito lleno): Npy = 36.87 t.

Valores extremos de esfuerzos en la solera OXY

Flexión direción X :	Mxmáx =	3.37 t.m/m	Mxmín =	-2.91 t.m/m
	Qxmáx =	6.32 t/m.	Qxmín =	-0.91 t/m.
Flexión direción Y :	Mymáx =	4.26 t.m/m	Mymín =	-5.01 t.m/m
	Qymáx =	8.84 t/m.	Qymín =	-2.16 t/m.
Asiento solera :	wmáx =	-0.70 mm.	wmín =	-1.56 mm.

Tracción total solera (lleno) : Nsx = 15.23 t. Nsy = 4.30 t.

Reacciones extremas del terreno de cimentación

Reacción máxima = 15.56 t/m² , Reacción mínima = 7.00 t/m²

Armaduras requeridas por fisuración, agotamiento y tracción

		Por fisuración				Por agotamiento		Por tracción	
	Armadura	M	K	A	Amín	Md	A	N	A
Pared	tipo	t.m/m		cm²/m	cm²/m	t.m/m	cm²/m	t/m	cm²/m

OXZ	1	3.37	0.016	4.72	8.00	5.40	3.62	-	-
OXZ	2	0.34	0.002	2.77	8.00	0.54	0.35	-	-
OXZ	3	0.67	0.003	2.92	8.00	1.07	0.71	-	-
OXY	4	3.37	0.016	4.72	8.00	5.40	3.61	6.92	3.46
OXY	6	2.91	0.014	4.32	8.00	4.65	3.11	6.92	3.46
OXZ	7	1.72	0.008	3.48	8.00	2.75	1.83	7.25	3.62
OXZ	8	6.49	0.031	9.25	8.00	10.38	7.08	7.25	3.62
OYZ	1	4.26	0.020	5.65	8.00	6.82	4.60	-	-
OYZ	2	0.70	0.003	2.94	8.00	1.12	0.74	-	-
OYZ	3	1.39	0.007	3.30	8.00	2.23	1.48	-	-
OXY	4	4.26	0.020	5.65	8.00	6.82	4.59	2.73	1.36
OXY	6	5.01	0.024	6.62	8.00	8.01	5.41	2.73	1.36
OYZ	7	4.96	0.023	6.56	8.00	7.94	5.37	5.70	2.85
OYZ	8	6.49	0.031	9.25	8.00	10.38	7.08	5.70	2.85

Armadura total= Armadura de tracción más la mayor de las otras tres

Armaduras dispuestas : Diámetros, separaciones y mediciones

Armadura tipo	Pared	Dirección	Atotal cm²/m	Ý mm	Sep. cm	n° de barras	Longitud m.	Peso kg.
1	OXZ	Z	8.00	16	25	25	6.67	263.19
2	OXZ	Z	8.00	16	25	25	6.67	263.19
3	OXZ	Z	8.00	16	25	25	2.87	113.15
4	OXY	X	11.46	16	17	25	3.45	136.13
5	OXY	X	11.46	16	17	25	2.47	97.36
6	OXY	X	11.46	16	17	25	3.45	136.13
7	OXZ	X	11.62	16	17	76	3.15	377.85
8	OXZ	X	12.88	16	15	86	3.15	427.57
1	OYZ	Z	8.00	16	25	35	6.67	368.46
2	OYZ	Z	8.00	16	25	35	6.67	368.46
3	OYZ	Z	8.00	16	25	35	2.87	158.41
4	OXY	Y	9.36	16	21	14	4.70	103.85
5	OXY	Y	9.36	16	21	14	2.47	54.52
6	OXY	Y	9.36	16	21	14	4.70	103.85
7	OYZ	Y	10.85	16	18	71	4.40	493.07
8	OYZ	Y	12.10	16	16	80	4.40	555.57
9	XZY	X-Y	12.88	16	15	172	1.51	409.93

Resumen:

1175 m. de redondos Ý16 dispuestos horizontalmente en las paredes.
972 m. de redondos Ý16 dispuestos verticalmente en las paredes.
400 metros de redondos Ý16 en las dos direcciones de la solera.

En total : 4431 Kg. de acero , frente a 45.72 m3 de hormigón.

-Comprobación de armadura a cortante:

Paredes :

Vd = Øf Vmáx = 15.66 t/m

Vu2 = 0.5 fcv (1.6-d) (1+50 ¶) bw d = 16.75 t/m

Vd < Vu2 .No es necesaria la armadura de cortante en las paredes

Solera :

Vd = Øf Vmáx = 14.14 t/m

Vu2 = 0.5 fcv (1.6-d) (1+50 ¶) bw d = 16.50 t/m

Vd < Vu2 .No es necesaria la armadura de cortante en la solera

4 ESPESADOR DE FANGOS.

D A T O S D E L D E P O S I T O

-Dimensiones del depósito:

Altura del depósito (m) ..... H = 4.55

Diámetro exterior del deposito (m) ..... D = 8.30

Espesor de la pared vertical del depósito (m) ..... t = 0.35

Espesor de la solera del depósito (m) ..... tz = 0.35

Espesor de la zona central de la solera (m) .....tzl = 0.00

Radio de la zona central de solera con espesor tzl ..... rl = 1.15

Tacón ó vuelo exterior de la solera. (m) ..... a = 0.15

Pared y solera solidariamente empotradas entre sí ..... (Iborde=0)

Volumen de hormigón en paredes y solera (m3) ..... Vh = 55.6

-Características de los materiales del depósito de hormigón:

Peso específico del hormigón (t/m3) ..... Øh = 2.50

Resistencia característica del hormigón (kp/cm²) ..... fck = 300

Límite elástico del acero (Kp/cm²) ..... fyk = 5100

Tensión admisible del acero a tracción simple (kp/cm²). Õadm = 1000

Recubrimiento libre de las armaduras (m) ..... c = 0.050
Anchura máxima admisible de abertura de fisuras (mm) ... w = 0.10
Diámetro de armaduras verticales en paredes ..... Ýv = 16 mm
Diámetro de armaduras horizontales en paredes ..... Ýh = 16 mm
Diámetro de las armaduras de la solera ..... Ýs = 16 mm
Coeficiente de minoración resistencia hormigón ..... Øc = 1.50
Coeficiente de minoración resistencia acero ..... Øs = 1.15
Coeficiente de mayoración de las acciones ..... Øf = 1.60

-Características del liquido:

Nivel máximo de líquido (m) ..... Hl = 4.40
Peso específico del líquido (t/m3) ..... Øl = 1.00
Coeficiente de empuje lateral del liquido ..... Kl = 1.00

-Características del terreno:

Nivel del terreno exterior (m) ..... Ht = 3.20
Peso específico de las tierras (t/m3) ..... Øt = 1.80
Coeficiente de empuje lateral de las tierras ..... Kt = 0.33
Coeficiente de balasto del terreno de cimentación (t/m3). K = 10000
Nivel freático (m) ..... Nf = 0.00

DESPLAZAMIENTOS Y ESFUERZOS (DEPOSITO LLENO)

PARED CILINDRICA

z (m)	w (m)	Ú (rad)	Mz (mt/m)	MÚ (mt/m)	Qz (t/m)	Nz (t/m)	NÚ (t/m)
	x10000	x10000					
4.38	0.01	-0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23
4.16	0.04	-0.17	0.00	0.00	-0.02	-0.19	1.28
3.94	0.08	-0.17	0.01	0.00	-0.02	-0.38	2.33
3.72	0.12	-0.17	0.01	0.00	-0.03	-0.57	3.39
3.50	0.15	-0.17	0.02	0.00	-0.02	-0.77	4.46
3.28	0.19	-0.17	0.02	0.00	0.00	-0.96	5.55
3.06	0.23	-0.18	0.02	0.00	0.03	-1.15	6.67
2.84	0.27	-0.18	0.00	0.00	0.07	-1.34	7.80
2.63	0.31	-0.18	-0.02	-0.00	0.12	-1.53	8.93
2.41	0.35	-0.17	-0.05	-0.01	0.19	-1.72	10.04
2.19	0.38	-0.16	-0.10	-0.02	0.26	-1.91	11.10
1.97	0.42	-0.14	-0.17	-0.03	0.34	-2.11	12.04

1.75	0.44	-0.10	-0.25	-0.05	0.42	-2.30	12.80
1.53	0.46	-0.05	-0.35	-0.07	0.48	-2.49	13.27
1.31	0.46	0.03	-0.46	-0.09	0.51	-2.68	13.35
1.09	0.45	0.12	-0.57	-0.11	0.48	-2.87	12.91
0.88	0.41	0.23	-0.66	-0.13	0.35	-3.06	11.83
0.66	0.35	0.35	-0.71	-0.14	0.10	-3.25	10.01
0.44	0.26	0.48	-0.69	-0.14	-0.32	-3.45	7.39
0.22	0.14	0.59	-0.55	-0.11	-0.96	-3.64	4.00
0.00	-0.00	0.66	-0.25	-0.05	-1.86	-3.83	-0.00

S O L E R A

r (m)	w (m)	Ú (rad)	Mr (mt/m)	MÚ (mt/m)	Qr (t/m)	Nr (t/m)	Reac. (t/m²)
	x10000	x10000					
1.15	4.85	0.00	0.00	-2.28	-0.00	1.86	4.85
1.46	4.90	0.24	0.36	-0.66	-0.03	1.86	4.90
1.78	4.99	0.36	0.43	-0.57	-0.01	1.86	4.99
2.09	5.13	0.48	0.45	-0.54	0.04	1.86	5.13
2.41	5.29	0.59	0.44	-0.52	0.14	1.86	5.29
2.72	5.49	0.68	0.39	-0.49	0.30	1.86	5.49
3.03	5.72	0.76	0.28	-0.44	0.51	1.86	5.72
3.35	5.96	0.79	0.10	-0.37	0.78	1.86	5.96
3.66	6.21	0.77	-0.15	-0.27	1.12	1.86	6.21
3.97	6.44	0.66	-0.58	-0.12	2.32	1.86	6.44
3.97	6.44	0.66	-0.33	-0.12	-1.51	1.86	6.44
4.29	6.64	0.62	-0.00	-0.17	-0.05	1.86	6.64

Reacciónes : máxima = 6.64 ; mínima = 4.85 ; media = 5.36 t/m²

Resultante vertical = -330.96 t. Suma reacciones suelo = 309.59 t.

DESPLAZAMIENTOS Y ESFUERZOS (DEPOSITO VACIO)

PARED CILINDRICA

z (m)	w (m)	Ú (rad)	Mz (mt/m)	MÚ (mt/m)	Qz (t/m)	Nz (t/m)	NÚ (t/m)
	x10000	x10000					
4.38	-0.11	0.09	0.00	0.00	-0.00	0.00	-3.26
4.16	-0.13	0.09	0.00	0.00	-0.01	-0.19	-3.86

3.94	-0.15	0.09	0.00	0.00	-0.02	-0.38	-4.45
3.72	-0.17	0.09	0.01	0.00	-0.04	-0.57	-5.04
3.50	-0.19	0.09	0.02	0.00	-0.07	-0.77	-5.62
3.28	-0.21	0.08	0.04	0.01	-0.10	-0.96	-6.17
3.06	-0.23	0.07	0.06	0.01	-0.13	-1.15	-6.68
2.84	-0.25	0.06	0.10	0.02	-0.16	-1.34	-7.11
2.63	-0.26	0.04	0.14	0.03	-0.19	-1.53	-7.43
2.41	-0.26	0.01	0.18	0.04	-0.21	-1.72	-7.60
2.19	-0.26	-0.02	0.23	0.05	-0.20	-1.91	-7.56
1.97	-0.25	-0.07	0.27	0.05	-0.16	-2.11	-7.27
1.75	-0.23	-0.12	0.29	0.06	-0.06	-2.30	-6.67
1.53	-0.20	-0.17	0.29	0.06	0.10	-2.49	-5.75
1.31	-0.16	-0.22	0.24	0.05	0.34	-2.68	-4.51
1.09	-0.10	-0.25	0.13	0.03	0.69	-2.87	-3.00
0.88	-0.05	-0.26	-0.07	-0.01	1.16	-3.06	-1.34
0.66	0.01	-0.22	-0.38	-0.08	1.74	-3.25	0.22
0.44	0.05	-0.12	-0.84	-0.17	2.42	-3.45	1.34
0.22	0.05	0.08	-1.45	-0.29	3.16	-3.64	1.49
0.00	0.00	0.41	-2.22	-0.44	3.90	-3.83	0.00

S O L E R A

r (m)	w (m)	Ú (rad)	Mr (mt/m)	MÚ (mt/m)	Qr (t/m)	Nr (t/m)	Reac. (t/m²)
	x10000	x10000					
1.15	1.21	0.00	0.00	-5.69	0.01	-3.90	1.21
1.46	1.34	0.58	0.86	-1.62	0.18	-3.90	1.34
1.78	1.57	0.86	0.94	-1.34	0.37	-3.90	1.57
2.09	1.88	1.10	0.87	-1.20	0.63	-3.90	1.88
2.41	2.25	1.28	0.68	-1.06	0.98	-3.90	2.25
2.72	2.67	1.38	0.38	-0.90	1.43	-3.90	2.67
3.03	3.11	1.39	-0.07	-0.69	1.99	-3.90	3.11
3.35	3.53	1.26	-0.69	-0.41	2.65	-3.90	3.53
3.66	3.88	0.95	-1.49	-0.06	3.39	-3.90	3.88
3.97	4.10	0.41	-2.50	0.37	4.18	-3.90	4.10
3.97	4.10	0.41	-0.28	0.37	0.35	-3.90	4.10
4.29	4.22	0.37	-0.00	-0.10	0.02	-3.90	4.22

Reacciónes : máxima = 4.22 ; mínima = 1.21 ; media = 2.82 t/m²

Resultante vertical = -159.40 t. Suma reacciones suelo = 163.05 t.

Valores extremos de esfuerzos en pared cilindrica

Momento vertical : Mzmáx = 0.29 t.m/m Mzmín = -2.22 t.m/m

Cortante vertical : Qzmáx = 3.90 t/m. Qzmín = -1.86 t/m.

Momento horizontal : MÚmáx = 0.06 t.m/m MÚmín = -0.44 t.m/m

Flecha transversal : wmax = 0.046 mm. wmín = -0.026 mm.

Tracción horizontal: NÚmáx = 13.35 t/m. NÚmín = -7.60 t/m.

Valores extremos de esfuerzos en la solera

Momento radial : Mrmáx = 0.94 t.m/m Mrmín = -2.50 t.m/m

Cortante radial : Qrmáx = 4.18 t/m. Qrmín = -1.06 t/m.

Momento circunfer. : MÚmáx = 0.37 t.m/m MÚmín = -5.69 t.m/m

Asiento solera : wmáx = 0.664 mm. wmín = 0.121 mm.

Tracción radial : Nrmáx = 1.86 t/m. Nrmín = -3.90 t/m.

Reacciones extremas del terreno de cimentación

Reacción máxima = 6.64 t/m² , Reacción mínima = 1.21 t/m²

Armaduras requeridas por fisuración, agotamiento y tracción

	Por fisuración				Por agotamiento		Por tracción	
Armadura tipo	M t.m/m	K	A cm²/m	Amín cm²/m	Md t.m/m	A cm²/m	N t/m	A cm²/m
Pared 1	0.29	0.002	2.78	7.00	0.47	0.36	-	-
Pared 2	2.22	0.013	4.20	7.00	3.55	2.79	-	-
Pared 3	2.22	0.013	4.20	7.00	3.55	2.79	-	-
Fondo 4	0.94	0.006	3.17	7.00	1.51	1.17	1.86	0.93
Fondo 6	2.50	0.015	4.49	7.00	4.00	3.14	1.86	0.93
Pared 7	0.06	0.000	2.66	7.00	0.09	0.07	13.35	6.67
Pared 8	0.44	0.003	2.87	7.00	0.71	0.55	13.35	6.67

Armadura total= Armadura de tracción más la mayor de las otras tres

Armaduras dispuestas : Diámetros, separaciones y mediciones

Armadura tipo		Dirección	Atotal cm²/m	Ý mm	Sep. cm	n° de barras	Longitud m.	Peso kg.
Pared	1	Z	7.00	16	28	89	4.55	639.15
Pared	2	Z	7.00	16	28	89	4.55	639.15
Pared	3	Z	7.00	16	28	89	2.19	307.28
Fondo	4	X-Y	7.93	16	25	33	7.14	676.07
Fondo	5	X-Y	7.93	16	25	34	1.84	98.61
Fondo	6	X-Y	7.93	16	25	33	7.14	676.07
Pared	7	Cir	13.67	16	14	31	24.98	1222.02
Pared	8	Cir	13.67	16	14	31	24.98	1222.02

Resumen:

1548 m. de redondos Ý16 dispuestos horizontalmente en las paredes.
1005 m. de redondos Ý16 dispuestos verticalmente en las paredes.
Parrilla de Ý16 separados 25 cm. en la cara superior de la solera
Parrilla de Ý16 separados 25 cm. en la cara inferior de la solera

En total : 5480 Kg. de acero , frente a 55.59 m3 de hormigón.

-Comprobación de armadura a cortante:

Pared :

Vd = Øf Vmáx = 6.25 t/m

Vu2 = 0.5 fcv (1.6-d) (1+50 ¶) bw d = 15.31 t/m

Vd < Vu2 . No es necesaria la armadura de cortante en la pared.

Solera :

Vd = Øf Vmáx = 6.69 t/m

Vu2 = 0.5 fcv (1.6-d) (1+50 ¶) bw d = 14.26 t/m

Vd < Vu2 . No es necesaria la armadura de cortante en la solera

5 OBRA DE SALIDA.

D A T O S D E L D E P O S I T O

-Dimensiones del depósito:

Altura del depósito (m) (lado paralelo al eje OZ) ..... H = 3.20
Longitud del depósito (m) (lado paralelo al eje OX) ..... Lx = 1.50
Anchura del depósito (m) (lado paralelo al eje OY) ..... Ly = 4.00
Espesor de la pared del depósito paralela al eje OX (m).. tx = 0.25
Espesor de la pared del depósito paralela al eje OY (m).. ty = 0.25
Espesor de la solera del depósito (m) ..... tz = 0.30
Volumen de hormigón en paredes y solera (m3) ..... Vh = 9.1

-Características de los materiales del depósito:

Peso específico del hormigón (t/m3) ..... Øh = 2.50
Resistencia característica del hormigón (kp/cm²) ..... fck = 300
Límite elástico del acero (Kp/cm²) ..... fyk = 5100
Tensión admisible del acero a tracción simple (kp/cm²). Õadm = 1000
Recubrimiento libre de las armaduras (m) ..... c = 0.050
Anchura máxima admisible de abertura de fisuras (mm) ... w = 0.10
Diámetro de armaduras verticales en paredes ..... Ýv = 12 mm
Diámetro de armaduras horizontales en paredes ..... Ýh = 12 mm
Diámetro de las armaduras de la solera ..... Ýs = 12 mm
Coeficiente de minoración resistencia hormigón ..... Øc = 1.50
Coeficiente de minoración resistencia acero ..... Øs = 1.15
Coeficiente de mayoración de las acciones ..... Øf = 1.60

-Características del liquido:

Nivel máximo de líquido (m) ..... Hl = 3.20
Peso específico del líquido (t/m3) ..... Øl = 1.00
Coeficiente de empuje lateral del liquido ..... Kl = 1.00

-Características del terreno:

Nivel del terreno exterior (m) ..... Ht = 2.20

Peso específico de las tierras (t/m3) ..... Øt = 1.80

Coeficiente de empuje lateral de las tierras ..... Kt = 0.33

Coeficiente de balasto del terreno de cimentación (t/m3). K = 10000

Nivel freático (m) ..... Nf = 0.00

Esfuerzos en la pared OXZ en la hipótesis de depósito lleno

	Nudos y sus coordenadas					Flechas v (mm)				
X =	0.63	0.47	0.31	0.16	0.00	0.63	0.47	0.31	0.16	0.00
Z										
3.05	1	2	3	4	5	0.03	0.03	0.02	0.01	-0.00
2.67	10	11	12	13	14	0.03	0.03	0.02	0.01	-0.00
2.29	19	20	21	22	23	0.03	0.03	0.02	0.01	-0.00
1.91	28	29	30	31	32	0.03	0.03	0.02	0.01	-0.00
1.52	37	38	39	40	41	0.03	0.02	0.02	0.01	-0.00
1.14	46	47	48	49	50	0.02	0.02	0.01	0.01	-0.00
0.76	55	56	57	58	59	0.01	0.01	0.01	0.00	-0.00
0.38	64	65	66	67	68	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
0.00	73	74	75	76	77	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00

	Esf. axíl horizontal Nx (t/m)					Esfuerzo axíl vertical Nz (t/m)				
X =	0.63	0.47	0.31	0.16	0.00	0.63	0.47	0.31	0.16	0.00
Z										
3.05	1.23	1.23	1.22	1.21	1.21	-0.12	-0.12	-0.13	-0.17	-0.18
2.67	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	-0.23	-0.24	-0.25	-0.29	-0.27
2.29	1.64	1.64	1.64	1.65	1.65	-0.45	-0.46	-0.47	-0.48	-0.41
1.91	1.86	1.86	1.86	1.86	1.87	-0.66	-0.65	-0.64	-0.63	-0.50
1.52	2.04	2.03	2.03	2.03	2.02	-0.88	-0.87	-0.83	-0.77	-0.57
1.14	2.15	2.14	2.13	2.12	2.11	-1.17	-1.14	-1.04	-0.90	-0.59
0.76	2.13	2.13	2.12	2.10	2.09	-1.52	-1.46	-1.29	-1.02	-0.55
0.38	1.72	1.72	1.73	1.74	1.74	-1.92	-1.84	-1.63	-1.25	-0.62
0.00	0.32	0.34	0.42	0.53	0.58	-2.13	-2.06	-1.82	-1.41	-0.71

	Cortante horizontal Qx (t/m)					Esf.cortante vertical Qz (t/m)				
X =	0.63	0.47	0.31	0.16	0.00	0.63	0.47	0.31	0.16	0.00
Z										
3.05	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.67	0.00	-0.02	-0.07	-0.13	-0.18	0.04	0.04	0.03	0.02	-0.18

2.29	0.00	-0.06	-0.17	-0.28	-0.40	0.07	0.06	0.05	0.03	-0.25
1.91	0.00	-0.09	-0.28	-0.46	-0.64	0.09	0.08	0.06	0.03	-0.30
1.52	0.00	-0.14	-0.41	-0.68	-0.93	0.07	0.07	0.05	0.03	-0.34
1.14	0.00	-0.20	-0.59	-0.96	-1.30	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.35
0.76	0.00	-0.26	-0.78	-1.24	-1.66	-0.27	-0.25	-0.19	-0.11	-0.28
0.38	0.00	-0.21	-0.66	-1.16	-1.63	-0.69	-0.63	-0.46	-0.26	-0.05
0.00	0.00	0.02	0.09	0.19	0.19	-0.71	-0.71	-0.66	-0.39	0.40

	Momento horizontal Mx (t.m/m)					Momento vertical Mz (t.m/m)				
X =	0.63	0.47	0.31	0.16	0.00	0.63	0.47	0.31	0.16	0.00
Z										
3.05	-0.68	-0.68	-0.67	-0.67	-0.67	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.03
2.67	-0.68	-0.69	-0.70	-0.72	-0.75	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.05
2.29	-0.68	-0.69	-0.71	-0.76	-0.82	-0.04	-0.04	-0.03	-0.02	-0.06
1.91	-0.64	-0.65	-0.70	-0.77	-0.87	-0.07	-0.07	-0.06	-0.03	-0.06
1.52	-0.54	-0.57	-0.63	-0.74	-0.88	-0.10	-0.10	-0.07	-0.04	-0.07
1.14	-0.37	-0.40	-0.49	-0.65	-0.85	-0.09	-0.09	-0.07	-0.04	-0.05
0.76	-0.13	-0.17	-0.30	-0.49	-0.75	0.01	0.01	0.01	0.01	-0.01
0.38	0.05	0.02	-0.08	-0.26	-0.52	0.27	0.25	0.18	0.11	0.08
0.00	-0.02	-0.02	-0.02	-0.00	0.02	0.54	0.52	0.43	0.25	-0.07

Esfuerzos en la pared OYZ en la hipótesis de depósito lleno

	Nudos y sus coordenadas					Flechas u (mm)				
Y =	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88
Z										
3.05	5	6	7	8	9	-0.00	-0.06	-0.13	-0.17	-0.19
2.67	14	15	16	17	18	-0.00	-0.06	-0.13	-0.19	-0.20
2.29	23	24	25	26	27	-0.00	-0.07	-0.14	-0.19	-0.21
1.91	32	33	34	35	36	-0.00	-0.07	-0.14	-0.19	-0.21
1.52	41	42	43	44	45	-0.00	-0.06	-0.13	-0.18	-0.20
1.14	50	51	52	53	54	-0.00	-0.05	-0.11	-0.15	-0.17
0.76	59	60	61	62	63	-0.00	-0.04	-0.08	-0.11	-0.12
0.38	68	69	70	71	72	-0.00	-0.02	-0.04	-0.05	-0.06
0.00	77	78	79	80	81	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00

	Esf. axíl horizontal Ny (t/m)					Esfuerzo axíl vertical Nz (t/m)				
Y =	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88
Z										
3.05	0.06	0.17	0.34	0.44	0.47	-0.06	-0.13	-0.12	-0.13	-0.13
2.67	0.23	0.31	0.46	0.55	0.59	-0.09	-0.26	-0.25	-0.27	-0.28
2.29	0.47	0.52	0.62	0.70	0.73	-0.14	-0.50	-0.52	-0.58	-0.60
1.91	0.74	0.78	0.85	0.90	0.92	-0.17	-0.71	-0.81	-0.91	-0.94

1.52	1.05	1.07	1.09	1.10	1.10	-0.19	-0.89	-1.12	-1.26	-1.31
1.14	1.43	1.39	1.31	1.24	1.21	-0.20	-1.06	-1.43	-1.62	-1.67
0.76	1.79	1.64	1.38	1.22	1.17	-0.18	-1.23	-1.74	-1.94	-1.99
0.38	1.75	1.50	1.13	0.97	0.93	-0.21	-1.43	-1.99	-2.20	-2.25
0.00	0.21	0.32	0.45	0.49	0.50	-0.24	-1.55	-2.09	-2.31	-2.36

	Cortante horizontal Qy (t/m)					Esf.cortante vertical Qz (t/m)				
Y =	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88
Z										
3.05	1.15	0.98	0.66	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.67	1.32	1.04	0.67	0.23	0.00	-0.02	-0.05	-0.10	-0.15	-0.17
2.29	1.48	1.09	0.67	0.23	0.00	-0.02	-0.13	-0.26	-0.36	-0.40
1.91	1.60	1.11	0.65	0.21	0.00	-0.00	-0.15	-0.31	-0.44	-0.48
1.52	1.66	1.06	0.57	0.17	0.00	0.01	-0.12	-0.25	-0.35	-0.39
1.14	1.64	0.93	0.42	0.11	0.00	-0.00	-0.03	-0.07	-0.09	-0.09
0.76	1.53	0.68	0.22	0.05	0.00	-0.03	0.12	0.23	0.39	0.46
0.38	1.15	0.29	0.06	0.01	0.00	-0.07	0.31	0.73	1.12	1.26
0.00	-0.09	0.02	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.62	1.56	2.09	2.27

	Momento horizontal My (t.m/m)					Momento vertical Mz (t.m/m)				
Y =	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88
Z										
3.05	-0.67	-0.13	0.33	0.65	0.76	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
2.67	-0.75	-0.13	0.36	0.68	0.79	-0.00	0.02	0.04	0.06	0.06
2.29	-0.82	-0.12	0.39	0.71	0.81	-0.00	0.07	0.14	0.20	0.22
1.91	-0.87	-0.12	0.40	0.71	0.80	0.00	0.12	0.26	0.36	0.40
1.52	-0.88	-0.10	0.40	0.66	0.74	0.00	0.17	0.35	0.50	0.55
1.14	-0.85	-0.08	0.36	0.56	0.61	-0.00	0.18	0.38	0.53	0.58
0.76	-0.75	-0.03	0.28	0.39	0.41	-0.01	0.13	0.29	0.38	0.41
0.38	-0.52	0.02	0.15	0.18	0.18	0.01	0.02	0.01	-0.04	-0.07
0.00	0.02	-0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	-0.22	-0.58	-0.84	-0.93

Esfuerzos en la solera OXY en la hipótesis de depósito lleno

	Nudos y sus coordenadas					Flechas w (mm)				
Y =	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88
X										

0.00	77	78	79	80	81	-0.80	-0.80	-0.79	-0.79	-0.79
0.16	76	85	86	87	88	-0.80	-0.79	-0.78	-0.78	-0.78
0.31	75	84	91	92	93	-0.80	-0.78	-0.77	-0.77	-0.76
0.47	74	83	90	95	96	-0.80	-0.78	-0.77	-0.76	-0.76
0.63	73	82	89	94	97	-0.80	-0.78	-0.77	-0.76	-0.75

	Esfuerzo axíl Nx (t/m)					Esfuerzo axíl Ny (t/m)				
Y =	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88
X										
0.00	0.51	0.77	1.11	1.20	1.21	0.47	1.22	2.12	2.65	2.82
0.16	0.16	0.26	0.40	0.45	0.46	0.43	1.23	2.12	2.65	2.82
0.31	0.02	0.12	0.27	0.33	0.35	0.34	1.24	2.12	2.65	2.82
0.47	-0.07	0.03	0.18	0.26	0.28	0.28	1.25	2.12	2.65	2.82
0.63	-0.10	-0.00	0.15	0.23	0.26	0.26	1.26	2.12	2.65	2.82

	Esfuerzo cortante Qx (t/m)					Esfuerzo cortante Qy (t/m)				
Y =	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88
X										
0.00	-0.27	-0.12	-0.05	-0.02	0.00	-0.16	1.31	1.87	2.11	2.15
0.16	0.62	0.14	-0.01	-0.01	0.00	-0.11	-0.83	1.29	1.48	1.52
0.31	1.05	0.22	-0.01	-0.03	0.00	-0.06	-0.46	-0.76	0.89	0.91
0.47	1.26	0.29	-0.02	-0.04	0.00	-0.02	-0.16	-0.25	-0.30	0.30
0.63	1.32	0.31	-0.02	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	Momento flector Mx (t.m/m)					Momento flector My (t.m/m)				
Y =	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88
X										
0.00	-0.07	-0.05	-0.02	-0.01	-0.00	-0.01	-0.22	-0.58	-0.84	-0.93
0.16	0.25	-0.04	-0.10	-0.10	-0.09	-0.02	-0.43	-0.87	-1.17	-1.27
0.31	0.43	-0.06	-0.17	-0.16	-0.15	-0.02	-0.56	-1.07	-1.40	-1.51
0.47	0.52	-0.07	-0.21	-0.20	-0.18	-0.02	-0.63	-1.19	-1.54	-1.65
0.63	0.54	-0.08	-0.22	-0.21	-0.19	-0.02	-0.65	-1.23	-1.58	-1.70

Reacciones del terreno (t/m²) en la hipótesis de depósito lleno

Y =	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88
X					
0.00	7.97	7.96	7.95	7.94	7.94
0.16	7.96	7.89	7.82	7.78	7.77
0.31	7.96	7.84	7.73	7.66	7.64
0.47	7.95	7.81	7.67	7.58	7.56

0.63	7.95	7.80	7.65	7.56	7.53

Reacciónes : máxima = 7.97 ,mínima = 7.53 ,media = 7.87 t/m²

Resultante vertical = -36.88 t. Suma reacciones suelo = 36.47 t.

Esfuerzos en la pared OXZ en la hipótesis de depósito vacío

	Nudos y sus coordenadas					Flechas v (mm)				
X =	0.63	0.47	0.31	0.16	0.00	0.63	0.47	0.31	0.16	0.00
Z										
3.05	1	2	3	4	5	-0.01	-0.01	-0.00	-0.00	-0.00
2.67	10	11	12	13	14	-0.01	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
2.29	19	20	21	22	23	-0.01	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
1.91	28	29	30	31	32	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00
1.52	37	38	39	40	41	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00
1.14	46	47	48	49	50	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00
0.76	55	56	57	58	59	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
0.38	64	65	66	67	68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	73	74	75	76	77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	Esf. axíl horizontal Nx (t/m)					Esfuerzo axíl vertical Nz (t/m)				
X =	0.63	0.47	0.31	0.16	0.00	0.63	0.47	0.31	0.16	0.00
Z										
3.05	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.11	-0.11	-0.13	-0.17	-0.19
2.67	-0.21	-0.21	-0.21	-0.20	-0.20	-0.23	-0.23	-0.25	-0.28	-0.27
2.29	-0.27	-0.27	-0.26	-0.26	-0.26	-0.44	-0.44	-0.46	-0.49	-0.42
1.91	-0.32	-0.32	-0.31	-0.31	-0.31	-0.62	-0.63	-0.65	-0.67	-0.56
1.52	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.37	-0.80	-0.80	-0.82	-0.85	-0.71
1.14	-0.42	-0.43	-0.43	-0.43	-0.43	-0.97	-0.98	-0.99	-1.01	-0.84
0.76	-0.38	-0.38	-0.38	-0.39	-0.40	-1.16	-1.15	-1.14	-1.12	-0.89
0.38	-0.24	-0.24	-0.25	-0.25	-0.25	-1.40	-1.37	-1.30	-1.19	-0.86
0.00	-0.31	-0.30	-0.29	-0.28	-0.28	-1.53	-1.49	-1.38	-1.21	-0.83

	Cortante horizontal Qx (t/m)					Esf.cortante vertical Qz (t/m)				
X =	0.63	0.47	0.31	0.16	0.00	0.63	0.47	0.31	0.16	0.00
Z										
3.05	0.00	-0.00	-0.01	-0.02	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.67	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.00	-0.17
2.29	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	-0.01	-0.01	-0.01	-0.00	-0.22
1.91	0.00	0.02	0.06	0.09	0.12	-0.03	-0.03	-0.02	-0.01	-0.25
1.52	0.00	0.04	0.10	0.17	0.22	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.28
1.14	0.00	0.05	0.14	0.23	0.32	0.06	0.05	0.04	0.02	-0.31

0.76	0.00	0.03	0.09	0.18	0.29	0.08	0.07	0.05	0.02	-0.37
0.38	0.00	-0.01	-0.04	-0.03	0.01	-0.08	-0.06	-0.03	0.00	-0.42
0.00	0.00	0.01	0.03	0.05	0.06	-0.52	-0.49	-0.40	-0.26	-0.32

	Momento horizontal Mx (t.m/m)					Momento vertical Mz (t.m/m)				
X =	0.63	0.47	0.31	0.16	0.00	0.63	0.47	0.31	0.16	0.00
Z										
3.05	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.03
2.67	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.04
2.29	0.10	0.11	0.11	0.11	0.12	0.01	0.01	0.00	0.00	-0.05
1.91	0.09	0.10	0.10	0.12	0.14	0.02	0.02	0.01	0.01	-0.05
1.52	0.07	0.07	0.09	0.12	0.15	0.02	0.02	0.01	0.01	-0.06
1.14	0.03	0.04	0.06	0.10	0.15	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.07
0.76	0.01	0.02	0.03	0.06	0.10	-0.03	-0.03	-0.02	-0.01	-0.08
0.38	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.06
0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.01	0.19	0.18	0.14	0.09	0.06

Esfuerzos en la pared OYZ en la hipótesis de depósito vacío

	Nudos y sus coordenadas					Flechas u (mm)				
Y =	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88
Z										
3.05	5	6	7	8	9	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03
2.67	14	15	16	17	18	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03
2.29	23	24	25	26	27	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03
1.91	32	33	34	35	36	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03
1.52	41	42	43	44	45	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03
1.14	50	51	52	53	54	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02
0.76	59	60	61	62	63	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
0.38	68	69	70	71	72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	77	78	79	80	81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	Esf. axíl horizontal Ny (t/m)					Esfuerzo axíl vertical Nz (t/m)				
Y =	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88
Z										
3.05	0.09	0.20	0.38	0.46	0.49	-0.06	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13
2.67	0.01	0.08	0.20	0.27	0.30	-0.09	-0.27	-0.26	-0.27	-0.27
2.29	-0.06	-0.02	0.05	0.11	0.13	-0.14	-0.54	-0.54	-0.56	-0.56
1.91	-0.13	-0.11	-0.06	-0.02	-0.00	-0.19	-0.79	-0.83	-0.87	-0.88
1.52	-0.24	-0.21	-0.16	-0.12	-0.10	-0.24	-1.02	-1.12	-1.20	-1.23
1.14	-0.35	-0.31	-0.24	-0.21	-0.20	-0.28	-1.23	-1.43	-1.55	-1.59

0.76	-0.34	-0.32	-0.31	-0.34	-0.35	-0.30	-1.43	-1.76	-1.91	-1.94
0.38	-0.11	-0.25	-0.45	-0.54	-0.57	-0.29	-1.60	-2.12	-2.27	-2.29
0.00	-0.28	-0.44	-0.68	-0.79	-0.81	-0.28	-1.69	-2.31	-2.45	-2.46

	Cortante horizontal Qy (t/m)					Esf.cortante vertical Qz (t/m)				
Y =	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88
Z										
3.05	-0.16	-0.14	-0.10	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.67	-0.18	-0.16	-0.10	-0.04	0.00	-0.01	0.01	0.02	0.03	0.03
2.29	-0.22	-0.17	-0.10	-0.03	0.00	0.01	0.03	0.06	0.08	0.09
1.91	-0.26	-0.17	-0.09	-0.03	0.00	0.02	0.02	0.06	0.09	0.10
1.52	-0.29	-0.16	-0.07	-0.02	0.00	0.04	0.03	0.06	0.08	0.08
1.14	-0.31	-0.12	-0.04	-0.01	0.00	0.05	0.01	0.02	-0.00	-0.01
0.76	-0.24	-0.05	-0.03	-0.01	0.00	0.04	-0.04	-0.12	-0.18	-0.20
0.38	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01	0.00	0.01	-0.18	-0.39	-0.46	-0.47
0.00	-0.03	0.03	0.05	0.02	0.00	0.02	-0.56	-0.78	-0.83	-0.83

	Momento horizontal My (t.m/m)					Momento vertical Mz (t.m/m)				
Y =	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88
Z										
3.05	0.09	0.02	-0.05	-0.10	-0.11	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00
2.67	0.11	0.02	-0.05	-0.10	-0.12	0.00	-0.00	-0.01	-0.01	-0.01
2.29	0.12	0.02	-0.06	-0.11	-0.12	0.00	-0.01	-0.03	-0.04	-0.05
1.91	0.14	0.02	-0.06	-0.11	-0.12	0.01	-0.02	-0.05	-0.07	-0.08
1.52	0.15	0.01	-0.07	-0.10	-0.11	0.01	-0.03	-0.07	-0.10	-0.11
1.14	0.15	0.00	-0.06	-0.08	-0.08	0.01	-0.04	-0.08	-0.10	-0.11
0.76	0.10	-0.01	-0.03	-0.04	-0.05	0.00	-0.02	-0.04	-0.03	-0.03
0.38	0.01	0.00	-0.00	-0.02	-0.02	0.01	0.05	0.11	0.14	0.15
0.00	0.01	-0.01	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.26	0.41	0.46	0.47

Esfuerzos en la solera OXY en la hipótesis de depósito vacío

	Nudos y sus coordenadas					Flechas w (mm)				
Y =	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88
X										
0.00	77	78	79	80	81	-0.48	-0.48	-0.48	-0.48	-0.48
0.16	76	85	86	87	88	-0.48	-0.48	-0.48	-0.48	-0.48
0.31	75	84	91	92	93	-0.48	-0.48	-0.47	-0.47	-0.47
0.47	74	83	90	95	96	-0.48	-0.48	-0.47	-0.47	-0.47
0.63	73	82	89	94	97	-0.48	-0.48	-0.47	-0.47	-0.47

Esfuerzo axíl Nx (t/m) Esfuerzo axíl Ny (t/m)

Y =	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88
X										
0.00	-0.69	-1.07	-1.66	-1.92	-1.98	-0.23	-0.75	-0.99	-1.06	-1.07
0.16	-0.46	-0.58	-0.77	-0.88	-0.91	-0.23	-0.74	-0.99	-1.06	-1.07
0.31	-0.60	-0.64	-0.74	-0.82	-0.85	-0.24	-0.73	-0.99	-1.06	-1.07
0.47	-0.69	-0.69	-0.72	-0.78	-0.81	-0.25	-0.73	-0.99	-1.06	-1.08
0.63	-0.72	-0.70	-0.72	-0.77	-0.79	-0.25	-0.73	-0.99	-1.07	-1.08

	Esfuerzo cortante Qx (t/m)					Esfuerzo cortante Qy (t/m)				
Y =	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88
X										
0.00	0.38	0.49	0.22	0.06	0.00	0.01	1.47	2.16	2.28	2.28
0.16	0.34	-0.06	-0.06	-0.03	0.00	-0.02	-0.97	1.53	1.64	1.64
0.31	0.54	-0.09	-0.12	-0.04	0.00	-0.02	-0.54	-0.92	0.99	0.99
0.47	0.68	-0.11	-0.16	-0.06	0.00	-0.01	-0.18	-0.31	-0.33	0.33
0.63	0.72	-0.12	-0.17	-0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	Momento flector Mx (t.m/m)					Momento flector My (t.m/m)				
Y =	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88
X										
0.00	0.06	0.11	0.05	0.01	-0.02	0.00	0.26	0.41	0.46	0.47
0.16	0.09	-0.07	-0.04	-0.01	0.00	0.00	0.03	0.07	0.10	0.11
0.31	0.14	-0.11	-0.07	-0.01	0.01	-0.00	-0.12	-0.17	-0.16	-0.14
0.47	0.18	-0.14	-0.08	-0.01	0.02	-0.00	-0.20	-0.31	-0.31	-0.30
0.63	0.19	-0.15	-0.09	-0.01	0.02	-0.00	-0.23	-0.36	-0.36	-0.35

Reacciones del terreno (t/m²) en la hipótesis de depósito vacío

Y =	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88
X					
0.00	4.81	4.80	4.79	4.78	4.78
0.16	4.81	4.79	4.77	4.77	4.76
0.31	4.81	4.77	4.75	4.75	4.75
0.47	4.81	4.76	4.73	4.73	4.73
0.63	4.81	4.76	4.73	4.72	4.73

Reacciónes : máxima = 4.81 ,mínima = 4.72 ,media = 4.82 t/m²

Resultante vertical = -22.58 t. Suma reacciones suelo = 22.33 t.

Valores extremos de esfuerzos en la pared OXZ

Flexión horizontal : Mxmáx = 0.15 t.m/m Mxmín = -0.88 t.m/m

Qxmáx = 0.32 t/m. Qxmín = -1.66 t/m.

Flexión vertical : Mzmáx = 0.54 t.m/m Mzmín = -0.10 t.m/m
Qzmáx = 0.40 t/m. Qzmín = -0.71 t/m.

Flecha transversal : vmax = 0.03 mm. vmín = -0.01 mm.

Tracción total de pared OXZ (depósito lleno): Npx = 5.20 t

Valores extremos de esfuerzos en la pared OYZ

Flexión horizontal : Mymáx = 0.81 t.m/m Mymín = -0.88 t.m/m
Qymáx = 1.66 t/m. Qymín = -0.31 t/m.

Flexión vertical : Mzmáx = 0.58 t.m/m Mzmín = -0.93 t.m/m
Qzmáx = 2.27 t/m. Qzmín = -0.83 t/m.

Flecha transversal : umax = 0.03 mm. umín = -0.21 mm.

Tracción total de pared OYZ (depósito lleno): Npy = 2.67 t.

Valores extremos de esfuerzos en la solera OXY

Flexión direción X : Mxmáx = 0.54 t.m/m Mxmín = -0.22 t.m/m
Qxmáx = 1.32 t/m. Qxmín = -0.27 t/m.

Flexión direción Y : Mymáx = 0.47 t.m/m Mymín = -1.70 t.m/m
Qymáx = 2.28 t/m. Qymín = -0.97 t/m.

Asiento solera : wmáx = -0.47 mm. wmín = -0.80 mm.

Tracción total solera (lleno) : Nsx = 7.04 t. Nsy = 0.48 t.

Reacciones extremas del terreno de cimentación

Reacción máxima = 7.97 t/m² , Reacción mínima = 4.72 t/m²

Armaduras requeridas por fisuración, agotamiento y tracción

		Por fisuración				Por agotamiento		Por tracción	
	Armadura	M	K	A	Amín	Md	A	N	A
Pared	tipo	t.m/m		cm²/m	cm²/m	t.m/m	cm²/m	t/m	cm²/m
OXZ	1	0.54	0.006	2.34	5.00	0.87	1.02	-	-
OXZ	2	0.05	0.001	1.88	5.00	0.08	0.09	-	-
OXZ	3	0.10	0.001	1.92	5.00	0.16	0.19	-	-
OXY	4	0.54	0.004	2.18	6.00	0.87	0.81	3.75	1.88
OXY	6	0.22	0.002	1.97	6.00	0.36	0.33	3.75	1.88
OXZ	7	0.15	0.002	1.96	5.00	0.24	0.28	1.71	0.85
OXZ	8	0.88	0.009	2.75	5.00	1.41	1.66	1.71	0.85
OYZ	1	0.58	0.006	2.38	5.00	0.94	1.10	-	-
OYZ	2	0.47	0.005	2.26	5.00	0.75	0.87	-	-
OYZ	3	0.93	0.010	2.82	5.00	1.49	1.76	-	-
OXY	4	0.47	0.004	2.13	6.00	0.75	0.69	0.76	0.38
OXY	6	1.70	0.013	3.29	6.00	2.71	2.55	0.76	0.38
OYZ	7	0.81	0.009	2.66	5.00	1.30	1.53	0.88	0.44
OYZ	8	0.88	0.009	2.75	5.00	1.41	1.66	0.88	0.44

Armadura total= Armadura de tracción más la mayor de las otras tres

Armaduras dispuestas : Diámetros, separaciones y mediciones

Armadura		Dirección	Atotal	Ý	Sep.	nº de	Longitud	Peso
tipo	Pared		cm²/m	mm	cm	barras	m.	kg.
1	OXZ	Z	5.00	12	22	11	3.15	30.76
2	OXZ	Z	5.00	12	22	11	3.15	30.76
3	OXZ	Z	5.00	12	22	11	1.60	15.63
4	OXY	X	7.88	12	14	26	1.25	28.85
5	OXY	X	7.88	12	14	26	1.30	30.01
6	OXY	X	7.88	12	14	26	1.25	28.85
7	OXZ	X	5.85	12	19	32	1.25	35.51
8	OXZ	X	5.85	12	19	32	1.25	35.51
1	OYZ	Z	5.00	12	22	34	3.15	95.08
2	OYZ	Z	5.00	12	22	34	3.15	95.08
3	OYZ	Z	5.00	12	22	34	1.60	48.30
4	OXY	Y	6.38	12	17	7	3.75	23.31
5	OXY	Y	6.38	12	17	7	1.30	8.08
6	OXY	Y	6.38	12	17	7	3.75	23.31
7	OYZ	Y	5.44	12	20	30	3.75	99.88
8	OYZ	Y	5.44	12	20	30	3.75	99.88
9	XZY	X-Y	5.85	12	19	64	1.00	56.82

Resumen:

305 m. de redondos Ý12 dispuestos horizontalmente en las paredes.

356 m. de redondos Ý12 dispuestos verticalmente en las paredes.

160 metros de redondos Ý12 en las dos direcciones de la solera.

En total : 786 Kg. de acero , frente a 9.05 m3 de hormigón.

-Comprobación de armadura a cortante:

Paredes :

Vd = Øf Vmáx = 3.62 t/m

Vu2 = 0.5 fcv (1.6-d) (1+50 ¶) bw d = 10.22 t/m

Vd < Vu2 .No es necesaria la armadura de cortante en las paredes

Solera :

Vd = Øf Vmáx = 3.66 t/m

Vu2 = 0.5 fcv (1.6-d) (1+50 ¶) bw d = 12.55 t/m

Vd < Vu2 .No es necesaria la armadura de cortante en la solera

6 EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO

EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO

1.Datos generales de la estructura

Proyecto: CALCULOS EDIFICIO PRETRATAMIENTO

Clave: pretrat 01

2.Datos geométricos de grupos y plantas

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Forjado 1	1	Forjado 1	6.65	6.65
0	Cimentación				0.00

3.Datos geométricos de pilares, pantallas y muros

3.1 Pilares

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Datos de los pilares

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo	Canto de apoyo
P1	(0.00, 0.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	
P2	(6.35, 0.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	
P3	(13.25, 0.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	
P4	(19.45, 0.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	
P5	(25.80, 0.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	
P6	(33.00, 0.00)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	
P7	(0.00, 4.78)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	
P8	(6.35, 4.78)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	
P9	(13.25, 4.78)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	
P10	(19.45, 4.78)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.00
P11	(25.80, 4.78)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	
P12	(33.00, 4.78)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	
P13	(33.00, 11.03)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	
P14	(25.80, 11.03)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	
P15	(19.45, 11.03)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	
P16	(13.25, 11.03)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	
P17	(6.35, 11.03)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	

P18	(0.00, 11.03)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	
P19	(0.00, 16.54)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	
P20	(6.35, 16.54)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro	

4.Dimensiones, coeficiente de empotramiento y pandeo en cada planta

Referencia pilar	Planta	Dimensiones	Coefs. empotramiento		Coefs. pandeo	
Para todos los pilares	1	0.40x0.40	0.30	1.00	1.00	1.00

5.Listado de paños

Tipos de forjados considerados

Nombre	Descripción
25+5	FORJADO DE VIGUETAS DE HORMIGÓN Canto de bovedilla: 25 cm Espesor capa compresión: 5 cm Intereje: 70 cm Bovedilla: Cerámica

6.Normas consideradas

Hormigón..... EHE-98 (España)

Aceros conformados..... EA-95 (MV110)

Aceros laminados y armados..... EA-95 (MV103)

Forjados de viguetas..... EFHE

7.Acciones consideradas

7.1 Gravitatorias

Nombre del grupo	S.C.U	Cargas muertas
Forjado 1	0.15	0.18
Cimentación	0.00	0.00

7.2 Viento

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Coeficientes de Cargas

+X: 1.00 -X:1.00

+Y: 1.00 -Y:1.00

Según N.T.E. (España)

Zona eólica: Y

Situación: Normal

Anchos de banda

Plantas	Ancho de banda Y	Ancho de banda X
En todas las plantas	17.00	33.00

7.3 Sismo

Sin acción de sismo

7.4 Cjto.cargas especiales

NºCCE	Hipótesis
1	Peso propio
2	Sobrecarga

7.5 Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en Tm, Tm/m y Tm/m2)

Grupo	CCE	Tipo	Valor	Coordenadas
1	2	Puntual	0.50	(15.79, 0.04)
	2	Puntual	0.50	(15.95, 4.82)
	2	Puntual	0.60	(9.46, 0.07)
	2	Puntual	0.60	(9.68, 4.79)
	2	Puntual	0.50	(3.00, -0.03)
	2	Puntual	0.50	(3.29, 4.66)
	2	Puntual	0.50	(3.35, 11.09)

8.Combinaciones consideradas

Hormigón.....: EHE, Control normal

Aceros conformados.....: EA-95

Aceros laminados.....: EA-95

Desplazamientos.....: Acciones Caracteristicas

Tensión del terreno.....: Acciones Caracteristicas

Dimens. de vigas centradoras...: EHE, Control normal

Equilibrio de cimentaciones....: EHE, Control normal

9.Materiales utilizados

9.1 Hormigones

Elemento	Hormigón	Plantas	Fck	Gamma c
Forjados	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50
Cimentación	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50
Pilares y pantallas	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50
Muros	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50

9.2 Aceros por elemento y posición

9.2.1 Aceros en barras

Elemento	Posición	Acero	Fyk	Gamma s
Pilares y pantallas	Barras(verticales)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
Vigas	Negativos(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Positivos(inferior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Montaje(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
Vigas de cimentación	Refuerzo inferior	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Superior	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Inferior	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
Forjados	Punzonamiento	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Negativos(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Positivos(inferior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15

9.2.2 Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. elástico	Módulo de elasticidad
Aceros conformados	A37	2400	2100000
Aceros laminados	A42	2600	2100000

Información del listado de armado de vigas

Pórtico num.: nº de pórtico o alineación de vigas del grupo de plantas que se especifica a continuación.

Grupo de plantas: nº de orden del grupo de plantas.

Tramo nº: nº de tramo o vano de viga dentro de la alineación o pórtico.

L: Luz entre ejes de los elementos de apoyo (pilares, brochales, etc.)o a puntos de anclaje (calculados por el programa) de la armadura de positivos cuando no hay elementos de apoyo intermedios y la luz de la viga supera la longitud máxima de barra.

JÁCENA: Tipo de viga (plana, descolgada, celosía, pretensada, semi-invertida o cabeza colaborante).

SECCIÓN: B x H : dimensiones del ancho y del canto respectivamente cuando la viga es rectangular (tipo R)

B x H + B1 x H1: en vigas en L o T:

B x H: ancho por canto del alma

B1 x H1: ancho por canto del ala

A continuación se ofrecen analíticamente capacidades mecánicas y envolventes de esfuerzos (al ser envolventes, están mayorados) dividiendo la viga en seis partes iguales:

N.IZQ.0L: Nudo izquierdo.

L/6, 2L/6, L/2, 4L/6, 5L/6: Puntos intermedios equidistantes de la luz de la viga.

N.DER.1L: Nudo derecho.

E. cap. mom. neg. sup.: Capacidad mecánica a tracción de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos negativos superior (o cuantía mínima necesaria) y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (fracciones sextas de la luz).

E. cap. mom. neg. inf.: Capacidad mecánica a compresión de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos negativos inferior y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (fracciones sextas de la luz).

E. cap. mom. pos. sup.: Capacidad mecánica a compresión de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos positivos superior y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (fracciones sextas de la luz).

E. cap. mom. pos. inf.: Capacidad mecánica a tracción de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos positivos inferior (o cuantía mínima necesaria) y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (fracciones sextas de la luz).

Cap. mom neg repre sup.: Capacidad mecánica a tracción de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos negativos superior (o cuantía mínima necesaria) y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (máximo o máximos relativos en fracciones del tercio de la luz).

Cap. mom neg repre inf.: Capacidad mecánica a compresión de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos negativos inferior (o cuantía mínima necesaria) y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (máximo o máximos relativos en fracciones del tercio de la luz).

Cap. mom pos repre sup.: Capacidad mecánica a compresión de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos positivos superior y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (máximo o máximos relativos en fracciones del tercio de la luz).

Cap. mom pos repre inf.: Capacidad mecánica a tracción de la armadura necesaria calculada a partir de la envolvente de momentos positivos inferior (o cuantía mínima necesaria) y la sección de la viga, en el punto que se especifica de la luz (máximo o máximos relativos en fracciones del tercio de la luz).

Env. momentos negat.: Envolvente superior de momentos flectores en el punto que se especifica de la luz de la viga (fracciones sextas de la luz).

Env. momentos posit.: Envolvente inferior de momentos flectores en el punto que se especifica de la luz de la viga (fracciones sextas de la luz).

Momentos repres.: Máximos relativos de momentos flectores en el punto que se especifica de la luz de la viga (máximo relativo en fracciones del tercio de la luz).

Env. cortantes negat.: Envolvente superior de esfuerzos cortantes en el punto que se especifica de la luz de la viga (fracciones sextas de la luz).

Env. cortantes posit.: Envolvente inferior de esfuerzos cortantes en el punto que se especifica de la luz de la viga (fracciones sextas de la luz).

Cortantes repres. (Vd): Máximos relativos de esfuerzos cortantes en el punto que se especifica de la luz de la viga

Envolvente de torsión: Envolvente de esfuerzos torsores en el punto que se especifica de la luz de la viga (fracciones sextas de la luz).

Torsor borde apoyo (Td): Esfuerzo torsor en la cara o punto de contacto de la viga con el elemento de apoyo (con este dato se realiza la comprobación a compresión oblicua del hormigón por esfuerzo torsor).

Torsor agotamiento (Tu1): Es el momento torsor último que resiste la sección de hormigón

a continuación se representa el armado de una viga a modo de ejemplo:

ARM.SUPERIOR: 2Ø16[0.15P+1.55=1.70], 3Ø12[<<1.5+1.45=2.95] ---- 2Ø20[1.60>>], 3Ø16[1.20+0.15P=1.35]

ARM. MONTAJE: 5Ø10[5.30]

ARM. MONTAJE ALAS: 4Ø10[5.30]

ARM.PIEL: 4Ø10[5.20]

ARM.INFERIOR: 3Ø16[0.20P+5.3+0.20P=5.70], 2Ø10[3.50]

ESTRIBOS:6x2eØ10+1rØ10c/0.20[1.00], 14x2eØ10+1rØ10c/0.30[4.00]

2Ø16[0.15P+1.55=1.70]: número de barras, calibre de éstas, longitud de la patilla, longitud recta y longitud total. Como longitud de la patilla se entiende la longitud recta vertical. Como longitud recta se entiende la distancia en la dirección de la viga.

3Ø12[<<1.5+1.45=2.95]: (número de barras, calibre de éstas, longitud de la barra que está en el tramo anterior, longitud de la barra en el tramo (medida desde el eje de apoyo) y longitud total).

6x2eØ10+1rØ10c/0.20[1.00]:Armadura transversal (número de estribos en el intervalo de estribado, número de cercos por plano de armado, diámetro del cerco, número de ramas por plano de armado, diámetro de la rama, separación y longitud del intervalo).

Flecha posterior a tabiquería (incluso fluencia) =1.020 cm. (L/569): Flecha activa de la viga (magnitud de la flecha y relación luz-flecha).

Obra: CALCULOS EDIFICIO PRETRATAMIENTO (pretrat 01)

Sistema de unidades: M.K.S

Materiales:

Hormigón: HA-30 , Control Estadístico

Acero: B 500 S , Control Normal

Materiales de cimentación:

Hormigón: HA-30 , Control Estadístico

Acero: B 500 S , Control Normal

Armado de vigas

Obra: CALCULOS EDIFICIO PRETRATAMIENTO

Gr.pl. no 0 Cimentación --- Pl. igual 1

Pórtico núm.: 1 --- Grupo de plantas: 0

Tramo nº 1 (L= 6.35) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	16.8
E. cap. mom. pos. inf.	1.0	16.8	16.8	16.8	16.8	55.8	10.1
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 1.90)		55.8(x= 4.02)		55.8(x= 4.87)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		33.0(x= 0.20)		33.0(x= 4.87)		55.8(x= 6.15)	
Env. momentos negat.	-1.1	-4.6	-5.2	-4.5	-2.3	0.6	2.7
Env. momentos posit.	0.7	-1.2	-2.0	-1.8	-0.9	2.1	6.7
Momentos repres.		0.8(0.08)	-4.6(1.06)	-5.2(2.32)		7.6(6.20)	
Env. cortantes negat.	——	-2.2	-0.4	0.4	1.2	2.3	——
Env. cortantes posit.	——	-0.8	0.3	1.4	2.9	5.2	——
Cortantes repres.		7.7(x= 6.15)			-5.3(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	——	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	——
Torsor borde apoyo:		0.30(x= 0.20)		0.30(x= 6.15)		Tor. agota.: 30.92	

```
N.izq.: P1 ---------------------- N.der.: P2

  Arm.Inferior: 3Ø12(0.25P+1.75=2.00)  -----  3Ø16(1.50>>), 3Ø12(1.30>>)
   Arm.Montaje: 4Ø12(0.25P+6.85=7.10)
      Arm.Piel: 2Ø10(6.65)
  Arm.Superior: 4Ø16(0.25P+6.85=7.10), 3Ø16(6.65)
      Estribos: 25x2eØ8c/0.27(6.51)
```

Tramo nº 2 (L= 6.90) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	16.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	16.8

E. cap. mom. pos. inf.	10.1	33.0	16.8	16.8	16.8	55.8	10.4
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 2.06)		55.8(x= 4.38)		55.8(x= 5.31)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		55.8(x= 0.66)		16.8(x= 1.59)		55.8(x= 6.70)	
Env. momentos negat.	2.7	-0.5	-3.0	-3.9	-2.9	-0.2	2.6
Env. momentos posit.	6.7	0.1	-1.4	-1.7	-1.3	0.7	6.9
Momentos repres.		6.7(0.0)	-0.5(1.15)	-3.9(3.45)	-0.2(5.75)	6.9(6.90)	
Env. cortantes negat.	——	-3.8	-1.5	-0.1	0.7	1.7	——
Env. cortantes posit.	——	-1.4	-0.6	0.1	1.8	4.4	——
Cortantes repres.		7.4(x= 6.70)			-6.3(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	——	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	——
Torsor borde apoyo:		0.20(x= 0.20)		0.20(x= 6.70)		Tor. agota.: 30.92	

N.izq.: P2 ---------- N.der.: P3

Arm.Inferior: 3Ø16(<<1.50+1.55=3.05), 3Ø12(<<1.30+1.40=2.70) ----- 3Ø16(1.55>>), 3Ø12(1.40>>)
Arm.Montaje: 4Ø12(7.25)
Arm.Piel: 2Ø10(7.21)
Arm.Superior: 4Ø16(7.25), 3Ø16(4.65)
Estribos: 26x2eØ8c/0.27(6.90)

Tramo nº 3 (L= 6.20) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	16.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	16.8
E. cap. mom. pos. inf.	10.4	55.8	16.8	16.8	16.8	55.8	10.8
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 1.86)		55.8(x= 3.93)		55.8(x= 4.76)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		55.8(x= 1.03)		16.8(x= 1.44)		55.8(x= 6.00)	
Env. momentos negat.	2.6	-0.1	-3.1	-4.3	-3.1	0.0	3.9
Env. momentos posit.	6.9	1.0	-1.5	-2.1	-1.5	1.1	7.2
Momentos repres.		6.9(0.03)	-0.1(1.03)	-4.3(3.10)		7.2(6.12)	
Env. cortantes negat.	——	-5.2	-2.4	-0.2	1.1	2.7	——
Env. cortantes posit.	——	-2.2	-1.0	0.1	2.4	5.4	——
Cortantes repres.		8.3(x= 6.00)			-7.9(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	——	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	——
Torsor borde apoyo:		0.87(x= 0.20)		0.87(x= 6.00)		Tor. agota.: 30.92	

N.izq.: P3 ---------- N.der.: P4

Arm.Inferior: 3Ø16(<<1.55+1.40=2.95), 3Ø12(<<1.40+1.25=2.65) ----- 3Ø16(1.40>>), 3Ø12(1.25>>)
Arm.Montaje: 4Ø12(6.55)
Arm.Piel: 2Ø10(6.51)
Arm.Superior: 4Ø16(6.55), 3Ø16(3.75)
Estribos: 23x2eØ8c/0.27(6.20)

Tramo nº 4 (L= 6.35) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	16.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	16.8
E. cap. mom. pos. inf.	10.8	55.8	16.8	16.8	16.8	55.8	11.9
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 1.90)		55.8(x= 4.03)		55.8(x= 4.88)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		55.8(x= 1.05)		16.8(x= 1.48)		55.8(x= 6.15)	
Env. momentos negat.	3.9	-0.1	-3.4	-4.5	-3.1	0.2	3.1
Env. momentos posit.	7.2	0.9	-1.6	-2.3	-1.5	1.3	7.9
Momentos repres.		7.2(0.09)	-0.1(1.06)	-4.5(3.18)		8.1(6.27)	
Env. cortantes negat.	——	-5.4	-2.4	-0.1	1.1	2.5	——
Env. cortantes posit.	——	-2.7	-1.1	0.3	2.6	5.8	——
Cortantes repres.		8.9(x= 6.15)			-8.4(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	——	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	——
Torsor borde apoyo:		0.85(x= 0.20)		0.85(x= 6.15)		Tor. agota.: 30.92	

```
N.izq.: P4 ---------------------- N.der.: P5

  Arm.Inferior: 3Ø16(<<1.40+1.40=2.80), 3Ø12(<<1.25+1.30=2.55)  -----  3Ø16(1.40>>), 3Ø12(1.30>>)
   Arm.Montaje: 4Ø12(6.70)
      Arm.Piel: 2Ø10(6.66)
  Arm.Superior: 4Ø16(6.70), 3Ø16(3.85)
      Estribos: 24x2eØ8c/0.27(6.35)
```

Tramo nº 5 (L= 7.19) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	16.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8
E. cap. mom. pos. inf.	11.9	55.8	16.8	16.8	16.8	16.8	0.5
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 2.14)		55.8(x= 4.57)		55.8(x= 7.12)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		55.8(x= 1.17)		16.8(x= 1.66)		33.0(x= 6.99)	
Env. momentos negat.	3.1	0.0	-2.6	-3.8	-4.1	-3.7	-1.2
Env. momentos posit.	7.9	1.0	-1.0	-1.6	-1.8	-1.3	0.4
Momentos repres.		7.9(0.0)		-4.1(4.57)	-3.7(5.99)	0.4(7.19)	
Env. cortantes negat.	——	-4.2	-1.7	-0.7	-0.2	0.1	——
Env. cortantes posit.	——	-1.7	-0.7	-0.1	0.2	1.6	——
Cortantes repres.		4.2(x= 6.99)			-7.5(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	——	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	——
Torsor borde apoyo:		0.20(x= 0.20)		0.20(x= 6.99)		Tor. agota.: 30.92	

```
N.izq.: P5 ---------------------- N.der.: P6
```

```
Arm.Inferior: 3Ø16(<<1.40+1.60=3.00), 3Ø12(<<1.30+1.45=2.75)  -----  3Ø12(1.95+0.25P=2.20)
 Arm.Montaje: 4Ø12(7.70+0.25P=7.95)
    Arm.Piel: 2Ø10(7.50)
Arm.Superior: 4Ø16(7.70+0.25P=7.95), 3Ø16(7.50)
    Estribos: 28x2eØ8c/0.27(7.36)
```

Pórtico núm.: 2 — Grupo de plantas: 0

Tramo nº 1 (L= 8.40) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	16.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	16.8
E. cap. mom. pos. inf.	6.4	33.0	16.8	16.8	16.8	16.8	4.5
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 2.44)		55.8(x= 5.37)		55.8(x= 7.72)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		55.8(x= 0.68)		16.8(x= 1.85)		55.8(x= 8.31)	
Env. momentos negat.	1.3	-1.1	-2.8	-3.8	-4.8	-4.3	0.7
Env. momentos posit.	3.6	-0.0	-1.2	-2.0	-2.4	-1.9	2.6
Momentos repres.		4.2(0.07)	-1.1(1.40)	-5.0(5.96)	-4.3(7.00)	2.6(8.40)	
Env. cortantes negat.	——	-2.3	-1.0	-0.9	-0.5	0.9	——
Env. cortantes posit.	——	-1.0	-0.3	-0.3	-0.2	2.1	——
Cortantes repres.		8.2(x= 8.31)			-5.1(x= 0.09)		
Envolvente de torsión	——	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	——
Torsor borde apoyo:		0.48(x= 0.09)		0.48(x= 8.31)	Tor. agota.: 30.92		

```
N.izq.: P2 ---------------------- N.der.: P9

Arm.Inferior: 3Ø16(0.25P+2.05=2.30), 2Ø12(0.25P+1.90=2.15)  -----  3Ø16(2.20+0.25P=2.45), 2Ø12(2.00+0.25P=2.25)
 Arm.Montaje: 4Ø12(0.25P+8.91+0.25P=9.41)
    Arm.Piel: 2Ø10(8.70)
Arm.Superior: 4Ø16(0.25P+8.91+0.25P=9.41), 3Ø16(7.05)
    Estribos: 32x2eØ8c/0.27(8.50)
```

Pórtico núm.: 3 — Grupo de plantas: 0

Tramo nº 1 (L= 8.64) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	16.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8
E. cap. mom. pos. inf.	4.0	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	1.3
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 2.51)		55.8(x= 5.53)		55.8(x= 8.58)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		55.8(x= 0.09)		16.8(x= 1.90)		33.0(x= 8.55)	
Env. momentos negat.	0.6	-5.0	-4.9	-3.4	-3.1	-3.2	-0.9
Env. momentos posit.	2.3	-2.3	-2.5	-1.7	-1.2	-0.7	0.8

Momentos repres.		2.3(0.0)	-5.0(1.44)	-5.5(1.90)	-3.2(7.20)	0.8(8.58)	
Env. cortantes negat.	------	-1.9	0.3	0.2	-0.3	0.0	------
Env. cortantes posit.	------	-0.8	1.0	0.9	0.3	0.7	------
Cortantes repres.		3.4(x= 8.55)			-9.1(x= 0.09)		
Envolvente de torsión	------	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	------
Torsor borde apoyo:		0.63(x= 0.09)	0.63(x= 8.55)	Tor. agota.: 30.92			

```
N.izq.: P11 ----------------------- N.der.: P6

   Arm.Inferior: 3Ø16(0.25P+2.25=2.50), 2Ø12(0.25P+2.05=2.30)  -----  3Ø12(2.35+0.25P=2.60)
    Arm.Montaje: 4Ø12(0.25P+9.37+0.25P=9.87)
       Arm.Piel: 2Ø10(8.95)
   Arm.Superior: 4Ø16(0.25P+9.37+0.25P=9.87), 3Ø16(9.00)
       Estribos: 33x2eØ8c/0.27(8.75)
```

Pórtico núm.: 4 --- Grupo de plantas: 0

Tramo nº 1 (L= 6.35) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	16.8
E. cap. mom. pos. inf.	0.9	18.8	16.8	16.8	16.8	55.8	21.6
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 1.90)		55.8(x= 4.02)		55.8(x= 4.87)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		33.0(x= 0.20)		33.0(x= 4.87)		55.8(x= 6.15)	
Env. momentos negat.	-1.6	-5.4	-6.5	-6.0	-3.5	1.2	7.3
Env. momentos posit.	0.6	-1.7	-3.0	-3.1	-1.6	3.5	14.3
Momentos repres.		0.7(0.08)	-5.4(1.06)	-6.6(2.32)		14.3(6.35)	
Env. cortantes negat.	------	-2.9	-0.9	0.4	1.9	4.4	------
Env. cortantes posit.	------	-0.9	0.0	1.4	4.2	8.9	------
Cortantes repres.		14.0(x= 6.15)			-5.3(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	------	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	------
Torsor borde apoyo:		0.03(x= 0.20)	0.03(x= 6.15)	Tor. agota.: 30.92			

```
N.izq.: P7 ----------------------- N.der.: P8

   Arm.Inferior: 3Ø12(0.25P+1.75=2.00)  -----  3Ø16(1.50>>), 3Ø12(1.30>>)
    Arm.Montaje: 4Ø12(0.25P+6.85=7.10)
       Arm.Piel: 2Ø10(6.65)
   Arm.Superior: 4Ø16(0.25P+6.85=7.10), 3Ø16(6.65)
       Estribos: 25x2eØ8c/0.27(6.51)
```

Tramo nº 2 (L= 6.90) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	16.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8
E. cap. mom. pos. inf.	21.6	55.8	16.8	16.8	16.8	16.8	------
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 2.06)		55.8(x= 4.38)		55.8(x= 6.83)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		55.8(x= 1.13)		16.8(x= 1.59)		16.8(x= 5.77)	
Env. momentos negat.	7.3	0.8	-4.4	-7.2	-8.0	-6.9	-1.5
Env. momentos posit.	14.3	2.7	-2.2	-3.7	-3.9	-3.0	-0.0
Momentos repres.		14.3(0.0)		-8.0(4.84)	-6.9(5.75)	0.0(6.90)	
Env. cortantes negat.	——	-8.5	-3.9	-1.5	-0.2	1.1	——
Env. cortantes posit.	------	-4.2	-1.8	-0.6	0.3	2.7	——
Cortantes repres.		7.1(x= 6.70)			-14.1(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	——	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	——
Torsor borde apoyo:		0.07(x= 0.20)		0.07(x= 6.70)	Tor. agota.: 30.92		

```
N.izq.: P8 ---------------------- N.der.: P9

  Arm.Inferior: 3Ø16(<<1.50+1.55=3.05), 3Ø12(<<1.30+1.40=2.70)  -----
   Arm.Montaje: 4Ø12(7.40+0.25P=7.65)
      Arm.Piel: 2Ø10(7.21)
  Arm.Superior: 4Ø16(7.40+0.25P=7.65), 3Ø16(7.25)
      Estribos: 27x2eØ8c/0.27(7.06)
```

Pórtico núm.: 5 — Grupo de plantas: 0

Tramo nº 1 (L= 7.19) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8
E. cap. mom. pos. inf.	0.1	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	0.8
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 2.14)		55.8(x= 4.57)		55.8(x= 7.12)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		16.8(x= 0.20)		16.8(x= 1.66)		33.0(x= 6.99)	
Env. momentos negat.	-1.4	-6.4	-6.4	-5.4	-5.2	-5.0	-1.6
Env. momentos posit.	0.0	-2.8	-3.2	-2.9	-2.4	-1.6	0.6
Momentos repres.		0.0(0.0)	-6.4(1.20)	-6.7(1.66)	-5.0(5.99)	0.6(7.12)	
Env. cortantes negat.	——	-1.8	0.1	0.1	-0.2	0.3	——
Env. cortantes posit.	------	-0.7	0.8	0.7	0.5	1.7	——
Cortantes repres.		5.0(x= 6.99)			-7.0(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	——	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	——
Torsor borde apoyo:		0.07(x= 0.20)		0.07(x= 6.99)	Tor. agota.: 30.92		

```
N.izq.: P11 ---------------------- N.der.: P12
```

```
Arm.Inferior:   -----  3Ø12(1.95+0.25P=2.20)
 Arm.Montaje: 4Ø12(0.25P+7.86+0.25P=8.36)
    Arm.Piel: 2Ø10(7.50)
Arm.Superior: 4Ø16(0.25P+7.86+0.25P=8.36), 3Ø16(7.50)
    Estribos: 28x2eØ8c/0.27(7.52)
```

Pórtico núm.: 6 — Grupo de plantas: 0

Tramo nº 1 (L= 9.31) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	16.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	16.8
E. cap. mom. pos. inf.	10.6	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	4.8
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 2.70)		55.8(x= 5.96)		55.8(x= 8.57)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		55.8(x= 0.74)		16.8(x= 2.04)		55.8(x= 9.22)	
Env. momentos negat.	2.6	-0.9	-3.0	-3.7	-4.6	-4.4	0.9
Env. momentos posit.	5.9	-0.2	-1.6	-1.9	-2.4	-2.1	2.6
Momentos repres.		6.5(0.06)	-0.9(1.55)	-4.9(7.27)	-4.4(7.76)	2.7(9.28)	
Env. cortantes negat.	——	-3.0	-0.8	-0.7	-0.8	0.7	——
Env. cortantes posit.	——	-1.4	-0.4	-0.3	-0.3	1.6	——
Cortantes repres.		8.2(x= 9.22)			-7.5(x= 0.08)		
Envolvente de torsión	——	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	——
Torsor borde apoyo:		0.45(x= 0.08)		0.45(x= 9.22)		Tor. agota.: 30.92	

```
N.izq.: P17 ----------------------- N.der.: P9

  Arm.Inferior: 3Ø16(0.25P+2.30=2.55), 2Ø12(0.25P+2.10=2.35)  -----  3Ø16(2.35+0.25P=2.60), 2Ø12(2.15+0.25P=2.40)
   Arm.Montaje: 4Ø12(0.25P+9.79+0.25P=10.29)
      Arm.Piel: 2Ø10(9.65)
  Arm.Superior: 4Ø16(0.25P+9.79+0.25P=10.29), 3Ø16(7.85)
      Estribos: 35x2eØ8c/0.27(9.40)
```

Pórtico núm.: 7 — Grupo de plantas: 0

Tramo nº 1 (L= 9.53) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	16.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8
E. cap. mom. pos. inf.	4.2	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	0.2
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 2.76)		55.8(x= 6.10)		55.8(x= 9.48)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		55.8(x= 0.08)		16.8(x= 2.09)		33.0(x= 9.44)	
Env. momentos negat.	0.6	-4.9	-4.1	-2.5	-2.8	-4.3	-2.6
Env. momentos posit.	2.3	-2.4	-2.1	-1.3	-1.1	-1.3	0.1

Momentos repres.		2.4(0.03)	-4.9(1.59)	-5.2(2.09)	-4.4(8.11)	0.2(9.53)	
Env. cortantes negat.	------	-1.3	0.6	0.2	-0.8	-0.6	------
Env. cortantes posit.	------	-0.4	1.2	0.6	-0.1	0.1	------
Cortantes repres.		3.4(x= 9.44)			-9.1(x= 0.08)		
Envolvente de torsión	------	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	------
Torsor borde apoyo:		0.60(x= 0.08)	0.60(x= 9.44)	Tor. agota.: 30.92			

```
N.izq.: P11 ----------------------- N.der.: P13

  Arm.Inferior: 3Ø16(0.25P+2.40=2.65), 2Ø12(0.25P+2.20=2.45)  -----  3Ø12(2.60+0.25P=2.85)
   Arm.Montaje: 4Ø12(0.25P+10.24+0.25P=10.74)
      Arm.Piel: 2Ø10(9.85)
  Arm.Superior: 4Ø16(0.25P+10.24+0.25P=10.74), 3Ø16(9.90)
      Estribos: 36x2eØ8c/0.27(9.62)
```

Pórtico núm.: 8 --- Grupo de plantas: 0

Tramo nº 1 (L= 6.35) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	33.0	16.8
E. cap. mom. pos. inf.	0.4	16.8	16.8	16.8	16.8	55.8	12.7
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 1.90)		55.8(x= 4.02)		55.8(x= 4.45)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		33.0(x= 0.20)		55.8(x= 4.87)		55.8(x= 6.15)	
Env. momentos negat.	-2.3	-5.6	-5.8	-4.7	-2.5	0.8	4.4
Env. momentos posit.	0.3	-1.7	-2.5	-2.4	-1.1	2.7	8.4
Momentos repres.		0.3(0.0)	-5.6(1.06)	-5.9(1.90)		9.6(6.20)	
Env. cortantes negat.	------	-2.0	-0.3	0.5	1.4	3.0	------
Env. cortantes posit.	------	-0.4	0.5	1.6	3.3	6.2	------
Cortantes repres.		9.4(x= 6.15)			-4.6(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	------	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	------
Torsor borde apoyo:		0.10(x= 0.20)	0.10(x= 6.15)	Tor. agota.: 30.92			

```
N.izq.: P18 ----------------------- N.der.: P17

  Arm.Inferior: 3Ø12(0.25P+1.75=2.00)  -----  3Ø16(1.50>>), 3Ø12(1.50>>)
   Arm.Montaje: 4Ø12(0.25P+6.85=7.10)
      Arm.Piel: 2Ø10(6.65)
  Arm.Superior: 4Ø16(0.25P+6.85=7.10), 3Ø16(6.65)
      Estribos: 25x2eØ8c/0.27(6.51)
```

Tramo nº 2 (L= 6.90) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	16.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	16.8
E. cap. mom. pos. inf.	12.7	55.8	16.8	16.8	16.8	55.8	11.9
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 2.06)		55.8(x= 4.38)		55.8(x= 5.31)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		55.8(x= 1.13)		16.8(x= 1.59)		55.8(x= 6.70)	
Env. momentos negat.	4.4	-0.4	-3.7	-4.8	-3.6	-0.2	3.4
Env. momentos posit.	8.4	0.5	-1.8	-2.5	-1.8	0.8	7.9
Momentos repres.		8.4(0.0)	-0.4(1.15)	-4.8(3.45)	-0.2(5.75)	7.9(6.90)	
Env. cortantes negat.	——	-5.0	-2.1	-0.1	1.0	2.4	——
Env. cortantes posit.	——	-2.4	-0.9	0.2	2.2	5.2	——
Cortantes repres.		8.7(x= 6.70)			-8.3(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	——	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	——
Torsor borde apoyo:		0.40(x= 0.20)		0.40(x= 6.70)		Tor. agota.: 30.92	

```
N.izq.: P17 ----------------------- N.der.: P16

  Arm.Inferior: 3Ø16(<<1.50+1.55=3.05), 3Ø12(<<1.50+1.40=2.90)  -----  3Ø16(1.55>>), 3Ø12(1.40>>)
   Arm.Montaje: 4Ø12(7.25)
      Arm.Piel: 2Ø10(7.21)
  Arm.Superior: 4Ø16(7.25), 3Ø16(4.15)
      Estribos: 26x2eØ8c/0.27(6.90)
```

Tramo nº 3 (L= 6.20) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	16.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	16.8
E. cap. mom. pos. inf.	11.9	55.8	16.8	16.8	16.8	55.8	14.9
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 1.86)		55.8(x= 3.93)		55.8(x= 4.76)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		55.8(x= 1.03)		16.8(x= 1.44)		55.8(x= 6.00)	
Env. momentos negat.	3.4	-0.3	-4.0	-5.4	-3.9	0.2	5.4
Env. momentos posit.	7.9	0.8	-2.0	-2.8	-1.9	1.6	9.9
Momentos repres.		7.9(0.0)	-0.3(1.03)	-5.4(3.10)		9.9(6.20)	
Env. cortantes negat.	——	-6.1	-2.8	-0.2	1.5	3.6	——
Env. cortantes posit.	——	-2.9	-1.3	0.2	3.2	7.2	——
Cortantes repres.		11.2(x= 6.00)			-9.3(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	——	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	——
Torsor borde apoyo:		1.01(x= 0.20)		1.01(x= 6.00)		Tor. agota.: 30.92	

```
N.izq.: P16 ----------------------- N.der.: P15

  Arm.Inferior: 3Ø16(<<1.55+1.40=2.95), 3Ø12(<<1.40+1.25=2.65)  -----  3Ø16(1.40>>), 3Ø12(1.25>>)
   Arm.Montaje: 4Ø12(6.55)
      Arm.Piel: 2Ø10(6.51)
```

Arm.Superior: 4Ø16(6.55), 3Ø16(3.75)

Estribos: 23x2eØ8c/0.27(6.20)

Tramo nº 4 (L= 6.35) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	16.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	16.8
E. cap. mom. pos. inf.	14.9	55.8	16.8	16.8	16.8	55.8	15.7
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 1.90)		55.8(x= 4.03)		55.8(x= 4.88)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		55.8(x= 1.05)		16.8(x= 1.48)		55.8(x= 6.15)	
Env. momentos negat.	5.4	-0.0	-4.6	-8.1	-4.3	0.2	4.6
Env. momentos posit.	9.9	1.2	-2.3	-3.2	-2.1	1.7	10.4
Momentos repres.		10.0(0.09)		0.0(1.06) -6.1(3.18)		10.5(6.29)	
Env. cortantes negat.	——	-7.4	-3.2	-0.1	1.6	3.6	——
Env. cortantes posit.	——	-3.7	-1.5	0.3	3.5	7.6	——
Cortantes repres.		11.6(x= 6.15)			-11.6(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	——	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	——
Torsor borde apoyo:		1.07(x= 0.20)		1.07(x= 6.15)	Tor. agota.: 30.92		

N.izq.: P15 ---------- N.der.: P14

Arm.Inferior: 3Ø16(<<1.40+1.40=2.80), 3Ø12(<<1.25+1.30=2.55) ----- 3Ø16(1.40>>), 3Ø12(1.30>>)

Arm.Montaje: 4Ø12(6.70)

Arm.Piel: 2Ø10(6.65)

Arm.Superior: 4Ø16(6.70), 3Ø16(3.85)

Estribos: 24x2eØ8c/0.27(6.35)

Tramo nº 5 (L= 7.19) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	16.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8
E. cap. mom. pos. inf.	15.7	55.8	16.8	16.8	16.8	16.8	1.3
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 2.14)		55.8(x= 4.57)		55.8(x= 7.12)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		55.8(x= 1.17)		16.8(x= 1.68)		33.0(x= 6.99)	
Env. momentos negat.	4.6	0.1	-3.5	-5.1	-5.3	-4.4	-0.7
Env. momentos posit.	10.4	1.3	-1.6	-2.4	-2.5	-1.5	0.9
Momentos repres.		10.4(0.0)		-5.3(4.08) -4.4(5.99)		1.0(7.12)	
Env. cortantes negat.	——	-5.7	-2.3	-0.7	-0.1	0.8	——
Env. cortantes posit.	——	-2.6	-1.0	-0.2	0.5	2.4	——
Cortantes repres.		5.8(x= 6.99)			-10.1(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	——	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	——
Torsor borde apoyo:		0.34(x= 0.20)		0.34(x= 6.99)	Tor. agota.: 30.92		

```
N.izq.: P14 ---------------------- N.der.: P13

   Arm.Inferior: 3Ø16(<<1.40+1.60=3.00), 3Ø12(<<1.30+1.45=2.75)  -----  3Ø12(1.95+0.25P=2.20)
    Arm.Montaje: 4Ø12(7.70+0.25P=7.95)
       Arm.Piel: 2Ø10(7.50)
   Arm.Superior: 4Ø16(7.70+0.25P=7.95), 3Ø16(7.50)
       Estribos: 28x2eØ8c/0.27(7.36)
```

Pórtico núm.: 9 --- Grupo de plantas: 0

Tramo nº 1 (L= 6.35) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8
E. cap. mom. pos. inf.	1.1	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	1.3
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 1.90)		55.8(x= 4.02)		55.8(x= 6.27)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		33.0(x= 0.20)		16.8(x= 1.47)		33.0(x= 6.15)	
Env. momentos negat.	-1.6	-5.6	-6.5	-6.6	-6.3	-5.5	-1.3
Env. momentos posit.	0.8	-1.7	-2.7	-2.8	-2.7	-1.5	0.8
Momentos repres.		0.8(0.08)	-5.6(1.06)	-6.6(2.75)	-5.5(5.29)	0.9(6.27)	
Env. cortantes negat.	------	-2.6	-0.9	-0.5	-0.2	0.9	------
Env. cortantes posit.	------	-0.8	0.2	0.5	0.9	2.7	------
Cortantes repres.		6.4(x= 6.15)			-6.1(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	------	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	------
Torsor borde apoyo:		0.33(x= 0.20)		0.33(x= 6.15)		Tor. agota.: 30.92	

```
N.izq.: P19 ---------------------- N.der.: P20

   Arm.Inferior: 3Ø12(0.25P+1.75=2.00)  -----  3Ø12(1.75+0.25P=2.00)
    Arm.Montaje: 4Ø12(0.25P+7.01+0.25P=7.51)
       Arm.Piel: 2Ø10(6.65)
   Arm.Superior: 4Ø16(0.25P+7.01+0.25P=7.51), 3Ø16(6.65)
       Estribos: 25x2eØ8c/0.27(6.67)
```

Pórtico núm.: 10 --- Grupo de plantas: 0

Tramo nº 1 (L= 4.78) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	16.8	16.8
E. cap. mom. pos. inf.	2.7	33.0	16.8	16.8	16.8	55.8	11.2
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 1.45)		55.8(x= 3.02)		55.8(x= 3.64)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		33.0(x= 0.83)		33.0(x= 3.64)		55.8(x= 4.58)	

Env. momentos negat.	-1.5	-4.5	-5.5	-4.7	-2.3	0.3	3.8
Env. momentos posit.	1.8	0.2	-1.3	-1.9	-1.1	2.4	7.4
Momentos repres.		2.1(0.12)	-4.6(0.83)	-5.5(1.76)		7.6(4.67)	
Env. cortantes negat.	——	-3.8	-1.5	-0.0	1.3	2.9	——
Env. cortantes posit.	——	-1.2	0.3	2.1	4.4	7.1	——
Cortantes repres.		9.3(x= 4.58)			-5.8(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	——	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	——
Torsor borde apoyo:		0.28(x= 0.20)	0.28(x= 4.58)	Tor. agota.: 30.92			

```
N.izq.: P1 ----------------------- N.der.: P7

  Arm.Inferior: 3Ø12(0.25P+1.40=1.65)  -----  3Ø16(1.15>>), 3Ø12(1.00>>)
   Arm.Montaje: 4Ø12(0.25P+5.30=5.55)
      Arm.Piel: 2Ø10(5.10)
  Arm.Superior: 4Ø16(0.25P+5.30=5.55), 3Ø16(5.10)
      Estribos: 19x2eØ8c/0.27(4.94)
```

Tramo nº 2 (L= 6.25) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	16.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	16.8
E. cap. mom. pos. inf.	11.2	55.8	16.8	16.8	16.8	55.8	13.7
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 1.87)		55.8(x= 3.96)		55.8(x= 4.79)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		55.8(x= 1.03)		16.8(x= 1.45)		55.8(x= 6.05)	
Env. momentos negat.	3.8	-0.6	-4.0	-5.1	-3.8	-0.2	4.6
Env. momentos posit.	7.4	1.1	-1.8	-2.7	-1.6	1.7	9.1
Momentos repres.		7.9(0.11)	-0.6(1.04)	-5.1(3.12)	-0.2(5.20)	9.3(6.13)	
Env. cortantes negat.	——	-6.1	-2.8	-0.2	1.2	3.0	——
Env. cortantes posit.	——	-2.6	-1.0	0.3	3.1	6.7	——
Cortantes repres.		10.3(x= 6.05)			-9.4(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	——	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	——
Torsor borde apoyo:		0.35(x= 0.20)	0.35(x= 6.05)	Tor. agota.: 30.92			

```
N.izq.: P7 ----------------------- N.der.: P18

  Arm.Inferior: 3Ø16(<<1.15+1.40=2.55), 3Ø12(<<1.00+1.25=2.25)  -----  3Ø16(1.40>>), 3Ø12(1.25>>)
   Arm.Montaje: 4Ø12(6.55)
      Arm.Piel: 2Ø10(6.55)
  Arm.Superior: 4Ø16(6.60), 3Ø16(3.75)
      Estribos: 24x2eØ8c/0.27(6.25)
```

Tramo nº 3 (L= 5.51) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	16.8	16.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8
E. cap. mom. pos. inf.	13.7	55.8	16.8	16.8	16.8	33.0	2.7
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 1.66)		55.8(x= 3.49)		55.8(x= 5.43)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		55.8(x= 0.93)		33.0(x= 1.30)		33.0(x= 5.31)	
Env. momentos negat.	4.6	0.2	-3.4	-6.2	-7.1	-5.8	-1.5
Env. momentos posit.	9.1	2.3	-1.6	-2.8	-2.4	-0.7	1.8
Momentos repres.		9.3(0.11)		-7.1(3.49)	-5.9(4.58)	2.0(5.39)	
Env. cortantes negat.	------	-7.6	-4.5	-2.1	-0.3	1.4	——
Env. cortantes posit.	——	-3.3	-1.6	-0.2	1.4	4.2	——
Cortantes repres.		7.4(x= 5.31)			-10.6(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	——	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	——
Torsor borde apoyo:		0.50(x= 0.20)		0.50(x= 5.31)	Tor. agota.: 30.92		

```
N.izq.: P18 ----------------------- N.der.: P19

  Arm.Inferior: 3Ø16(<<1.40+1.30=2.70), 3Ø12(<<1.25+1.15=2.40)  -----  3Ø12(1.55+0.25P=1.80)
   Arm.Montaje: 4Ø12(6.00+0.25P=6.25)
      Arm.Piel: 2Ø10(5.82)
  Arm.Superior: 4Ø16(6.05+0.25P=6.30), 3Ø16(5.85)
      Estribos: 21x2eØ8c/0.27(5.67)
```

Pórtico núm.: 11 — Grupo de plantas: 0

Tramo nº 1 (L= 4.78) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	16.8	16.8
E. cap. mom. pos. inf.	1.0	16.8	16.8	16.8	33.0	55.8	19.7
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 1.45)		55.8(x= 3.02)		55.8(x= 3.33)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		33.0(x= 0.20)		55.8(x= 3.64)		55.8(x= 4.58)	
Env. momentos negat.	-3.1	-5.7	-5.9	-4.5	-1.5	1.6	6.8
Env. momentos posit.	0.7	-0.8	-1.9	-2.1	-0.3	5.6	13.0
Momentos repres.		0.7(0.08)	-5.8(0.83)	-6.0(1.45)		13.3(4.70)	
Env. cortantes negat.	------	-2.8	-0.9	0.5	2.2	4.4	——
Env. cortantes posit.	——	-0.2	0.9	3.0	6.1	10.3	------
Cortantes repres.		13.9(x= 4.58)			-4.2(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	——	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	——
Torsor borde apoyo:		0.07(x= 0.20)		0.07(x= 4.58)	Tor. agota.: 30.92		

```
N.izq.: P2 ----------------------- N.der.: P8
```

```
Arm.Inferior: 3Ø12(0.25P+1.40=1.65)  -----  3Ø16(1.50>>), 3Ø12(1.15>>)
 Arm.Montaje: 4Ø12(0.25P+5.30=5.55)
    Arm.Piel: 2Ø10(5.10)
Arm.Superior: 4Ø16(0.25P+5.30=5.55), 3Ø16(5.10)
    Estribos: 19x2eØ8c/0.27(4.94)
```

Tramo nº 2 (L= 6.24) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	16.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	16.8
E. cap. mom. pos. inf.	19.7	55.8	16.8	16.8	16.8	33.0	11.2
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 1.87)		55.8(x= 3.96)		55.8(x= 5.21)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		55.8(x= 1.03)		33.0(x= 1.45)		55.8(x= 6.05)	
Env. momentos negat.	6.8	0.4	-4.2	-6.2	-5.2	-1.8	3.9
Env. momentos posit.	13.0	2.9	-1.8	-3.2	-2.4	0.0	7.4
Momentos repres.		13.2(0.11)		-6.2(3.12)	-1.8(5.20)	7.4(6.24)	
Env. cortantes negat.	——	-9.0	-4.0	-0.6	1.0	2.4	——
Env. cortantes posit.	——	-4.1	-1.7	0.1	2.6	5.6	——
Cortantes repres.		8.5(x= 6.05)			-14.1(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	——	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	——
Torsor borde apoyo:		0.05(x= 0.20)		0.05(x= 6.05)		Tor. agota.: 30.92	

```
N.izq.: P8 ----------------------- N.der.: P17

Arm.Inferior: 3Ø16(<<1.50+1.50=3.00), 3Ø12(<<1.15+1.25=2.40)  -----  3Ø16(1.40>>), 3Ø12(1.25>>)
 Arm.Montaje: 4Ø12(6.55)
    Arm.Piel: 2Ø10(6.55)
Arm.Superior: 4Ø16(6.60), 3Ø16(4.20)
    Estribos: 24x2eØ8c/0.27(6.25)
```

Tramo nº 3 (L= 5.51) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	16.8	16.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8
E. cap. mom. pos. inf.	11.2	55.8	16.8	16.8	16.8	33.0	3.0
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 1.66)		55.8(x= 3.49)		55.8(x= 5.43)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		55.8(x= 0.93)		33.0(x= 1.30)		33.0(x= 5.31)	
Env. momentos negat.	3.9	0.5	-2.9	-5.8	-6.9	-5.8	-1.6
Env. momentos posit.	7.4	3.1	-1.3	-2.6	-2.2	-0.5	2.0
Momentos repres.		9.7(0.17)		-7.0(3.85)	-5.9(4.58)	2.2(5.39)	
Env. cortantes negat.	——	-7.7	-4.7	-2.4	-0.5	1.3	——
Env. cortantes posit.	——	-3.3	-1.6	-0.3	1.3	4.3	——
Cortantes repres.		7.4(x= 5.31)			-10.4(x= 0.20)		

Envolvente de torsión	——	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	——

Torsor borde apoyo: 0.83(x= 0.20) 0.83(x= 5.31) Tor. agota.: 30.92

```
N.izq.: P17 ----------------------- N.der.: P20

  Arm.Inferior: 3Ø16(<<1.40+1.30=2.70), 3Ø12(<<1.25+1.15=2.40)  -----  3Ø12(1.55+0.25P=1.80)
   Arm.Montaje: 4Ø12(6.00+0.25P=6.25)
      Arm.Piel: 2Ø10(5.82)
  Arm.Superior: 4Ø16(6.05+0.25P=6.30), 3Ø16(5.85)
      Estribos: 21x2eØ8c/0.27(5.67)
```

Pórtico núm.: 12 — Grupo de plantas: 0

Tramo nº 1 (L= 4.78) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	16.8	16.8
E. cap. mom. pos. inf.	3.0	33.0	16.8	16.8	33.0	55.8	21.0
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 1.45)		55.8(x= 3.02)		55.8(x= 3.33)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		33.0(x= 0.83)		55.8(x= 3.64)		55.8(x= 4.58)	
Env. momentos negat.	-2.3	-5.2	-5.9	-4.8	-1.4	1.9	7.1
Env. momentos posit.	2.0	0.3	-1.4	-1.9	-0.5	5.8	13.9
Momentos repres.		2.4(0.16)	-5.2(0.83)	-6.0(1.45)		14.2(4.67)	
Env. cortantes negat.	——	-4.2	-1.7	0.2	2.3	4.8	——
Env. cortantes posit.	——	-0.6	0.6	2.9	6.5	11.0	——
Cortantes repres.		14.9(x= 4.58)			-5.9(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	——	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	——

Torsor borde apoyo: 0.89(x= 0.20) 0.89(x= 4.58) Tor. agota.: 30.92

```
N.izq.: P3 ----------------------- N.der.: P9

  Arm.Inferior: 3Ø12(0.25P+1.40=1.65)  -----  3Ø16(1.50>>), 3Ø12(1.15>>)
   Arm.Montaje: 4Ø12(0.25P+5.30=5.55)
      Arm.Piel: 2Ø10(5.10)
  Arm.Superior: 4Ø16(0.25P+5.30=5.55), 3Ø16(5.10)
      Estribos: 19x2eØ8c/0.27(4.94)
```

Tramo nº 2 (L= 6.25) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	16.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8
E. cap. mom. pos. inf.	21.0	55.8	16.8	16.8	16.8	16.8	3.2
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 1.87)		55.8(x= 3.96)		55.8(x= 6.17)	

Cap. mom. pos. repre. inf.		55.8(x= 1.03)		33.0(x= 1.45)		33.0(x= 6.05)	
Env. momentos negat.	7.1	0.7	-3.8	-6.3	-6.8	-5.6	-2.0
Env. momentos posit.	13.9	3.3	-1.8	-3.1	-2.3	-0.4	2.1
Momentos repres.		13.9(0.09)		-6.8(3.96)	-5.6(5.20)	2.5(6.13)	
Env. cortantes negat.	——	-9.1	-4.3	-1.4	-0.2	0.6	——
Env. cortantes posit.	——	-4.2	-1.7	0.0	1.7	3.9	——
Cortantes repres.		6.3(x= 6.05)			-14.5(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	——	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	——
Torsor borde apoyo:		0.78(x= 0.20)		0.78(x= 6.05)	Tor. agota.: 30.92		

```
N.izq.: P9 ----------------------- N.der.: P16

  Arm.Inferior: 3Ø16(<<1.50+1.50=3.00), 3Ø12(<<1.15+1.25=2.40)  -----  3Ø12(1.75+0.25P=2.00)
   Arm.Montaje: 4Ø12(6.75+0.25P=7.00)
      Arm.Piel: 2Ø10(6.55)
  Arm.Superior: 4Ø16(6.75+0.25P=7.00), 3Ø16(6.55)
      Estribos: 24x2eØ8c/0.27(6.41)
```

Pórtico núm.: 13 — Grupo de plantas: 0

Tramo nº 1 (L= 4.78) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	16.8	16.8
E. cap. mom. pos. inf.	3.3	33.0	16.8	16.8	33.0	55.8	24.8
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 1.45)		55.8(x= 3.02)		55.8(x= 3.33)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		33.0(x= 0.83)		55.8(x= 3.64)		55.8(x= 4.58)	
Env. momentos negat.	-2.6	-5.9	-6.7	-5.4	-1.5	2.4	8.6
Env. momentos posit.	2.2	0.3	-1.7	-2.2	-0.5	6.9	16.5
Momentos repres.		2.6(0.12)	-6.0(0.83)	-6.8(1.45)		16.8(4.70)	
Env. cortantes negat.	——	-4.7	-1.9	0.3	2.8	5.8	——
Env. cortantes posit.	——	-0.7	0.7	3.4	7.5	12.9	——
Cortantes repres.		17.5(x= 4.58)			-6.6(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	——	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	——
Torsor borde apoyo:		1.07(x= 0.20)		1.07(x= 4.58)	Tor. agota.: 30.92		

```
N.izq.: P5 ----------------------- N.der.: P11

  Arm.Inferior: 3Ø12(0.25P+1.40=1.65)  -----  3Ø16(1.50>>), 3Ø12(1.15>>)
   Arm.Montaje: 4Ø12(0.25P+5.30=5.55)
      Arm.Piel: 2Ø10(5.10)
  Arm.Superior: 4Ø16(0.25P+5.30=5.55), 3Ø16(5.10)
      Estribos: 19x2eØ8c/0.27(4.94)
```

Tramo nº 2 (L= 6.24) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	16.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8
E. cap. mom. pos. inf.	24.8	55.8	16.8	16.8	16.8	16.8	3.6
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 1.87)		55.8(x= 3.96)		55.8(x= 6.17)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		55.8(x= 1.03)		33.0(x= 1.45)		33.0(x= 6.05)	
Env. momentos negat.	8.6	0.9	-4.6	-7.6	-8.1	-6.7	-2.2
Env. momentos posit.	16.5	3.8	-2.2	-3.7	-2.9	-0.6	2.4
Momentos repres.		16.5(0.09)		-8.2(3.96)	-6.7(5.20)	2.9(6.13)	
Env. cortantes negat.	——	-10.8	-5.1	-1.7	-0.2	0.9	——
Env. cortantes posit.	——	-5.1	-2.1	-0.0	1.9	4.6	——
Cortantes repres.		7.7(x= 6.05)			-17.1(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	——	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	——
Torsor borde apoyo:		0.94(x= 0.20)		0.94(x= 6.05)	Tor. agota.: 30.92		

```
N.izq.: P11 ---------------------- N.der.: P14

  Arm.Inferior: 3Ø16(<<1.50+1.50=3.00), 3Ø12(<<1.15+1.25=2.40)  -----  3Ø12(1.75+0.25P=2.00)
   Arm.Montaje: 4Ø12(6.75+0.25P=7.00)
      Arm.Piel: 2Ø10(6.55)
  Arm.Superior: 4Ø16(6.75+0.25P=7.00), 3Ø16(6.55)
      Estribos: 24x2eØ3c/0.27(6.41)
```

Pórtico núm.: 14 — Grupo de plantas: 0

Tramo nº 1 (L= 4.78) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	16.8	16.8
E. cap. mom. pos. inf.	2.8	33.0	16.8	16.8	16.8	55.8	16.2
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 1.45)		55.8(x= 3.02)		55.8(x= 3.33)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		33.0(x= 0.83)		55.8(x= 3.64)		55.8(x= 4.58)	
Env. momentos negat.	-2.0	-4.9	-5.5	-4.4	-1.6	1.0	5.6
Env. momentos posit.	1.8	0.3	-1.2	-1.8	-0.6	4.6	10.8
Momentos repres.		2.2(0.16)	-5.0(0.83)	-5.6(1.45)		11.3(4.67)	
Env. cortantes negat.	——	-3.7	-1.5	0.0	1.7	3.7	——
Env. cortantes posit.	——	-0.7	0.6	2.7	5.5	9.1	——
Cortantes repres.		12.2(x= 4.58)			-5.4(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	——	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	——
Torsor borde apoyo:		0.51(x= 0.20)		0.51(x= 4.58)	Tor. agota.: 30.92		

```
N.izq.: P6 ---------------------- N.der.: P12

  Arm.Inferior: 3Ø12(0.25P+1.40=1.65)  -----  3Ø16(1.15>>), 3Ø12(1.15>>)
   Arm.Montaje: 4Ø12(0.25P+5.30=5.55)
      Arm.Piel: 2Ø10(5.10)
  Arm.Superior: 4Ø16(0.25P+5.30=5.55), 3Ø16(5.10)
      Estribos: 19x2eØ8c/0.27(4.94)
```

Tramo nº 2 (L= 6.25) Cimentación Tipo R Sección B*H = 75 X 60

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	16.8	55.8	55.8	55.8	55.8	55.8	33.0
E. cap. mom. pos. inf.	16.2	55.8	16.8	16.8	16.8	16.8	3.6
Cap. mom. neg. repre. sup.		55.8(x= 1.87)		65.8(x= 3.96)		55.8(x= 5.63)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		55.8(x= 1.03)		33.0(x= 1.45)		55.8(x= 6.05)	
Env. momentos negat.	5.6	-0.1	-3.7	-5.9	-6.4	-5.1	-1.3
Env. momentos posit.	10.8	2.7	-1.7	-2.8	-2.1	-0.2	2.4
Momentos repres.		11.4(0.11)	-0.1(1.04)	-6.5(3.96)	-5.1(5.20)	2.8(6.13)	
Env. cortantes negat.	——	-7.8	-3.9	-1.4	-0.2	1.1	——
Env. cortantes posit.	——	-3.1	-1.2	0.1	1.5	3.9	——
Cortantes repres.		6.6(x= 6.05)			-12.0(x= 0.20)		
Envolvente de torsión	——	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	——
Torsor borde apoyo:		0.48(x= 0.20)		0.48(x= 6.05)		Tor. agota.: 30.92	

```
N.izq.: P12 ---------------------- N.der.: P13

  Arm.Inferior: 3Ø16(<<1.15+1.50=2.65), 3Ø12(<<1.15+1.25=2.40)  -----  3Ø16(1.75+0.25P=2.00), 2Ø12(1.60+0.25P=1.85)
   Arm.Montaje: 4Ø12(6.75+0.25P=7.00)
      Arm.Piel: 2Ø10(6.55)
  Arm.Superior: 4Ø16(6.75+0.25P=7.00), 3Ø16(5.05)
      Estribos: 24x2eØ8c/0.27(6.41)
```

Armado de vigas
Obra: CALCULOS EDIFICIO PRETRATAMIENTO
Gr.pl. no 1 Forjado 1 --- Pl. igual 1

Pórtico núm.: 1 — Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (L= 6.35) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	19.9	6.0	------	------	6.0	19.9	19.9
E. cap. mom. pos. inf.	——	19.9	20.0	20.5	19.9	6.0	------
Cap. mom. neg. repre. sup.		19.9(x= 0.14)		6.0(x= 4.15)		27.2(x= 6.15)	

Cap. mom. pos. repre. inf.		19.9(x= 1.25)	21.6(x= 2.95)	6.0(x= 5.10)			
Env. momentos negat.	-0.9	1.3	2.8	3.0	1.7	-2.2	-9.2
Env. momentos posit.	-0.0	3.6	6.3	6.4	3.5	-0.7	-4.4
Momentos repres.		-1.5(0.14)	4.3(1.25)	6.8(2.95)		-9.2(6.35)	
Env. cortantes negat.	——	1.7	0.6	-1.9	-3.7	-6.6	——
Env. cortantes posit.	——	3.8	1.9	-0.5	-1.6	-3.1	——
Cortantes repres.		5.5(x= 0.20)			-8.4(x= 6.15)		
Envolvente de torsión	——	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	——
Torsor borde apoyo:		0.05(x= 0.20)	0.07(x= 6.15)	Tor. agota.: 6.61			

```
N.izq.: P1 ---------------------- N.der.: P2

  Arm.Superior: 2Ø12(0.25P+1.60=1.85)  -----  3Ø16(1.40>>)
   Arm.Montaje: 3Ø10(0.25P+6.70=6.95)
  Arm.Inferior: 3Ø12(6.65), 2Ø10(5.60)
      Estribos: 43x1eØ6c/0.14(5.95)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.567cm (L/1120)
 Activa......: 0.377cm (L/1685)
```

Tramo nº 2 (L= 8.90) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	19.9	19.9	6.0	——	——	19.9	19.9
E. cap. mom. pos. inf.	——	6.0	19.9	19.9	19.9	11.5	——
Cap. mom. neg. repre. sup.		26.6(x= 0.20)		6.0(x= 2.30)	20.7(x= 6.70)		
Cap. mom. pos. repre. inf.		6.0(x= 0.76)		19.9(x= 3.60)	19.9(x= 5.55)		
Env. momentos negat.	-9.2	-1.9	1.6	2.7	1.9	-0.6	-7.1
Env. momentos posit.	-4.4	-0.6	3.7	5.8	4.1	0.1	-3.4
Momentos repres.		-9.2(0.0)		5.8(3.60)	0.8(5.55)	-7.1(8.90)	
Env. cortantes negat.	——	2.8	1.2	-0.1	-2.8	-5.6	——
Env. cortantes posit.	——	5.9	3.0	0.5	-1.2	-2.7	——
Cortantes repres.		7.7(x= 0.20)			-7.4(x= 6.70)		
Envolvente de torsión	——	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	——
Torsor borde apoyo:		0.03(x= 0.20)	0.08(x= 6.70)	Tor. agota.: 6.61			

```
N.izq.: P2 ---------------------- N.der.: P3

  Arm.Superior: 3Ø16(<<1.40+1.55=2.95)  -----  2Ø16(1.55>>)
   Arm.Montaje: 3Ø10(7.25)
  Arm.Inferior: 3Ø10(7.25), 3Ø10(4.65)
      Estribos: 47x1eØ6c/0.14(6.50)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.482cm (L/1432)
```

Activa.....: 0.318cm (L/2170)

Tramo nº 3 (L= 6.20) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	19.9	19.9	6.0	------	6.0	19.9	19.9
E. cap. mom. pos. inf.	------	6.0	19.9	19.9	19.9	11.5	------
Cap. mom. neg. repre. sup.		21.0(x= 0.20)		6.0(x= 2.10)		19.9(x= 6.12)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		6.0(x= 0.50)		19.9(x= 3.00)		19.9(x= 5.00)	
Env. momentos negat.	-7.1	-1.6	1.2	2.1	1.5	-0.4	-5.1
Env. momentos posit.	-3.4	-0.4	2.9	4.4	3.2	0.2	-2.6
Momentos repres.		-7.1(0.0)		4.4(3.00)	0.8(5.00)	-5.1(6.12)	
Env. cortantes negat.	------	2.2	1.3	-0.4	-2.1	-4.7	------
Env. cortantes posit.	------	4.9	3.2	0.1	-0.9	-2.3	------
Cortantes repres.		6.6(x= 0.20)			-6.4(x= 6.00)		
Envolvente de torsión	------	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	------
Torsor borde apoyo:		0.03(x= 0.20)		0.09(x= 6.00)	Tor. agota.: 6.61		

N.izq.: P3 ---------- N.der.: P4

Arm.Superior: 2Ø16(<<1.55+1.45=3.00) ----- 3Ø12(1.40>>)

Arm.Montaje: 3Ø10(6.55)

Arm.Inferior: 3Ø10(6.55), 3Ø10(4.20)

Estribos: 42x1e26c/0.14(5.80)

Flechas:

Tot. p. inf.: 0.299cm (L/2074)

Activa.....: 0.197cm (L/3148)

Tramo nº 4 (L= 6.35) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	19.9	19.9	6.0	6.0	6.0	19.9	19.9
E. cap. mom. pos. inf.	------	11.5	19.9	19.9	19.9	6.0	------
Cap. mom. neg. repre. sup.		19.9(x= 0.03)		6.0(x= 2.15)		25.2(x= 6.15)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		19.9(x= 1.25)		19.9(x= 3.10)		6.0(x= 5.10)	
Env. momentos negat.	-5.1	-0.5	1.4	1.8	0.7	-2.8	-9.0
Env. momentos posit.	-2.6	0.2	2.7	3.3	1.6	-1.2	-4.8
Momentos repres.		-5.1(0.0)	0.6(1.25)	3.4(3.10)		-9.0(6.35)	
Env. cortantes negat.	------	1.8	0.8	-1.0	-2.7	-5.4	------
Env. cortantes posit.	------	3.6	1.9	-0.4	-1.4	-2.8	------
Cortantes repres.		6.2(x= 0.20)			-7.1(x= 6.15)		
Envolvente de torsión	------	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	------
Torsor borde apoyo:		0.17(x= 0.20)		0.08(x= 6.15)	Tor. agota.: 6.61		

```
N.izq.: P4 ---------------------- N.der.: P5

  Arm.Superior: 3Ø12(<<1.40+1.40=2.80)  -----  3Ø16(1.75>>)
   Arm.Montaje: 3Ø10(6.70)
  Arm.Inferior: 3Ø10(6.70), 3Ø10(4.40)
      Estribos: 43x1eØ6c/0.14(5.95)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.209cm (L/3039)
 Activa......: 0.138cm (L/4602)
```

Tramo nº 5 (L= 7.19) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	19.9	19.9	——	——	——	6.0	19.9
E. cap. mom. pos. inf.	——	6.0	19.9	25.2	24.3	19.9	——
Cap. mom. neg. repre. sup.		27.6(x= 0.20)			19.9(x= 7.05)		
Cap. mom. pos. repre. inf.		19.9(x= 1.40)		25.9(x= 4.05)		19.9(x= 5.80)	
Env. momentos negat.	-9.0	-1.3	2.6	4.1	3.8	1.7	-1.3
Env. momentos posit.	-4.8	-0.4	5.1	7.9	7.6	4.3	-0.3
Momentos repres.		-9.1(0.11)	0.3(1.40)	8.2(4.05)	5.1(5.80)	-2.1(7.05)	
Env. cortantes negat.	——	3.2	1.7	0.6	-1.7	-4.6	——
Env. cortantes posit.	——	6.3	3.4	1.5	-0.7	-2.3	——
Cortantes repres.		8.1(x= 0.20)			-6.4(x= 6.99)		
Envolvente de torsión	——	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	——
Torsor borde apoyo:		0.04(x= 0.20)	0.08(x= 6.99)	Tor. agota.: 6.61			

```
N.izq.: P5 ---------------------- N.der.: P6

  Arm.Superior: 3Ø16(<<1.75+1.60=3.35)  -----  2Ø12(1.80+0.25P=2.05)
   Arm.Montaje: 3Ø10(7.55+0.25P=7.80)
  Arm.Inferior: 3Ø16(7.55)
      Estribos: 49x1eØ6c/0.14(6.79)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 1.049cm (L/686)
 Activa......: 0.738cm (L/975)
```

Pórtico núm.: 2 — Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (L= 6.35) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 50 X 50

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	31.0	——	——	——	——	31.0	47.4
E. cap. mom. pos. inf.	——	31.0	46.8	46.2	31.0	9.3	——

Cap. mom. neg. repre. sup.		31.0(x= 0.03)			62.3(x= 6.15)		
Cap. mom. pos. repre. inf.		33.0(x= 1.25)		48.7(x= 2.75)		9.3(x= 5.10)	
Env. momentos negat.	-1.2	5.2	9.2	9.1	5.0	-6.5	-27.7
Env. momentos posit.	-0.0	11.5	18.9	18.7	10.1	-2.8	-13.8
Momentos repres.		-1.6(0.09)	13.3(1.25)	19.7(2.75)		-27.7(6.35)	
Env. cortantes negat.	——	4.8	2.1	-4.6	-10.6	-19.7	——
Env. cortantes posit.	——	10.0	4.8	-2.3	-5.0	-9.7	——
Cortantes repres.		14.9(x= 0.20)			-24.5(x= 6.15)		
Envolvente de torsión	——	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	——
Torsor borde apoyo:		0.05(x= 0.20)	0.04(x= 6.15)	Tor. agota.: 12.90			

```
N.izq.: P7 ----------------------- N.der.: P8

  Arm.Superior: 4Ø12(0.25P+1.60=1.85)  -----  3Ø20(1.80>>), 2Ø16(1.30>>)
   Arm.Montaje: 4Ø10(0.25P+6.70=6.95)
      Arm.Piel: 2Ø10(6.65)
  Arm.Inferior: 3Ø16(6.70), 2Ø20(5.90)
      Estribos: 16x2eØ8c/0.3(4.55), 5x2eØ8c/0.28(1.40)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.823cm (L/772)
 Activa......: 0.586cm (L/1084)
```

Tramo nº 2 (L= 6.90) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 50 X 50

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	47.4	31.0	——	——	——	18.4	37.2
E. cap. mom. pos. inf.	——	9.3	31.0	44.7	33.9	31.0	——
Cap. mom. neg. repre. sup.		62.5(x= 0.20)			47.7(x= 6.70)		
Cap. mom. pos. repre. inf.		9.3(x= 1.00)		45.3(x= 3.60)		31.0(x= 5.55)	
Env. momentos negat.	-27.7	-4.8	5.8	8.9	6.8	-0.3	-21.7
Env. momentos posit.	-13.8	-2.1	11.7	18.1	13.7	0.4	-10.8
Momentos repres.		-27.7(0.0)		18.3(3.60)	3.1(5.55)	-21.7(6.90)	
Env. cortantes negat.	——	9.2	4.0	1.0	-8.3	-18.3	——
Env. cortantes posit.	——	18.4	8.4	1.8	-3.9	-9.1	——
Cortantes repres.		23.8(x= 0.20)			-23.8(x= 6.70)		
Envolvente de torsión	——	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	——
Torsor borde apoyo:		0.10(x= 0.20)	0.15(x= 6.70)	Tor. agota.: 12.90			

```
N.izq.: P8 ----------------------- N.der.: P9

  Arm.Superior: 3Ø20(<<1.80+1.80=3.60), 2Ø16(<<1.30+1.40=2.70)  -----  3Ø16(1.55>>), 3Ø12(1.40>>)
   Arm.Montaje: 4Ø10(7.25)
      Arm.Piel: 2Ø10(7.25)
  Arm.Inferior: 3Ø16(7.25), 2Ø20(4.65)
```

Estribos: 4x2e⌀8c/0.22(0.88), 19x2e⌀8c/0.3(5.62)

Flechas:

Tot. p. inf.: 0.735cm (L/939)

Activa.....: 0.524cm (L/1317)

Tramo nº 3 (L= 6.20) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 50 X 50

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	37.2	31.0	——	——	——	31.0	33.9
E. cap. mom. pos. inf.	——	9.3	31.0	34.4	31.0	9.3	——
Cap. mom. neg. repre. sup.		48.9(x= 0.20)			43.5(x= 6.00)		
Cap. mom. pos. repre. inf.		9.3(x= 0.80)	34.8(x= 3.00)		31.0(x= 5.00)		
Env. momentos negat.	-21.7	-3.9	4.4	6.9	4.8	-2.1	-19.8
Env. momentos posit.	-10.8	-1.5	9.1	13.9	9.8	-0.7	-10.2
Momentos repres.		-21.7(0.0)		14.1(3.00)	0.8(5.00)	-19.8(6.20)	
Env. cortantes negat.	——	7.4	4.4	-1.6	-7.1	-17.3	——
Env. cortantes posit.	——	15.1	9.4	-0.5	-3.4	-8.7	——
Cortantes repres.		20.4(x= 0.20)			-22.6(x= 6.00)		
Envolvente de torsión	——	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	——
Torsor borde apoyo:		0.08(x= 0.20)	0.21(x= 6.00)		Tor. agota.: 12.90		

N.izq.: P9 ---------- N.der.: P10

Arm.Superior: 3Ø16(<<1.55+1.55=3.10), 3Ø12(<<1.40+1.25=2.65) ----- 3Ø16(1.45>>), 3Ø12(1.25>>)

Arm.Montaje: 4Ø10(6.55)

Arm.Piel: 2Ø10(6.55)

Arm.Inferior: 3Ø16(6.55), 1Ø16(3.80)

Estribos: 4x2e⌀8c/0.29(1.16), 16x2e⌀8c/0.3(4.64)

Flechas:

Tot. p. inf.: 0.398cm (L/1558)

Activa.....: 0.267cm (L/2323)

Tramo nº 4 (L= 6.35) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 50 X 50

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	33.9	31.0	——	——	9.3	31.0	50.6
E. cap. mom. pos. inf.	——	9.3	31.0	31.0	31.0	——	——
Cap. mom. neg. repre. sup.		43.2(x= 0.20)		9.3(x= 4.00)	65.7(x= 6.15)		
Cap. mom. pos. repre. inf.		31.0(x= 1.25)	31.0(x= 1.30)		9.3(x= 5.10)		
Env. momentos negat.	-19.8	-2.5	4.3	5.9	2.7	-8.8	-29.6
Env. momentos posit.	-10.2	-0.9	8.5	11.3	5.3	-4.3	-15.3
Momentos repres.		-19.8(0.0)	0.4(1.25)	11.6(3.10)		-29.6(6.35)	
Env. cortantes negat.	——	6.4	3.4	-3.3	-8.9	-19.0	——
Env. cortantes posit.	——	12.6	8.9	-1.5	-4.5	-9.7	——

Cortantes repres.		22.3(x= 0.20)			-24.3(x= 6.15)		
Envolvente de torsión	——	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	——
Torsor borde apoyo:		0.34(x= 0.20)	0.16(x= 6.15)	Tor. agota.: 12.90			

```
N.izq.: P10 ---------------------- N.der.: P11

  Arm.Superior: 3Ø16(<<1.45+1.50*2.95), 3Ø12(<<1.25+1.30*2.55)  -----  3Ø20(1.90>>), 3Ø16(1.30>>)
   Arm.Montaje: 4Ø10(6.70)
      Arm.Piel: 2Ø10(6.70)
  Arm.Inferior: 3Ø12(6.70), 2Ø16(4.00)
      Estribos: 20x2eØ8c/0.3(5.95)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.266cm (L/2388)
 Activa......: 0.174cm (L/3650)
```

Tramo nº 5 (L= 7.19) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 50 X 50

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	50.6	31.0	——	——	——	——	31.0
E. cap. mom. pos. inf.	——	9.3	44.0	68.2	66.7	40.3	——
Cap. mom. neg. repre. sup.		67.9(x= 0.20)			31.0(x= 6.96)		
Cap. mom. pos. repre. inf.		31.0(x= 1.35)	70.6(x= 4.35)		46.7(x= 5.80)		
Env. momentos negat.	-29.6	-3.1	9.2	14.2	13.7	7.8	-1.9
Env. momentos posit.	-15.3	-1.2	17.8	27.6	27.0	16.3	-0.4
Momentos repres.		-29.6(0.03)	1.4(1.40)	28.6(4.35)	18.9(5.80)	-2.6(7.08)	
Env. cortantes negat.	——	10.6	5.5	2.5	-4.8	-14.8	——
Env. cortantes posit.	——	20.8	10.8	5.2	-2.3	-7.5	——
Cortantes repres.		26.3(x= 0.20)			-20.2(x= 6.99)		
Envolvente de torsión	——	0.02	0.01	0.00	0.00	0.02	——
Torsor borde apoyo:		0.07(x= 0.20)	0.12(x= 6.99)	Tor. agota.: 12.90			

```
N.izq.: P11 ---------------------- N.der.: P12

  Arm.Superior: 3Ø20(<<1.90+1.75=3.65), 3Ø16(<<1.30+1.45=2.75)  -----  4Ø12(1.80+0.25P=2.05)
   Arm.Montaje: 4Ø10(7.55+0.25P=7.80)
      Arm.Piel: 2Ø10(7.50)
  Arm.Inferior: 3Ø20(7.60+0.25P=7.85), 4Ø16(5.95)
      Estribos: 9x2eØ8c/0.19(1.71), 17x2eØ8c/0.3(5.08)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 1.908cm (L/377)
 Activa......: 1.312cm (L/549)
```

Pórtico núm.: 3 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (L= 6.35) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 50 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	24.8	——	——	——	——	24.8	37.4
E. cap. mom. pos. inf.	——	32.8	60.7	65.7	45.0	24.8	——
Cap. mom. neg. repre. sup.		24.8(x= 0.34)			54.7(x= 6.15)		
Cap. mom. pos. repre. inf.		39.3(x= 1.25)		67.8(x= 2.95)	24.8(x= 5.25)		
Env. momentos negat.	-2.3	4.6	9.3	10.1	6.9	-0.5	-18.5
Env. momentos posit.	-0.7	10.3	19.1	20.6	14.2	0.3	-9.3
Momentos repres.		-3.5(0.14)	12.4(1.25)	21.2(2.95)	3.4(5.10)	-18.6(6.29)	
Env. cortantes negat.	——	5.4	2.8	-2.9	-8.5	-17.6	——
Env. cortantes posit.	——	11.2	6.2	-1.4	-4.0	-8.7	——
Cortantes repres.		16.1(x= 0.20)			-22.6(x= 6.15)		
Envolvente de torsión	——	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	——
Torsor borde apoyo:		0.03(x= 0.20)		0.07(x= 6.15)	Tor. agota.: 9.16		

```
N.izq.: P18 ---------------------- N.der.: P17

  Arm.Superior: 3Ø12(0.25P+1.60=1.85)  -----  2Ø20(1.50>>), 3Ø16(1.30>>)
   Arm.Montaje: 4Ø10(0.25P+6.67=6.92)
  Arm.Inferior: 3Ø20(0.25P+6.71=6.96), 2Ø20(4.75)
      Estribos: 6x2eØ6c/0.16(0.96), 15x2eØ6c/0.23(3.46), 9x2eØ8c/0.17(1.53)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 2.237cm (L/284)
 Activa......: 1.53cm (L/416)
```

Tramo nº 2 (L= 6.90) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	37.4	21.6	8.0	——	——	11.5	19.9
E. cap. mom. pos. inf.	——	——	19.9	19.9	19.9	19.9	——
Cap. mom. neg. repre. sup.		52.2(x= 0.20)		6.0(x= 2.30)	20.8(x= 6.70)		
Cap. mom. pos. repre. inf.			19.9(x= 3.95)		19.9(x= 5.55)		
Env. momentos negat.	-18.5	-6.8	0.7	2.7	2.4	-0.1	-7.4
Env. momentos posit.	-9.3	-3.2	1.3	5.0	4.7	0.6	-3.9
Momentos repres.		-18.5(0.0)		5.4(3.95)	1.6(5.55)	-7.4(6.90)	
Env. cortantes negat.	——	4.4	2.2	0.9	-2.2	-6.3	——
Env. cortantes posit.	——	8.7	4.5	2.0	-1.1	-3.2	——
Cortantes repres.		11.1(x= 0.20)			-8.7(x= 6.70)		
Envolvente de torsión	——	0.02	0.00	0.00	0.01	0.02	——
Torsor borde apoyo:		0.19(x= 0.20)		0.25(x= 6.70)	Tor. agota.: 6.61		

```
N.izq.: P17 ---------------------- N.der.: P16
```

```
Arm.Superior: 2Ø20(<<1.50+2.15=3.65), 3Ø16(<<1.30+1.40=2.70)  -----  2Ø16(1.55>>)
 Arm.Montaje: 3Ø10(7.25)
Arm.Inferior: 3Ø10(7.25), 3Ø10(4.85)
    Estribos: 47x1eØ6c/0.14(6.50)
Flechas:
Tot. p. inf.: 0.31cm (L/2226)
Activa......: 0.202cm (L/3416)
```

Tramo nº 3 (L= 6.20) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	19.9	19.9	——	——	——	19.9	19.9
E. cap. mom. pos. inf.	——	11.5	19.9	19.9	19.9	11.5	——
Cap. mom. neg. repre. sup.		22.4(x= 0.20)			21.9(x= 6.00)		
Cap. mom. pos. repre. inf.		19.9(x= 1.20)		19.9(x= 3.00)		19.9(x= 5.00)	
Env. momentos negat.	-7.4	-0.8	2.1	3.1	2.1	-0.6	-7.5
Env. momentos posit.	-3.9	-0.0	4.4	6.0	4.4	0.1	-3.9
Momentos repres.		-7.5(0.09)	0.7(1.20)	6.1(3.00)	0.8(5.00)	-7.5(6.17)	
Env. cortantes negat.	——	2.9	1.7	-0.6	-3.0	-6.8	——
Env. cortantes posit.	——	5.8	3.5	-0.1	-1.4	-3.4	——
Cortantes repres.		8.1(x= 0.20)			-9.1(x= 6.00)		
Envolvente de torsión	——	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	——
Torsor borde apoyo:		0.10(x= 0.20)		0.30(x= 6.00)		Tor. agota.: 6.61	

```
N.izq.: P16 ----------------------- N.der.: P15

Arm.Superior: 2Ø16(<<1.55+1.40=2.95)  -----  2Ø16(1.40>>)
 Arm.Montaje: 3Ø10(6.55)
Arm.Inferior: 3Ø10(6.55), 3Ø10(4.10)
    Estribos: 42x1eØ6c/0.14(5.80)
Flechas:
Tot. p. inf.: 0.457cm (L/1357)
Activa......: 0.302cm (L/2053)
```

Tramo nº 4 (L= 6.35) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	19.9	19.9	6.0	——	6.0	19.9	25.6
E. cap. mom. pos. inf.	——	11.5	19.9	19.9	19.9	6.0	——
Cap. mom. neg. repre. sup.		21.2(x= 0.20)		6.0(x= 2.15)		35.3(x= 6.15)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		19.9(x= 1.25)		19.9(x= 3.10)		6.0(x= 5.10)	
Env. momentos negat.	-7.5	-0.7	1.8	2.4	1.0	-3.8	-12.6
Env. momentos posit.	-3.9	0.0	3.6	4.7	2.2	-1.7	-6.6
Momentos repres.		-7.5(0.0)	0.7(1.25)	4.8(3.10)		-12.6(6.35)	

Env. cortantes negat.	——	2.5	1.2	-1.4	-3.8	-7.8	——
Env. cortantes posit.	——	5.0	2.7	-0.6	-1.9	-4.0	——
Cortantes repres.		8.9(x= 0.20)			-10.1(x= 6.15)		
Envolvente de torsión	——	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	——
Torsor borde apoyo:		0.04(x= 0.20) 0.25(x= 6.15) Tor. agota.: 6.61					

```
N.izq.: P15 ---------------------- N.der.: P14

  Arm.Superior: 2Ø16(<<1.40+1.40=2.80)  -----  2Ø16(1.75>>), 3Ø12(1.30>>)
   Arm.Montaje: 3Ø10(6.70)
  Arm.Inferior: 3Ø10(6.70), 3Ø10(4.20)
      Estribos: 43x1e@6c/0.14(5.95)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.283cm (L/2244)
 Activa......: 0.186cm (L/3414)
```

Tramo nº 5 (L= 7.19) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 50 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	25.6	24.8	——	——	——	——	24.8
E. cap. mom. pos. inf.	——	7.4	24.8	37.6	38.1	24.8	——
Cap. mom. neg. repre. sup.		38.8(x= 0.20)			24.8(x= 7.17)		
Cap. mom. pos. repre. inf.		24.8(x= 1.40)		38.7(x= 4.05)	24.8(x= 6.80)		
Env. momentos negat.	-12.6	-1.5	4.0	6.2	5.7	2.8	-1.6
Env. momentos posit.	-6.6	-0.3	7.7	11.9	11.4	6.6	-0.3
Momentos repres.		-12.8(0.09)	0.8(1.40)	12.2(4.05)	7.7(5.80)	-2.5(7.05)	
Env. cortantes negat.	——	4.7	2.4	0.9	-2.5	-6.7	——
Env. cortantes posit.	——	9.1	4.8	2.1	-1.1	-3.3	——
Cortantes repres.		11.7(x= 0.20)			-9.3(x= 6.99)		
Envolvente de torsión	——	0.02	0.01	0.00	0.01	0.04	——
Torsor borde apoyo:		0.15(x= 0.20) 0.26(x= 6.99) Tor. agota.: 9.16					

```
N.izq.: P14 ---------------------- N.der.: P13

  Arm.Superior: 2Ø16(<<1.75+1.60=3.35), 3Ø12(<<1.30+1.45=2.75)  -----  3Ø12(1.80+0.25P=2.05)
   Arm.Montaje: 4Ø10(7.52+0.25P=7.77)
  Arm.Inferior: 3Ø16(7.52), 3Ø12(5.15)
      Estribos: 30x2e@6c/0.23(6.79)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 1.396cm (L/516)
 Activa......: 0.984cm (L/731)
```

Pórtico núm.: 4 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (L= 6.35) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	19.9	6.0	——	——	——	6.0	19.9
E. cap. mom. pos. inf.	——	19.9	28.5	33.3	28.6	19.9	——
Cap. mom. neg. repre. sup.		19.9(x= 0.14)			19.9(x= 6.20)		
Cap. mom. pos. repre. inf.		19.9(x= 1.25)		33.4(x= 2.95)	19.9(x= 5.10)		
Env. momentos negat.	-1.7	1.7	4.4	5.5	4.5	1.7	-1.6
Env. momentos posit.	-0.3	4.5	9.0	10.5	9.0	4.6	-0.3
Momentos repres.		-2.7(0.14)	5.6(1.25)	10.5(2.95)	5.7(5.10)	-2.7(6.20)	
Env. cortantes negat.	——	2.8	1.6	-0.5	-2.7	-6.2	——
Env. cortantes posit.	——	5.8	3.6	0.1	-1.1	-3.0	——
Cortantes repres.		7.8(x= 0.20)			-8.2(x= 6.15)		
Envolvente de torsión	——	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	——
Torsor borde apoyo:		0.10(x= 0.20)	0.12(x= 6.15)	Tor. agota.: 6.61			

```
N.izq.: P19 ---------------------- N.der.: P20

  Arm.Superior: 2Ø12(0.25P+1.60+1.85)  -----  2Ø12(1.60+0.25P+1.85)
   Arm.Montaje: 3Ø10(0.25P+6.68+0.25P+7.18)
  Arm.Inferior: 3Ø16(6.67), 1Ø16(3.85)
      Estribos: 43x1eØ6c/0.14(5.95)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 1.396cm (L/455)
 Activa......: 0.982cm (L/647)
```

Pórtico núm.: 5 — Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (L= 4.78) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	11.5	11.5	6.0	6.0	11.5	19.9	19.9
E. cap. mom. pos. inf.	1.2	19.9	19.9	19.9	19.9	11.5	——
Cap. mom. neg. repre. sup.		11.5(x= 0.03)		6.0(x= 1.76)	19.9(x= 4.64)		
Cap. mom. pos. repre. inf.		19.9(x= 0.83)		19.9(x= 1.45)	11.5(x= 3.96)		
Env. momentos negat.	-0.6	-0.3	0.3	0.6	0.1	-1.2	-2.4
Env. momentos posit.	0.6	1.6	1.8	1.3	0.7	0.1	-1.2
Momentos repres.		-1.1(0.17)	1.6(0.83)	1.8(1.45)	0.1(3.96)	-2.9(4.64)	
Env. cortantes negat.	——	0.1	-0.3	-0.9	-1.6	-2.3	——
Env. cortantes posit.	——	1.3	0.6	0.1	-0.3	-0.7	——
Cortantes repres.		1.9(x= 0.20)			-2.9(x= 4.58)		
Envolvente de torsión	——	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	——

Torsor borde apoyo: 0.01(x= 0.20) 0.01(x= 4.58) Tor. agota.: 6.61

```
N.izq.: P1 ---------------------- N.der.: P7

  Arm.Superior: 2Ø10(0.25P+1.35=1.60)  -----  2Ø12(1.50>>)
   Arm.Montaje: 3Ø10(0.25P+5.15=5.40)
  Arm.Inferior: 3Ø10(0.25P+5.15=5.40), 3Ø10(5.10)
      Estribos: 32x1eØ6c/0.14(4.38)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.064cm (L/7469)
 Activa......: 0.042cm (L/11381)
```

Tramo nº 2 (L= 6.25) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	19.9	19.9	6.0	6.0	6.0	19.9	19.9
E. cap. mom. pos. inf.	——	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	——
Cap. mom. neg. repre. sup.		19.9(x= 0.14)		6.0(x= 2.29)		19.9(x= 6.10)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		11.5(x= 1.03)		19.9(x= 2.70)		11.5(x= 5.21)	
Env. momentos negat.	-2.4	-0.5	0.5	1.0	0.5	-0.8	-2.8
Env. momentos posit.	-1.2	0.3	1.4	1.7	1.2	0.1	-1.5
Momentos repres.		-2.6(0.14)	0.3(1.04)	1.7(2.70)	0.1(5.20)	-3.0(6.10)	
Env. cortantes negat.	——	0.9	0.3	-0.3	-1.2	-2.1	——
Env. cortantes posit.	——	2.0	1.0	0.1	-0.4	-1.0	——
Cortantes repres.		2.7(x= 0.20)			-2.9(x= 6.05)		
Envolvente de torsión	——	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	——
Torsor borde apoyo:		0.02(x= 0.20)		0.02(x= 6.05)		Tor. agota.: 6.61	

```
N.izq.: P7 ---------------------- N.der.: P18

  Arm.Superior: 2Ø12(<<1.50+1.50=3.00)  -----  2Ø12(1.50>>)
   Arm.Montaje: 3Ø10(6.55)
  Arm.Inferior: 3Ø10(6.55), 3Ø10(4.20)
      Estribos: 42x1eØ6c/0.14(5.85)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.126cm (L/4961)
 Activa......: 0.083cm (L/7531)
```

Tramo nº 3 (L= 5.51) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	19.9	19.9	6.0	6.0	6.0	11.5	11.5
E. cap. mom. pos. inf.	——	11.5	19.9	19.9	19.9	19.9	1.0
Cap. mom. neg. repre. sup.		19.9(x= 0.14)		6.0(x= 2.03)		11.5(x= 4.58)	

Cap. mom. pos. repre. inf.		11.5(x= 0.93)		19.9(x= 3.49)		19.9(x= 4.58)	
Env. momentos negat.	-2.8	-1.1	0.4	0.9	0.8	-0.2	-0.6
Env. momentos posit.	-1.5	0.1	1.1	1.9	2.3	1.9	0.5
Momentos repres.		-3.2(0.14)	0.1(0.93)	2.3(3.49)	1.9(4.58)	-1.1(5.34)	
Env. cortantes negat.	------	0.9	0.4	-0.1	-0.7	-1.5	------
Env. cortantes posit.	------	2.5	1.6	0.8	0.1	-0.4	------
Cortantes repres.		3.1(x= 0.20)			-2.2(x= 5.31)		
Envolvente de torsión	------	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	------
Torsor borde apoyo:		0.01(x= 0.20)		0.01(x= 5.31)		Tor. agota.: 6.61	

```
N.izq.: P18 ----------------------- N.der.: P19

  Arm.Superior: 2Ø12(<<1.50+1.30=2.80)  -----  2Ø10(1.40+0.25P=1.65)
   Arm.Montaje: 3Ø10(5.85+0.25P=6.10)
  Arm.Inferior: 3Ø10(5.85+0.25P=6.10), 3Ø10(5.85)
      Estribos: 37x1e26c/0.14(5.11)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.129cm (L/4272)
 Activa......: 0.085cm (L/6483)
```

Pórtico núm.: 6 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (L= 4.78) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	19.9	11.5	6.0	6.0	6.0	19.9	19.9
E. cap. mom. pos. inf.	1.1	19.9	19.9	19.9	19.9	11.5	------
Cap. mom. neg. repre. sup.		19.9(x= 0.17)		6.0(x= 1.76)		19.9(x= 4.64)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		19.9(x= 0.83)		19.9(x= 1.45)		11.5(x= 3.96)	
Env. momentos negat.	-0.7	-0.5	0.3	0.7	0.2	-1.1	-2.2
Env. momentos posit.	0.6	1.7	1.9	1.5	1.0	0.3	-1.0
Momentos repres.		-1.3(0.17)	1.7(0.83)	1.9(1.45)	0.4(3.96)	-2.7(4.64)	
Env. cortantes negat.	------	0.2	-0.3	-0.9	-1.6	-2.4	------
Env. cortantes posit.	------	1.6	0.8	0.2	-0.2	-0.7	------
Cortantes repres.		2.2(x= 0.20)			-3.0(x= 4.58)		
Envolvente de torsión	------	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	------
Torsor borde apoyo:		0.00(x= 0.20)		0.00(x= 4.58)		Tor. agota.: 6.61	

```
N.izq.: P2 ----------------------- N.der.: P8

  Arm.Superior: 2Ø12(0.25P+1.35=1.60)  -----  2Ø12(1.15>>)
   Arm.Montaje: 3Ø10(0.25P+5.15=5.40)
  Arm.Inferior: 3Ø10(0.25P+5.15=5.40), 3Ø10(5.10)
      Estribos: 32x1e26c/0.14(4.38)
```

Flechas:

Tot. p. inf.: 0.076cm (L/6290)

Activa.....: 0.051cm (L/9373)

Tramo nº 2 (L= 6.25) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	19.9	11.5	6.0	6.0	6.0	19.9	19.9
E. cap. mom. pos. inf.	——	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	——
Cap. mom. neg. repre. sup.		19.9(x= 0.14)		6.0(x= 2.29)		19.9(x= 6.10)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		19.9(x= 1.03)		19.9(x= 2.70)		11.5(x= 5.21)	
Env. momentos negat.	-2.2	-0.3	0.7	1.2	0.5	-0.9	-3.1
Env. momentos posit.	-1.0	0.5	1.7	2.0	1.4	0.1	-1.6
Momentos repres.		-2.3(0.14)	0.5(1.04)	2.0(2.70)	0.1(5.20)	-3.2(6.10)	
Env. cortantes negat.	——	1.0	0.3	-0.3	-1.3	-2.3	——
Env. cortantes posit.	——	2.0	1.0	0.1	-0.5	-1.1	——
Cortantes repres.		2.8(x= 0.20)			-3.2(x= 6.05)		
Envolvente de torsión	——	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	——
Torsor borde apoyo:		0.02(x= 0.20)		0.02(x= 6.05)		Tor. agota.: 6.61	

N.izq.: P8 ---------- N.der.: P17

Arm.Superior: 2Ø12(<<1.15+1.40=2.55) ----- 2Ø12(1.50>>)

Arm.Montaje: 3Ø10(6.55)

Arm.Inferior: 3Ø10(6.55), 3Ø10(5.05)

Estribos: 42x1e25c/0.14(5.85)

Flechas:

Tot. p. inf.: 0.158cm (L/3956)

Activa.....: 0.105cm (L/5953)

Tramo nº 3 (L= 5.51) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	19.9	19.9	11.5	6.0	6.0	11.5	11.5
E. cap. mom. pos. inf.	——	6.0	19.9	19.9	19.9	19.9	1.2
Cap. mom. neg. repre. sup.		19.9(x= 0.14)		6.0(x= 2.03)		11.5(x= 4.58)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		6.0(x= 0.20)		19.9(x= 3.85)		19.9(x= 4.58)	
Env. momentos negat.	-3.1	-1.5	0.2	0.7	0.4	-0.3	-0.6
Env. momentos posit.	-1.6	-0.0	0.8	1.7	2.1	1.9	0.6
Momentos repres.		-3.6(0.14)	0.0(0.93)	2.1(3.85)	1.9(4.58)	-1.2(5.34)	
Env. cortantes negat.	——	0.9	0.4	-0.1	-0.6	-1.4	——
Env. cortantes posit.	——	2.5	1.7	0.9	0.2	-0.2	——
Cortantes repres.		3.1(x= 0.20)			-2.0(x= 5.31)		

Envolvente de torsión	——	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	——

Torsor borde apoyo: 0.01(x= 0.20) 0.01(x= 5.31) Tor. agota.: 6.61

```
N.izq.: P17 ---------------------- N.der.: P20

  Arm.Superior: 2Ø12(<<1.50+1.70=3.20)  -----  2Ø10(1.40+0.25P=1.65)
   Arm.Montaje: 3Ø10(5.85+0.25P=6.10)
  Arm.Inferior: 3Ø10(5.85+0.25P=6.10), 3Ø10(5.85)
      Estribos: 37x1e26c/0.14(5.11)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.103cm (L/5350)
 Activa......: 0.069cm (L/7986)
```

Pórtico núm.: 7 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (L= 4.78) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	19.9	11.5	6.0	6.0	11.5	19.9	19.9
E. cap. mom. pos. inf.	1.2	19.9	19.9	19.9	19.9	6.0	——
Cap. mom. neg. repre. sup.		19.9(x= 0.17)		6.0(x= 1.76)		19.9(x= 4.64)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		19.9(x= 0.83)		19.9(x= 1.45)		6.0(x= 3.96)	
Env. momentos negat.	-0.8	-0.6	0.1	0.4	0.0	-1.5	-2.8
Env. momentos posit.	0.6	1.7	1.8	1.3	0.5	-0.1	-1.7
Momentos repres.		-1.4(0.17)	1.7(0.83)	1.8(1.45)		-3.3(4.84)	
Env. cortantes negat.	——	0.1	-0.4	-1.0	-1.8	-2.5	——
Env. cortantes posit.	——	1.4	0.7	0.2	-0.3	-0.8	——
Cortantes repres.		2.0(x= 0.20)			-3.1(x= 4.58)		
Envolvente de torsión	——	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	——

Torsor borde apoyo: 0.00(x= 0.20) 0.00(x= 4.58) Tor. agota.: 6.61

```
N.izq.: P3 ---------------------- N.der.: P9

  Arm.Superior: 2Ø12(0.25P+1.35=1.60)  -----  2Ø12(1.50>>)
   Arm.Montaje: 3Ø10(0.25P+5.15=5.40)
  Arm.Inferior: 3Ø10(0.25P+5.15=5.40), 3Ø10(5.10)
      Estribos: 32x1e26c/0.14(4.38)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.051cm (L/9373)
 Activa......: 0.034cm (L/14059)
```

Tramo nº 2 (L= 6.25) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L

E. cap. mom. neg. sup.	19.9	19.9	6.0	6.0	6.0	11.5	19.9
E. cap. mom. pos. inf.	——	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	1.0
Cap. mom. neg. repre. sup.		19.9(x= 0.14)		6.0(x= 2.29)		19.9(x= 6.07)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		11.5(x= 1.03)		19.9(x= 3.96)		19.9(x= 5.21)	
Env. momentos negat.	-2.8	-0.6	1.0	1.5	1.0	-0.1	-0.9
Env. momentos posit.	-1.7	0.4	2.0	3.0	3.2	2.3	0.5
Momentos repres.		-3.2(0.14)	0.4(1.04)	3.2(3.96)	2.3(5.20)	-1.5(6.07)	
Env. cortantes negat.	——	1.1	0.5	-0.1	-0.9	-2.0	——
Env. cortantes posit.	——	2.7	1.7	0.7	-0.0	-0.6	——
Cortantes repres.		3.5(x= 0.20)			-2.8(x= 6.05)		
Envolvente de torsión	——	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	——
Torsor borde apoyo:		0.00(x= 0.20)		0.00(x= 6.05)		Tor. agota.: 6.61	

```
N.izq.: P9 ---------------------- N.der.: P16

  Arm.Superior: 2Ø12(<<1.50+1.40=2.90)  -----  2Ø12(1.55+0.25P=1.80)
   Arm.Montaje: 3Ø10(6.60+0.25P=6.85)
  Arm.Inferior: 3Ø10(6.60+0.25P=6.85), 3Ø10(6.55)
      Estribos: 42x1eØ6c/0.14(5.85)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.277cm (L/2257)
 Activa......: 0.184cm (L/3397)
```

Pórtico núm.: 8 --- Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (L= 4.78) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	11.5	11.5	6.0	6.0	19.9	19.9	19.9
E. cap. mom. pos. inf.	1.3	19.9	19.9	19.9	11.5	6.0	——
Cap. mom. neg. repre. sup.		11.5(x= 0.03)		19.9(x= 3.02)		19.9(x= 4.61)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		19.9(x= 0.83)		19.9(x= 1.14)		6.0(x= 3.96)	
Env. momentos negat.	-0.5	-0.4	0.1	0.3	-0.5	-2.3	-3.4
Env. momentos posit.	0.6	1.5	1.4	0.7	0.1	-0.4	-1.9
Momentos repres.		-0.9(0.17)	1.5(0.83)	1.5(1.14)		-4.0(4.61)	
Env. cortantes negat.	——	-0.1	-0.5	-1.2	-1.9	-2.5	——
Env. cortantes posit.	——	1.0	0.4	-0.0	-0.4	-0.8	——
Cortantes repres.		1.5(x= 0.20)			-3.0(x= 4.58)		
Envolvente de torsión	——	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	——
Torsor borde apoyo:		0.00(x= 0.20)		0.00(x= 4.58)		Tor. agota.: 6.61	

```
N.izq.: P4 ---------------------- N.der.: P10
```

```
  Arm.Superior: 2Ø10(0.25P+1.35=1.60)  -----  2Ø12(1.80>>)
   Arm.Montaje: 3Ø10(0.25P+5.15=5.40)
  Arm.Inferior: 3Ø10(0.25P+5.15=5.40), 3Ø10(5.10)
      Estribos: 32x1e26c/0.14(4.38)
Flechas:
Tot. p. inf.: 0.019cm (L/25158)
Activa......: 0.012cm (L/39834)
```

Tramo nº 2 (L= 6.25) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	19.9	19.9	6.0	6.0	6.0	6.0	11.5
E. cap. mom. pos. inf.	------	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	1.1
Cap. mom. neg. repre. sup.		19.9(x= 0.14)		6.0(x= 2.29)		11.5(x= 5.63)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		11.5(x= 1.03)		19.9(x= 3.96)		19.9(x= 5.21)	
Env. momentos negat.	-3.4	-1.2	0.5	1.2	0.9	0.2	-0.5
Env. momentos posit.	-1.9	0.1	1.4	2.4	2.8	2.3	0.6
Momentos repres.		-3.7(0.14)	0.1(1.04)	2.8(3.96)	2.3(5.20)	-0.9(6.07)	
Env. cortantes negat.	------	1.1	0.5	0.0	-0.6	-1.5	------
Env. cortantes posit.	------	2.6	1.7	0.8	0.1	-0.4	------
Cortantes repres.		3.3(x= 0.20)			-2.2(x= 6.05)		
Envolvente de torsión	------	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	------
Torsor borde apoyo:		0.00(x= 0.20)		0.00(x= 6.05)	Tor. agota.: 6.61		

```
N.izq.: P10 ----------------------- N.der.: P15

  Arm.Superior: 2Ø12(<<1.80+1.50=3.30)  -----  2Ø10(1.55+0.25P=1.80)
   Arm.Montaje: 3Ø10(6.60+0.25P=6.85)
  Arm.Inferior: 3Ø10(6.60+0.25P=6.85), 3Ø10(6.55)
      Estribos: 42x1e26c/0.14(5.85)
Flechas:
Tot. p. inf.: 0.219cm (L/2854)
Activa......: 0.146cm (L/4281)
```

Pórtico núm.: 9 — Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (L= 4.78) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	19.9	11.5	11.5	6.0	11.5	19.9	19.9
E. cap. mom. pos. inf.	1.4	19.9	19.9	19.9	19.9	11.5	------
Cap. mom. neg. repre. sup.		19.9(x= 0.17)		6.0(x= 1.76)		19.9(x= 4.64)	
Cap. mom. pos. repre. inf.		19.9(x= 0.83)		19.9(x= 1.45)		11.5(x= 3.96)	
Env. momentos negat.	-0.9	-0.7	0.0	0.4	-0.0	-1.6	-2.8

Env. momentos posit.	0.7	1.7	1.8	1.3	0.5	0.0	-1.7
Momentos repres.		-1.6(0.17)	1.8(0.83)	1.8(1.45)	0.0(3.96)	-3.3(4.64)	
Env. cortantes negat.	——	0.1	-0.4	-1.0	-1.8	-2.6	——
Env. cortantes posit.	——	1.5	0.8	0.2	-0.2	-0.7	——
Cortantes repres.		2.1(x= 0.20)			-3.1(x= 4.58)		
Envolvente de torsión	——	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	——
Torsor borde apoyo:		0.01(x= 0.20)	0.01(x= 4.58)	Tor. agota.: 6.61			

```
N.izq.: P5 ---------------------- N.der.: P11

   Arm.Superior: 2Ø12(0.25P+1.65=1.90)  -----  2Ø12(1.50>>)
    Arm.Montaje: 3Ø10(0.25P+5.15=5.40)
   Arm.Inferior: 3Ø10(0.25P+5.15=5.40), 3Ø10(5.10)
       Estribos: 32x1e26c/0.14(4.38)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.049cm (L/9756)
 Activa......: 0.032cm (L/14938)
```

Tramo nº 2 (L= 6.25) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	19.9	19.9	6.0	6.0	6.0	6.0	11.5
E. cap. mom. pos. inf.	——	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	1.4
Cap. mom. neg. repre. sup.		19.9(x= 0.14)		6.0(x= 2.29)	11.5(x= 5.63)		
Cap. mom. pos. repre. inf.		11.5(x= 1.03)		19.9(x= 3.96)	19.9(x= 5.21)		
Env. momentos negat.	-2.8	-0.7	1.0	1.5	1.1	0.0	-0.8
Env. momentos posit.	-1.7	0.5	2.1	3.2	3.5	2.8	0.7
Momentos repres.		-3.4(0.14)	0.5(1.04)	3.5(3.96)	2.8(5.20)	-1.4(6.07)	
Env. cortantes negat.	——	1.1	0.5	-0.1	-0.9	-1.9	——
Env. cortantes posit.	——	2.8	1.8	0.8	0.1	-0.6	——
Cortantes repres.		3.6(x= 0.20)			-2.7(x= 6.05)		
Envolvente de torsión	——	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	——
Torsor borde apoyo:		0.00(x= 0.20)	0.00(x= 6.05)	Tor. agota.: 6.61			

```
N.izq.: P11 ---------------------- N.der.: P14

   Arm.Superior: 2Ø12(<<1.50+1.40=2.90)  -----  2Ø10(1.55+0.25P=1.80)
    Arm.Montaje: 3Ø10(6.60+0.25P=6.85)
   Arm.Inferior: 3Ø10(6.60+0.25P=6.85), 3Ø10(6.55)
       Estribos: 42x1e26c/0.14(5.85)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.299cm (L/2091)
 Activa......: 0.198cm (L/3157)
```

Pórtico núm.: 10 — Grupo de plantas: 1

Tramo nº 1 (L= 4.78) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	11.5	11.5	11.5	6.0	19.9	19.9	19.9
E. cap. mom. pos. inf.	1.6	19.9	19.9	19.9	19.9	11.5	——
Cap. mom. neg. repre. sup.		11.5(x= 0.03)		6.0(x= 2.08)	19.9(x= 4.61)		
Cap. mom. pos. repre. inf.		19.9(x= 0.83)		19.9(x= 1.14)	11.5(x= 3.96)		
Env. momentos negat.	-0.9	-0.8	-0.1	0.3	-0.1	-1.7	-2.8
Env. momentos posit.	0.8	1.8	1.7	1.1	0.4	0.0	-1.6
Momentos repres.		-1.6(0.17)	1.8(0.83)	1.8(1.14)	0.0(3.96)	-3.4(4.61)	
Env. cortantes negat.	——	-0.1	-0.5	-1.1	-1.8	-2.5	——
Env. cortantes posit.	——	1.4	0.7	0.3	-0.2	-0.6	——
Cortantes repres.		1.9(x= 0.20)			-3.0(x= 4.58)		
Envolvente de torsión	——	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	——
Torsor borde apoyo:		0.01(x= 0.20)		0.01(x= 4.58)	Tor. agota.: 6.61		

```
N.izq.: P6 ----------------------- N.der.: P12

  Arm.Superior: 2Ø10(0.25P+1.65=1.90)  -----  2Ø12(1.50>>)
   Arm.Montaje: 3Ø10(0.25P+5.15=5.40)
  Arm.Inferior: 3Ø10(0.25P+5.15=5.40), 3Ø10(5.10)
      Estribos: 32x1e@6c/0.14(4.38)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.039cm (L/12257)
 Activa......: 0.026cm (L/18385)
```

Tramo nº 2 (L= 6.24) Jácena desc. Tipo R Sección B*H = 40 X 40

	N.izq.0L	L/6	2L/6	L/2	4L/6	5L/6	N.der.1L
E. cap. mom. neg. sup.	19.9	19.9	6.0	6.0	6.0	11.5	11.5
E. cap. mom. pos. inf.	——	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	1.5
Cap. mom. neg. repre. sup.		19.9(x= 0.17)		6.0(x= 2.29)	11.5(x= 5.21)		
Cap. mom. pos. repre. inf.		11.5(x= 1.03)		19.9(x= 3.96)	19.9(x= 5.21)		
Env. momentos negat.	-2.8	-0.9	0.7	1.2	0.8	-0.2	-0.8
Env. momentos posit.	-1.6	0.4	1.7	2.8	3.2	2.6	0.7
Momentos repres.		-3.5(0.17)	0.4(1.04)	3.2(3.96)	2.6(5.20)	-1.5(6.07)	
Env. cortantes negat.	——	0.9	0.4	-0.1	-0.8	-1.7	——
Env. cortantes posit.	——	2.7	1.7	0.8	0.2	-0.4	——
Cortantes repres.		3.4(x= 0.20)			-2.5(x= 6.05)		
Envolvente de torsión	——	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	——

Torsor borde apoyo: 0.01(x= 0.20) 0.01(x= 6.05) Tor. agota.: 6.61

```
N.izq.: P12 ---------------------- N.der.: P13

  Arm.Superior: 2Ø12(<<1.50+1.50=3.00)  -----  2Ø10(1.55+0.25P=1.80)
   Arm.Montaje: 3Ø10(5.60+0.25P=6.85)
  Arm.Inferior: 3Ø10(5.60+0.25P=6.85), 3Ø10(5.55)
      Estribos: 42x1eØ6c/0.14(5.85)
 Flechas:
 Tot. p. inf.: 0.25cm (L/2500)
 Activa......: 0.166cm (L/3766)
```

* La medición de las vigas de cimentación flotante (sin vinculación exterior) se incluye dentro del apartado de vigas.

Cimentación - Superficie total: 137.67 m2

Elemento	Superficie (m2)	Volumen (m3)	Barras (Kg)
Vigas	134.63	92.28	5506
Encofrado lateral	206.77		
Total	341.40	92.28	5506
Índices (por m2)	2.480	0.670	39.99

Forjado 1 - Superficie total: 418.81 m2

Elemento	Superficie (m2)	Volumen (m3)	Barras (Kg)
Forjados	343.03	33.49	362
Vigas	72.58	33.42	2412
Encofrado lateral	67.96		
Pilares (Sup. Encofrado)	198.80	19.88	1838
Total	682.37	86.79	4612
Índices (por m2)	1.629	0.207	11.01

Total obra - Superficie total: 556.48 m2

Elemento	Superficie (m2)	Volumen (m3)	Barras (Kg)
Forjados	343.03	33.49	362
Vigas	207.21	125.70	7918
Encofrado lateral	274.73		
Pilares (Sup. Encofrado)	198.80	19.88	1838
Total	1023.77	179.07	10118
Índices (por m2)	1.840	0.322	18.18

1. Listado de materiales

1.1 Hormigones

Elemento	Hormigón	Plantas	Fck	Gamma c
Pilares y pantallas	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50
Muros	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50

1.2 Aceros por elemento y posición

1.2.1.Aceros en barras

Elemento	Posición	Acero	Fyk	Gamma s
Pilares y pantallas	Barras(verticales)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15

1.2.2.Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. elástico	Módulo de elasticidad
Aceros conformados	A37	2400	2100000
Aceros laminados	A42	2600	2100000

2. Armado de pilares y pantallas

2.1 Pilares

Pl: nº de planta

Tramo: nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

Armaduras : Primer sumando -> armadura de esquina (perfil si es pilar metálico)

Segundo sumando -> armadura de cara X.

Tercer sumando -> armadura de cara Y.

Estribos : Se indica solamente el estribo perimetral dispuesto.

Si existen otros estribos y ramas debe consultar el dibujo

del cuadro de pilares. La separación está indicada en centímetros (cm).

Estado (Est): Código identificativo del estado del pilar por incumplimiento de algún criterio normativo.

H : Altura del tramo de pilar sin arriostramiento.

Hpx : Altura del tramo de pilar de pandeo en dirección X.

Hpy : Altura del tramo de pilar de pandeo en dirección Y.

Pésimos : Esfuerzos pésimos, correspondientes a la peor combinación que produce las mayores tensiones y/o deformaciones.

Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden y excentricidad adicional por pandeo.

Referencia: Esfuerzos pésimos, correspondientes a la peor combinación que produce las mayores tensiones y/o deformaciones.

Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden (no incluye pandeo).

Nota: Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

El sistema de unidades utilizado es

N: Tn Mx,My: Tn m

Pilar	Pl	Dimensión	Tramo	Armaduras	Estribos	Est.	H	Hpx	Hpy	Pésimos N	Pésimos Mx	Pésimos My	Referencia N	Referencia Mx	Referencia My
P1	1	0.40x0.40	0.00/6.25	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.25	6.25	6.25	10.10	1.27	3.49	10.10	0.49	2.56

P2	1	0.40x0.40	0.00/6.25	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.25	6.25	6.25	21.14	1.68	4.23	21.14	0.34	2.41
P3	1	0.40x0.40	0.00/6.25	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.25	6.25	6.25	16.23	1.33	4.37	16.23	0.28	2.91
P4	1	0.40x0.40	0.00/6.25	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.25	6.25	6.25	14.99	1.23	2.93	14.99	0.26	1.64
P5	1	0.40x0.40	0.00/6.25	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.25	6.25	6.25	21.19	2.40	5.00	21.19	0.83	3.12
P6	1	0.40x0.40	0.00/6.25	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.25	6.25	6.25	10.85	2.09	4.05	10.85	1.16	3.05
P7	1	0.40x0.40	0.00/6.15	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.15	6.15	6.15	23.14	2.91	4.51	23.14	1.18	2.59
P8	1	0.40x0.40	0.00/6.15	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.15	6.15	6.15	57.48	2.94	6.91	57.48	0.09	2.67
P9	1	0.40x0.40	0.00/6.15	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.15	6.15	6.15	52.95	4.79	7.05	52.95	1.29	3.02
P10	1	0.40x0.40	0.00/6.15	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.15	6.15	6.15	53.39	2.56	7.45	53.39	0.00	3.33
P11	1	0.40x0.40	0.00/6.15	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.15	6.15	6.15	60.46	3.82	8.13	60.46	0.48	3.51
P12	1	0.40x0.40	0.00/6.15	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.15	6.15	6.15	25.02	6.74	3.90	25.02	4.56	1.91
P13	1	0.40x0.40	0.00/6.25	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.25	6.25	6.25	11.43	4.38	3.07	11.43	3.32	2.04
P14	1	0.40x0.40	0.00/6.25	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.25	6.25	6.25	28.35	2.98	5.23	28.35	0.94	2.82
P15	1	0.40x0.40	0.00/6.25	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.25	6.25	6.25	19.77	1.44	3.25	19.77	0.24	1.81
P16	1	0.40x0.40	0.00/6.25	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.25	6.25	6.25	22.82	1.97	4.59	22.82	0.46	2.62
P17	1	0.40x0.40	0.00/6.25	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.25	6.25	6.25	43.60	5.32	6.02	43.60	2.01	2.58
P18	1	0.40x0.40	0.00/6.25	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.25	6.25	6.25	21.21	7.35	2.67	21.21	5.39	1.04
P19	1	0.40x0.40	0.00/6.25	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.25	6.25	6.25	9.96	4.47	2.16	9.96	3.54	1.29
P20	1	0.40x0.40	0.00/6.25	4Ø12+ 2Ø12+2Ø12	Ø6c/15		6.25	6.25	6.25	9.95	4.24	2.15	9.95	3.31	1.28

3. Esfuerzos de pilares, pantallas y muros por hipótesis

Pl: nº de planta

Tramo: nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

Los esfuerzos de pilares son en ejes locales.

El sistema de unidades utilizado es

N,Qx,Qy: (Tn) Mx,My,T: (Tn m)

				Base						Cabeza					
Pilar	Pl	Tramo	Hipótesis	N	Mx	My	Qx	Qy	T	N	Mx	My	Qx	Qy	T
P1	1	0.00/6.25	Peso propio	6.15	0.23	-0.26	0.18	-0.02	0.00	3.65	-0.92	-0.11	0.18	-0.02	0.00
			Sobrecarga uso	0.89	0.14	-0.03	0.07	-0.00	0.00	0.89	-0.32	-0.01	0.07	-0.00	0.00
			Viento 1	-0.13	-0.76	-0.13	-0.17	-0.03	0.00	-0.13	0.31	0.06	-0.17	-0.03	0.00
P2	1	0.00/6.25	Peso propio	11.84	-0.07	0.00	-0.03	0.04	0.00	9.34	0.12	-0.26	-0.03	0.04	0.00
			Sobrecarga uso	2.66	-0.02	-0.00	-0.01	0.01	0.00	2.66	0.03	-0.04	-0.01	0.01	0.00
			Viento 1	0.03	-0.88	-0.10	-0.20	-0.02	0.00	0.03	0.39	0.04	-0.20	-0.02	0.00
P3	1	0.00/6.25	Peso propio	10.50	0.05	0.08	0.00	0.05	0.00	8.00	0.05	-0.22	0.00	0.05	0.00
			Sobrecarga uso	2.32	0.00	0.02	-0.00	0.01	0.00	2.32	0.01	-0.04	-0.00	0.01	0.00
			Viento 1	-0.02	-0.87	-0.01	-0.20	-0.00	0.00	-0.02	0.37	0.00	-0.20	-0.00	0.00
P4	1	0.00/6.25	Peso propio	9.67	0.04	-0.01	0.00	-0.00	0.00	7.17	0.03	-0.01	0.00	-0.00	0.00
			Sobrecarga uso	1.76	-0.03	0.00	-0.01	0.00	0.00	1.76	0.06	-0.00	-0.01	0.00	0.00
			Viento 1	0.02	-0.87	0.03	-0.20	0.01	0.00	0.02	0.38	-0.02	-0.20	0.01	0.00
P5	1	0.00/6.25	Peso propio	11.87	0.35	0.14	0.14	0.06	0.00	9.37	-0.53	-0.26	0.14	0.06	0.00
			Sobrecarga uso	2.00	0.08	0.04	0.03	0.01	0.00	2.00	-0.13	-0.05	0.03	0.01	0.00
			Viento 1	-0.01	-0.87	0.12	-0.20	0.03	0.00	-0.01	0.39	-0.05	-0.20	0.03	0.00

P6	1	0.00/6.25	Peso propio	6.73	-0.47	-0.00	-0.30	0.03	0.00	4.23	1.43	-0.16	-0.30	0.03	0.00
			Sobrecarga uso	0.87	-0.16	0.01	-0.08	0.01	0.00	0.87	0.35	-0.03	-0.08	0.01	0.00
			Viento 1	0.12	-0.79	0.20	-0.18	0.04	0.00	0.12	0.30	-0.08	-0.18	0.04	0.00
P7	1	0.00/6.15	Peso propio	12.98	0.62	-0.07	0.33	-0.01	0.00	10.52	-1.40	0.01	0.33	-0.01	0.00
			Sobrecarga uso	2.41	0.22	-0.01	0.11	-0.00	0.00	2.41	-0.43	-0.00	0.11	-0.00	0.00
			Viento 1	-0.12	-0.90	-0.18	-0.21	-0.04	0.00	-0.12	0.40	0.08	-0.21	-0.04	0.00
P8	1	0.00/6.15	Peso propio	30.84	-0.01	-0.01	-0.01	0.01	0.00	28.38	0.06	-0.04	-0.01	0.01	0.00
			Sobrecarga uso	7.61	-0.02	-0.00	-0.01	0.00	0.00	7.61	0.03	-0.01	-0.01	0.00	0.00
			Viento 1	0.08	-0.98	-0.11	-0.23	-0.03	0.00	0.08	0.45	0.05	-0.23	-0.03	0.00
P9	1	0.00/6.15	Peso propio	28.68	0.68	0.06	0.10	0.04	0.00	26.22	0.08	-0.19	0.10	0.04	0.00
			Sobrecarga uso	6.98	0.16	0.00	0.02	0.00	0.00	6.98	0.02	-0.02	0.02	0.00	0.00
			Viento 1	-0.04	-0.96	-0.02	-0.23	-0.01	0.00	-0.04	0.44	0.01	-0.23	-0.01	0.00
P10	1	0.00/6.15	Peso propio	29.19	-0.01	0.11	-0.01	0.05	0.00	26.73	0.08	-0.17	-0.01	0.05	0.00
			Sobrecarga uso	6.77	-0.03	0.02	-0.01	0.01	0.00	6.77	0.05	-0.03	-0.01	0.01	0.00
			Viento 1	0.02	-1.00	0.06	-0.24	0.01	0.00	0.02	0.45	-0.03	-0.24	0.01	0.00
P11	1	0.00/6.15	Peso propio	33.18	-0.30	0.13	0.07	0.06	0.00	30.72	-0.76	-0.24	0.07	0.06	0.00
			Sobrecarga uso	7.51	-0.06	0.02	0.02	0.01	0.00	7.51	-0.20	-0.04	0.02	0.01	0.00
			Viento 1	-0.04	-0.96	0.14	-0.23	0.03	0.00	-0.04	0.44	-0.06	-0.23	0.03	0.00
P12	1	0.00/6.15	Peso propio	16.21	-0.98	0.14	-0.55	0.05	0.00	13.75	2.42	-0.20	-0.55	0.05	0.00
			Sobrecarga uso	3.09	-0.31	0.02	-0.16	0.01	0.00	3.09	0.68	-0.03	-0.16	0.01	0.00
			Viento 1	0.10	-0.89	0.23	-0.21	0.05	0.00	0.10	0.39	-0.10	-0.21	0.05	0.00
P13	1	0.00/6.25	Peso propio	8.63	-0.70	0.08	-0.40	-0.07	0.00	6.13	1.81	0.49	-0.40	-0.07	0.00
			Sobrecarga uso	1.29	-0.21	0.00	-0.11	-0.01	0.00	1.29	0.45	0.08	-0.11	-0.01	0.00
			Viento 1	0.08	-0.93	0.21	-0.21	0.05	0.00	0.08	0.37	-0.08	-0.21	0.05	0.00
P14	1	0.00/6.25	Peso propio	15.76	0.44	-0.02	0.19	-0.11	0.00	13.26	-0.73	0.65	0.19	-0.11	0.00
			Sobrecarga uso	3.02	0.10	0.00	0.04	-0.02	0.00	3.02	-0.17	0.10	0.04	-0.02	0.00
			Viento 1	-0.05	-1.01	0.12	-0.23	0.03	0.00	-0.05	0.45	-0.05	-0.23	0.03	0.00
P15	1	0.00/6.25	Peso propio	13.07	-0.06	-0.04	-0.03	-0.07	0.00	10.57	0.14	0.38	-0.03	-0.07	0.00
			Sobrecarga uso	2.55	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	2.55	0.04	0.07	-0.01	-0.01	0.00
			Viento 1	0.01	-1.00	0.03	-0.23	0.01	0.00	0.01	0.43	-0.02	-0.23	0.01	0.00
P16	1	0.00/6.25	Peso propio	12.83	0.17	-0.08	0.06	-0.11	0.00	10.33	-0.19	0.59	0.06	-0.11	0.00
			Sobrecarga uso	2.26	0.05	-0.01	0.02	-0.02	0.00	2.26	-0.07	0.09	0.02	-0.02	0.00
			Viento 1	-0.02	-1.00	-0.02	-0.23	-0.01	0.00	-0.02	0.43	0.01	-0.23	-0.01	0.00
P17	1	0.00/6.25	Peso propio	23.78	-0.93	-0.01	-0.38	-0.01	0.00	21.28	1.44	0.05	-0.38	-0.01	0.00
			Sobrecarga uso	5.40	-0.32	-0.00	-0.13	-0.00	0.00	5.40	0.49	0.01	-0.13	-0.00	0.00
			Viento 1	0.07	-1.02	-0.10	-0.23	-0.02	0.00	0.07	0.45	0.04	-0.23	-0.02	0.00
P18	1	0.00/6.25	Peso propio	13.98	1.32	-0.06	0.65	-0.01	0.00	11.48	-2.74	-0.01	0.65	-0.01	0.00
			Sobrecarga uso	2.71	0.45	-0.01	0.21	-0.00	0.00	2.71	-0.86	0.00	0.21	-0.00	0.00
			Viento 1	-0.15	-0.93	-0.18	-0.21	-0.04	0.00	-0.15	0.38	0.08	-0.21	-0.04	0.00
P19	1	0.00/6.25	Peso propio	7.81	0.54	0.25	0.38	0.00	0.00	5.31	-1.84	0.25	0.38	0.00	0.00
			Sobrecarga uso	1.13	0.20	0.03	0.11	-0.00	0.00	1.13	-0.47	0.03	0.11	-0.00	0.00
			Viento 1	-0.12	-0.97	-0.20	-0.22	-0.05	0.00	-0.12	0.40	0.08	-0.22	-0.05	0.00
P20	1	0.00/6.25	Peso propio	7.88	-0.52	0.30	-0.38	0.02	0.00	5.38	1.84	0.19	-0.38	0.02	0.00
			Sobrecarga uso	1.18	-0.19	0.04	-0.11	0.00	0.00	1.18	0.47	0.03	-0.11	0.00	0.00
			Viento 1	0.16	-0.96	-0.04	-0.22	-0.01	0.00	0.16	0.40	0.02	-0.22	-0.01	0.00

4. Arranques de pilares, pantallas y muros por hipótesis

El sistema de unidades utilizado es

N,Qx,Qy: (Tn) Mx,My,T: (Tn m)

Los esfuerzos de pilares son en ejes locales.

Pilar	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N	Mx	My	Qx	Qy	T
P1	Peso propio	6.15	0.23	-0.26	0.18	-0.02	0.00
	Sobrecarga uso	0.89	0.14	-0.03	0.07	-0.00	0.00
	Viento 1	-0.13	-0.76	-0.13	-0.17	-0.03	0.00
P2	Peso propio	11.84	-0.07	0.00	-0.03	0.04	0.00
	Sobrecarga uso	2.66	-0.02	-0.00	-0.01	0.01	0.00
	Viento 1	0.03	-0.88	-0.10	-0.20	-0.02	0.00
P3	Peso propio	10.50	0.05	0.08	0.00	0.05	0.00
	Sobrecarga uso	2.32	0.00	0.02	-0.00	0.01	0.00
	Viento 1	-0.02	-0.87	-0.01	-0.20	-0.00	0.00
P4	Peso propio	9.67	0.04	-0.01	0.00	-0.00	0.00
	Sobrecarga uso	1.76	-0.03	0.00	-0.01	0.00	0.00
	Viento 1	0.02	-0.87	0.03	-0.20	0.01	0.00
P5	Peso propio	11.87	0.35	0.14	0.14	0.06	0.00
	Sobrecarga uso	2.00	0.08	0.04	0.03	0.01	0.00
	Viento 1	-0.01	-0.87	0.12	-0.20	0.03	0.00
P6	Peso propio	6.73	-0.47	-0.00	-0.30	0.03	0.00
	Sobrecarga uso	0.87	-0.16	0.01	-0.08	0.01	0.00
	Viento 1	0.12	-0.79	0.20	-0.18	0.04	0.00
P7	Peso propio	12.98	0.62	-0.07	0.33	-0.01	0.00
	Sobrecarga uso	2.41	0.22	-0.01	0.11	-0.00	0.00
	Viento 1	-0.12	-0.90	-0.18	-0.21	-0.04	0.00
P8	Peso propio	30.84	-0.01	-0.01	-0.01	0.01	0.00
	Sobrecarga uso	7.61	-0.02	-0.00	-0.01	0.00	0.00
	Viento 1	0.08	-0.98	-0.11	-0.23	-0.03	0.00
P9	Peso propio	28.68	0.68	0.06	0.10	0.04	0.00
	Sobrecarga uso	6.98	0.16	0.00	0.02	0.00	0.00
	Viento 1	-0.04	-0.96	-0.02	-0.23	-0.01	0.00
P10	Peso propio	29.19	-0.01	0.11	-0.01	0.05	0.00
	Sobrecarga uso	6.77	-0.03	0.02	-0.01	0.01	0.00
	Viento 1	0.02	-1.00	0.06	-0.24	0.01	0.00
P11	Peso propio	33.18	-0.30	0.13	0.07	0.06	0.00
	Sobrecarga uso	7.51	-0.06	0.02	0.02	0.01	0.00
	Viento 1	-0.04	-0.96	0.14	-0.23	0.03	0.00
P12	Peso propio	16.21	-0.98	0.14	-0.55	0.05	0.00
	Sobrecarga uso	3.09	-0.31	0.02	-0.18	0.01	0.00
	Viento 1	0.10	-0.89	0.23	-0.21	0.05	0.00
P13	Peso propio	8.63	-0.70	0.08	-0.40	-0.07	0.00
	Sobrecarga uso	1.29	-0.21	0.00	-0.11	-0.01	0.00
	Viento 1	0.08	-0.93	0.21	-0.21	0.05	0.00
P14	Peso propio	15.76	0.44	-0.02	0.19	-0.11	0.00
	Sobrecarga uso	3.02	0.10	0.00	0.04	-0.02	0.00
	Viento 1	-0.05	-1.01	0.12	-0.23	0.03	0.00
P15	Peso propio	13.07	-0.06	-0.04	-0.03	-0.07	0.00
	Sobrecarga uso	2.55	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	0.00
	Viento 1	0.01	-1.00	0.03	-0.23	0.01	0.00

P16	Peso propio	12.83	0.17	-0.08	0.06	-0.11	0.00
	Sobrecarga uso	2.26	0.05	-0.01	0.02	-0.02	0.00
	Viento 1	-0.02	-1.00	-0.02	-0.23	-0.01	0.00
P17	Peso propio	23.78	-0.93	-0.01	-0.38	-0.01	0.00
	Sobrecarga uso	5.40	-0.32	-0.00	-0.13	-0.00	0.00
	Viento 1	0.07	-1.02	-0.10	-0.23	-0.02	0.00
P18	Peso propio	13.98	1.32	-0.06	0.65	-0.01	0.00
	Sobrecarga uso	2.71	0.45	-0.01	0.21	-0.00	0.00
	Viento 1	-0.15	-0.93	-0.18	-0.21	-0.04	0.00
P19	Peso propio	7.81	0.54	0.25	0.38	0.00	0.00
	Sobrecarga uso	1.13	0.20	0.03	0.11	-0.00	0.00
	Viento 1	-0.12	-0.97	-0.20	-0.22	-0.05	0.00
P20	Peso propio	7.88	-0.52	0.30	-0.38	0.02	0.00
	Sobrecarga uso	1.18	-0.19	0.04	-0.11	0.00	0.00
	Viento 1	0.16	-0.96	-0.04	-0.22	-0.01	0.00

5. Pésimos de pilares, pantallas y muros

5.1 Pilares

Pl: nº de planta

Tramo: nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

Piso superior: es la sección correspondiente a la base del tramo superior al tramo anterior

Pésimos : Esfuerzos pésimos, correspondientes a las combinaciones que cumplen para el armado actual, pero no cumplen con el anterior armado de la tabla. Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden y excentricidad adicional por pandeo. Las columnas de pésimos que estén vacías indican que el pilar no cumple.

Referencia: Esfuerzos pésimos, correspondientes a las combinaciones que cumplen para el armado actual, pero no cumplen con el anterior armado de la tabla. Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden (no incluye pandeo).

El sistema de unidades utilizado es

N: (Tn) Mx,My: (Tn m)

			Pésimos			Referencia		
Pilar	Pl	Tramo	N	Mx	My	N	Mx	My
P1	1	0.00/6.25	10.91	1.45	2.65	10.91	0.60	1.68
			10.69	2.59	0.97	10.69	1.64	0.25
			10.65	1.39	1.24	10.65	0.57	0.44
			10.10	1.27	3.49	10.10	0.49	2.56
			9.68	1.12	2.85	9.68	0.40	1.97
			9.63	1.11	2.60	9.63	0.39	1.73
			9.44	2.40	0.79	9.44	1.56	0.18
			9.23	1.02	1.08	9.23	0.34	0.39
			8.82	0.92	3.33	8.82	0.29	2.51
			8.76	0.91	3.56	8.76	0.29	2.74
			7.62	2.22	0.60	7.62	1.53	0.12
			7.00	0.93	3.09	7.00	0.38	2.43
			5.75	0.58	2.92	5.75	0.17	2.38
			5.69	0.57	3.16	5.69	0.17	2.61
			7.16	2.53	1.71	7.16	1.87	1.07

			6.94	2.93	0.78	6.94	2.28	0.27
			5.93	1.97	1.69	5.93	1.42	1.15
			5.88	1.98	1.58	5.88	1.42	1.05
			5.26	1.90	1.50	5.26	1.41	1.03
			5.12	2.30	0.60	5.12	1.82	0.21
			5.03	1.80	1.29	5.03	1.33	0.84
			4.52	1.75	1.17	4.52	1.33	0.77
			4.03	1.34	1.47	4.03	0.97	1.10
			3.86	1.78	0.50	3.86	1.41	0.20
			3.25	1.17	1.19	3.25	0.87	0.89
P2	1	0.00/6.25	22.04	1.22	4.29	22.04	0.06	2.40
			22.02	1.89	1.09	22.02	0.14	0.00
			21.63	3.14	1.39	21.63	1.41	0.16
			21.14	1.68	4.23	21.14	0.34	2.41
			18.26	1.15	4.28	18.26	0.12	2.67
			17.81	3.00	1.22	17.81	1.51	0.17
			17.32	1.42	3.92	17.32	0.30	2.40
			17.27	1.45	4.20	17.27	0.33	2.67
			15.72	2.69	1.07	15.72	1.37	0.15
			12.34	0.91	3.80	12.34	0.15	2.67
			11.89	2.51	0.91	11.89	1.48	0.17
			11.35	1.07	3.71	11.35	0.29	2.67
			8.85	0.82	1.60	8.85	0.21	0.85
P3	1	0.00/6.25	19.53	1.48	4.37	19.53	0.27	2.65
			19.13	2.88	1.26	19.13	1.33	0.15
			16.23	1.33	4.37	16.23	0.28	2.91
			15.79	2.79	1.04	15.79	1.46	0.13
			10.98	1.00	3.89	10.98	0.25	2.87
			10.53	2.36	0.72	10.53	1.44	0.10
			10.04	0.76	3.65	10.04	0.14	2.72
P4	1	0.00/6.25	17.49	1.28	2.93	17.49	0.20	1.47
			17.07	2.62	0.89	17.07	1.23	0.02
			17.02	2.66	0.97	17.02	1.27	0.06
			16.60	1.15	2.90	16.60	0.17	1.51
			14.99	1.23	2.93	14.99	0.26	1.64
			14.54	2.55	0.76	14.54	1.33	0.02
			14.47	2.68	0.85	14.47	1.45	0.06
			14.01	0.97	2.89	14.01	0.14	1.68
			10.16	0.93	2.55	10.16	0.24	1.65
			9.70	2.20	0.55	9.70	1.35	0.03
			9.64	2.28	0.59	9.64	1.43	0.05

			9.18	0.75	2.50	9.18	0.16	1.67
			9.27	0.81	1.76	9.27	0.19	0.97
P5	1	0.00/6.25	21.19	2.40	5.00	21.19	0.83	3.12
			21.01	2.15	1.58	21.01	0.66	0.28
			20.70	3.64	1.24	20.70	1.90	0.10
			20.68	2.08	1.82	20.68	0.61	0.44
			18.42	2.08	5.04	18.42	0.72	3.38
			17.82	3.45	0.94	17.82	1.93	0.03
			15.26	1.80	4.44	15.26	0.65	3.05
			12.43	1.50	4.46	12.43	0.56	3.31
			12.40	1.46	4.14	12.40	0.53	2.99
			11.88	2.80	0.68	11.88	1.75	0.04
			11.88	2.65	0.63	11.88	1.61	0.02
			11.32	0.84	4.08	11.32	0.14	3.03
			16.95	2.96	1.54	16.95	1.54	0.40
			14.61	2.05	2.98	14.61	0.89	1.72
			14.07	2.60	1.26	14.07	1.41	0.32
			9.93	1.42	2.47	9.93	0.63	1.59
			9.86	1.40	2.33	9.86	0.62	1.45
			9.38	1.96	0.80	9.38	1.15	0.19
P6	1	0.00/6.25	11.87	1.66	4.17	11.87	0.72	3.07
			11.53	3.12	1.09	11.53	2.08	0.30
			10.85	2.09	4.05	10.85	1.16	3.05
			10.66	1.27	4.40	10.66	0.46	3.40
			10.61	1.29	4.04	10.61	0.49	3.06
			9.53	1.77	4.30	9.53	0.96	3.40
			8.50	1.15	3.87	8.50	0.48	3.07
			7.30	0.75	4.09	7.30	0.23	3.40
			6.22	1.23	3.65	6.22	0.70	3.06
			6.16	1.25	3.99	6.16	0.72	3.40
			8.12	3.33	2.28	8.12	2.57	1.55
			7.78	3.82	1.00	7.78	3.08	0.40
			7.10	3.39	1.60	7.10	2.72	0.98
			6.91	2.70	2.28	6.91	2.06	1.65
			5.84	2.76	1.54	5.84	2.21	1.02
			5.78	2.77	1.68	5.78	2.22	1.16
			5.67	2.91	0.76	5.67	2.37	0.32
			4.43	2.33	0.65	4.43	1.91	0.29
			3.66	1.85	1.44	3.66	1.50	1.10
			3.68	1.86	1.58	3.68	1.51	1.24
P7	1	0.00/6.15	23.32	3.05	1.38	23.32	1.28	0.13

			23.14	2.91	4.51	23.14	1.18	2.59
			23.11	4.46	1.37	23.11	2.54	0.13
			22.73	3.05	4.21	22.73	1.31	2.34
			19.70	2.29	4.53	19.70	0.88	2.84
			19.47	2.37	1.16	19.47	0.93	0.11
			19.25	2.45	4.26	19.25	1.00	2.62
			16.24	2.25	3.76	16.24	1.00	2.37
			13.21	1.50	3.97	13.21	0.55	2.81
			12.72	1.68	3.78	12.72	0.70	2.66
			19.63	4.47	0.94	19.63	2.79	0.00
			19.45	4.35	2.58	19.45	2.69	1.10
			19.41	4.98	1.12	19.41	3.29	0.09
			19.04	4.38	2.50	19.04	2.75	1.06
			16.01	3.43	2.49	16.01	2.07	1.22
			15.48	3.46	2.41	15.48	2.14	1.18
			14.15	3.83	0.83	14.15	2.59	0.07
			13.78	3.23	2.18	13.78	2.05	1.07
			10.65	2.28	2.10	10.65	1.38	1.22
			10.71	2.97	0.73	10.71	2.04	0.11
			10.34	2.31	2.05	10.34	1.43	1.19
P8	1	0.00/6.15	58.44	2.80	4.90	58.44	0.00	0.00
			57.48	2.94	6.91	57.48	0.09	2.67
			57.34	5.25	3.11	57.34	1.44	0.17
			46.55	2.38	6.56	46.55	0.07	2.96
			46.39	4.82	2.61	46.39	1.57	0.19
			31.13	1.59	5.50	31.13	0.05	2.96
			30.97	3.89	1.88	30.97	1.57	0.18
P9	1	0.00/6.15	54.18	4.84	2.81	54.18	1.28	0.10
			53.09	4.74	6.81	53.09	1.25	2.82
			53.14	6.59	2.76	53.14	2.63	0.10
			52.95	4.79	7.05	52.95	1.29	3.02
			43.15	3.80	6.55	43.15	0.98	3.15
			43.09	5.85	2.34	43.09	2.55	0.13
			42.94	3.89	6.76	42.94	1.05	3.34
			28.77	2.53	5.57	28.77	0.65	3.18
			28.76	4.50	1.56	28.76	2.21	0.09
			28.62	2.59	5.34	28.62	0.70	2.98
			28.55	2.62	5.69	28.55	0.72	3.31
P10	1	0.00/6.15	54.61	2.74	4.58	54.61	0.06	0.20
			53.66	2.79	7.00	53.66	0.10	2.94
			53.56	5.12	3.14	53.56	1.50	0.28

			53.39	2.56	7.45	53.39	0.00	3.33
			43.81	4.72	2.63	43.81	1.62	0.28
			43.82	4.51	2.57	43.82	1.46	0.23
			43.63	2.19	7.16	43.63	0.05	3.65
			29.34	1.53	5.82	29.34	0.06	3.37
			29.22	3.83	1.81	29.22	1.61	0.20
			29.03	1.51	6.04	29.03	0.06	3.60
P11	1	0.00/6.15	61.78	5.18	3.42	61.78	0.53	0.22
			60.70	4.07	7.62	60.70	0.59	3.08
			60.63	5.09	2.91	60.63	0.86	0.00
			60.53	6.09	3.74	60.53	1.91	0.41
			60.46	3.82	8.13	60.46	0.46	3.51
			49.93	3.34	7.38	49.93	0.48	3.47
			49.73	5.56	3.17	49.73	1.98	0.39
			49.63	3.14	7.81	49.63	0.38	3.86
			33.32	2.31	6.29	33.32	0.37	3.53
			33.14	4.35	2.23	33.14	1.83	0.33
			33.04	2.04	6.55	33.04	0.22	3.79
			56.94	6.08	3.39	56.94	2.06	0.32
			56.77	5.22	5.84	56.77	1.44	1.89
			46.13	5.16	2.74	46.13	1.85	0.26
			45.94	4.22	5.35	45.94	1.16	2.00
			30.86	2.76	3.67	30.86	0.73	1.41
			30.59	2.82	4.04	30.59	0.78	1.72
			30.58	2.82	4.23	30.58	0.78	1.88
P12	1	0.00/6.15	29.26	4.25	1.86	29.26	1.96	0.23
			28.91	5.60	2.39	28.91	3.20	0.55
			28.92	4.20	5.66	28.92	1.94	3.25
			28.62	4.11	6.13	28.62	1.88	3.71
			24.46	3.38	5.35	24.46	1.50	3.28
			24.17	3.29	5.76	24.17	1.44	3.68
			24.14	3.29	6.16	24.14	1.44	4.07
			20.60	2.99	5.43	20.60	1.38	3.64
			16.41	2.27	5.19	16.41	1.00	3.73
			16.01	2.18	5.43	16.01	0.95	4.00
			25.57	6.92	1.88	25.57	4.68	0.35
			25.24	7.36	2.08	25.24	5.13	0.48
			25.02	6.74	3.90	25.02	4.56	1.91
			20.47	5.40	3.72	20.47	3.62	2.04
			18.35	5.54	1.58	18.35	3.92	0.39
			18.05	4.93	3.29	18.05	3.35	1.81

			13.92	4.27	1.30	13.92	3.04	0.37
			13.61	3.59	3.10	13.61	2.41	1.94
P13	1	0.00/6.25	15.18	2.45	4.28	15.18	1.20	2.91
			15.01	2.65	0.99	15.01	1.38	0.12
			14.92	4.03	1.46	14.92	2.69	0.42
			14.43	2.73	4.47	14.43	1.50	3.15
			13.36	1.95	4.48	13.36	0.87	3.25
			12.63	2.27	4.65	12.63	1.20	3.48
			10.83	1.75	3.95	10.83	0.85	2.94
			9.05	1.24	4.14	9.05	0.53	3.29
			8.26	1.56	4.22	8.26	0.86	3.44
			11.43	4.38	3.07	11.43	3.32	2.04
			11.17	4.95	1.62	11.17	3.90	0.73
			10.65	4.42	1.13	10.65	3.42	0.36
			9.46	3.54	2.93	9.46	2.66	2.06
			9.57	3.56	2.79	9.57	2.67	1.92
			8.25	3.18	2.55	8.25	2.41	1.80
			8.11	3.76	1.13	8.11	3.00	0.48
			6.55	2.36	2.42	6.55	1.76	1.81
			6.20	2.99	0.86	6.20	2.41	0.37
			5.71	2.41	1.35	5.71	1.87	0.84
P14	1	0.00/6.25	28.47	2.82	1.46	28.47	0.82	0.02
			28.35	2.98	5.23	28.35	0.94	2.82
			28.06	4.58	1.79	28.06	2.26	0.20
			27.62	2.56	5.13	27.62	0.67	2.78
			24.09	2.53	5.24	24.09	0.80	3.14
			23.72	4.29	1.61	23.72	2.28	0.22
			23.23	2.08	5.12	23.23	0.52	3.09
			20.18	3.76	1.37	20.18	2.04	0.19
			19.72	1.79	4.53	19.72	0.46	2.79
			16.17	1.78	4.59	16.17	0.59	3.13
			16.16	1.74	4.27	16.16	0.57	2.82
			15.84	3.44	1.19	15.84	2.06	0.21
			15.32	1.32	4.49	15.32	0.31	3.10
			24.60	3.33	4.31	24.60	1.40	2.25
			24.31	3.99	3.06	24.31	1.98	1.20
			20.30	2.77	3.96	20.30	1.17	2.22
			20.25	2.75	3.82	20.25	1.16	2.10
			13.75	1.89	3.10	13.75	0.80	1.89
			13.61	1.87	2.96	13.61	0.80	1.77
			13.34	2.59	1.77	13.34	1.45	0.73

P15	1	0.00/6.25	23.68	2.04	1.35	23.68	0.12	0.08
			23.59	1.17	3.45	23.59	0.00	1.55
			23.29	3.44	1.25	23.29	1.56	0.04
			23.25	3.15	1.41	23.25	1.32	0.12
			22.96	1.63	3.21	22.96	0.25	1.39
			19.95	1.10	3.38	19.95	0.05	1.70
			19.62	3.33	1.05	19.62	1.69	0.04
			19.77	1.44	3.25	19.77	0.24	1.61
			13.43	0.81	2.85	13.43	0.07	1.68
			13.09	2.80	0.65	13.09	1.68	0.00
			13.05	2.50	0.82	13.05	1.38	0.08
			13.05	2.67	0.83	13.05	1.54	0.09
			12.71	1.01	2.70	12.71	0.20	1.59
			10.92	0.71	2.37	10.92	0.08	1.41
			10.59	1.71	1.12	10.59	0.84	0.38
P16	1	0.00/6.25	22.87	1.97	1.44	22.87	0.34	0.15
			22.82	1.97	4.59	22.82	0.46	2.62
			22.54	3.62	1.35	22.54	1.77	0.11
			22.48	2.83	1.48	22.48	1.11	0.18
			19.60	1.69	4.61	19.60	0.39	2.88
			19.28	3.48	1.15	19.28	1.85	0.10
			19.22	2.90	1.26	19.22	1.34	0.15
			16.40	1.48	4.04	16.40	0.37	2.58
			16.12	3.05	0.97	16.12	1.68	0.08
			16.07	2.50	1.05	16.07	1.19	0.13
			13.21	1.19	4.04	13.21	0.30	2.83
			12.87	2.90	0.74	12.87	1.77	0.05
			12.80	2.52	0.87	12.80	1.43	0.12
			12.48	0.71	3.80	12.48	0.04	2.66
			18.79	2.46	2.45	18.79	1.00	0.99
			13.90	1.29	2.91	13.90	0.34	1.70
			10.37	1.74	1.38	10.37	0.87	0.57
P17	1	0.00/6.25	44.31	5.25	2.19	44.31	1.91	0.00
			43.60	5.32	6.02	43.60	2.01	2.58
			43.54	6.90	2.48	43.54	3.33	0.15
			43.28	4.93	6.02	43.28	1.72	2.59
			35.89	4.25	5.82	35.89	1.55	2.88
			35.44	3.83	5.81	35.44	1.25	2.88
			31.72	3.97	5.20	31.72	1.54	2.58
			31.41	3.58	5.19	31.41	1.25	2.59
			23.93	2.92	4.94	23.93	1.10	2.87

			23.89	4.60	1.52	23.89	2.56	0.16
			23.55	2.48	4.92	23.55	0.79	2.88
			39.80	6.84	2.27	39.80	3.51	0.14
			39.53	6.01	4.06	39.53	2.80	1.24
			28.89	4.43	3.38	28.89	2.08	1.21
			21.46	3.24	2.90	21.46	1.50	1.21
			21.10	3.06	3.00	21.10	1.37	1.32
P18	1	0.00/6.25	25.32	4.86	1.50	25.32	2.70	0.12
			25.10	6.20	1.56	25.10	3.96	0.15
			25.01	4.62	4.38	25.01	2.50	2.28
			24.76	4.89	4.61	24.76	2.78	2.51
			21.12	3.59	4.40	21.12	1.83	2.56
			21.10	3.61	4.11	21.10	1.85	2.30
			20.91	3.90	4.58	20.91	2.12	2.75
			17.76	3.84	4.04	17.76	2.10	2.47
			14.12	2.34	3.87	14.12	1.17	2.60
			13.80	2.65	3.97	13.80	1.47	2.72
			21.57	7.47	1.07	21.57	5.48	0.00
			21.35	7.88	1.34	21.35	5.90	0.14
			21.26	7.25	2.71	21.26	5.29	1.07
			21.21	7.35	2.67	21.21	5.39	1.04
			17.37	5.64	2.60	17.37	4.05	1.19
			16.81	5.73	2.51	16.81	4.18	1.16
			15.61	5.98	0.99	15.61	4.53	0.11
			15.26	5.44	2.28	15.26	4.03	1.05
			11.57	4.43	0.88	11.57	3.36	0.15
			11.51	3.74	2.17	11.51	2.68	1.19
			11.27	3.84	2.12	11.27	2.80	1.16
P19	1	0.00/6.25	13.71	2.40	2.86	13.71	1.25	1.67
			13.53	2.25	1.40	13.53	1.13	0.43
			13.52	3.71	1.77	13.52	2.49	0.72
			12.98	1.99	3.70	12.98	0.94	2.53
			12.08	1.97	2.79	12.08	0.97	1.72
			11.35	1.55	3.52	11.35	0.65	2.48
			11.25	1.53	3.75	11.25	0.65	2.71
			9.81	1.81	2.68	9.81	0.98	1.80
			9.13	1.40	3.24	9.13	0.66	2.40
			8.22	1.40	2.84	8.22	0.72	2.08
			7.45	0.96	3.05	7.45	0.38	2.35
			7.41	0.94	3.28	7.41	0.37	2.59
			9.96	4.47	2.16	9.96	3.54	1.29

			9.78	4.44	1.16	9.78	3.52	0.43
			9.77	4.94	1.01	9.77	4.02	0.31
			9.42	3.75	1.27	9.42	2.87	0.53
			8.37	3.66	2.08	8.37	2.87	1.34
			7.97	3.51	0.98	7.97	2.76	0.37
			7.60	3.38	1.10	7.60	2.67	0.49
			7.58	3.37	1.21	7.56	2.66	0.59
			7.30	3.30	1.82	7.30	2.62	1.17
			7.12	3.77	0.68	7.12	3.09	0.19
			6.58	3.04	1.12	6.58	2.42	0.57
			5.72	2.49	1.73	5.72	1.95	1.21
			5.68	2.47	1.63	5.68	1.94	1.12
			5.51	3.00	0.50	5.51	2.48	0.13
P20	1	0.00/6.25	13.83	1.76	2.99	13.83	0.69	1.78
			13.75	3.67	1.43	13.75	2.44	0.44
			13.71	2.22	1.52	13.71	1.09	0.51
			13.21	2.55	4.00	13.21	1.42	2.80
			12.16	1.23	3.18	12.16	0.37	2.09
			11.47	2.16	4.06	11.47	1.18	3.00
			9.81	3.07	0.99	9.81	2.18	0.29
			8.23	0.62	3.00	8.23	0.11	2.24
			7.56	1.54	3.30	7.56	0.88	2.59
			7.43	1.58	3.55	7.43	0.93	2.85
			9.95	4.24	2.15	9.95	3.31	1.28
			10.00	4.95	1.09	10.00	4.01	0.36
			9.99	4.45	1.04	9.99	3.51	0.32
			9.56	3.75	0.96	9.56	2.86	0.28
			7.72	3.62	1.42	7.72	2.89	0.77
			7.32	3.78	0.80	7.32	3.09	0.26
			5.06	2.43	1.21	5.06	1.96	0.76
			5.03	2.44	1.31	5.03	1.97	0.88

6. Listado de medición de pilares

Acero en barras y estribos: B 500 S , Control Normal

Planta 1:Forjado 1 Hormigón: HA-30 , Control Estadístico

	Dimensiones	Encofrado	Hormigón	Diam.	Nº	Longitud	Total	A.barras	A.estribos
P1 P2 P3	0.40x0.40	10.0	1.00	Ø12	8	663	5304	47.09	
P4 P5 P6				Ø12	8	115	920	8.17	
P13 P14 P15				Ø6	53	148	7844		17.41

P7 P8 P9	0.40x0.40	9.8	0.98	Ø12	8	663	5304	47.09	
P11 P12				Ø12	8	115	920	8.17	
				Ø6	53	148	7844		17.41
				Ø6	106	48	5088		11.29
(x5)		49.0	4.90					278.30	143.50
P10	0.40x0.40	9.8	0.98	Ø12	8	663	5304	47.09	
				Ø6	53	148	7844		17.41
				Ø6	106	48	5088		11.29
Total planta 1		198.8	19.88					1097.00	574.00

Acero en barras y estribos: B 500 S , Control Normal

Resumen de medición (+10%)

Planta	Tipo acero	Diam.	Longitud	Peso	Encofrado	Hormigón
Planta 1	Acero en barras	Ø12	1060.80	1036		
	Acero en estribos	Ø6	2586.40	631		
	Total			1838	198.80	19.88

PROYECTO DE E.D.A.R EN ÉPILA (ZARAGOZA)

ANEJO N.º 8:
MEDIA TENSIÓN

eid Consultores

ANEJO N.º 8: MEDIA TENSIÓN

INDICE

1 RESUMEN DE FORMULAS. 3

1.1 TENSION MAXIMA EN UN VANO (ART. 27.1 RLAAT) 3

1.2 VANO DE REGULACION. 4

1.3 TENSIONES Y FLECHAS DE LA LINEA EN DETERMINADAS CONDICIONES. ECUACION DEL CAMBIO DE CONDICIONES. 4

1.3.1 Tensión máxima (Art. 27.1 RLAAT) 6

1.3.2 Flecha máxima (Art 27.3 RLAAT) 6

1.3.3 Flecha mínima 7

1.3.4 Desviación cadena aisladores. 7

1.3.5 Hipótesis de Viento. Cálculo de apoyos. 7

1.3.6 Tendido de la línea. 7

1.4 LIMITE DINAMICO "EDS" 8

1.5 APOYOS (ART. 30 RLAAT). 8

1.5.1 Cargas permanentes (Art. 15, 16 y 17). 12

1.5.2 Esfuerzos del viento 13

1.5.3 Resultante de ángulo (Art. 20) 14

1.5.4 Desequilibrio de tracciones (Art. 18) 15

1.5.5 Esfuerzo equivalente a la Resultante entre el esfuerzo del viento y el desequilibrio de tracciones 16

1.5.6 Rotura de conductores (Art. 19) 16

1.5.7 Esfuerzos descentrados 17

1.5.8 Apoyo adoptado 18

1.6 CIMENTACIONES (ART. 31 RLAAT). 18

1.6.1 Zapatas Monobloque. 19

1.6.2 Zapatas Aisladas. 20

1.7 CADENA DE AISLADORES. 22

1.7.1 Cálculo eléctrico 22

1.7.2 Cálculo mecánico 23

1.7.3 . Longitud de la cadena 23

1.7.4 Peso de la cadena 24

1.7.5 Esfuerzo del viento sobre la cadena 24

1.8 DISTANCIAS DE SEGURIDAD. 24

1.8.1 Distancia de los conductores al terreno 24

1.8.2 Distancia de los conductores entre sí 24

1.8.3 Distancia de los cables de tierra entre sí 25

1.8.4 Distancia de los conductores al apoyo 25

1.9 ANGULO DE DESVIACION DE LA CADENA DE SUSPENSION. 25

1.10 DESVIACION HORIZONTAL DE LAS CATENARIAS POR LA ACCION DEL VIENTO. 26

2 DATOS GENERALES DE LA INSTALACION. 26

3 TENSION MAXIMA EN LA LINEA Y COMPONENTE HORIZONTAL. 27

4 VANO DE REGULACION. 27

5 TENSIONES HORIZONTALES Y FLECHAS EN DETERMINADAS CONDICIONES. 27

6 LIMITE DINAMICO EDS. 27

7 APOYOS. 27

8 CIMENTACIONES. 27

9 CADENAS DE AISLADORES. 27

10 DISTANCIAS DE SEGURIDAD. 27

10.1 DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO 27

10.2 DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES ENTRE SÍ 28

10.3 DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL APOYO 28

11 ANGULO DE DESVIACION DE LA CADENA DE SUSPENSION. 29

12 TABLAS RESUMEN. 31

12.1 TENSIONES Y FLECHAS EN HIPOTESIS REGLAMENTARIAS (CONDUCTORES). 31

12.2 TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO (CONDUCTORES). 32

12.3 CALCULO DE APOYOS. 33

12.4 APOYOS ADOPTADOS. 34

12.5 CRUCETAS ADOPTADAS. 35

12.6 CALCULO DE CIMENTACIONES. 36

12.7 CALCULO DE CADENAS DE AISLADORES. 37

12.8 CALCULO DE ESFUERZOS VERTICALES SIN SOBRECARGA 38

1 RESUMEN DE FORMULAS.

1.1 TENSION MAXIMA EN UN VANO (ART. 27.1 RLAAT).

La tensión máxima en un vano se produce en los puntos de fijación del conductor a los apoyos.

$T_A = P_0 \cdot Y_A = P_0 \cdot c \cdot \cosh (X_A/c) = P_0 \cdot c \cdot \cosh [(X_m - a/2) / c]$

$T_B = P_0 \cdot Y_B = P_0 \cdot c \cdot \cosh (X_B/c) = P_0 \cdot c \cdot \cosh [(X_m + a/2) / c]$

$P_0 = \sqrt{(P_p^2 + P_v^2)} = \sqrt{[P_p^2 + (k \cdot d / 1000)^2]}$ Zona A

K=60 kg/m² si d ≤16 mm y v ≤ 120 Km/h

K=50 kg/m² si d >16 mm y v ≤ 120 Km/h

K=0,007 · v² · 0,6 kg/m² si v > 120 Km/h

$P_0 = P_p + P_h = P_p + [(k \cdot \sqrt{d}) / 1000]$ Zonas B y C K=180 Zona B

K=360 Zona C

$c = T_{0h} / P_0$

$X_m = c \cdot \ln [z + \sqrt{(1+z^2)}]$

$z = h / (2 \cdot c \cdot \text{senh } a/2c)$

Siendo:

v = Velocidad del viento (Km/h).

T_A = Tensión total del conductor en el punto de fijación al primer apoyo del vano (kg).

T_B = Tensión total del conductor en el punto de fijación al segundo apoyo del vano (kg).

P_0 = Peso total del conductor en las condiciones más desfavorables (kg/m).

P_p = Peso propio del conductor (kg/m).

P_v = Sobrecarga de viento (kg/m).

P_h = Sobrecarga de hielo (kg/m).

d = diámetro del conductor (mm).

Y = c · cosh (x/c) = Ecuación de la catenaria.

c = constante de la catenaria.

Y_A = Ordenada correspondiente al primer apoyo del vano (m).

Y_B = Ordenada correspondiente al segundo apoyo del vano (m).

X_A = Abcisa correspondiente al primer apoyo del vano (m).

X_B = Abcisa correspondiente al segundo apoyo del vano (m).

X_m= Abcisa correspondiente al punto medio del vano (m).

a = Proyección horizontal del vano (m).

h = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos (m).

T_{0h} = Componente Horizontal de la Tensión en las condiciones más desfavorables o Tensión Máxima Horizontal (kg). Es constante en todo el vano.

Si existen cables de tierra se utilizarán las mismas fórmulas que para los conductores.

1.2 VANO DE REGULACION.

Para cada tramo de línea comprendida entre apoyos de anclaje de anclaje, ángulo o fin de línea, el vano de regulación se obtiene del siguiente modo:

$a_r = \sqrt{(\Sigma a^3 / \Sigma a)}$

1.3 TENSIONES Y FLECHAS DE LA LINEA EN DETERMINADAS CONDICIONES. ECUACION DEL CAMBIO DE CONDICIONES.

Partiendo de una situación inicial en las condiciones de tensión máxima horizontal (T_{0h}), se puede obtener una tensión horizontal final (T_h) en otras condiciones diferentes para cada vano de regulación (tramo de línea), y una flecha (F) en esas condiciones finales, para cada vano real de ese tramo.

La tensión horizontal en unas condiciones finales dadas, se obtiene mediante la Ecuación del Cambio de Condiciones:

$$[\delta \cdot L_0 \cdot (t - t_0)] + [L_0/(S \cdot E) \cdot (T_h - T_{0h})] = L - L_0$$

$$L_0 = c_0 \cdot \mathrm{senh}[(X_{m0}+a/2) / c_0] - c_0 \cdot \mathrm{senh}[(X_{m0}-a/2) / c_0]$$

$$c_0 = T_{0h}/P_0 \; ; \; X_{m0} = c_0 \cdot \ln[z_0 + \sqrt{(1+z_0^2)}]$$

$$z_0 = h / (2 \cdot c_0 \cdot \mathrm{senh}\, a/2c_0)$$

$L = c \cdot senh[(X_m + a/2) / c] - c \cdot senh[(X_m - a/2) / c]$

$c = T_h/P$; $X_m = c \cdot \ln[z + \sqrt{(1+z^2)}]$

$z = h / (2 \cdot c \cdot senh\ a/2c)$

Siendo:

δ = Coeficiente de dilatación lineal.

L_0 = Longitud del arco de catenaria en las condiciones iniciales para el vano de regulación (m).

L = Longitud del arco de catenaria en las condiciones finales para el vano de regulación (m).

t_0 = Temperatura en las condiciones iniciales (ºC).

t = Temperatura en las condiciones finales (ºC).

S = Sección del conductor (mm^2).

E = Módulo de elasticidad (kg/mm^2).

T_{0h} = Componente Horizontal de la Tensión en las condiciones más desfavorables o Tensión Máxima Horizontal (kg).

T_h = Componente Horizontal de la Tensión o Tensión Horizontal en las condiciones finales consideradas, para el vano de regulación (kg).

a = a_r (vano de regulación, m).

h = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos, en tramos de un solo vano (m).

h = 0, para tramos compuestos por más de un vano.

Obtención de la flecha en las condiciones finales (F), para cada vano real de la línea:

$F = Y_B - [h/a \cdot (X_B - X_{fm})] - Y_{fm}$

$X_{fm} = c \cdot \ln[h/a + \sqrt{(1+(h/a)^2)}]$

$Y_{fm} = c \cdot \cosh (X_{fm}/c)$

Siendo:

Y_B = Ordenada de uno de los puntos de fijación del conductor al apoyo (m).

X_B = Abcisa de uno de los puntos de fijación del conductor al apoyo (m).

Y_{fm} = Ordenada del punto donde se produce la flecha máxima (m).

X_{fm} = Abcisa del punto donde se produce la flecha máxima (m).

h = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos (m).

a = proyección horizontal del vano (m).

Si existen cables de tierra se utilizarán las mismas fórmulas que para los conductores.

1.3.1 Tensión máxima (Art. 27.1 RLAAT).

Condiciones iniciales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Zona A.

t = - 5 ºC.

Sobrecarga: viento (P_V).

b) Zona B.

t = - 15 ºC.

Sobrecarga: hielo (P_h).

c) Zona C.

t = - 20 ºC.

Sobrecarga: hielo (P_h).

1.3.2 Flecha máxima (Art 27.3 RLAAT).

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Hipótesis de viento.

t = + 15 ºC.

Sobrecarga: Viento (P_V).

b) Hipótesis de temperatura.

t = + 50 ºC.

Sobrecarga: ninguna.

c) Hipótesis de hielo.

t = 0 ºC.

Sobrecarga: hielo (P_h).

Zona A: Se consideran las hipótesis a) y b).

Zonas B y C: Se consideran las hipótesis a), b) y c).

1.3.3 Flecha mínima.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Zona A.

t = - 5 ºC.

Sobrecarga: ninguna.

b) Zona B.

t = - 15 ºC.

Sobrecarga: ninguna.

c) Zona C.

t = - 20 ºC.

Sobrecarga: ninguna.

1.3.4 Desviación cadena aisladores.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

t = - 5 ºC.

Sobrecarga: mitad de Viento ($P_V/2$).

1.3.5 Hipótesis de Viento. Cálculo de apoyos.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

t = - 5 ºC.

Sobrecarga: Viento (P_V).

1.3.6 Tendido de la línea.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

t = - 20 ºC (Sólo zona C).

t = - 15 ºC (Sólo zonas B y C).

t = - 10 ºC (Sólo zonas B y C).

t = - 5 ºC.

t = 0 ºC.

t = + 5 ºC.

t = + 10 ºC.

t = + 15 ºC.

t = + 20 ºC.

t = + 25 ºC.

t = + 30 ºC.

t = + 35 ºC.

t = + 40 ºC.

t = + 45 ºC.

t = + 50 ºC.

Sobrecarga: ninguna.

1.4 LIMITE DINAMICO "EDS".

$EDS = (T_h / Q_r) \cdot 100 < 18$

Siendo:

EDS = Every Day Estress, esfuerzo al cual están sometidos los conductores de una línea la mayor parte del tiempo, correspondiente a la temperatura media o a sus proximidades, en ausencia de sobrecarga.

T_h = Componente Horizontal de la Tensión o Tensión Horizontal en las condiciones finales consideradas, para el vano de regulación (kg). Zonas A y B, tª = 15 ºC; Zona C, tª= 10 ºC. Sobrecarga: ninguna.

Q_r = Carga de rotura del conductor (kg).

1.5 APOYOS (ART. 30 RLAAT).

Para el cálculo de apoyos, se consideran éstos sometidos a los siguientes esfuerzos:

Apoyos de líneas situadas en zona A (Altitud inferior a 500 m)

Tipo de apoyo	Hipótesis 1ª Viento	Hipótesis 2ª Hielo	Hipótesis 3ª Des.Tracciones	Hipótesis 4ª Rotura cond
- Alineación	- Cargas perm.(Art.15)		- Cargas perm.(Art.15)	- C.per.(Art.15)
	- Viento (Art.16)		- Deseq. Tracc. (Art.18.1)	- Rot.c. (A.19.1)
	- Temperatura -5 ºC		- Temperatura -5 ºC	- Tª -5 ºC
	* Cargas verticales Tv		* Cargas verticales Tv	* C. vert. Tv

Tv = Pcv + Pca·nc
Tv=Pcv+Pca·nc

* Cargas horizontales Th
Th * C. horiz. Th

Th = Fvc + Eca·nc
Th = Rot

direc: normal a línea esf.torsión

- Angulo y Estrellamiento
- Cargas perm.(Art.15)
- C.per.(Art.15)
- Viento (Art.16)
- Rot.c. (A.19.1)
- Result.ángulo (Art.20)
- Tª -5 ºC
- Temperatura -5 ºC
* C. vert. Tv
* Cargas verticales Tv
Tv=Pcv+Pca·nc
Tv = Pcv + Pca·nc
* C. horiz. Th
* Cargas horizontales Th
Th = Rot
Th = Fvc + Eca·nc + Rav
direc: bisect. ángulo

- Anclaje
- Cargas perm.(Art.15):
- C.per.(Art.15)
- Viento (Art.16)
- Rot.c. (A.19.2)
- Temperatura -5 ºC
- Tª -5 ºC
* Cargas verticales Tv
* C. vert. Tv
Tv = Pcv + Pca·nc
Tv=Pcv+Pca·nc
* Cargas horizontales Th
Th * C. horiz. Th
Th = Fvc + Eca·nc
Th = Rot
direc: normal a línea esf.torsión

- Fin línea
- Cargas perm.(Art.15):
- C.per.(Art.15)
- Viento (Art.16)
- Rot.c. (A.19.3)
- Deseq. Tracc. (Art.18.3)
- Tª -5 ºC

Tv = Pcv + Pca·nc
* Cargas horizontales Th
Th = Dtv
direc: línea

- Cargas perm.(Art.15)
- Deseq. Tracc. (Art.18)
- Temperatura -5 ºC
* Cargas verticales Tv
Tv = Pcv + Pca·nc
* Cargas horizontales Th
Th = Dtv
direc: normal a línea esf.torsión

- Cargas perm.(Art.15)
- Deseq. Tracc. (Art.18.2)
- Temperatura -5 ºC
* Cargas verticales Tv
Tv = Pcv + Pca·nc
* Cargas horizontales Th
Th = Dtv
direc: línea

- Temperatura -5 ºC
* C. vert. Tv

* Cargas verticales Tv
Tv=Pcv+Pca·nc

Tv = Pcv + Pca·nc
* C. horiz. Th

* Cargas horizontales Th
Th = Rot

Th = Rv-Esf.equivalente
esf.torsión

entre Fvc+Eca·nc/Dtv

direc: línea

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán éstos sometidos a la acción del viento, según el artículo 16.

Apoyos de líneas situadas en zonas B y C (Altitud igual o superior a 500 m)

Tipo de apoyo	Hipótesis 1ª Viento	Hipótesis 2ª Hielo	Hipótesis 3ª Des.Tracciones	Hipótesis 4ª Rotura cond
- Alineación	- Cargas perm.(Art.15): - C. per. (A.15)	- C.perm. (Art.15)	- C. perm. (Art.15)	
	- Viento (Art.16)	- Hielo (Art.17)	- Hielo (Art.17)	- Hielo (Art.17)
	- Temperatura -5 ºC (Art.18.1)	- Temperatura (Art.27.1)	-Des.T.	- Rot.c. (A.19.1)
	* Cargas verticales Tv	B: -15 ºC, C: -20 ºC	-	Temperatura (Art.27.1) - Tª (Art.27.1)
	Tv = Pcv + Pca·nc	* Cargas verticales Tv	B: -15 ºC, C: -20 ºC	B:-15ºC,C:-20ºC
	* Cargas horizontales Th	Tv = Pch + Pca·nc	* Cargas verticales Tv	* C. vert. Tv
	Th = Fvc + Eca·nc		Tv = Pch + Pca·nc	Tv=Pch+Pca·nc
	direc: normal a línea		* Cargas	horizontales Th * C. horiz. Th
			Th = Dth	Th = Rot
			direc: línea	esf.torsión
- Angulo y	- Cargas perm.(Art.15)	- C.perm. (Art.15)	- C. perm. (Art.15)	- C. per. (A.15)

Estrellamiento - Viento (Art.16) - Hielo (Art.17) - Hielo (Art.17) - Hielo (Art.17)

- Res. ángulo (Art.20) - Rot.c. (A.19.1) - Res. ángulo (Art.20) - Des.Tracc. (Art.18)

- Temperatura -5 ºC - Temperatura (Art.27.1) - Temperatura (Art.27.1) - Tª (Art.27.1)

* Cargas verticales Tv B:-15ºC,C:-20ºC B: -15 ºC, C: -20 ºC B: -15 ºC, C: -20 ºC

Tv = Pcv + Pca·nc * C. vert. Tv * Cargas verticales Tv Tv = Pch + Pca·nc * Cargas verticales Tv Tv=Pch+Pca·nc

* Cargas horizontales Th Th = Fvc + Eca·nc + Rav Th * C. horiz. Th Tv = Pch + Pca·nc * Cargas horizontales Th Th = Dth

direc: bisect. ángulo Th = Rot Th = Rah direc: normal a bisect.ang. esf.torsión direc: bisect. ángulo

- Anclaje - Cargas perm.(Art.15): - C. per. (A.15) - C.perm. (Art.15) - C. perm. (Art.15)

- Viento (Art.16) - Hielo (Art.17) - Hielo (Art.17) - Hielo (Art.17)

- Temperatura -5 ºC - Temperatura (Art.27.1) - Des.Tracc. (Art.18.2)- Rot.c. (A.19.2)

* Cargas verticales Tv B: -15 ºC, C: -20 ºC - Temperatura (Art.27.1) - Tª (Art.27.1)

Tv = Pcv + Pca·nc B:-15ºC,C:-20ºC * Cargas verticales Tv B: -15 ºC, C: -20 ºC

* Cargas horizontales Th Tv = Pch + Pca·nc * C. vert. Tv * Cargas verticales Tv

Th = Fvc + Eca·nc Tv = Pch + Pca·nc Tv=Pch+Pca·nc

direc: normal a línea * Cargas horizontales Th * C. horiz. Th

Th = Dth

Th = Rot direc: línea

esf.torsión

- Fin línea - Cargas perm.(Art.15): - C. per. (A.15) - C. perm. (Art.15)

- Viento (Art.16) - Hielo (Art.17) - Hielo (Art.17)

- Des.Tracc. (Art.18.3) - Des.Tracc. (Art.18.3) - Rot.c. (A.19.3)

- Temperatura -5 ºC - Temperatura (Art.27.1) - Tª (Art.27.1) * Cargas verticales Tv B: -15 ºC, C: -20 ºC B:-15ºC,C:-20ºC

Tv = Pcv + Pca·nc * Cargas verticales Tv * C. vert. Tv

	* Cargas horizontales Th	Tv = Pch + Pca·nc
Tv=Pch+Pca·nc		Th = Rv-Esf.equivalente * Cargas horizontales Th
		* C. horiz. Th
	entre Fvc+Eca·nc/Dtv	Th = Dth
Th = Rot		
	direc: línea	direc: línea
esf.torsión		

En los apoyos de alineación y ángulo se prescinde de la 4ª hipótesis si se verifican simultáneamente las siguientes condiciones (art. 30.3)

- La línea es de 2ª o 3ª categoría.
- La carga de rotura del conductor es inferior a 6.600 kg.
- Los conductores y cables de tierra tienen un coeficiente de seguridad de 3, como mínimo.
- El coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera es el correspondiente a las hipótesis normales.
- Se instalen apoyos de anclaje cada 3 km. como máximo.

1.5.1 Cargas permanentes (Art. 15, 16 y 17).

Se considerarán las cargas verticales debidas al peso de los distintos elementos: conductores con sobrecarga (según hipótesis), aisladores, herrajes y cables de tierra si los hubiera.

En todas las hipótesis en zona A y en la hipótesis de viento en zonas B y C, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga "Pcv" será:

$Pcv = Lv \cdot Ppv \cdot \cos \alpha \cdot n$ (kg)

Siendo:

Lv = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de - 5 ºC con sobrecarga de viento (m).

Ppv = Peso propio del conductor con sobrecarga de viento (kg/m).

α = Angulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.

n = número total de conductores.

En todas las hipótesis en zonas B y C, excepto en la hipótesis 1ª de Viento, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga "Pch" será:

$Pch = Lh \cdot Pph \cdot n$ (kg)

Siendo:

Lh = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de - 15 ºC (zona B) o - 20 ºC (zona C) con sobrecarga de hielo (m).

Pph = Peso propio del conductor con sobrecarga de hielo (kg/m).

n = número total de conductores.

En todas las zonas y en todas las hipótesis habrá que considerar el peso de los herrajes y la cadena de aisladores "Pca", así como el número de cadenas de aisladores del apoyo "nc".

Si hay cables de tierra a los valores "Pcv" y "Pch" habrá que sumarle el peso de los cables de tierra, sustituyendo en las fórmulas anteriores los datos de los conductores por los de cables de tierra.

1.5.2 Esfuerzos del viento

- El esfuerzo del viento sobre los conductores "Fvc" en la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C se obtiene de la siguiente forma:

Apoyos alineación

$Fvc = (a_1 \cdot d_1 \cdot n_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot n_2)/2 \cdot k$ (kg)

Apoyos fin de línea

$Fvc = a/2 \cdot d \cdot n \cdot k$ (kg)

Apoyos de ángulo y estrellamiento

$Fvc = \Sigma\, a_p /2 \cdot d_p \cdot n_p \cdot k$ (kg)

Siendo:

a_1 = Proyección horizontal del vano que hay a la izquierda del apoyo (m).

a_2 = Proyección horizontal del vano que hay a la derecha del apoyo (m).

a = Proyección horizontal del vano (m).

a_p = Proyección horizontal del vano en la dirección perpendicular a la resultante (m).

d, d_1, d_2, d_p = Diámetro del conductor(mm).

n, n_1, n_2, n_p = nº de haces de conductores.

v = Velocidad del viento (Km/h).

$K = 0{,}06$ si $d \leq 16$ mm, $K = 0{,}05$ si $d > 16$ mm, con $v \leq 120$ Km/h.

$K=0{,}007 \cdot v^2 \cdot 0{,}6 / 1000$ si $v > 120$ Km/h.

- En la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C habrá que considerar el esfuerzo del viento sobre los herrajes y la cadena de aisladores "Eca", así como el número de cadenas de aisladores del apoyo "nc". Si hay cables de tierra al valor "Fvc" habrá que sumarle el viento

sobre los cables de tierra, sustituyendo en las fórmulas anteriores los datos de los conductores por los de cables de tierra.

1.5.3 Resultante de ángulo (Art. 20)

El esfuerzo resultante de ángulos "Rav" de las tracciones de los conductores y cables de tierra en la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Rav = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1 + T_{h1c} \cdot n_{1c})^2 + (T_{h2} \cdot n_2 + T_{h2c} \cdot n_{2c})^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1 + T_{h1c} \cdot n_{1c}) \cdot (T_{h2} \cdot n_2 + T_{h2c} \cdot n_{2c}) \cdot \cos[180 - \alpha])} \text{ (kg)}$$

Siendo:

n_1, n_2 = Número de haces de conductores .

T_{h1}, T_{h2} = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 ºC con sobrecarga de viento (conductores)(kg).

n_{1c}, n_{2c} = Número de cables de tierra .

T_{h1c}, T_{h2c} = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 ºC con sobrecarga de viento (cables de tierra)(kg).

α = Angulo que forman T_{h1} y T_{h2} (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulos "Rah" de las tracciones de los conductores y cables de tierra en la hipótesis 2ª para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Rah = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1 + T_{h1c} \cdot n_{1c})^2 + (T_{h2} \cdot n_2 + T_{h2c} \cdot n_{2c})^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1 + T_{h1c} \cdot n_{1c}) \cdot (T_{h2} \cdot n_2 + T_{h2c} \cdot n_{2c}) \cdot \cos[180 - \alpha])} \text{ (kg)}$$

Siendo:

n_1, n_2 = Número de haces de conductores .

T_{h1}, T_{h2} = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 ºC (zona B) o -20 ºC (zona C) con sobrecarga de hielo (conductores)(kg).

n_{1c}, n_{2c} = Número de cables de tierra .

T_{h1c}, T_{h2c} = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 ºC (zona B) o -20 ºC (zona C) con sobrecarga de hielo (cables de tierra)(kg).

α = Angulo que forman T_{h1} y T_{h2} (gr. sexa.).

*Nota: En los apoyos de estrellamiento las operaciones anteriores se han realizado tomando las tensiones dos a dos para conseguir la resultante total.

1.5.4 Desequilibrio de tracciones (Art. 18)

- En la hipótesis 1ª (sólo apoyos fin de línea) en zonas A, B y C y en la hipótesis 3ª en zona A (apoyos alineación, ángulo, estrellamiento y anclaje), el desequilibrio de tracciones "Dtv" se obtiene:

Apoyos de alineación

$Dtv = 8/100 \cdot (T_h \cdot n + T_{hc} \cdot n_c)(kg)$

$Dtv = Abs((T_{h1} \cdot n_1 + T_{h1c} \cdot n_{1c}) - (T_{h2} \cdot n_2 + T_{h2c} \cdot n_{2c})) (kg)$

Apoyos anclaje

$Dtv = 50/100 \cdot (T_h \cdot n + T_{hc} \cdot n_c)(kg)$

$Dtv = Abs((T_{h1} \cdot n_1 + T_{h1c} \cdot n_{1c}) - (T_{h2} \cdot n_2 + T_{h2c} \cdot n_{2c})) (kg)$

Apoyos ángulo y estrellamiento

$Dtv = 50/100 \cdot (T_h \cdot n + T_{hc} \cdot n_c)(kg)$

Apoyos fin de línea

$Dtv = 100/100 \cdot (T_h \cdot n + T_{hc} \cdot n_c)(kg)$

Siendo:

n, n_1, n_2 = número total de conductores.

T_h, T_{h1}, T_{h2} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de - 5 ºC y sobrecarga de viento (conductores)(kg).

n_c, n_{1c}, n_{2c} = número total de cables de tierra.

T_{hc}, T_{h1c}, T_{h2c} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de - 5 ºC y sobrecarga de viento (cables de tierra)(kg).

- En la hipótesis 2ª (fin de línea) y 3ª (alineación, ángulo, estrellamiento y anclaje) en zonas B y C, el desequilibrio de tracciones "Dth" se obtiene:

Apoyos de alineación

$Dth = 8/100 \cdot (T_{0h} \cdot n + T_{0hc} \cdot n_c) (kg)$

$Dth = Abs((T_{0h1} \cdot n_1 + T_{0h1c} \cdot n_{1c}) - (T_{0h2} \cdot n_2 + T_{0h2c} \cdot n_{2c})) (kg)$

Apoyos anclaje

$Dth = 50/100 \cdot (T_{0h} \cdot n + T_{0hc} \cdot n_c)$ (kg)

$Dth = Abs((T_{0h1} \cdot n_1 + T_{0h1c} \cdot n_{1c}) - (T_{0h2} \cdot n_2 + T_{0h2c} \cdot n_{2c}))$ (kg)

<u>Apoyos ángulo y estrellamiento</u>

$Dth = 50/100 \cdot (T_{0h} \cdot n + T_{0hc} \cdot n_c)$ (kg)

<u>Apoyos fin de línea</u>

$Dth = 100/100 \cdot (T_{0h} \cdot n + T_{0hc} \cdot n_c)$ (kg)

Siendo:

n, n_1, n_2 = número total de conductores.

T_{0h} ,T_{0h1} ,T_{0h2} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones más desfavorables de tensión máxima a - 15 ºC (Zona B) y - 20 ºC (Zona C) con sobrecarga de hielo (conductores)(kg).

n_c, n_{1c}, n_{2c} = número total de cables de tierra.

T_{0hc} ,T_{0h1c} ,T_{0h2c} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones más desfavorables de tensión máxima a - 15 ºC (Zona B) y - 20 ºC (Zona C) con sobrecarga de hielo (cables de tierra)(kg).

1.5.5 Esfuerzo equivalente a la Resultante entre el esfuerzo del viento y el desequilibrio de tracciones

En los apoyos fin de línea, en la hipótesis de viento en zonas A, B y C, el esfuerzo del viento y el desequilibrio de tracciones son esfuerzos perpendiculares, por lo tanto el esfuerzo equivalente "Rv" (en la dirección de la línea) a la resultante de ambos se obtiene:

$Rv = \sqrt{[(Fvc + Eca \cdot nc)^2 + Dtv^2]} \cdot (\cos\alpha + \operatorname{sen}\alpha)$ (kg)

Siendo:

Fvc = Esfuerzo del viento sobre los conductores (kg).

Eca = Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores y herrajes (kg).

nc = número de cadenas de aisladores del apoyo.

Dtv = Desequilibrio de tracciones en la hipótesis de viento (kg).

α = ángulo que forma la resultante de los esfuerzos con la línea.

$tg\ \alpha = (Fvc + Eca \cdot nc) / Dtv$

1.5.6 Rotura de conductores (Art. 19)

El esfuerzo debido a la rotura de un conductor "Rot", aplicado en el punto donde produzca la solicitación más desfavorable, se obtiene:

Apoyos de alineación

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el artículo 30.3.

- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor o cable de tierra "Rot", aplicado en el punto que produzca la solicitación más desfavorable.

Rot = T_{0h} (kg)

Rot = T_{0hc} (kg)

Apoyos de anclaje, ángulo y estrellamiento

Rot = T_{0h} (simplex, un sólo conductor por fase) (kg)

Rot = $T_{0h} \cdot ncf \cdot 0,5$ (dúplex, tríplex, cuadruplex; dos, tres o cuatro conductores por fase) (kg)

Rot = T_{0hc} (kg)

Fin de línea

Rot = $T_{0h} \cdot ncf$ (kg)

Rot = $2 \cdot T_{0h} \cdot ncf$ (montaje tresbolillo y bandera) (kg)

Rot = T_{0hc} (kg)

Siendo:

ncf = número de conductores por fase.

T_{0h} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones más desfavorables de tensión máxima (conductores).

T_{0hc} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones más desfavorables de tensión máxima (cables de tierra).

1.5.7 Esfuerzos descentrados

En los apoyos fin de línea o bandera, cuando tienen el montaje al tresbolillo o bandera, aparecen por la disposición de la cruceta esfuerzos descentrados en condiciones normales, cuyo valor será:

Esdt = $T_{0h} \cdot ncf$ (kg) (tresbolillo)

Esdb = $3 \cdot T_{0h} \cdot ncf$ (kg) (bandera)

Esdb = T_{0hc} (kg) (bandera y dos cables de tierra)

Siendo:

ncf = número de conductores por fase.

T_{0h} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones más desfavorables de tensión máxima (conductores).

T_{0hc} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones más desfavorables de tensión máxima (cables de tierra).

1.5.8 Apoyo adoptado

El apoyo adoptado deberá soportar la combinación de esfuerzos considerados en cada hipótesis (cargas horizontales, cargas verticales y esfuerzos de torsión).

1.6 CIMENTACIONES (ART. 31 RLAAT).

Las cimentaciones se podrán realizar mediante zapatas monobloque o zapatas aisladas. En ambos casos se producirán dos momentos, uno debido al esfuerzo en punta y otro debido al viento sobre el apoyo.

Estarán situados los dos momentos, horizontalmente en el centro del apoyo y verticalmente a ras de tierra.

<u>Momento debido al esfuerzo en punta</u>

El momento debido al esfuerzo en punta "Mep" se obtiene:

$Mep = Ep \cdot Hrc$

Siendo:

Ep = Esfuerzo en punta (kg).

Hrc = Altura de la resultante de los conductores (m).

<u>Momento debido al viento sobre el apoyo</u>

El momento debido al esfuerzo del viento sobre el apoyo "Mev" se obtiene:

$Mev = Eva \cdot H_v$

Siendo:

Eva = Esfuerzo del viento sobre el apoyo (kg). Según artículo 16 se obtiene:

$Eva = (160 \cdot (1 - \eta) + 80 \cdot (1 - \eta)) \cdot S$ (apoyos de celosía con perfiles normales).

$Eva = (90 \cdot (1 - \eta) + 45 \cdot (1 - \eta)) \cdot S$ (apoyos de celosía con perfiles cilíndricos).

$Eva = 100 \cdot S$ (apoyos con superficies planas si $v \leq 120$ Km/h).

Eva = 70 · S (apoyos con superficies cilíndricas si v ≤ 120 Km/h).

Eva = 0,007 · v^2 · S (apoyos con superficies planas si v > 120 Km/h).

Eva = 0,007 · v^2 · 0,6 · S (apoyos con superficies cilíndricas si v > 120 Km/h).

v = Velocidad del viento (Km/h).

S = Superficie real del apoyo expuesta al viento (m^2).

η = Coeficiente de opacidad. Relación entre la superficie real de la cara y el área definida por su silueta.

H_v = Altura del punto de aplicación del esfuerzo del viento (m). Se obtiene:

$H_v = H/3 \cdot (d_1 + 2 \cdot d_2) / (d_1 + d_2)$ (m)

H = Altura total del apoyo (m).

d_1 = anchura del apoyo en el empotramiento (m).

d_2 = anchura del apoyo en la cogolla (m).

1.6.1 Zapatas Monobloque.

Las zapatas monobloque están compuestas por macizos de hormigón de un solo bloque.

Momento de fallo al vuelco

Para que un apoyo permanezca en su posición de equilibrio, el momento creado por las fuerzas exteriores a él ha de ser absorbido por la cimentación, debiendo cumplirse por tanto:

Mf ≥ 1,65 · (Mep + Mev)

Siendo:

Mf = Momento de fallo al vuelco. Momento absorbido por la cimentación (kg · m).

Mep = Momento producido por el esfuerzo en punta (kg · m).

Mev = Momento producido por el esfuerzo del viento sobre el apoyo (kg · m).

Momento absorbido por la cimentación

El momento absorbido por la cimentación "Mf" se calcula por la fórmula de Sulzberger:

$Mf = [139 \cdot C_2 \cdot a \cdot h^4] + [a^3 \cdot (h + 0{,}20) \cdot 2420 \cdot (0{,}5 - 2/3 \cdot \sqrt{(1{,}1 \cdot h/a \cdot 1/10 \cdot C_2)})]$

Siendo:

C_2 = Coeficiente de compresibilidad del terreno a la profundidad de 2 m (kg/cm³).

a = Anchura del cimiento (m).

h = Profundidad del cimiento (m).

1.6.2 Zapatas Aisladas.

Las zapatas aisladas están compuestas por un macizo de hormigón para cada pata del apoyo.

Fuerza de rozamiento de las tierras

Cuando la zapata intenta levantar un volumen de tierra, este opone una resistencia cuyo valor será:

$Frt = \delta_t \cdot \Sigma\ (\gamma^2 \cdot L) \cdot tg\ [\phi/2]$

Siendo:

δ_t = Densidad de las tierras de que se trata (1600 Kg/ m³).

γ = Longitudes parciales del macizo, en m.

L = Perímetro de la superficie de contacto, en m.

ϕ = Angulo de las tierras (generalmente = 45º).

Peso de la tierra levantada

El peso de la tierra levantada será:

$P_t = V_t \cdot \delta_t$, en Kg.

Siendo:

$V_t = 1/3 \cdot h \cdot (S_s + S_i + \sqrt{(S_s \cdot S_i)})$; volumen de tierra levantada, que corresponde a un tronco de pirámide, en m³ .

δ_t = Densidad de la tierra, en Kg/ m³ .

h = Altura del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m.

S_s = Superfice superior del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m² .

S_i = Superfice inferior del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m² .

Al volumen de tierra " V_t ", habrá que quitarle el volumen del macizo de hormigón que hay enterrado.

Peso del macizo de hormigón

El peso del macizo de hormigón de la zapata será:

$P_h = V_h \cdot \delta_h$, en Kg.

Siendo:

δ_h = Densidad del macizo de hormigón, en Kg/ m^3 .

$V_h = \Sigma V_{hi}$; los volumenes " V_{hi} " pueden ser cubos, pirámides o troncos de pirámide, en m^3 .

$V_i = 1/3 \cdot h \cdot (S_s + S_i + \sqrt{(S_s \cdot S_i)})$; volumen del tronco de pirámide, en m^3 .

$V_i = 1/3 \cdot h \cdot S$; volumen de la pirámide, en m^3 .

$V_i = h \cdot S$; volumen del cubo, en m^3 .

h = Altura del cubo, pirámide o tronco de pirámide, en m.

S_s = Superfice superior del tronco de pirámide, en m^2 .

S_i = Superfice inferior del tronco de pirámide, en m^2 .

S = Superfice de la base del cubo o pirámide, en m^2 .

Esfuerzo vertical debido al esfuerzo en punta

El esfuerzo vertical que tiene que soportar la zapata debido al esfuerzo en punta "Fep" se obtiene:

Fep = 0,5 · (Mep + Mev · f) / Base , en Kg.

Siendo:

Mep = Momento producido por el esfuerzo en punta, en Kg · m.

Mev = Momento producido por el esfuerzo del viento sobre el apoyo, en Kg · m.

f = Factor que vale 1 si el coeficiente de seguridad del apoyo es normal y 1,25 si el coeficiente de seguridad es reforzado.

Base = Base del apoyo, en m.

Esfuerzo vertical debido a los pesos

Sobre la zapata actuarán esfuerzos verticales debidos a los pesos, el valor será:

$F_V = T_V /4 + P_a /4 + P_t + P_h$, en Kg.

Siendo:

T_V = Esfuerzos verticales del cálculo de los apoyos, en Kg.

P_a = Peso del apoyo, en Kg.

P_t = Peso de la tierra levantada, en Kg.

P_h = Peso del hormigón de la zapata, en Kg.

Esfuerzo total sobre la zapata

El esfuerzo total que actúa sobre la zapata será:

$F_T = Fep + F_V$, en Kg.

Siendo:

Fep = Esfuerzo debido al esfuerzo en punta, en Kg.

F_V = Esfuerzo debido a los esfuerzos verticales, en Kg.

Comprobación de las zapatas

Si el esfuerzo total que actúa sobre la zapata tiende a levantar el macizo de hormigón, habrá que comprobar el coeficiente de seguridad "Cs", cuyo valor será:

$Cs = (F_V + Frt) / Fep > 1,5$.

Si el esfuerzo total que actúa sobre la zapata tiende a hundir el macizo de hormigón, habrá que comprobar que el terreno tiene la debida resistencia "Rt", cuyo valor será:

$Rt = F_T / S$, en Kg/cm^2 .

Siendo:

F_V = Esfuerzo debido a los esfuerzos verticales, en Kg.

Frt = Esfuerzo de rozamiento de las tierras, en Kg.

Fep = Esfuerzo debido al esfuerzo en punta, en Kg.

F_T = Esfuerzo total sobre la zapata, en Kg.

S = Superficie de la base del macizo, en cm^2 .

1.7 CADENA DE AISLADORES.

1.7.1 Cálculo eléctrico

El grado de aislamiento respecto a la tensión de la línea se obtiene colocando un número de aisladores suficiente "NAis", cuyo número se obtiene:

NAis = Nia · Ume / Llf

Siendo:

NAis = número de aisladores de la cadena.

Nia = Nivel de aislamiento recomendado según las zonas por donde atraviesa la línea (cm/kV).

Ume = Tensión más elevada de la línea (kV).

Llf = Longitud de la línea de fuga del aislador elegido (cm).

1.7.2 Cálculo mecánico

Mecánicamente, el coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores "Csm" ha de ser mayor de 3.

El aislador debe soportar las cargas normales que actúan sobre él.

Csmv = Qa / (Pv+Pca) > 3

Siendo:

Csmv = coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores con cargas normales.

Qa = Carga de rotura del aislador (Kg).

Pv = El esfuerzo vertical transmitido por los conductores al aislador (kg).

Pca = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (kg).

El aislador debe soportar las cargas anormales que actúan sobre él.

Csmh = Qa / (Toh·ncf) > 3

Siendo:

Csmh = coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores con cargas anormales.

Qa = Carga de rotura del aislador (Kg).

Toh = Tensión horizontal máxima en las condiciones más desfavorables (kg).

ncf = número de conductores por fase.

1.7.3 . Longitud de la cadena

La longitud de la cadena Lca será:

Lca = NAis · LAis (m)

Siendo:

Lca = Longitud de la cadena (m).

NAis = número de aisladores de la cadena.

LAis = Longitud de un aislador (m).

1.7.4 Peso de la cadena

El peso de la cadena Pca será:

Pca = NAis · PAis (Kg)

Siendo:

Pca = Peso de la cadena (Kg).

NAis = número de aisladores de la cadena.

PAis = Peso de un aislador (Kg).

1.7.5 Esfuerzo del viento sobre la cadena

El esfuerzo del viento sobre la cadena Eca será:

Eca = k · (DAis / 1000) · Lca (Kg)

Siendo:

Eca = Esfuerzo del viento sobre la cadena (Kg).

k = 70 (si v ≤ 120 Km/h). Según artículo 16.

k = 0,007 · v^2 · 0,6 (si v > 120 Km/h). Según artículo 16.

v = Velocidad del viento (Km/h).

DAis = Diámetro máximo de un aislador (mm).

Lca = Longitud de la cadena (m).

1.8 DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

1.8.1 Distancia de los conductores al terreno

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de.

5,3 + U/150 (m), mínimo 6 m.

Siendo:

U = Tensión de la línea (kV).

1.8.2 Distancia de los conductores entre sí

La distancia de los conductores entre sí "D" debe ser como mínimo:

D = k·√(F + L) + U/150 (m).

Siendo:

k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla del artículo 25.1. RLAAT.

L = Longitud de la cadena de suspensión (m). Si la cadena es de amarre L=0.

U = Tensión de la línea (kV).

F = Flecha máxima (m).

1.8.3 Distancia de los cables de tierra entre sí

La distancia de los cables de tierra entre sí "D" debe ser como mínimo:

$D = k \cdot \sqrt{(F)} + U/150$ (m) .

Siendo:

k = Coeficiente que depende de la oscilación de los cables de tierra con el viento, según tabla del artículo 25.1. RLAAT.

U = Tensión de la línea (kV).

F = Flecha máxima (m).

1.8.4 Distancia de los conductores al apoyo

La distancia mínima de los conductores al apoyo "ds" será de:

ds = 0,1 + U/150 (m), mínimo de 0,2 m.

Siendo:

U = Tensión de la línea (kV).

1.9 ANGULO DE DESVIACION DE LA CADENA DE SUSPENSION.

Debido al esfuerzo del viento sobre los conductores, las cadenas de suspensión en apoyos de alineación sufren una desviación respecto a la vertical. El ángulo máximo de desviación de la cadena "α" no podrá ser superior al ángulo "β" máximo permitido para que se mantenga la distancia del conductor al apoyo.

$tg\ \alpha = (Pv + Eca/2) / (P_{-5ºC+V/2} + Pca/2) = Etv / Pt$, en apoyos de alineación.

Siendo:

$tg\ \alpha$ = Tangente del ángulo que forma la cadena de suspensión con la vertical, al desviarse por la acción del viento.

Pv = Esfuerzo de la mitad del viento sobre el conductor (kg).

Eca = Esfuerzo de la mitad del viento sobre la cadena de aisladores y herrajes (kg).

$P_{-5ºC+V/2}$ = Peso total del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de - 5 ºC con sobrecarga mitad de viento (kg).

Pca = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (kg).

Si el valor del ángulo de desviación de la cadena "α" es mayor del ángulo máximo permitido "β", se deberá colocar un contrapeso de valor:

$G = Etv / tg\ \beta - Pt$

1.10 DESVIACION HORIZONTAL DE LAS CATENARIAS POR LA ACCION DEL VIENTO.

$d_H = z \cdot sen\alpha$

Siendo:

d_H = Desviación horizontal de las catenarias por la acción del viento (m).

z = Distancia entre el punto de la catenaria y la recta de unión de los puntos de sujeción (m).

α = Angulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.

2 DATOS GENERALES DE LA INSTALACION.

Tensión de la línea: 15 kV.

Tensión más elevada de la línea: 17.5 kV.

Velocidad del viento: 120 km/h.

Zonas: B.

CONDUCTOR.

Denominación: LA-56.

Sección: 54.6 mm^2.

Diámetro: 9.5 mm.

Carga de Rotura: 1666 Kg.

Módulo de elasticidad: 8100 Kg/mm^2.

Coeficiente de dilatación lineal: $19.1 \cdot 10^{-6}$.

Peso propio: 0.19 Kg/m.

Peso propio más sobrecarga de viento: 0.6 Kg/m.

Peso propio más sobrecarga con la mitad del viento: 0.34 Kg/m.

Peso propio más sobrecarga de hielo(Zona B): 0.74 Kg/m.

Peso propio más sobrecarga de hielo(Zona C): 1.3 Kg/m.

3 TENSION MAXIMA EN LA LINEA Y COMPONENTE HORIZONTAL.

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS EN HIPOTESIS REGLAMENTARIAS.

4 VANO DE REGULACION.

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS EN HIPOTESIS REGLAMENTARIAS.

5 TENSIONES HORIZONTALES Y FLECHAS EN DETERMINADAS CONDICIONES.

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS EN HIPOTESIS REGLAMENTARIAS.

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.

6 LIMITE DINAMICO EDS.

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.

7 APOYOS.

Ver en la tabla de CALCULO DE APOYOS.

8 CIMENTACIONES.

Ver en la tabla de CALCULO DE CIMENTACIONES.

9 CADENAS DE AISLADORES.

Ver en la tabla de CALCULO DE CADENAS DE AISLADORES.

10 DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

10.1 DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de.

dst = 5,3 + U/150 = 5,3 + 15/150 = 5.4 m.; mínimo 6m.

dst = 6 m.

Siendo:

U = Tensión de la línea (kV).

10.2 DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES ENTRE SÍ

La distancia de los conductores entre sí D debe ser como mínimo:

$D = k \cdot \sqrt{(F + L)} + U/150$

Siendo:

k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla del artículo 25.1. RLAAT.

L = Longitud de la cadena de suspensión (m). Si la cadena es de amarre L=0.

U = Tensión de la línea (kV).

F = Flecha máxima (m).

<u>apoyo 2</u>

$D = 0.65 \cdot \sqrt{(1.95 + 0)} + 15/150 = 1.01$ m

<u>apoyo 3</u>

$D = 0.65 \cdot \sqrt{(3.57 + 0.34)} + 15/150 = 1.39$ m

<u>apoyo 4</u>

$D = 0.65 \cdot \sqrt{(3.57 + 0.34)} + 15/150 = 1.39$ m

<u>apoyo 5</u>

$D = 0.65 \cdot \sqrt{(2.23 + 0)} + 15/150 = 1.07$ m

<u>apoyo 6</u>

$D = 0.65 \cdot \sqrt{(2.75 + 0.34)} + 15/150 = 1.18$ m

<u>apoyo 7</u>

$D = 0.65 \cdot \sqrt{(2.75 + 0)} + 15/150 = 1.18$ m

10.3 DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL APOYO

La distancia mínima de los conductores al apoyo ds será de:

dsa = 0,1 + U/150 = 0,1 + 15/150 = 0.2 m.; mínimo 0,2 m.

dsa = 0.2 m.

Siendo:

U = Tensión de la línea (kV).

11 ANGULO DE DESVIACION DE LA CADENA DE SUSPENSION.

Debido al esfuerzo del viento sobre los conductores, las cadenas de suspensión en apoyos de alineación sufren una desviación respecto a la vertical. El ángulo máximo de desviación de la cadena no podrá ser superior al ángulo máximo permitido para que se mantenga la distancia del conductor al apoyo.

$tg\ \alpha = (Pv + Eca/2) / (P_{-5ºC+V/2} + Pca/2) = Etv / Pt$, en apoyos de alineación.

Siendo:

$tg\ \alpha$ = Tangente del ángulo que forma la cadena de suspensión con la vertical, al desviarse por la acción del viento.

Pv = Esfuerzo de la mitad del viento sobre el conductor (kg).

Eca = Esfuerzo de la mitad del viento sobre la cadena de aisladores y herrajes (kg).

$P_{-5ºC+V/2}$ = Peso total del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de - 5 ºC con sobrecarga mitad de viento (kg).

Pca = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (kg).

Si el valor del ángulo de desviación de la cadena es mayor del ángulo máximo permitido , se deberá colocar un contrapeso de valor:

$G = Etv / tg\ \beta - Pt$

<u>Apoyos de Alineación.</u>

<u>apoyo 3</u>

$tg\ \alpha = (Pv + Eca/2) / (P_{-5ºC+V/2} + Pca/2) = (33.49 + 4.16/2) / (18.59 + 3.4/2) = 1.75.$

$\alpha = 60.3º$

$\beta = 51.86º$

$G = Etv / tg\ \beta - Pt = 35.57 / 1.27 - 20.29 = 7.64$ Kg.

<u>apoyo 4</u>

$tg\ \alpha = (Pv + Eca/2) / (P_{-5ºC+V/2} + Pca/2) = (31.78 + 4.16/2) / (58.06 + 3.4/2) = 0.57.$

$\alpha = 29.53º$

$\beta = 51.86º$

12 TABLAS RESUMEN.

12.1 TENSIONES Y FLECHAS EN HIPOTESIS REGLAMENTARIAS (CONDUCTORES).

Vano	Longit.	Desni.	Vano	Hipótesis de Tensión Máxima			Hipótesis de Flecha Máxima					
			Regula.	-5ºC+V	15ºC+H	20ºC+H	15ºC+V		50ºC		0ºC+H	
	(m)	(m)	(m)	Toh(Kg)	Toh(Kg)	Toh(Kg)	Th(Kg)	F(m)	Th(Kg)	F(m)	Th(Kg)	F(m)
2-3	100	9.65	113.24		543.2		394.4	1.91	121.6	1.95	498.8	1.87
3-4	135	16	113.24		543.2		394.4	3.5	121.6	3.57	498.8	3.42
4-5	88	-8.61	113.24		543.2		394.4	1.48	121.6	1.51	498.8	1.45
5-6	99.13	-34.56	99.13		510.9		364.7	2.14	110.2	2.23	464.5	2.08
6-7	120.87	-0.31	120.87		553.3		405	2.71	125.7	2.75	510.8	2.66

Vano	Longit.	Desni.	Vano	Hipótesis Flecha Minima			Hipótesis de Cálculo Apoyos			D.C.Ais.	Desviación horizontal
			Regula.	-5ºC	-15ºC	-20ºC	-5ºC+V	-15ºC+H	-20ºC+H	-5ºC+V/2	viento
	(m)	(m)	(m)	F(m)	F(m)	F(m)	Th(Kg)	Th(Kg)	Th(Kg)	Th(Kg)	(m)
2-3	100	9.65	113.24		0.98		445.3	543.2		307.7	
3-4	135	16	113.24		1.78		445.3	543.2		307.7	
4-5	88	-8.61	113.24		0.76		445.3	543.2		307.7	
5-6	99.13	-34.56	99.13		1.03		417.4	510.9		291.6	
6-7	120.87	-0.31	120.87		1.45		453.8	553.3		310	

12.2 TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO (CONDUCTORES).

Vano	Long.	Desni.	V.Reg.	-20ºC		-15ºC		-10ºC		-5ºC		0ºC		5ºC		10ºC		15ºC	
	(m)	(m)	(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)
2-3	100	9.65	113.24			243.1	0.98	224.9	1.06	209	1.14	195.1	1.22	183.1	1.3	172.5	1.38	163.3	1.45
3-4	135	16	113.24			243.1	1.78	224.9	1.93	209	2.08	195.1	2.22	183.1	2.37	172.5	2.51	163.3	2.66
4-5	88	-8.61	113.24			243.1	0.76	224.9	0.82	209	0.88	195.1	0.94	183.1	1	172.5	1.07	163.3	1.13
5-6	99.13	-34.56	99.13			239.8	1.03	219.4	1.12	201.7	1.22	186.5	1.32	173.4	1.42	162.1	1.52	152.3	1.61
6-7	120.87	-0.31	120.87			237.5	1.45	221.2	1.56	207	1.67	194.5	1.78	183.5	1.88	173.8	1.99	165.3	2.09

Vano	Long.	Desni.	V.Reg.	20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC		50ºC		EDS
	(m)	(m)	(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	
2-3	100	9.65	113.24	155.1	1.53	147.9	1.61	141.5	1.68	135.7	1.75	130.5	1.82	125.8	1.89	121.6	1.95	9.8
3-4	135	16	113.24	155.1	2.8	147.9	2.93	141.5	3.07	135.7	3.2	130.5	3.33	125.8	3.45	121.6	3.57	9.8
4-5	88	-8.61	113.24	155.1	1.19	147.9	1.24	141.5	1.3	135.7	1.36	130.5	1.41	125.8	1.46	121.6	1.51	9.8
5-6	99.13	-34.56	99.13	143.9	1.71	136.4	1.8	129.9	1.89	124.1	1.98	119	2.07	114.4	2.15	110.2	2.23	9.14
6-7	120.87	-0.31	120.87	157.7	2.19	150.9	2.29	144.8	2.39	139.4	2.48	134.4	2.57	129.9	2.66	125.7	2.75	9.92

12.3 CALCULO DE APOYOS.

Apoyo	Función	Ang. Rel.	Hipótesis 1ª (Viento) -5ºC+V		Hipótesis 2ª (Hielo) (-15:B/-20:C)ºC+H		Hipótesis 3ª (Des.Tr.) (-5:A)ºC+V (-15:B/-20:C)ºC+H		Hipótesis 4ª (Rotura) (-5:A)ºC+V (-15:B/-20:C)ºC+H		Esf.Tors. Con.norm.	D.Cond. Cálculo
		gr.sexa.	Tv(Kg)	Th(Kg)	Tv(Kg)	Th(Kg)	Tv(Kg)	Th(Kg)	Tv(Kg)	Th(Kg)	(Kg)	(m)
2	Fin Línea		-1.9	1445; dir:línea	-35.1	1629.7; dir:línea			-35.1	543.2	0	1.01
3	Alineación		68	213.4; dir:nor.lín.	238.1		238.1	130.4; dir:línea				1.39
4	Alineación		165	203.2; dir:nor.lín.	614.1		614.1	130.4; dir:línea				1.39
5	Angulo	82.9; apo.6	171.7	825.6; dir:result.	612	794.6; dir:result.	612	1057.2; dir:nor.res.	612	543.2		1.07
6	Alineación		-52.1	213.1; dir:nor.lín.	-258.5		-258.5	132.8; dir:línea				1.18
7	Fin Línea		43.4	1477.2; dir:línea	141	1660; dir:línea			141	553.3	0	1.18

12.4 APOYOS ADOPTADOS.

Apoyo	Función	Tipo	Coefic. Segur.	Angulo gr.sexa.	Altura Total (m)	Esf.Util Punta (Kg)	Esf.Ver. s.Tors. (Kg)	Esf.Ver. c.Tors. (Kg)	Esfuer. Torsión (Kg)	Dist. Torsión (m)	Peso (Kg)
2	Fin Línea	Celosia recto	N		12	2000	1500	900	1200	1.5	
3	Alineación	Celosia recto	N		16	1000	1000	600	720	1.5	
4	Alineación	Celosia recto	N		16	1000	1000	600	720	1.5	
5	Angulo	Celosia recto	N	151.3	10	2000	1500	900	1200	1.5	
6	Alineación	Celosia recto	R		12	1000	1000	600	720	1.5	
7	Fin Línea	Celosia recto	R		14	3000	2000	1000	1500	1.5	

12.5 CRUCETAS ADOPTADAS.

Apoyo	Función	Tipo	Montaje	D.Cond. Cuceta (m)	a Brazo Superior (m)	b Brazo Medio (m)	c Brazo Inferior (m)	d D.Vert. Brazos (m)	e Altura Refuer. (m)	Peso (Kg)	Esfuerzo Máximo (Kg)	Altura Cúpula (m)
2	Fin Línea	Celosia recto	Boveda R.	2	2			1.2		100	9000	
3	Alineación	Celosia recto	Boveda R.	2	2			1.2		100	9000	
4	Alineación	Celosia recto	Boveda R.	2	2			1.2		100	9000	
5	Angulo	Celosia recto	Boveda R.	2	2			1.2		100	9000	
6	Alineación	Celosia recto	Boveda R.	2	2			1.2		100	9000	
7	Fin Línea	Celosia recto	Boveda R.	2	2			1.2		100	9000	

12.6 CALCULO DE CIMENTACIONES.

Apoyo	Función	Esf.Util Punta (Kg)	Alt.Res. conduc. (m)	Mom.Producido por el conduc. (Kg.m)	Esf.Vie. Apoyos (Kg)	Alt.Vie. Apoyos (m)	Mom.Producido Viento Apoyos (Kg.m)	Momento Total Fuerzas externas (Kg.m)
2	Fin Línea	2000	11.2	22400	301.3	4.69	1412.1	23812.1
3	Alineación	1000	15.11	15110	423.3	6.47	2740	17850
4	Alineación	1000	15.11	15110	423.3	6.47	2740	17850
5	Angulo	2000	9.25	18500	241.9	3.83	926.6	19426.6
6	Alineación	1000	11.5	11500	284.1	4.82	1370.3	12870.3
7	Fin Línea	3000	12.9	38700	378.8	5.39	2042.8	40742.8

Apoyo	Función	Ancho Cimen. A(m)	Alto Cimen. H(m)	MONOBLOQUE	
				Coefic. Comp.	Mom.Absorbido por la cimentac. (Kg.m)
2	Fin Línea	1.03	2.25	10	39436.5
3	Alineación	1.17	2	10	29630.9
4	Alineación	1.17	2	10	29630.9
5	Angulo	0.93	2.2	10	32270.8
6	Alineación	0.99	1.95	10	21925.8
7	Fin Línea	1.1	2.55	10	68410.7

12.7 CALCULO DE CADENAS DE AISLADORES.

Apoyo	Función	Denom.	Qa (Kg)	D.Ais. (mm)	Llf (mm)	L.Ais. (m)	P.Ais. (Kg)
2	Fin Línea	U40BS	3900	175	185	0.17	1.7
3	Alineación	U40BS	3900	175	185	0.17	1.7
4	Alineación	U40BS	3900	175	185	0.17	1.7
5	Angulo	U40BS	3900	175	185	0.17	1.7
6	Alineación	U40BS	3900	175	185	0.17	1.7
7	Fin Línea	U40BS	3900	175	185	0.17	1.7

Apoyo	Función	N.Cad.	Denom.	N.Ais.	Nia (cm/KV)	Lca (m)	L.Alarg. (m)	Pca (Kg)	Eca (Kg)	Pv+Pca (Kg)	Csmv	Toh· ncf (Kg)	Csmh
2	Fin Línea	3 C.Am.	U40BS	2	1.7	0.34		3.4	4.16	15.11	210.67	543.23	7.18
3	Alineación	3 C.Su.	U40BS	2	1.7	0.34		3.4	4.16	75.96	49.14	0	39000
4	Alineación	3 C.Su.	U40BS	2	1.7	0.34		3.4	4.16	201.31	19.05	0	39000
5	Angulo	6 C.Am.	U40BS	2	1.7	0.34		3.4	4.16	217.52	17.65	543.23	7.18
6	Alineación	6 C.Am.	U40BS	2	1.7	0.34		3.4	4.16	139.38	27.32	553.33	7.05
7	Fin Línea	3 C.Am.	U40BS	2	1.7	0.34		3.4	4.16	43.58	83.01	553.33	7.05

12.8 CALCULO DE ESFUERZOS VERTICALES SIN SOBRECARGA.

Apoyo	Función	Esf.Vert. -20ºC (Kg)	Esf.Vert. -15ºC (Kg)	Esf.Vert. -5ºC (Kg)
2	Fin Línea		-31.72	-21.86
3	Alineación		61.14	63.4
4	Alineación		231.73	209.62
5	Angulo		254.81	224.99
6	Alineación		-164.68	-125.08
7	Fin Línea		42.66	42.89

PROYECTO DE E.D.A.R EN ÉPILA (ZARAGOZA)

ANEJO N.º 9:
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

eid Consultores

ANEJO N.º 9: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

INDICE

1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN (IA) 3

2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN (IB) 3

3 CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO 4

3.1 CORTOCIRCUITO EN A.T. (ICCA) 4

3.2 CORTOCIRCUITO EN B.T. (ICCB) 4

4 DIMENSIONAMIENTO DEL EMBARRADO 5

4.1 COMPROBACIÓN DE LA DENSIDAD DE CORRIENTE (D) 6

4.2 COMPROBACIÓN DE SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA. 6

4.3 SOLICITACIÓN TÉRMICA. 8

5 ELECCIÓN DE LOS TRANSFORMADORES DE MEDIDA Y PROTECCIÓN. 9

5.1 TRANSFORMADORES DE MEDIDA. 9

5.1.1 Transformadores de tensión 9

5.1.2 Transformadores de intensidad 9

5.2 TRANSFORMADORES PARA PROTECCIÓN. 10

5.2.1 Transformadores para protección integrados en la celda de medida. 10

5.2.2 Transformadores para protección integrados en la celda de protección general. 11

6 CALCULO DE LAS PROTECCIONES EN A.T. Y B.T. 13

6.1 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES EN A.T. 13

6.1.1 Celdas de ruptofusible con elementos de protección por fusible 13

6.1.2 Celdas de ruptofusible con elementos de protección por relé 14

6.1.3 Celdas de protección general de cables con relés de protección de sobreintensidad 14

6.2 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN (B.T.). 14

7 ELECCION DEL PREFABRICADO DE HORMIGON 14

8 VENTILACIÓN DEL C.T. DIMENSIONAMIENTO. 15

9 DIMENSIONAMIENTO DEL POZO APAGAFUEGOS 16

10 CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA. 16

10.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO. 17

10.2 CÁLCULOS PRELIMINARES: CORRIENTE MÁXIMA DE PUESTA A TIERRA, RESISTENCIA MÁXIMA DE PUESTA A TIERRA, TIEMPO MÁXIMO DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO Y ELECTRODO TIPO. 17

10.2.1 Corriente máxima de puesta a tierra y resistencia de puesta a tierra. 17

10.2.2 Tiempos máximos de eliminación del defecto 18

10.2.3 Selección del electrodo tipo según UNESA. 19

10.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA. 20
10.4 CÁLCULOS DEFINITIVOS 20
10.4.1 Resistencia de puesta a tierra. R't 20
10.4.2 Intensidad de defecto (I'd) 21
10.4.3 Tensión de paso en el exterior (Vp') 21
10.4.4 Tensión de paso en el acceso al Centro de transformación..... 21
10.4.5 Tensión de defecto (V'd)..... 22
10.5 CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS..... 22
10.6 COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LAS TENSIONES E INTENSIDADES APLICADAS..... 24
10.7 SOBRETENSIONES ADMISIBLES PARA INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN..... 25
10.8 INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIDAS AL EXTERIOR. SEPARACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN (MASAS) Y DE SERVICIO (NEUTRO)..... 25
10.8.1 Sistema único para las puestas a tierra de protección y servicio. 26
10.8.2 Resistencia de puesta a tierra de servicio..... 27
10.9 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO..... 27
11 OTROS CALCULOS COMPLEMENTARIOS 27
11.1 CÁLCULO DE LA POTENCIA DE CORTOCIRCUITO 28
11.2 CÁLCULO DE LA POTENCIA MÁXIMA SOPORTADA POR EL CABLE DE INTERCONEXIÓN ENTRE LAS CELDAS DE MEDIA TENSIÓN Y EL TRANSFORMADOR DE POTENCIA. 28
11.3 CAÍDA DE TENSIÓN EN EL CABLE. 28
11.4 CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN FORZADA. 29

1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN (IA)

La intensidad de alta tensión (IA) la definiremos como la intensidad total que acomete al Centro de Transformación y que posteriormente atravesará el aparellaje de Media Tensión.

Para la obtención de esta intensidad, aplicaremos la siguiente fórmula:

$$I_A = \frac{P_T}{\sqrt{3}.V_S}$$

Donde:

PT : Potencia total de todos los transformadores

VS : Tensión de servicio = 15 kV.

Sustituyendo tendremos que:

IA = 12,12 A

2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN (IB)

Esta intensidad se refiere a la del lado de Baja Tensión (IB) del transformador de potencia, es decir la intensidad de salida del secundario. Para este caso habrá tantas intensidades de baja tensión como transformadores de potencia tenga la instalación.

La obtención de la IB se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$I_B = \frac{P_X}{\sqrt{3}.V_B}$$

Donde:

PX : Potencia de cada transformador en kVA

VB : Tensión secundario del transformador en kV (0,38 kV).

Sustituyendo tendremos que:

IbT1 = 479,16 A

3 CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

El estudio de las corrientes de cortocircuito, es aplicable tanto en el lado de alta tensión como en el de baja tensión.

Como dato de partida, se tomará la potencia de cortocircuito en la acometida del centro. Este dato será dado por la Compañía Eléctrica suministradora.

3.1 CORTOCIRCUITO EN A.T. (ICCA)

La intensidad de cortocircuito en el lado de alta tensión (IccA) viene dado por la siguiente expresión:-

$$Icc_A = \frac{Pcc}{\sqrt{3}.V_S}$$

Donde:

Pcc : Potencia de cortocircuito = 519 MVA

VS : Tensión de servicio = 15 kV.

Sustituyendo tendremos que:

IccA = 20 kA

3.2 CORTOCIRCUITO EN B.T. (ICCB)

Habrá tantos cálculos de intensidad de cortocircuito en Baja Tensión (IccB) como transformadores de potencia tenga la instalación. El cálculo de dicha intensidad vendrá establecido por la siguiente expresión:

$$Icc_B = \frac{P_X}{\sqrt{3}.Vcc\ V_{CP}}$$

Donde:

PX : Potencia del transformador en kVA

Vcc : Tensión porcentual de cortocircuito del transformador RU5201D

Vcp : Tensión compuesta del secundario del transformador, 0'38 kV .

Sustituyendo,

IccT1 = 12 kA

4 DIMENSIONAMIENTO DEL EMBARRADO

Los embarrados de interconexión entre celdas FLUOKIT M24 dependerán de la intensidad de la instalación. Estos tendrán forma cilíndrica recubiertos de una funda aislante siendo el material conductor utilizado cobre o aluminio.

Para este cálculo tomaremos como datos de partida las dimensiones de los embarrados en función del material e intensidad, tal y como se refleja en la tabla adjunta.

		400 A	630 A
24kV	Material	Al	Cu
	Ø ext.	22	22
	Ø int.	15	15
	S	203,42	203,42

Siendo:

Ø ext. : el diametro exterior.
Ø int. : el diametro interior.
S: la sección conductora en mm2.

Para el cálculo de la sección S de material conductor, emplearemos la siguiente fórmula:

$$S = \pi \cdot \left[\left(\frac{\phi\ ext}{2} \right)^2 - \left(\frac{\phi\ int}{2} \right)^2 \right]$$

Donde:

ϕ ext.: es el diametro

ϕ int. : es el diametro

4.1 COMPROBACIÓN DE LA DENSIDAD DE CORRIENTE (D)

Definiremos la densidad de corriente (d) como la máxima intensidad que puede circular por un conductor en función de la sección conductora, esto es:

$$d = \frac{I_A}{S}$$

Siendo:

IA : Intensidad de barras en A (es la misma que la IA).

S : Sección conductora en mm^2

Sustituyendo, tendremos que:

d= 0,06 A/mm^2

Como se puede observar el valor obtenido es inferior al reflejado en la MIBT004.

4.2 COMPROBACIÓN DE SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.

Partiendo de un cortocircuito trifásico de 16 kA eficaces y 40 kA cresta, tenemos que, al producirse el mayor esfuerzo sobre la fase central, la fuerza "F" resultante tiene un valor de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$F = 13'85.10^{-7}.f.\frac{Icc^2}{d_f}.l.\left[\sqrt{1+\frac{d_f^2}{l^2}} - \frac{d_f}{l}\right]$$

Donde:

f : Coeficiente en f(cosφ) siendo f = 1 para cosφ=0

Icc : Intensidad de cortocircuito trifásico (es la IccA de la instalación en A)

df : Separación entre fases, que para este caso y en la posición más desfavorable resulta ser: 0'18 m.

l : Longitud de tramos de embarrado: 0'375 m.

F = 726,24 Nw

Previamente realizaremos un pequeño cambio de unidades de la fuerza "F" de Nw a Kg (dividiéndolo por 9'8), para así obtener el valor de "q" en kg/mm, esto es:

$$q = \frac{F:9'8}{l}$$

Donde:

F : Fuerza resultante

l : Longitud de tramos de embarrado en mm ya detallados en el punto anterior.

q = 0,2 Kg/mm

una vez obtenido la carga (q) sobre el embarrado, podemos deducir que el momento flector máximo (Mmax) en los extremos resulta de la siguiente expresión:

$$Mmax = \frac{q.l^2}{12}$$

Mmax = 2343,75 Kg.mm

sabiendo las dimensiones del embarrado (en mm.) tenemos que el módulo resistente (W) resulta de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$W = \frac{\pi}{32}\left[\frac{\phi\, ext^4 - \phi\, int^4}{\phi\, ext}\right]$$

W = 819 mm^3

con este dato del módulo resistente (W) y con el momento flector máximo (Mmax), podemos averiguar la fatiga máxima (rmáx) expresado por:

$$r_{max} = \frac{M_{max}}{W}$$

Este valor de rmáx ha de ser inferior al "r" del material de estudio, por ello sustituyendo los valores de partida en cada una de las fórmulas obtenemos un valor de:

rmáx = 2,86 kg/mm2

valor inferior al del material en cuestión que para el cobre es de 19 kg/mm^2 y para el aluminio es de 8 kg/mm^2.

4.3 SOLICITACIÓN TÉRMICA.

Según lo dictado por la CEI 298, sabemos que la sobre intensidad máxima admisible durante un segundo viene dada por la siguiente expresión:

$$S = \frac{Icc}{\alpha}\sqrt{\frac{t_C}{\delta\vartheta}}$$

Donde:

S : Sección de la barra en mm^2 y calculada anteriormente.

α : Coeficiente en función del material, que según la CEI 298 es de 13 para el cobre

y 8,5 para el aluminio.

tC : Tiempo de duración del cortocircuito en s.

Icc : Intensidad de cortocircuito trifásico (es la IccA de la instalación en A)

δθ : 180° K para conductores a temperatura ambiente, hay que realizar una

consideración y esta es que el δθ = 150° K puesto que el cortocircuito se

produce después del paso de la In.

por lo tanto despejando la variable "tc" tenemos que:

$$t_C = \delta\theta.\left(\frac{S.\alpha}{Icc}\right)^2$$

Sustituyendo los valores obtenidos, deducimos que:

tc = 2,54

al ser "tC" un valor superior a 1 segundo, significa esto que el embarrado es capaz de soportar la intensidad eficaz de partida durante más del citado tiempo.

5 ELECCIÓN DE LOS TRANSFORMADORES DE MEDIDA Y PROTECCIÓN.

5.1 TRANSFORMADORES DE MEDIDA.

5.1.1 Transformadores de tensión

Los transformadores de tensión se instalarán en la celda de medida de compañía y serán de relación, clase de precisión y potencia la que en cada caso exija la Compañía Eléctrica.

La cantidad de transformadores de tensión será norma de la Compañía Eléctrica.

5.1.2 Transformadores de intensidad

Se instalarán conjuntamente con los de tensión y también en la celda de medida siendo la clase, potencia y cantidad la que dicte la Compañía Eléctrica, habiendo excepciones que se aplicarán en cada caso.

Su elección se realizará previa aplicación de la siguiente fórmula:

$$\boxed{I_A = \frac{P_T}{\sqrt{3}.V_S}}$$

Donde:

PT : Potencia total de todos los transformadores que contemple la instalación.

VS : Tensión de servicio.

IA : Intensidad de alta tensión.

Con este valor de la Intensidad de alta tensión (IA) iremos a la tabla adjunta, escogiendo el valor de intensidad que más se ajuste al valor obtenido.

En el caso de que dicho valor no figure en la tabla, se escogerá el inmediatamente superior.

Valores de Intensidad nominal primario de los transformadores según CEI									
10	12,5	15	20	25	30	40	50	60	75
100	125	150	200	250	300	400	500	600	750

con ello, obtendremos que los transformadores de intensidad y en su primario serán de relación:

Potencia total de los transformadores	Relación de transformación del primario (A)	Secundario-Medida (A)
315 KVA	12,5 A5	

Estos transformadores de intensidad llevarán un secundario de valor 5 A. La posible instalación de otro secundario (terciario) está condicionado por la Normativa que en cada caso tenga la Compañía Eléctrica (ver punto 5.2.1.).

5.2 TRANSFORMADORES PARA PROTECCIÓN.

El estudio de los transformadores de protección a instalar en las celdas de protección general, estará sujeto a las siguientes posibilidades:

5.2.1 Transformadores para protección integrados en la celda de medida.

Para el caso de que la Compañía Eléctrica permita la integración de los transformadores para protección en el interior de la celda de medida, su elección se realizará siguiendo los pasos del punto 5.1.2., pero añadiendo un segundo secundario (*llamado también terciario*) de clase de precisión 5p10 y con una potencia de 15 VA.

Por ello tendremos un primario (que en algunos casos podrán ser dos) y dos secundarios 5-5 A -el primero para medida y el segundo para protección-.

Potencia total de transformadores	Relación de transformación del primario (A)	Secundario (A) Medida	Secundario (A) protección
315 KVA	12,5 A	5	5

5.2.2 Transformadores para protección integrados en la celda de protección general.

CASO-A: La celda de protección general PGC es la celda de protección principal de la instalación.

El cálculo de estos transformadores se realizará aplicando la siguiente fórmula:

$$I_A = \frac{P_T}{\sqrt{3}.V_S}$$

Donde:

PT : Potencia total de la instalación.

VS : Tensión de servicio.

IA : Intensidad de alta tensión.

Una vez obtenido el valor de la Intensidad de alta tensión (IA) y en base a la tabla adjunta, escogeremos la relación del primario que más se ajuste al valor obtenido. En el caso de que dicho valor no figure en la tabla, se escogerá el inmediatamente superior.

Valores de Intensidad nominal primario de los transformadores de intensidad según CEI									
10	12,5	15	20	25	30	40	50	60	75
100	125	150	200	250	300	400	500	600	750

Dado que no existe celda de protección general con disyuntor, este párrafo no se desarrolla.

CASO-B: La celda de protección general PGC es una celda de protección de un elemento (transformador, batería, etc.).

El cálculo de estos transformadores se realizará aplicando la siguiente fórmula:

$$I_{AX} = \frac{P_X}{\sqrt{3}.V_S}$$

Donde:

PX : Potencia del transformador en cuestión.

VS : Tensión de servicio.

IAX : Intensidad de alta tensión de la celda de salida

Una vez obtenido el valor de la Intensidad de alta tensión (IA) y en base a la tabla adjunta, escogeremos la relación del primario que más se ajuste al valor obtenido. En el caso de que dicho valor no figure en la tabla, se escogerá el inmediatamente superior.

Valores de Intensidad nominal primario de los transformadores de intensidad según CEI									
10	12,5	15	20	25	30	40	50	60	75
100	125	150	200	250	300	400	500	600	750

Al no haber celdas de protección de transformador con disyuntor, este apartado

no se desarrolla.

6 CALCULO DE LAS PROTECCIONES EN A.T. Y B.T.

6.1 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES EN A.T.

En el caso de las celdas de media tensión, las que albergan en su interior los diferentes tipos de protección son las siguientes:

- celda de protección de ruptofusible: protección a través de fusibles y/o relés de protección, en ambos casos con bobina de desconexión.
- celda de protección general de cables: protección a través de relés indirectos de protección de sobreintensidad.

Veamos pues la elección de los diferentes elementos de protección que pueden contener cada una de las celdas de media tensión.

6.1.1 Celdas de ruptofusible con elementos de protección por fusible

Este tipo de celdas incluyen unas protecciones a través de cortocircuitos fusibles que funden cuando la Intensidad alcanza un determinado valor. Estos fusibles permiten el paso de intensidades punta producidas en la conexión, soportan la corriente de servicio y sobrecargas eventuales. La intensidad nominal del fusible de alta tensión depende de la curva de fusión y se encuentra entre 2 y 3 veces la intensidad nominal.

Como elemento complementario al fusible, se instala una bobina de desconexión que actúa sobre el elemento de corte cuando es excitada. Esta excitación se puede realizar a través de señales del transformador de potencia -temperatura y bouchold-, o a través de otro tipo de señal.

Dado que el elemento a proteger va a ser un transformador, los fusibles se escogerán en función de su potencia.

Por lo tanto tenemos que para:

Potencia transformador (kVA)	Calibre del fusible (A)
315 kVA	q32 A

6.1.2 Celdas de ruptofusible con elementos de protección por relé

Como un añadido a lo reflejado en el punto anterior podemos disponer para la celda de protección con ruptofusible una protección homopolar, ésta se conseguirá instalando un relé de protección homopolar sobre la propia celda actuando directamente sobre la bobina de desconexión.

6.1.3 Celdas de protección general de cables con relés de protección de sobreintensidad

Este tipo de protecciones va asociado a celdas con interruptor automático. El tipo de protección que habitualmente se instala es una de sobreintensidad a 2 ó 3 fases y neutro (funciones 50/51 y 50N/51N). Estos relés habitualmente precisan de fuente de alimentación y su actuación va asociado a la bobina de desconexión o a percutores que actúan sobre el propio interruptor automático.

6.2 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN (B.T.).

Para Centros de Abonado, es éste el que selecciona e instala su propio cuadro de protección para baja tensión, quedando pues su elección fuera de este estudio.

7 ELECCION DEL PREFABRICADO DE HORMIGON

Las instalaciones que así lo requieran llevarán un prefabricado de hormigón de ALSTOM modelo BM con sus diferentes anchuras para tensiones de aislamiento de 24kV, BMR y SPACIO para tensiones de aislamiento de 36 kV en Centros de Compañía y Abonado respectivamente.

La elección de dicho prefabricado irá en función de la cantidad de celdas y complementos que albergue en su interior. Esta elección la realiza directamente el programa en base a la siguiente fórmula:

$P = C + N \times (1530 + L) + L' + 50$, en donde:

P : Prefabricado de hormigón elegido en función de la longitud.

C : Anchura de todo el conjunto de celdas.

N : Cantidad de transformadores a instalar.

1530 : Anchura (en mm) del recinto de transformadores (1500) más la reja de separación entre recinto/s de trafo/s y recinto de celdas (30).

L : Anchura (en mm) del cuadro de BT (UNESA) para Compañía, en el caso de Centros de Abonado este valor es cero "0".

L´ : Anchura (en mm) del cuadro de contadores para Abonado, para el caso de Centros de Compañía este valor es cero "0".

50 : Espacio reservado para poder mover las celdas.

8 VENTILACIÓN DEL C.T. DIMENSIONAMIENTO.

La ventilación del Centro de Transformación, se realiza por tiro natural, por medio de rejas de ventilación, situadas en la puerta y parámetros de la sala de transformadores.

Para el cálculo de la superficie del orificio de entrada de aire (SA) - reja de ventilación del transformador - partimos de la siguiente expresión:

$$S_A = \frac{W_{CU} + W_{Fe}}{0'24.K.\sqrt{h.\delta t^3}}$$

Donde:

WCU + WFe : Pérdidas en el cobre y en el hierro según RU-5201 D.

h : Distancia vertical entre centros de rejas = 1'275 m.

δt : Diferencia de temperatura entre el aire de entrada y salida, siendo este valor de 15 °C.

K : Coeficiente en función de la reja de entrada de aire (k=0'55).

sustituyendo valores obtenemos las superficies mínimas (SA) de ventilación para cada uno de los recintos de los transformadores en función de la potencia de cada uno de los transformadores, esto es:

Potencia (kVA	Superficie mínima total de rejas de ventilación S (m2) para el CT
315 kVA	0,577 m2

ahora se ha de calcular para cada recinto de transformador, la superficie real de ventilación. Esta superficie de ventilación vendrá

dada en función de la cantidad de rejas que lleve dicho recinto. La cantidad, superficie y ubicación de las rejas de ventilación son las siguientes:

- rejillas de ventilación en la puerta de transformador: dos (2) de 825 x 790 con una superficie total de S1=0'65 m^2
- rejillas de ventilación en el parámetro lateral: dos (2) de 577 x 1396 con una superficie total de S2=0'805 m^2
- rejillas de ventilación en el parámetro posterior: dos (2) de 577 x 1100 con una superficie total de S3=0'634 m^2

sumando la superficie total de ventilación (ST) en cada centro obtenemos que:

ST =S1+S2+S3 = 2,089m^2

Comparando ambos valores ST y SA, tenemos ST > SA para cada uno de los centros de transformación, con lo que podemos concluir que el dimensionamiento de las ventilaciones de cada centro de transformación es correcto.

9 DIMENSIONAMIENTO DEL POZO APAGAFUEGOS

Solamente y en el caso de que el transformador sea de aceite - quedan excluidos por lo tanto los transformadores de silicona y los secos- tiene sentido que se realice este estudio.

Por ello tendremos para cada transformador y en función de su potencia, se deberá de disponer de un volumen en litros del foso, esto es:

Potencia transformador (kVA)	Volumen m'nimo del foso (litros)
315 kVA	350 litros

10 CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

Las prescripciones generales que deben cumplir los electrodos de puesta a tierra para garantizar la seguridad de las personas y cosas se resumen en:

a) limitación de la resistencia de puesta a tierra Rt de protección.

El valor máximo de la resistencia de puesta a tierra Rt debe permitir que la intensidad de defecto (Id) supere el valor mínimo de actuación de las protecciones y que la sobretensión que aparece, en el caso de anomalía (Vd) no sea perjudicial para la instalación de baja tensión del centro de transformación.

b) definición de una configuración geométrica del electrodo de puesta a tierra.

Su diseño será tal que los gradientes de tensión que aparecen en el terreno en caso de defecto, no sean superiores a las tensiones que pueda soportar una persona que acceda simultáneamente a puntos separados afectados por la anomalía.

Todas las tensiones máximas admisibles dependen directamente de la resistividad superficial del terreno.

Para cumplir con las condiciones de seguridad requeridas se seguirá el procedimiento de cálculo indicado el apartado 2.1 de la MIE RAT 13 este procedimiento se desarrolla en los siguientes puntos:

10.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO.

Para esta instalación tomaremos como dato de partida el de la resistividad media superficial del terreno "ρ" este valor es de 50 Ω.m

10.2 CÁLCULOS PRELIMINARES: CORRIENTE MÁXIMA DE PUESTA A TIERRA, RESISTENCIA MÁXIMA DE PUESTA A TIERRA, TIEMPO MÁXIMO DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO Y ELECTRODO TIPO.

10.2.1 Corriente máxima de puesta a tierra y resistencia de puesta a tierra.

En instalaciones eléctricas de alta tensión de tercera categoría los parámetros de la red que definen la corriente de puesta a tierra, como son las resistencias y reactancias de las líneas son muy variables. Ello obliga a simplificar los cálculos incluyendo, en la aproximación, las consideraciones que hagan posible que las modificaciones posteriores, en forma de nuevas instalaciones y/o modificaciones físicas o eléctricas, mantengan las condiciones de seguridad establecidas para cada instalación.

NEUTRO AISLADO: CORRIENTE MAXIMA A TIERRA

La intensidad de defecto a tierra es un dato proporcionado por ERZ que, para este caso, es

de 3 A.

Para el cálculo de la resistencia máxima de puesta a tierra Rt aplicaremos la siguiente fórmula:

$$I_d . R_t \leq V_{bt}$$

despejando Rt tenemos que:

$$\boxed{R_t = \frac{V_{bt}}{I_d}}$$

Donde:

Id : intensidad máxima de defecto a tierra en amperios.

Vbt : tensión soportada a frecuencia industrial por la instalación de baja tensión. Este valor según UNESA es de 6000 voltios.

Rt : resistencia de puesta a tierra en ohmios.

Sustituyendo tenemos:

Id = 3 (amperios)

Rt = 2000 (ohmios)

10.2.2 Tiempos máximos de eliminación del defecto

Al producirse un defecto, éste se elimina mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por la orden que le transmite un dispositivo que controla la intensidad de defecto. Respecto a los tiempos de actuación de los relés, tenemos las siguientes:

a) relé a tiempo independiente:

En estos relés el tiempo de actuación no depende de la sobreintensidad. Cuando ésta supera el valor de arranque, actúa en un tiempo prefijado.

b) relé a tiempo dependiente:

En estos relés el tiempo depende inversamente de la sobreintensidad siendo la expresión más utilizada la siguiente:

$$\boxed{t' = \frac{K'}{r^{n'} - 1}}$$

Siendo:

t' : tiempo de actuación del relé en segundos.

r : coeficiente entre la intensidad de defecto (Id) y la intensidad de arranque del relé (Iarr) referida al primario.

$$r = \frac{I_d}{I_{arr}}$$

k' y n' : parámetros que depende de la curva característica y que para el caso de ser una curva inversa los valores de n' y k' son n' = 0'02 y k' = 0'14.

10.2.3 Selección del electrodo tipo según UNESA.

Según documento UNESA sobre el cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra, tenemos que los electrodos de puesta a tierra se definen en función de su parámetro resistivo Kr (Ω/Ω.m). Para comprobar si el electrodo que se seleccionaremos posteriormente está conforme con lo que recomienda UNESA, hemos de tener en cuenta que el Kr del electrodo a escoger ha de ser de inferior o igual valor al que se obtenga aplicando la siguiente fórmula:

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho}$$

Donde:

Rt : resistencia de puesta a tierra en ohmios.

ρ : resistividad del terreno en Ω.m

Kr : parámetro resistivo que define el electrodo seleccionado Ω/Ω.m

Sustituyendo tenemos que:

Kr = 40 en Ω/Ω.m

Este valor nos definirá la validez o no del electrodo seleccionado.

10.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.

Dadas las gran cantidad de configuraciones posibilidades para la instalación de ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA, se ha establecido una configuración tipo de acuerdo a lo indicado en el manual de UNESA " Cálculo de instalaciones de pat para centros de transformación" en donde según el Anexo 2 sección A2-32, para picas en hilera unidas por un conductor horizontal con una separación entre picas de 3 m., una longitud de pica de 2 m., una sección del conductor de 50 mm2 y un diámetro de las picas de 14 mm. La cantidad de picas a instalar será de 2.

Como ya se ha indicado en el punto anterior, hemos de considerar que el valor del parámetro resistivo del electrodo seleccionado K`r ha de ser inferior al obtenido en el cálculo anterior Kr, esto es:

$K'r \leq Kr$

Partiendo de lo indicado al inicio de este apartado tenemos que K'r = 0,201 Ω/(Ω.m) valor inferior o igual al de Kr.

Por otro lado hemos de considerar otros parámetros que definen al electrodo aparte del K'r anteriormente indicado, estos son:

Kp (de tensión de paso) : 0,0392 V/(Ω.m).(A)

Kc (de tensión de contacto) : 0 V/(Ω.m).(A)

La conexión desde el Centro de Transformación hasta la primera pica se realizará con cable aislado de 0'6/1 kV y se recomienda protegerlo con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

10.4 CÁLCULOS DEFINITIVOS

10.4.1 Resistencia de puesta a tierra. R't

Esta resistencia es la que existe entre el electrodo y un conjunto lejano del terreno potencial "cero" y se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$\boxed{R'_t = K'_r \cdot \rho}$$

Donde:

K'r : parámetro resistivo del electrodo Ω/(Ω.m)

ρ : resistividad del terreno en Ω.m

R't : resistencia de puesta a tierra en ohmios.

sustituyendo tenemos que

R't = 10,05 (en ohmios)

10.4.2 Intensidad de defecto (I'd)

La intensidad de defecto se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$I'_d = \frac{V_S}{\sqrt{3}.\sqrt{(R_n + R'_t)^2 + X_n^2}}$$

Sustituyendo tenemos que:

I'd = 0 A

Dado que el sistema de puesta a tierra es aislado, los valores de Rn y Xn son muy elevados,

es por ello que, a efectos de cálculo, podemos considerar que I´d =0.

10.4.3 Tensión de paso en el exterior (Vp')

Para el cálculo de la tensión de paso en el exterior aplicaremos la siguiente fórmula:

$$V_p' = K_p.\rho.I'_d$$

Donde:

Vp'	: tensión de paso en el exterior en voltios
Kp	: parámetro de tensión de paso = 0,0392 V/(Ω.m).(A)
ρ	: resistividad del terreno en Ω.m.
I'd	: intensidad de defecto en amperios.

sustituyendo tenemos que

Vp'= 0 V

10.4.4 Tensión de paso en el acceso al Centro de transformación.

Dada la característica de instalación de las picas y según lo indicado por UNESA para el método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra en centros de transformación, tenemos que al ser picas exteriores y estas dependen de donde se instale en referencia al

Centro de Transformación, tenemos que el valor de Kc se considera nulo. Por lo que la tensión de paso en acceso al centro de transformación es Vpacc' = 0 voltios.

Esta consideración es válida, ahora bien con el fin de realizar unos cálculos completos, y considerando que las picas se encuentran lo suficientemente lejos del Centro de Transformación, podremos deducir que la tensión de contacto exterior máxima es de igual valor que la tensión de defecto, esto es:

Vpacc' = V'p = 0 V

10.4.5 Tensión de defecto (V'd)

La tensión de defecto se rige por la siguiente expresión:

$$\boxed{V'_d = R'_t \cdot I'_d}$$

Donde:

V'd : tensión de defecto en voltios.

R't : resistencia de pat en ohmios

I'd : intensidad de defecto en amperios.

sustituyendo tenemos que

V'd = 0 V

Este valor de V'd ha de ser igual o inferior al valor de la tensión soportada a frecuencia industrial por la instalación de baja tensión en Centros de transformación que según UNESA corresponde a 6000 voltios. Como se puede comprobar es inferior, con lo que el valor calculado satisface las exigencias de la instalación.

10.5 CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.

Al producirse un defecto a tierra en una instalación de alta tensión, se provoca una elevación del potencial del electrodo a través del cual circula la corriente de defecto. Al disiparse dicha corriente por tierra, aparecen en el terreno gradientes de potencial.

CALCULO DE LA TENSION MAXIMA APLICABLE AL CUERPO HUMANO

Para el cálculo de la tensión máxima aplicable al cuerpo humano, utilizaremos la siguiente fórmula de acuerdo a lo indicado por UNESA.

$$V_{CA} = \frac{K}{t^n}$$

Donde:

VCA : tensión aplicada en voltios.

t : duración de falta en segundos.

K y n : constantes en función del tiempo

0'9	≥ t > 0'1 s.	K = 72 y n = 1
3	≥ t > 0'9 s.	K = 78'5 y n = 0'18
5	≥ t > 3 s.	VCA = 64 V
	t > 5 s.	VCA = 50 V

Vca = 144 V

En el caso de que el elemento que elimina la falta disponga de reenganche automático rápido (inferior a 0'5 s.) el tiempo a considerar "t" será la suma de los tiempos parciales de mantenimiento de la corriente de defecto.

En base a suponer que la tensión máxima aplicada al cuerpo humano no supere el valor indicado en VCA para las tensiones de contacto y no supere 10 veces dicho valor para las tensiones de paso, tenemos que los valores máximos de las tensiones de paso en el exterior y de acceso vienen dadas por las siguientes expresiones:

tensión de paso en el exterior (Vp):

$$V_{P} = \frac{10.K}{t^{n}} \left(1 + \frac{6\,\sigma}{1000} \right)$$

tensión de paso en el acceso al centro de transformación (Vpacc):

$$V_{P\,acc} = \frac{10.K}{t^{n}} \left(1 + \frac{3\,\sigma + 3\,\sigma_h}{1000} \right)$$

donde en ambos casos tenemos que:

K y n : constantes en función del tiempo

0'9	≥ t > 0'1 s.	K = 72 y n = 1
3	≥ t > 0'9 s.	K = 78'5 y n = 0'18
5	≥ t > 3 s.	VCA = 64 V
	t > 5 s.	VCA = 50 V

t : duración de la falta en segundos

σ : resistividad del terreno en Ω.m.

σh : resistividad del hormigón = 3000 Ω.m.

Sustituyendo obtenemos que:

Vp = 1872 V

y

Vpacc = 14616 V

Además podemos realizar un cálculo añadido, este es el de la tensión de contacto (VC):

$$V_{C\square} = \frac{K}{t^{n\square}}\left(1 + \frac{1'5\,\sigma}{1000}\right)$$

Sustituyendo tenemos que:

VC = 155 V

10.6 COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LAS TENSIONES E INTENSIDADES APLICADAS.

Como comprobación final de la validez de las tensiones aplicadas, tenemos que según lo indicado por UNESA se ha de cumplir para cada tensión las siguientes igualdades:

para las tensiones de paso en el exterior:

$$V'p \leq Vp$$

para las tensiones de paso en al acceso al centro de transformación

$$V'p_{acc} \leq Vp_{acc}$$

Lo mismo para el caso de las intensidades, esto es:

$$\boxed{I'_d > I_{arr}}$$

además se ha de cumplir que:

$$\boxed{I_{dm} > I'_d}$$

donde Idm es la intensidad de defecto máxima admisible. Este dato es un dato que establece la Compañía eléctrica y que es de 3 A.

Como se puede observar, los valores calculados satisfacen las condiciones exigidas.

10.7 SOBRETENSIONES ADMISIBLES PARA INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Con el fin de que cualquier sobre tensión que aparece al producirse una sobreintensidad en el aislamiento del circuito de alta tensión no deteriore los elementos de baja tensión del centro, el electrodo de puesta a tierra debe tener un efecto limitador, de forma que las tensiones de defecto (V 'd) sea inferior a la que soportan dichas instalaciones Vbt.

Esto es:

$$Vbt \geq V'd$$

Según recomendación UNESA el valor normalmente utilizado de tensión soportada a frecuencia industrial por la instalación de baja tensión es de 6000 voltios. Como se puede observar este valor es notablemente superior al de la tensión de defecto, con lo las sobretensiones admisibles para las instalaciones de baja tensión del centro de transformación están dentro de los límites.

10.8 INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIDAS AL EXTERIOR. SEPARACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN (MASAS) Y DE SERVICIO (NEUTRO).

Para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas que puedan afectar a las instalaciones de los usuarios, en el momento en el que se esté disipando el defecto por el sistema de tierra de protección, debe establecerse separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, la cual será función de la resistividad del terreno y de la intensidad de defecto.

La máxima diferencia de potencial que puede aparecer entre el neutro de BT y una tierra lejana no afectada, no debe ser superior a 1.000 voltios.

Para comprobar si el valor de los 1.000 voltios es correcto, la tensión inducida sobre el electrodo de puesta a tierra de protección puede asimilarse a una semiesfera, siendo la tensión inducida (Vind) a una distancia D la siguiente:

$$V_{ind} = \frac{\rho . I'_d}{2 . \pi . D}$$

despejando D tenemos:

$$\boxed{D = \frac{\rho . I'_d}{2 . \pi . V_{ind}}}$$

Donde:

ρ : resistividad del terreno en Ω.m

I'd : intensidad de defecto en amperios.

Vind : tensión inducida en voltios, que en caso más desfavorable será de 1.000 voltios.

D : distancia entre electrodos de protección y servicio.

Sustituyendo tenemos:

D = 0 m.

10.8.1 Sistema único para las puestas a tierra de protección y servicio.

Cuando la tensión de servicio sea inferior o igual a 1000 voltios, se podrá disponer de una puesta a tierra única para los sistemas de protección y de servicio.

En la siguiente tabla se recogen en función de las intensidades de defecto los valores de la resistencia que permiten la interconexión de los dos sistemas a una red de tierra única.

Id	Rt
50	20
100	10
150	6,5
200	5
300	3
500	2
1000	1

10.8.2 Resistencia de puesta a tierra de servicio.

A este sistema de puesta a tierra se conectarán el neutro del transformador, la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Una vez conectada la puesta a tierra de servicio al neutro de la red de BT, el valor de esta resistencia de puesta a tierra general deberá ser inferior a 37 ohmios.

Con este criterio se consigue que un defecto a tierra de una instalación interior, protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasiones en el electrodo de puesta a tierra de servicio una tensión superior a:

37 Ω . 0'650 A = 24 V.

10.9 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO.

Dada la validez de los resultados matemáticos obtenidos para cada uno de los cálculos realizados, podemos considerar que el Centro de Transformación se encuentra perfectamente diseñado a nivel de tomas de tierra.

Ahora bien cualquier sistema de protección adicional que se quiera instalar en los Centros de Transformación es perfectamente válido como por ejemplo a través de sistemas de banquetas aislantes.

11 OTROS CALCULOS COMPLEMENTARIOS

Además de los cálculos realizados en los apartados anteriores, existen otros que; bien por su naturaleza, bien porque son datos de las Compañías Eléctricas o bien porque no precisan un análisis más

concreto, nos encontramos con unos cálculos que no está de más el incluirlos como cálculos complementarios.

11.1 CÁLCULO DE LA POTENCIA DE CORTOCIRCUITO

El valor de la potencia de cortocircuito de una instalación ha de ser un dato que ha de suministrar la Compañía Eléctrica. Ahora bien cuando en ciertas instalaciones y según sea, nos podemos encontrar con que la potencia de cortocircuito sea un valor que se desconozca. Para estos casos podemos aplicar la siguiente fórmula:

La potencia de cortocircuito en el lado de alta tensión (IccA) viene dado por la siguiente expresión:-

$$\boxed{P_{CC} = \sqrt{3}.V_S.Icc_A}$$

Donde:

VS : Tensión de servicio en kV.

IccA : Intensidad de cortocircuito en el lado de alta tensión en kA

Sustituyendo tendremos que:

Pcc= 520 MVA

11.2 CÁLCULO DE LA POTENCIA MÁXIMA SOPORTADA POR EL CABLE DE INTERCONEXIÓN ENTRE LAS CELDAS DE MEDIA TENSIÓN Y EL TRANSFORMADOR DE POTENCIA.

La potencia máxima que puede transportar el cable de interconexión entre las celdas de media tensión y el transformador, se calcula con la siguiente fórmula:

$$\boxed{P_{max} = \sqrt{3}.Vs.I_{max}}$$

Donde:

Pmáx : potencia máxima a transportar por el cable en KVA.

Vs : tensión de servicio de la instalación en kV

Imáx : intensidad máxima admisible del cable (aire / enterrado)

11.3 CAÍDA DE TENSIÓN EN EL CABLE.

La caída de tensión en el cable se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$U_{max} = \sqrt{3} \cdot I_{max} \cdot L \cdot (R.\cos\varphi + X.sen\,\varphi)$$

Donde:

Umáx : máxima caída de tensión en el cable en voltios.

Imáx : intensidad máxima admisible del cable (aire / enterrado)

L : longitud de la línea aérea en km.

R : resistencia del conductor en W/km.

X : reactancia inductiva en W/km.

Cosφ : 0'8

11.4 CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN FORZADA.

Para el cálculo del caudal de aire para la ventilación forzada en m3/h se aplicará la siguiente expresión:

Caudal (m^3/h) = Σ (pérdidas en el cobre y en el hierro)(1) x 216

(1) SEGUN RU-5201-D

Para la elección del extractor conveniente, será necesario instalar el que sea capaz de dar el caudal de aire solicitado.