

# AM.JAR. JARDINERÍA Y RED DE RIEGO

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
1.1	Descripción conceptual de la propuesta.....	4
1.2	Generación de agua. ....	5
1.3	Retención de aguas.....	6
1.4	Transporte de aguas. ....	8
<b>2</b>	<b>VEGETACIÓN EN ZONAS VERDES .....</b>	<b>8</b>
2.1	Premisas y objetivos. ....	8
2.2	Cuadro de superficies. ....	10
2.3	Vegetación potencial. ....	10
2.4	Vegetación existente. ....	11
2.5	Vegetación de ribera.....	13
2.6	Arbolado.....	15
2.7	Especies arbustivas y matorrales.....	17
<b>3</b>	<b>VEGETACIÓN EN ALCORQUES Y GLORIETAS.....</b>	<b>17</b>
3.1	Alcorques. ....	17
3.2	Glorietas.....	18
3.3	Medianas.....	18
3.4	Parque urbano. ....	19
<b>4</b>	<b>RED DE RIEGO .....</b>	<b>20</b>
4.1	Descripción.....	20
4.2	Fuente de suministro .....	21
4.3	Necesidades hídricas del sector.....	22
4.4	Necesidades hídricas por elemento.....	23
4.5	Cuadros de cálculo. ....	23
4.6	Medidas para la reducción de consumo hídrico.....	24
4.7	Estimación de demanda hídrica futura.....	25
4.8	Depósitos de almacenamiento y regulación.....	26
4.9	Caudales de cálculo.....	32
4.10	Dimensionado tuberías y cálculo de pérdidas de carga. ....	37
	<b>APÉNDICE I. INVENTARIO DE ARBOLADO .....</b>	<b>39</b>
<b>1</b>	<b>APÉNDICE DE INVENTARIO DE ARBOLADO .....</b>	<b>40</b>
1.1	<b>Objeto. ....</b>	<b>40</b>
1.2	<b>Ejemplares identificados.....</b>	<b>40</b>
1.3	<b>Estado de conservación.....</b>	<b>41</b>
1.4	<b>Medidas de mitigación.....</b>	<b>42</b>
1.5	<b>Impacto sobre especies protegidas. ....</b>	<b>43</b>
1.6	<b>Justificación de tala o trasplante. ....</b>	<b>43</b>

---

<b>1.7 Documento de inventario de arbolado. ....</b>	<b>43</b>
<b>APÉNDICE II. CALCULO ESTRUCTURAL DEL DEPÓSITO .....</b>	<b>53</b>

## 1 INTRODUCCIÓN

En este anejo se describen los trabajos de jardinería, entendiendo el funcionamiento del ámbito en su conjunto, tanto de las zonas ajardinadas en red viaria como de los espacios libres clasificados como zonas verdes en el planeamiento. Por ello, es necesario desarrollar antes los condicionantes de partida.

Todo el proyecto se entiende desde el contexto actual de necesidad urgente de **adaptación al cambio climático** y control sostenible de los recursos. El aumento de las temperaturas en las ciudades, provocado por este cambio climático, hace cada vez más difícil el disfrute de los espacios libres de las ciudades. Este efecto, denominado "**isla de calor**", crea una sensación de malestar en los ciudadanos, pudiendo generar insolaciones, deshidratación o incluso golpes de calor graves.

Los elementos urbanos juegan un gran papel en esta situación, pudiendo reducir varios grados la temperatura en zonas con gran presencia de sombra, terrenos blandos, arbolado y la búsqueda en general de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. En contraposición a la ciudad del asfalto, inhabitable en épocas de temperaturas extremas, se propone un barrio amable para la vida de los vecinos en la calle.

Se priorizan los **espacios de sombra y refugios climáticos**, con arbolado de gran porte o pérgolas, los recorridos peatonales o en vehículos no motorizados, los suelos vegetales drenantes, con inclusión de distintas especies vegetales y los espacios de ocio en zonas verdes.

Sin embargo, este objetivo va de la mano de otro gran reto, y es la situación actual de **falta de recursos hídricos**. Una gestión sostenible, eficiente y equitativa de los recursos hídricos en las ciudades nunca fue tan importante como hasta ahora. Alcanzar las metas de mejora de la gestión del agua en las ciudades requiere que mejoremos la forma actual llevada a cabo hasta la fecha. Por este motivo, son cada vez más relevantes las propuestas, métodos y habilidades integradoras, que promuevan una implementación efectiva de soluciones adecuadas.

Estas épocas de sequía además tienen un efecto secundario en los episodios de lluvia, y es que éstos son más escasos, pero también más intensos cuando se producen. Hasta ahora, el diseño de las ciudades ha estado orientado a evacuar las aguas pluviales lo más rápidamente posible de la ciudad, empleando sistemas tradicionales de alcantarillado, que desembocan en medios receptores naturales. Si le sumamos el crecimiento de las ciudades y por tanto de las superficies impermeables, en detrimento de las drenantes, resulta que las capacidades necesarias en estas redes son cada vez mayores, provocando incluso daños en el medio receptor.

Desde esta perspectiva se ha diseñado un espacio público en el que el **agua** es el principal protagonista. Nuestro objetivo no es solucionar un problema que ya ha pasado de emergente a prioritario, pero sí consideramos que es nuestra responsabilidad cambiar la mirada a la hora de diseñar estos espacios que deben ser confortables, seguros y atractivos, con áreas de reunión y disfrute, pero también son escaparates en los que reflexionar sobre el **impacto de nuestra propia huella**. Para ello hemos querido integrar el **ciclo del agua** como hilo argumental que articule el diseño, en los que este elemento adquiere una **dimensión activa** para conseguir **espacios de confort climático**. Concebimos un diseño que se inicia desde la generación del agua a través de **torres** que recogen el **rocío y van recorriendo los caminos** proyectados por los que discurren las **acequias**, reproduciendo de manera visible toda la **infraestructura pluvial**. Este elemento, a su paso, va **humedeciendo la cerámica natural de los diferentes patios atemperando el ambiente y a su vez alimentando las pérgolas vegetadas** que se nutren del **agua regenerada. Cada gota cuenta**.

La propuesta incluye **Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible**, sistemas de drenaje alternativos, complementarios a los convencionales, que gestionan la escorrentía producida en las superficies mediante técnicas que replican los procesos naturales, previos al desarrollo urbano. Para ello, se sirven de elementos de captación, laminación y tratamiento, integrados en el paisaje urbano. A su vez, se reutiliza el agua captada para el riego de las zonas ajardinadas, cerrando el **ciclo integral del agua**.

A lo largo de este anejo, se desarrollan en sus distintos apartados todos estos objetivos de ejecución sostenible de las zonas verdes de la urbanización de Buenavista.

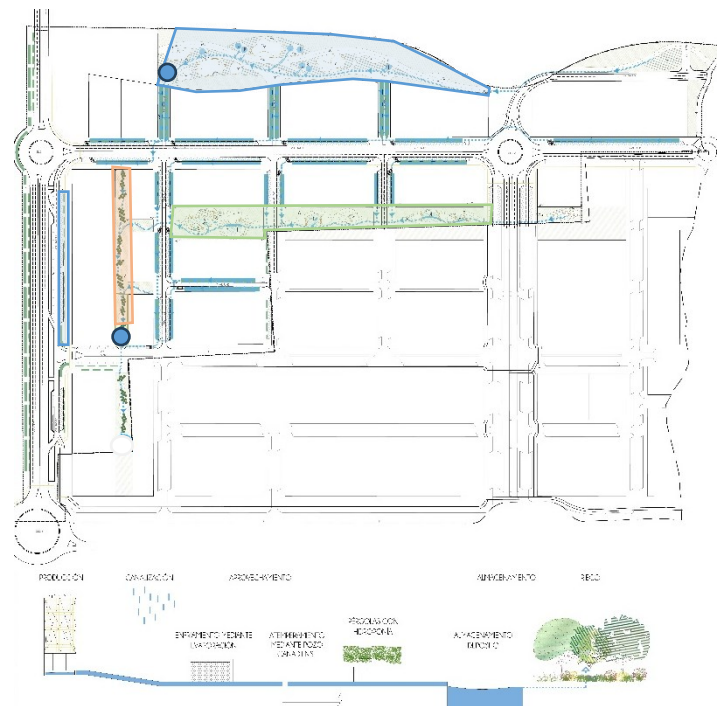
## 1.1 Descripción conceptual de la propuesta.

Aprovechando la topografía del sector, las zonas verdes se dividen en áreas específicas sobre este tema: la generación de agua, el almacenaje de esta agua y su transporte, integrando ejemplos de reutilización hídrica dispersos por los diferentes espacios. La zona de generación de agua se situará en los espacios libres 1 y 2, mientras que las áreas de almacenamiento o retención estarán en los espacios libres 5, 6, 7 y 8. El transporte del agua tendrá lugar en el espacio libre 4 y 9, y finalmente, el tanque y reciclaje se encontrarán en el espacio libre 9.

Una de las características clave del diseño es la integración de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS). Todas las aceras estarán diseñadas para recoger el agua de escorrentía que cae sobre ellas y en los alcorques de los árboles, canalizándola hacia la red de SUDS. Este sistema permitirá que el agua pluvial sea captada y redirigida a través de un conjunto de acequias que acompañarán los caminos peatonales y tuberías enterradas, transportando toda el agua posible hasta el tanque de reciclaje en el espacio libre 9.

Además, se dispondrán puntos de reutilización hídrica en distintos puntos del proyecto, como fuentes de agua reciclada para riego en el espacio libre 6, jardines filtrantes en el espacio libre 3, y áreas experimentales en el espacio libre 8 donde se demostrará cómo el agua reciclada puede ser utilizada para irrigar zonas verdes. Estos ejemplos educativos estarán diseñados para involucrar a los visitantes y fomentar el aprendizaje sobre el aprovechamiento del recurso hídrico en un entorno urbano resiliente.

- Zona azul: Generación de agua.
- Zona verde: Almacenaje/retención de agua.
- Zona naranja: Transporte de agua.



## 1.2 Generación de agua.

En la zona norte del sector se encuentra la zona denominada como generación de agua, esta se encuentra en el EL1 y cuenta con 24.436m<sup>2</sup> de superficie, por toda esta superficie se encuentran repartidas siete torres de captación de agua. En el sector se plantea como iniciativa innovadora la recogida de agua atmosférica frente a las apremiantes sequías y como un método más de ahorro de agua de riego.

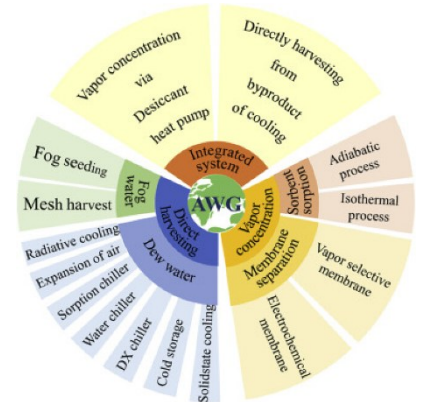
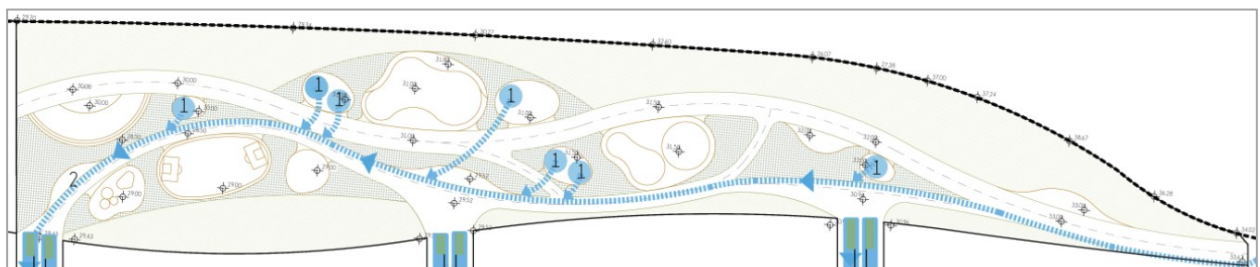
De los diferentes tipos de generación de agua atmosférica o AWG (Atmospheric Water Generation) por sus siglas en inglés se opta por la manera más pasiva posible. Buscando la recogida directa sin electricidad, lo que se trata es de aprovechar el agua del rocío de cada día y la humedad presente en el taró típico de veranos en la ciudad de Málaga para recoger cierta cantidad de agua y poder usarla posteriormente para riego.

Para estimar la cantidad de agua que podríamos llegar a recoger con los elementos diseñados nos basamos en diferentes diseños y estudios:

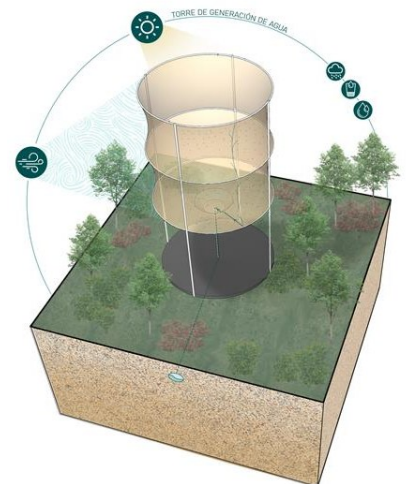
1. Las warka towers que se colocan en poblados de zonas desérticas y desconectadas. Tienen unas dimensiones de 10m alto y 4.2m de ancho recogen unos 99 litros por noche.
2. Utilizando como método de recolección una malla de huerto u
3. obra tipo rafia se captura entre 4-15 litros al día por m<sup>2</sup> dependiendo esta cifra de un estudio en el lugar.
4. En la costa este africana se recuperan únicamente por las nieblas del mar una media de 3 litros por noche por metro cuadrado de malla tipo raschel.

Estimando como hemos comentado, el agua diaria del rocío de la mañana o del taró en días de verano. Sin estudios en el lugar concreto, ni optimización de la forma del elemento ni la superficie de captación. Utilizamos los números de los estudios más cercanos y el material más similar al propuesto. Concluimos que podríamos lograr como mínimo entre 4-5 litros por metro cuadrado de superficie de recogida. Teniendo unos 350m<sup>2</sup> de tela raschel en total recogeríamos unos 1400 litros por día por torre si estimamos una eficiencia del 80% de la superficie de captación. Suponiendo el 100% de efectividad recogería unos 1760 litros por noche por torre. Se propusieron 7 torres en total. Lo que nos deja una cifra de 9.800 litros al día.

En la siguiente imagen, indicadas con el número 1, podemos ver dónde se localizan las siete torres de captación de agua atmosférica:



Technical classification of atmospheric water generator. Sorbent-based air water-harvesting systems: progress, limitation, and consideration



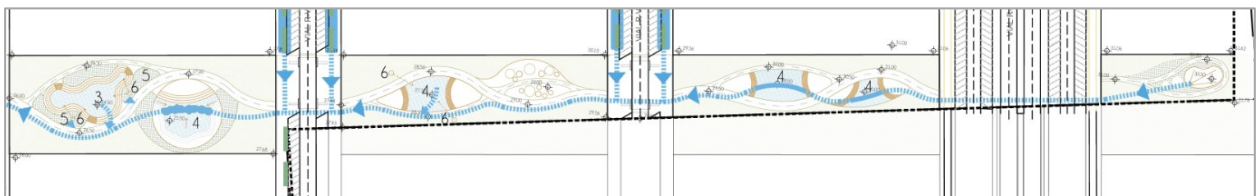
Propuesta de torre para la recogida de agua atmosférica.

### 1.3 Retención de aguas.

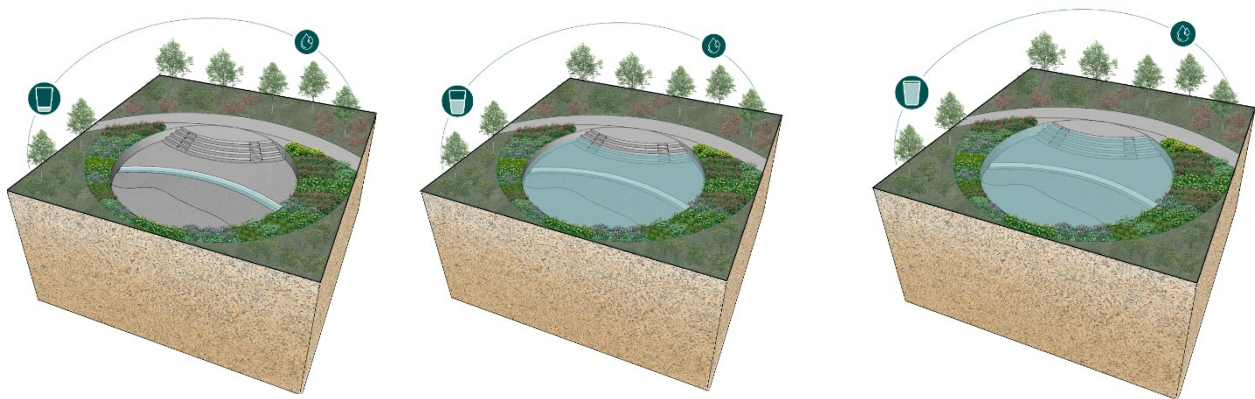
En el centro del sector se encuentra el bulevar, comprendido por las EL5-6-7 sumando un total de 10.860m<sup>2</sup>, en él se disponen unas plazas hundidas con la misión de retener el agua de lluvia en los episodios de mayores avenidas. Estas hechas de hormigón tienen un uso de esparcimiento y ocio en su mayoría de días

En el centro del sector se encuentra el bulevar, comprendido por las EL5, EL6 y EL7 sumando un total de 10.860m<sup>2</sup>, en él se disponen una serie de plazas hundidas con una doble misión. Estas plazas en un periodo seco tienen un uso de esparcimiento y ocio para los ciudadanos, estos espacios cuentan con zonas de sombras, graderíos, o una zona de juegos con agua para cuando evacuan las aguas por la acequia principal. Por otro lado, en eventos de lluvia fuerte, estas plazas hundidas funcionan a modo de balsas de detención del sistema pluvial, evacuándola 48h después del episodio y liberando así el resto de la red de pluviales para que pueda funcionar con total efectividad.

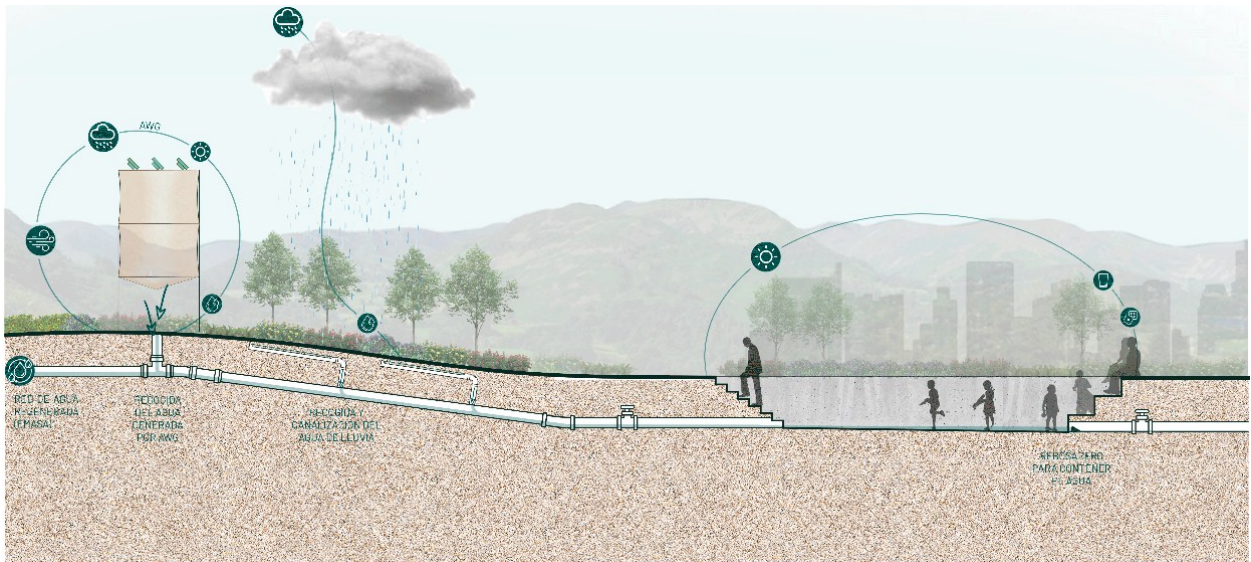
En la siguiente imagen con el numero 4 se pueden localizar las diferentes plazas hundidas.



Ejemplo de llenado de una de las balsas de detención:



Ejemplo de llenado y uso de las balsas de detención junto con el esquema del sistema de recogida y generación al completo

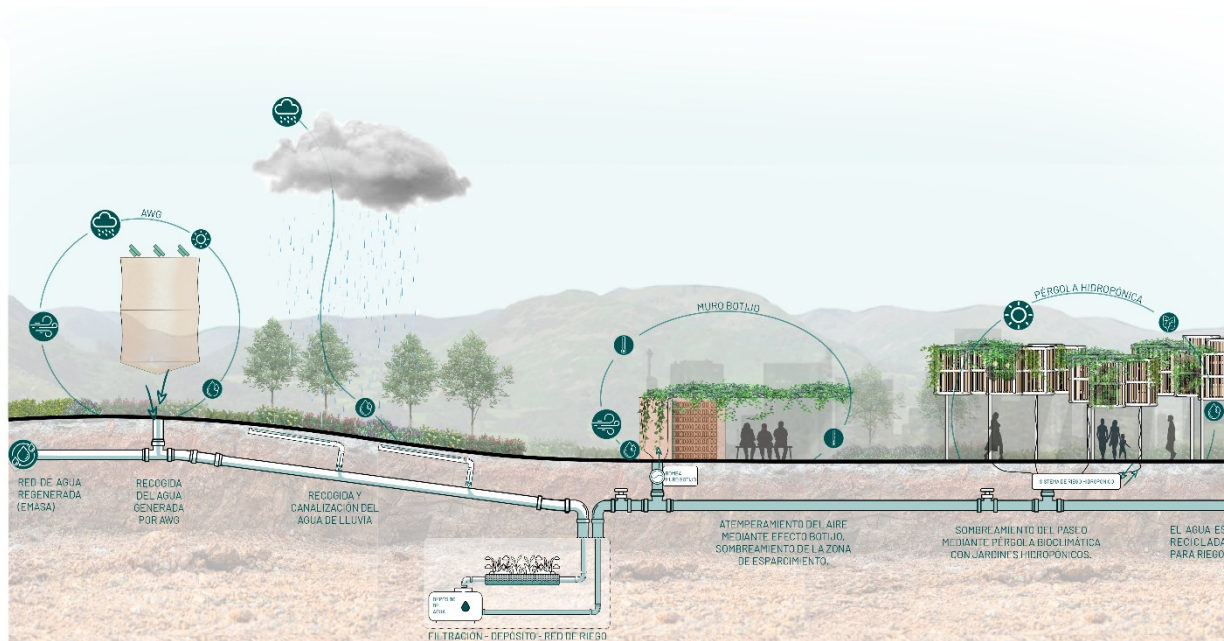
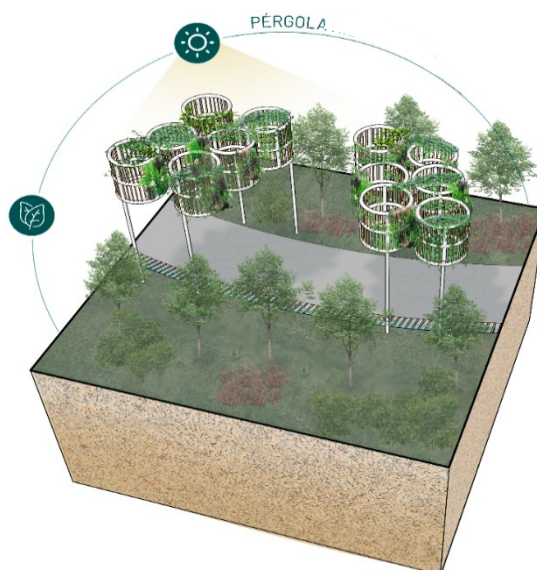


## 1.4 Transporte de aguas.

Por último, tenemos la zona de transporte de aguas, que discurre por EL4 y EL9 con un total de 5.570m<sup>2</sup>. En esta zona del sector es donde se juntan las aguas recogidas por todos los alcorques de la red viaria, el agua generada en la zona norte y el agua procedente de las balsas de detención del bulevar todo esto se conduce por las acequias que hay junto a los caminos y se lleva hasta el tanque situado en el punto más bajo de la EL9.

En el paseo que se proyecta por estos dos espacios libres se plantean pérgolas bioclimáticas con vegetación que se riegue con el agua reciclada de todos los elementos propuestos en el sector.

En la imagen se muestra la posición de la pérgola



## 2 VEGETACIÓN EN ZONAS VERDES

### 2.1 Premisas y objetivos.

Estos objetivos fundamentales se tienen en cuenta en la selección de las especies vegetales escogidas, siguiendo a su vez las determinaciones y premisas del Plan Director de Arbolado de la ciudad de Málaga.

Tras el informe recibido el 29 de septiembre de 2024, se mantuvo una reunión con el técnico municipal en enero de 2025. Se aclararon que las propuestas recogidas en el informe eran cuestiones que deberíamos valorar a nivel interno como redactores del proyecto, y que se proponían como propuestas de mejoras, sin tener que ser trasladadas literalmente.

En cuanto a la vegetación, el objetivo era incorporar vegetación diversa y de calidad ornamental. Si bien valoraban positivamente la ya propuesta, se acordó mejorar esta diversidad en el RH1. Por ello se incorporó la koelreuteria paniculata, por ser un arbolado de condiciones similares a la celtis australis en cuanto a dimensiones y necesidades hídricas, pero que además tiene una flor amarilla que embellece aún más la calle.

Para toda la selección de vegetación se tienen en cuenta como criterios generales:

- Especies aptas para las condiciones climáticas de la zona.
- Que no sean especies invasoras.
- La máxima capacidad de absorción de CO<sub>2</sub> (en adelante "capacidad sumidero").
- La eficiencia en el uso del agua y su necesidad de riego (water use efficiency "WUE").
- Selección diversa de especies y fomento de la biodiversidad.
- Enriquecimiento de los valores estéticos de la zona.
- Aislamiento acústico y visual de la autovía y viales rodados.

Para toda la selección de vegetación se tienen en cuenta como criterios generales, valorando los beneficios del arbolado en la ciudad:

#### Salud y áreas verdes

- Eliminación del estrés.
- Efectos preventivos sobre la salud y en la reducción de muertes prematuras (especialmente para enfermedades cardiorrespiratorias).

#### Beneficios ambientales:

- Captación de CO<sub>2</sub>.
- Reducción de partículas contaminantes.
- Reducción del efecto burbuja de calor.
- Reducción del ruido urbano.

#### Vivienda

- Incremento del valor.
- Reducción de los costes energéticos.
- Mejora de la calidad de vida.

#### Trabajo:

- Reducción del absentismo.
- Efecto en la reducción del estrés.

#### Áreas verdes y ocio

- Aumento del tiempo de los ciudadanos fuera de casa (usando/paseando parques).
- Aumento de la calidad de vida y mejora de la salud de los usuarios.

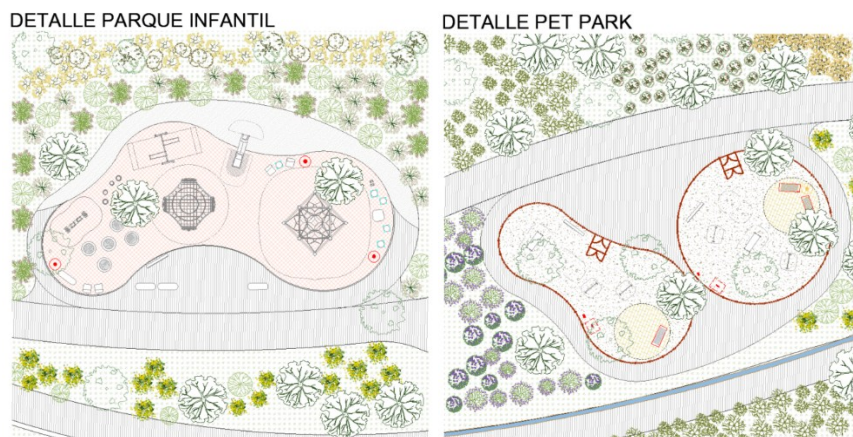
#### Seguridad

- Reducción de la criminalidad (violencia doméstica y abusos a menores especialmente).
- Menor inseguridad ciudadana.
- Aumento de la seguridad en el tráfico.

#### Económicos

- Aumento de durabilidad de superficies pavimentadas.
- Reducción de la insolación (ahorro energético de hasta un 30%).
- Reducción de la escorrentía de aguas de lluvia.
- Aumento de efecto llamada turístico y comercial.

- Aumento del tiempo dedicado al paseo/uso zonas comerciales.
- Incremento del valor inmobiliario.



## 2.2 Cuadro de superficies.

En la tabla siguiente se resumen las superficies de las zonas verdes de la urbanización.

PARQUES Y JARDINES	
EL1	24.436
EL2	5.873
EL3	1.054
EL4	3.609
EL5	4.787
EL6	3.280
EL7	2.793
EL8	1.131
EL9	1.961
TOTAL	48.924

## 2.3 Vegetación potencial.

La vegetación potencial es la expresión vegetal más madura que puede albergar un determinado espacio. Para llegar a conseguirlo, en un área se suceden varias asociaciones vegetales, denominadas etapas seriales, hasta culminar en la formación de la asociación clímax, que representa a la vegetación potencial del sistema.

Estas asociaciones siguen determinadas "líneas de sucesión" según las características del medio físico, y según la calidad de estas, puede relativizarse el término clímax, pudiendo considerarse asociaciones "climáticas" aquellas que se ven incapacitadas para evolucionar hasta estados más maduros.

El estudio de la vegetación potencial, por tanto, define ámbitos ecológicos homogéneos (sectores), sobre los cuales se desarrollan unos tipos de vegetación determinadas (series), representados, en el momento actual por un estadio de la sucesión.

La determinación de los pisos bioclimáticos permite determinar las diferentes series que pueden encontrarse en el territorio. Esto supone conocer la vegetación potencial del territorio y el conjunto de comunidades vegetales que pueden encontrarse como resultado del proceso evolutivo, ya que determina tanto la etapa madura como las comunidades iniciales y subseriales que las reemplazan.

La serie de la zona de estudio es **Sm-Qr.**: Serie termomediterránea, bética, algarviense y mauritánica, seca-subhúmeda, basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*): *Smilaco mauritanicae-Querceto rotundifoliae* S. Faciación típica.

## 2.4 Vegetación existente.

Los árboles ya existentes en el ámbito son los siguientes:

Nombre Científico	Nombre Común	Nº individuos
<i>Populus alba</i>	Álamo	1
<i>Acacia farnesiana</i>	Aromo	1
<i>Ficus carica</i>	Higuera	1
<i>Olea europaea</i>	Olivo	3
<i>Salix spp.</i>	Sauce	5
<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	2
	<b>Total</b>	<b>13</b>

### 2.4.1 Vegetación trasplantada.

Se trasplantarán árboles existentes que se verían afectados por las obras. Serán 3 ejemplares de *Olea europaea* (Olivo) y 5 individuos de *Salix spp.* (Sauce), como se indica en el Estudio de Impacto Ambiental.



### **OLEA EUROPAEA**

OLIVO

#### CARACTERÍSTICAS

Para litoral mediterráneo

3.39 KgCO<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>año

3 - WUE

Altura: 4-6 m

Diámetro tronco: 0.2-0.6 m

Diámetro de la copa: 3-8 m

Distancia min a edificaciones: 5 m

Distancia min a infraestructuras: 3 m

Distancia entre individuos: 8 m

Dimensiones del alcorque: 1.5x1.5x1.5 m

Ficha de las especies *Olea europaea*. Fuente elaboración propia.



## SALIX SPP.

SAUCE

### CARACTERÍSTICAS

Para litoral mediterráneo

3,76 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>año

2 - WUE

Altura: 5-15 m

Diámetro tronco: 0.15-0.35 m

Diámetro de la copa: 4-8m

Distancia min a edificaciones: 10 m

Distancia min a infraestructuras: 3 m

Distancia entre individuos: 10 m

Dimensiones del alcorque: 1x1x1 m

Ficha de las especies Salix spp. Fuente elaboración propia.

Los olivos serán trasplantados al sector R3, mientras que los sauces se trasplantarán al este del sector E2 en el margen del arroyo. Estos árboles aparecen recogidos en el plano "13.3 Arbolado afectado" del Documento Ambiental del Proyecto de Urbanización de la Actuación Residencial "Buenavista PA-T.2".

RESUMEN ARBOLADO		
ESPECIE	Nº ÁRBOLES	SÍMBOLO
ALAMO	1	
ALGARROBO	3	
AROMO	1	
CINACINA	1	
CIPRES	28	
HIGUERA	1	
JACARANDA	1	
OLIVO	28	
PALMERA	2	
PINO	25	
ROBLE	2	
SAUCE	7	
TAMARINDO	20	

ARBOLADO AFECTADO	
	ARBÓL A TRASPLANTAR { SAUCES 5 UNIDADES ( Nº7,8,9,16,20) OLIVO 3 UNIDADES (Nº6,10 Y 11)
	ARBÓL A TALAR { AROMO 1 UNIDAD (Nº21)

Leyenda del plano "13.3 Arbolado afectado" del Documento Ambiental.

Además, en el plano de jardinería del Proyecto de Urbanización se identifica dónde se trasplantará cada especie.

ÁRBOLES	
	CELTIS AUSTRALIS
	KOELREUTERIA PANICULATA
	BAUHINIA PURPUREA
	ROBINEA PSEUDOACACIA
	GREVILLEA ROBUSTA
	PINUS HALEPENSIS
	CERATONIA SILIQUA
	QUERCUS ROTUNDIFOLIA
	OLIVO TRASPLANTADO
	SAUCE TRASPLANTADO

Leyenda del plano de jardinería del Proyecto de Urbanización.

## 2.5 Vegetación de ribera.

En la zona del arroyo San Carlos, principalmente en el Espacio Libre 3, se hace un tratamiento de vegetación de ribera, protegiendo la zona de servidumbre. Inicialmente se realizará un desbroce selectivo de las especies exóticas invasoras en el caso de existir y la posterior repoblación con especies de vegetación edafohidrófila. Las especies serán de la siguiente selección:

- *Salix pedicellata* (Sauce)
- *Populus alba* (Álamo blanco)
- *Alnus glutinosa* (Aliso común)
- *Lonicera implexa* (Madreselva mediterránea)
- *Nerium oleander* (Adelfa)
- *Tamarix gallica* (Taraje)
- *Ruscus aculeatus* (Rusco)



### POPULUS ALBA ÁLAMO BLANCO

#### CARACTERÍSTICAS

Para litoral mediterráneo

1.64 KgCO<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>año

1 - WUE

Altura: 10-20 m

Diámetro tronco: 0.15-0.4 m

Diámetro de la copa: 6-8 m

Distancia min a edificaciones: 5 m

Distancia min a infraestructuras: 2 m

Distancia entre individuos: 5-10 m

Dimensiones del alcorque: 1.5x1.5x1.5 m

Ficha de Populus alba. Fuente elaboración propia.



## ALNUS GLUTINOSA

ALISO COMÚN

### CARACTERÍSTICAS

Para litoral mediterráneo

-KgCO<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>año

- WUE

Altura: 20-25 m

Diámetro tronco: 0.3-0.7 m

Diámetro de la copa: 6-12 m

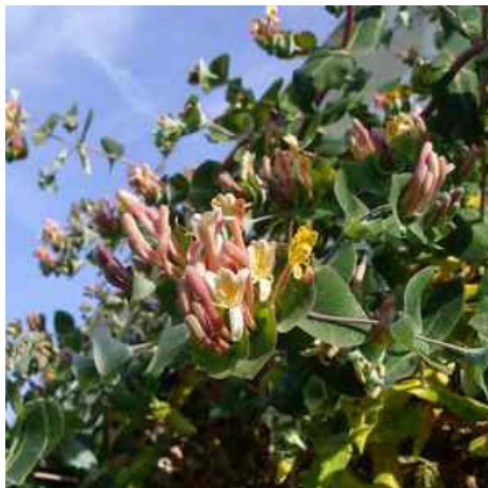
Distancia min a edificaciones: - m

Distancia min a infraestructuras: - m

Distancia entre individuos: - m

Dimensiones del alcorque: 2.5x2.5x2.5 m

Ficha de Alnus glutinosa. Fuente elaboración propia.



## LONICERA IMPLEXA

MADRESELVA MEDITERRÁNEA

### CARACTERÍSTICAS

Para litoral mediterráneo

3,30 KgCO<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>año

2 - WUE

Altura: 3-6 m

Diámetro tronco: - m

Diámetro de la copa: 5 m

Distancia min a edificaciones: 1 m

Distancia min a infraestructuras: 1 m

Distancia entre individuos: 1 m

Dimensiones del alcorque: 1x1x1 m

Ficha de Lonicera implexa. Fuente elaboración propia.



## NERIUM OLEANDER

ADELFA

### CARACTERÍSTICAS

Para litoral mediterráneo

3,10 KgCO<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>año

1 - WUE

Altura: 2-4 m

Diámetro tronco: - m

Diámetro de la copa: 1-3 m

Distancia min a edificaciones: 2 m

Distancia min a infraestructuras: 2 m

Distancia entre individuos: 2 m

Dimensiones del alcorque: 1x1x1 m

Ficha de Nerium oleander. Fuente elaboración propia.



## TAMARIX GALLICA

### TARAJE

#### CARACTERÍSTICAS

Para litoral mediterráneo

2 KgCO<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>año

1 - WUE

Altura: 2-8 m

Diámetro tronco: 0.15-0.3 m

Diámetro de la copa: 2-3 m

Distancia min a edificaciones: 3 m

Distancia min a infraestructuras: 3 m

Distancia entre individuos: 4 m

Dimensiones del alcorque: 1.5x1.5x1.5 m

Ficha de Tamarix gallica. Fuente elaboración propia.



## RUSCUS ACULEATUS

### RUSCO

#### CARACTERÍSTICAS

Para litoral mediterráneo

- KgCO<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>año

- WUE

Altura: 1 m

Diámetro tronco: - m

Diámetro de la copa: - m

Distancia min a edificaciones: - m

Distancia min a infraestructuras: - m

Distancia entre individuos: - m

Dimensiones del alcorque: 1x1x1 m

Ficha de Ruscus aculeatus. Fuente elaboración propia.

## 2.6 Arbolado.

En el arbolado propuesto para las zonas verdes, se eligen las siguientes especies, que encontramos como se ha descrito antes dentro de la vegetación potencial de la zona:

- *Pinus halepensis* (pino carrasco)
- *Ceratonia siliqua* (algarrobo)
- *Quercus rotundifolia* (encina)

Se acompañan las fichas de características de cada una.



## **PINUS HALEPENSIS**

PINO CARRASCO

### CARACTERÍSTICAS:

Para litoral mediterráneo  
1.67 KgCO<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>año  
3 - WUE  
Altura: 10-20m  
Diámetro tronco: 0.1-0.3m  
Distancia min a edificaciones: 5 m  
Distancia min a infraestructuras: 7 m  
Distancia entre individuos: 7 m

Ficha del *Pinus halepensis*. Fuente elaboración propia.



## **CERATONIA SILIQUA**

ALGARROBO

### CARACTERÍSTICAS

Para litoral mediterráneo  
2.71 KgCO<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>año  
2 - WUE  
Altura: 5-10 m  
Diámetro tronco: 0.3-0.5 m  
Distancia min a edificaciones: 6 m  
Distancia min a infraestructuras: 3 m  
Distancia entre individuos: 11 m

Ficha de la *Ceratonia siliqua*. Fuente elaboración propia.



## **QUERCUS ROTUNDIFOLIA**

ENCINA

### CARACTERÍSTICAS

Para litoral mediterráneo  
0,78 KgCO<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>año  
1 - WUE  
Altura: 6-20 m  
Diámetro tronco: 0,15-0,4 m  
Distancia min a edificaciones: 5 m  
Distancia min a infraestructuras: 6 m  
Distancia entre individuos: 6 m

Ficha del *Quercus rotundifolia*. Fuente elaboración propia.

Este arbolado de gran porte contribuye a la reducción de la sensación de calor, gracias a los espacios de sombra que producen, así como a su capacidad sumidero. Estas especies necesitan riego durante sus primeros años, pero una vez transcurre este periodo pueden mantenerse con poco aporte de agua en las épocas más calurosas y menos lluviosas del año.

## 2.7 Especies arbustivas y matorrales.

Acompañando a las anteriores especies arbóreas, se propone una pradera de arbustivas mediterráneas. Se eligen las siguientes especies arbustivas, matorral bajo y alto:

- *Santolina chamaecyparissus* (manzanilla)
- *Chamaerops humilis* (palmito)
- *Quercus coccifera* (coscoja)
- *Pistacia lentiscus* (lentisco)
- *Rhamnus alaternus* (aladierna)
- *Rhamnus oleoides* (espino negro)
- *Retama sphaerocarpa* (retama amarilla)
- *Ephedra fragilis* (Coyunturera)
- *Cytisus malacitanus* (escobón)
- *Capparis spinosa* (alcaparro)
- *Lavandula stoechas* (cantueso)
- *Helianthemum syriacum* (romerillo, jarilla)

Además, se acompañan de especies herbáceas anuales y vivaces como *el Brachypodium retusum*, *Dactylis glomerata*, y *Stipa parviflora*.

Todas estas especies actuarán de tapiz de las zonas ajardinadas, evitando grandes praderas de césped con alto consumo de agua.

## 3 VEGETACIÓN EN ALCORQUES Y GLORIETAS

Como se indicaba en la introducción, la urbanización apuesta por un aumento de la superficie drenante en el viario, con aumento de la masa vegetal y alcorques vivos. Por ello, se diseñan alcorques de grandes dimensiones, de 10 m. de largo y 1,50 m. de ancho, con arbolado de alineación y especies arbustivas. De la misma manera, las medianas de separación entre carriles, así como las glorietas, se diseñan como espacios de jardinería. Por último, destaca el parque urbano del vial R-V1.

### 3.1 Alcorques.

En los alcorques, situados en todos los viales, se coloca como arbolado de alineación la especie *Robinia pseudoacacia*, también denominada Falsa Acacia.



#### ROBINIA PSEUDOACACIA

FALSA ACACIA

##### CARACTERÍSTICAS

Para litoral mediterráneo

5.55 KgCO<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>año

2 - WUE

Altura:	6-15 m
Diámetro tronco:	0.15-0.3 m
Diámetro de la copa:	4-8 m
Distancia min a edificaciones:	5 m
Distancia min a infraestructuras:	3 m
Distancia entre individuos:	5-10 m
Dimensiones del alcorque:	1.5x1.5x1.5m

Ficha Robinia Pseudoacacia. Fuente elaboración propia.

También se incorpora la especie arbórea *Koelreuteria Paniculata*.



## KOELREUTERIA PANICULATA

JABONERO DE LA CHINA

### CARACTERÍSTICAS

Para litoral mediterráneo

- KgCO<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>año

- WUE

Altura:

7 m

Diámetro tronco:

0.2-0.5 m

Diámetro de la copa:

4-8 m

Distancia min a edificaciones:

5 m

Distancia min a infraestructuras:

7 m

Distancia entre individuos:

6 m

Dimensiones del alcorque:

1.5x1.5x1.5 m

Ficha Koelreuteria Paniculata. Fuente elaboración propia.

Este arbolado se acompaña de especies como la *Lavandula stoechas*, *Helianthemum syriacum*, y la *Stipa parviflora*.



*Lavandula stoechas*, *Helianthemum syriacum*, y *Stipa Parviflora*.

### 3.2 Glorietas.

Hay una glorieta en el proyecto, de 15 m. de radio, y compuestas por una serie ornamental de la misma serie de vegetación que en las zonas verdes.

Encontramos *Quercus rotundifolia*, *Ceratonia siliqua*, *Capparis spinosa*, *Brachypodium retusum* y *Stipa parviflora*.

### 3.3 Medianas.

En las medianas separadoras entre carriles de circulación viaria encontramos una serie de árbol de pequeño porte, de la familia del *Celtis Australis* (almez).



## CELTIS AUSTRALIS

ALMEZ

### CARACTERÍSTICAS

Para litoral mediterráneo	
2.08 KgCO <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> año	
2 WUE	
Altura:	10-15 m
Diámetro tronco:	0.25-0.4 m
Diámetro de la copa:	6-8 m
Distancia min a edificaciones:	5 m
Distancia min a infraestructuras:	3 m
Distancia entre individuos:	9 m
Dimensiones del alcorque:	2x2x1.5 m

Ficha de la Celtis australis. Fuente elaboración propia.

### 3.4 Parque urbano.

Es la franja que se ubica en la acera y carril bici del vial RV-1. Aquí encontramos una barrera vegetal con un arbolado de gran porte más ornamental, como es el *Grevillea Robusta* y el *Bauhinia Purpurea*, además de especies arbustivas, matorrales y herbáceas de la serie descrita.



## BAUHINIA PURPUREA

URAPE PÚRPURA

### CARACTERÍSTICAS

Para litoral mediterráneo	
- KgCO <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> año	
- WUE	
Altura:	5 m
Diámetro tronco:	0,8 m
Diámetro de la copa:	3 m
Distancia min a edificaciones:	- m
Distancia min a infraestructuras:	- m
Distancia entre individuos:	- m
Dimensiones del alcorque:	1.5x1.5x1.5 m

Ficha del Bauhinia purpurea. Fuente elaboración propia.



## GREVILLEA ROBUSTA

ÁRBOL DEL FUEGO , ROBLE AUSTRALIANO

### CARACTERÍSTICAS

Para litoral mediterráneo	
1.26 KgCO <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> año	
1 - WUE	
Altura:	10-35m
Diámetro tronco:	0.3-0.9m
Diámetro de la copa:	6-15 m
Distancia min a edificaciones:	9 m
Distancia min a infraestructuras:	4 m
Distancia entre individuos:	16 m
Dimensiones del alcorque:	1.5x1.5x1.5m

Ficha de Grevillea Robusta. Fuente elaboración propia.

El número de individuos de cada especie que se va a plantar en el sector es el siguiente:

Nombre Científico	Nombre Común	Núm. Individuos
<i>Olea europaea</i>	Olivo	3
<i>Salix spp.</i>	Sauce	5
<i>Celtis australis</i>	Almez	144
<i>Bauhinia purpurea</i>	Urape	41
<i>Grevillea robusta</i>	Roble australiano	56
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Falsa acacia	221
<i>Koelreuteria paniculata</i>	Jabonero de la China	42
<i>Pinus halepensis</i>	Pino carrasco	151
<i>Ceratonia siliqua</i>	Algarrobo	222
<i>Quercus rotundifolia</i>	Encina	95
	<b>Total</b>	<b>980</b>

## 4 RED DE RIEGO

### 4.1 Descripción.

Para suministrar riego al presente sector se ha contactado con los servicios técnicos de la compañía suministradora EMASA, donde se nos indica conectar con la red de agua regenerada municipal. Concretamente conectamos con las tuberías de impulsión, de titularidad municipal, que son ejecutadas por el desarrollo del sector SUNC-RT1 "Cortijo Merino" y que definen el punto de conexión al Sur del sector PA-T2 Buenavista.

La red proyectada consta de la misma sección que llega, una tubería PVC-O DN 500 mm PN 16 UNE-EN 17176:2019. Se prolonga la tubería hacia el sector universidad, cruzando todo el ámbito del sector PA-T.2 por los viales RV7, RH1 y RV2 por unos 820 m hasta el paso superior sobre la A-357, donde se prolongará hasta la glorieta del sector SUP-T8, donde dará servicio a las urbanizaciones situadas al Norte de la A-357.

Se realizan una acometida a la arteria principal mediante derivación en "T" hacia sendos depósitos de riego situados en las Zonas de espacios libres, con capacidad para garantizar el suministro a los sectores Norte y Sur.

En la siguiente figura se pueden distinguir en cian la infraestructura ejecutada por el sector SUNC-RT1, en azul el tramo correspondiente al sector Buenavista, y las dos derivaciones hacia los depósitos de riego en rojo.



Se parte de una arqueta que se ubica en la acera Sur del vial R-H1 a la altura del EL4. Mediante una derivación y tubería PVC-O DN110mm PN16 UNE-EN 17176:2019 de unos 160m se llega hasta la arqueta de entrada al depósito Norte.

La segunda, mediante tubería de idénticas características, llega al depósito Sur por un tramo de unos 240m a través del EL4.

## 4.2 Fuente de suministro

El suministro se realiza desde sendos depósitos enterrados con capacidad para 2 días de suministro, situados en los puntos de menor cota de los EL1 (zona norte) y EL4 (zona Sur).

Adicionalmente, mediante el empleo de técnicas de drenaje urbano sostenible (SUDS) se pretende complementar la demanda hídrica mediante el reciclado de la escorrentía procedente de parcelas y zonas verdes.

### 4.2.1 Características del agua de riego.

El agua de riego deberá reunir las siguientes condiciones:

- Nivel de pH entre 6,5 y 8,4 preferentemente neutro.
- Conductividad eléctrica a 25°C menos de 2,25 dS/m.
- Contenido de sales disueltas inferior a 1 gr/l.
- Oxígeno disuelto superior a 3 mgr/l.
- Contenido de cloruros inferior a 29 gr/l.
- Boro inferior a 0,5 mgr/l.
- Sulfatos inferiores a 0,3 gr/l.

- Actividad del Na, el SAR no ha de ser superior a 15.
- Carbonatos Sódicos residuales inferiores a 1,25 gr/l.
- Dureza total inferior a 0,22 gr/l de CO<sub>3</sub>Ca.

### 4.3 Necesidades hídricas del sector.

En este apartado se justifica la demanda máxima de riego que se estima tenga el sector. Estando ésta condicionada por diferentes factores, como son la especie, la ubicación y el clima.

#### 4.3.1 Cálculo de la evapotranspiración.

Para llevar a cabo el cálculo de las necesidades de agua de una planta hay que tener en cuenta que estas están representadas por la suma de la evaporación directa del agua del suelo que se encuentra en las proximidades de la planta y de la transpiración de la propia planta, a lo que se le denomina evapotranspiración (ET).

El valor de la evapotranspiración depende del clima y del tipo de planta, por lo que el valor de la ET se puede representar con la siguiente fórmula:

$$ET = ETo \times Kj$$

Siendo estos valores:

- ETo Evapotranspiración de referencia. Medida en una estación meteorológica.
- Kj Coeficiente de jardín. Representa los factores que influyen en la ET dentro de un mismo jardín.

##### 4.3.1.1 Coeficiente de jardín

El coeficiente de jardín describe las necesidades hídricas de las plantas de jardín, considerando tres coeficientes:

- Las especies que forman el jardín, (Ke)
- La densidad de plantación, (Kd)
- Las condiciones microclimáticas, (Km)

Por ello, Kj viene determinado por la ecuación:

$$Kj = Ke \times Kd \times Km$$

El coeficiente de especie (Ke), como simplificación, se estima como la media de los Ke de las diferentes especies que se encuentran en el jardín.

El coeficiente de densidad (Kd) está en función del tipo de vegetación, ya sean árboles, arbustos, tapizantes, césped o una combinación de las anteriores. El valor del mismo varía entre 0,5 y 1,3 en función de cómo se componga el jardín.

El coeficiente de microclima (Km), tiene en cuenta las diferencias ambientales del jardín. En este valor influyen la presencia de edificaciones, las horas de insolación, etc., moviéndose el mismo en un rango de entre 0,5 y 1,4.

### 4.3.2 Procedimiento de cálculo.

La necesidad de riego de un jardín varía con respecto de la época del año, por lo que los meses con más horas de sol, mayores temperaturas y menores precipitaciones, serán los meses que sea más necesario aportar agua a la zona verde. En Málaga, el mes que tiene estas condiciones más desfavorables es julio. Por ello, se toman los datos de Evapotranspiración de referencia y se calcula la media para dicho mes, de una estación cercana a la ubicación del proyecto (Estación Málaga Aeropuerto)

Posteriormente, se procede a calcular el valor medio del coeficiente Ke de las diferentes tipologías de plantas, arboles, arbusto y tapizantes, para poder simplificar la estimación.

A continuación, se estiman los coeficientes en función de donde se ubiquen las diferentes plantaciones. Se han considerado dos escenarios, los viales o ejes y las zonas verdes, dando a cada uno de ellos unos valores medios. Se ha dado un Kd mayor en viales a los arbustos que a los árboles, debido a que cuando hay presencia de arbustos en vial siempre hay presencia de árboles, por lo que la densidad de vegetación aumenta.

### 4.4 Necesidades hídricas por elemento.

A continuación, se muestran las mediciones, los cálculos de las necesidades hídricas por elemento y el cálculo de las necesidades hídricas del sector en su conjunto.

El cálculo de las necesidades de cada elemento se realiza en base a la evapotranspiración, haciendo uso de la siguiente formulación:

$$ET = ETo \times Kj$$

Eto, Estación MA01 – Málaga de SIAR, mes de julio 2023	186,07 mm/mes
Eto, (Málaga, media diaria de julio)	6,00 mm/día

Árboles Ejes		Arbustos Ejes	
Ke medio árboles	0,24	Ke medio arbustos	0,35
Kd	0,9	Kd	1,2
Km	1,4	Km	1,4
Kj	0,3	Kj	0,59
ET	<b>1,8 mm/día*m2</b>	ET	<b>3,54 mm/día*m2</b>
Árboles ZZVV		Arbustos ZZVV	
Ke medio árboles	0,24	Ke medio arbustos	0,35
Kd	1,0	Kd	1,0
Km	1,1	Km	1,1
Kj	0,26	Kj	0,39
ET	<b>1,56 mm/día*m2</b>	ET	<b>2,34 mm/día*m2</b>

### 4.5 Cuadros de cálculo.

En función de la Et obtenida para cada elemento, vamos a calcular el consumo de agua, distinguiendo entre zona norte y zona sur en función de que el suministro se realice desde una u otra.

Zona	Consumo de agua (m3/día)				Consumo de agua (m3/día)
	Árboles ejes	Arbustos ejes	Árboles ZV	Arbustos ZV	Zona norte
EL1			0,39	35,55	35,94
EL2			0,12	11,31	11,42
EL3			0,01	2,47	2,48
Glorieta	0,01			1,65	1,67
RH1.2	0,06	0,50			0,55

Peatonal2	0,03	0,70			0,73
Peatonal3	0,03	0,71			0,74
Peatonal4	0,03	0,76			0,80
<b>TOTAL ZN</b>	<b>0,16</b>	<b>2,67</b>	<b>0,52</b>	<b>50,98</b>	<b>54,32</b>
<b>Zona</b>	<b>Árboles ejes</b>	<b>Arbustos ejes</b>	<b>Árboles ZV</b>	<b>Arbustos ZV</b>	<b>Zona sur</b>
EL4			0,05	7,56	7,61
EL5			0,06	6,49	6,55
EL6			0,05	4,11	4,16
EL7			0,03	3,42	3,44
EL8			0,01	2,18	2,19
EL9			0,02	3,30	3,32
RV1	0,42	6,63		1,65	8,70
RV2	0,02				0,02
RV4	0,06	0,72			0,78
RV5	0,02	0,23			0,24
RV6	0,02	0,23			0,24
RV7	0,05	0,50			0,55
RH1.1	0,27	2,60			2,87
RH2	0,04	0,42			0,46
RH3	0,04	0,24			0,28
<b>TOTAL ZS</b>	<b>1,10</b>	<b>11,88</b>	<b>0,22</b>	<b>30,37</b>	<b>40,87</b>
<b>TOTAL</b>					<b>95,19 m3</b>

El consumo de agua total en el sector es de 95.19 m<sup>3</sup>, siendo de 54,32 m<sup>3</sup> en la zona norte y de 40.87 m<sup>3</sup> en la zona sur.

Para minimizar el consumo y fomentar el ahorro de un recurso escaso, parte del abastecimiento de la red de riego provendrá de un sistema de recogida de aguas pluviales por gravedad procedente de zonas verdes y parcelas. Por lo que los depósitos de riego se dispondrán en las cotas más bajas de cada una de las zonas.

Según los datos obtenidos, se proyectarán dos depósitos de almacenamiento con capacidad de al menos dos días de la demanda calculada. En este sentido para tener reserva de capacidad se sobredimensionan los depósitos para poder almacenar el recurso atendiendo a la variabilidad del clima y ajustando a tamaños comerciales de depósitos prefabricados.

Por lo tanto, sendos depósitos serán de hormigón armado prefabricado de diámetro 7.5m. Uno se localiza en el Norte, en la zona verde EL1 de 155 m<sup>3</sup> y el segundo se ubica al Sur, en la zona verde EL4, de 110 m<sup>3</sup> respectivamente desde donde se bombeará para suministrar a los dos sectores de riego proyectados.

#### 4.6 Medidas para la reducción de consumo hídrico.

Se recomienda incluir en el proyecto, una serie de medidas adicionales para conseguir reducir el consumo hídrico.

- Cuidada selección de especies adaptadas al medio
- Colocación de una capa de Mulch para retener la humedad en la superficie de plantación.
- Sistemas de captación de aguas pluviales y su recuperación para la red de riego.
- Favorecer la existencia de suelos drenantes permeables.
- Uso de suelo estructural mediante mezclas de gravas bien calibradas y sistemas de riego profundo en alcorques.

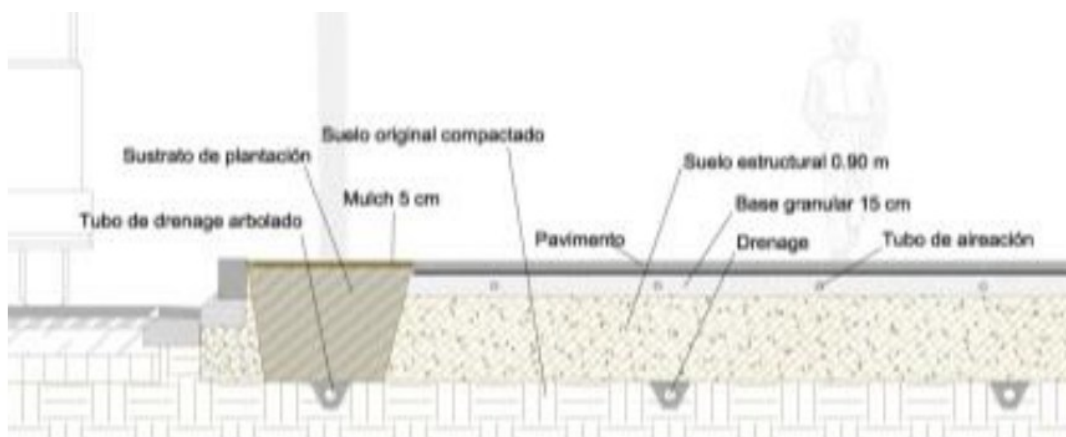
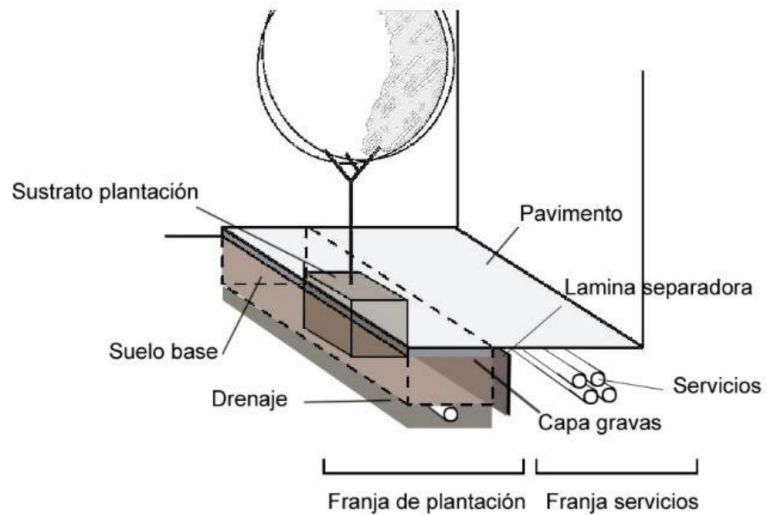


#### Composición:

80% gravas de canto vivo de origen calcáreo o granítico de granulometría 2-4 cm sin finos.

20% Tierra vegetal de textura franca o franca-arenosa con 20% de arcillas y un contenido de materia orgánica de 2-5% para retener agua, nutrientes y potenciar la actividad microbiana.

0,003% Hidrogel o estabilizador de suelos para mantener la estructura estable en el tiempo y la tierra unida a la piedra.



#### 4.7 Estimación de demanda hídrica futura.

Al tratarse de un proyecto con plantaciones autóctonas cuidadosamente seleccionadas para que se adapten al clima de la zona, el objetivo es que puedan sobrevivir por su propia cuenta sin necesidad de riego una vez alcanzado su pleno desarrollo.

En base a esto, se estima que transcurridos dos años la planta ya ha podido establecerse y puede reducirse la frecuencia de riego a un mínimo que garantice un aporte básico para periodos de sequía teniendo en cuenta la inestabilidad climática en la que nos encontramos.

Por ello se establecen pasados esos dos primeros años, un riego semanal en periodo estival de Mayo a Octubre y un riego mensual el resto de los meses.

Por tanto, la demanda hídrica en el periodo más desfavorable a partir de los dos primeros años desde la plantación se reduce de 95.19 m<sup>3</sup>diarios a 95.19 m<sup>3</sup>semanales (54,32 m<sup>3</sup> /semanales en la zona norte y de 40.87 m<sup>3</sup> /semanales en la zona sur).

## 4.8 Depósitos de almacenamiento y regulación.

Se han previsto sendos depósitos serán de hormigón armado prefabricado modular mediante cajones de 8x2.5m. Uno se localiza en el Norte, en la zona verde EL1 de 155 m<sup>3</sup> y el segundo se ubica al Sur, en la zona verde EL4, de 110 m<sup>3</sup>, como se indica en los planos, que tienen capacidad suficiente para almacenar las necesidades hídricas del sector de al menos dos días.

Se adjuntan como apéndice al presente anejo los cálculos estructurales del depósito.

Como se ha indicado anteriormente, se ha previsto que desde el depósito ubicado en la zona verde EL1 de suministro a todas las zonas verdes y arbolado de alineación de la zona norte del sector (EL1, EL2, EL3, RV2, Peatonal2, Peatonal3 y Peatonal 4) y desde el depósito ubicado en la zona verde EL4 se dé suministro al resto (EL4, EL5, EL6, EL7, EL8, EL9, RV1, RV3, RV4, RV5, RV6, RV7, Glorieta 1, Glorieta 2, RH1, RH2 y RH3), actuando el eje RH1 como elemento de separación entre una y otra zona.

### 4.8.1 Características depósitos

Cada depósito contará con los siguientes elementos:

- Llenado del depósito con válvula de corte manual
- Electroválvula con solenoide a 24 voltios
- Filtro de anillas 2"
- Aspiración de grupo de presión
- Rebosadero
- Desagüe mediante tubo de PVC
- Valvulería y pequeño material

### 4.8.2 Contador

Se instalará un contador para uso exclusivo de riego, independiente del resto de usos que estará dotado de los siguientes elementos:

- 2 válvulas de esfera de metal de 1 1/2"
- 1 válvula de retención de latón de 1 1/2"
- 1 contador homologado y compatible con el sistema de Telegestión para lectura de caudales a través de un software específico y de diámetro DN32.
- -Accesorios y fitting en latón PN-16

### 4.8.3 Tiempos de llenado.

Los depósitos están dimensionados para garantizar el suministro durante 2 días, por lo que la ventana de tiempo es amplia para gestionar su llenado mediante recursos convencionales. Si principalmente los riegos se realizan entre el ocaso y el amanecer. Sería idóneo realizar el llenado de los mismos durante el día.

	Capacidad (m3)	tiempo (h)	Q (l/s)	v (m/s)	$\Delta H$ (m/km)	L (km)	Ht (m)
Deposito Norte	155	6	7.18	0.727	4.56	0.23	1.0488
Deposito Sur	110	6	5.09	0.515	2.46	0.11	0.2706

Se estima una duración de llenado de 6h para alcanzar la máxima capacidad de los depósitos con unas velocidades circulantes admisibles al igual que las pérdidas de carga. Aunque como se ha dicho, si el llenado es diario, el tiempo se reduciría a la mitad.

#### 4.8.4 Grupo de presión

En los dos depósitos se instalará un grupo de presión y un equipo de filtración diseñado en función de la calidad del agua. El grupo de presión será hidroneumático compuesto por dos electrobombas verticales, controladas cada una de ellas por el variador de frecuencia CKE2 Multi 35-5 o similar.

En tiempo real se realiza la lectura de la presión para adaptar las revoluciones de los motores regulados por los variadores de frecuencia y ajustar el caudal aportando a la demanda de la instalación. Con esta instalación se dispone de una presión constante de suministro.

El arranque de las bombas se realiza en cascada y en alternancia, garantizando una perfecta distribución de las horas de funcionamiento de todas las bombas y aumentando la durabilidad del equipo.

Las electrobombas del equipo están fijadas sobre una bancada que garantiza la estabilidad y la alineación del sistema. En la impulsión de cada electrobomba están ensambladas una válvula de retención y una válvula de cierre con un enlace incorporado para facilitar el desmontaje y mantenimiento del equipo.

La valvulería está unida a un colector común de impulsión fabricado en acero inoxidable. El equipo incluye un acumulador hidroneumático de 8 l. y una caja de conexión con protección magnetotérmica para una fácil instalación y conexión de los circuitos eléctricos en el mínimo espacio.

#### 4.8.4.1 Características técnicas.

### CKE 2 Suministro | Presurización



Equipo de presión automático con velocidad variable para el suministro de agua

#### Aplicaciones

Bombeo automático de aguas limpias para uso doméstico, industrial, agrícola y jardinería.  
Presión de trabajo regulable.

#### Materiales

##### Multi y VE:

Cuerpo bomba e impulsores en AISI 304.  
Eje bomba en AISI 420.  
Difusores en tecnopolímero.  
Aspiración e impulsión en fundición con tratamiento cataforesis.  
Cierre mecánico.  
Carcasa motor en aluminio.  
Juntas en NBR/EPDM.

##### Multi VS:

Cuerpo bomba, aspiración, impulsión, difusores e impulsores en AISI 304.  
Cierre mecánico.  
Carcasa motor en aluminio.  
Juntas en FPM.

**Colectores:** AISI 304.

**Válvulas y conexiones:** Latón.

#### Equipamiento incluido

Bomba (x2).  
Speedrive V2 (x2).  
Colector impulsión.  
Modelo ASP con colector aspiración.  
Cuadro de control y maniobra.  
Válvulas.  
Conexiones.  
Válvulas de retención.  
Tanque hidroneumático (20l).  
Transductor de presión.  
Base metálica.

#### Motor

Asíncrono 2 polos.  
Protección IPX5.  
Aislamiento clase F.  
Servicio continuo.

#### Rango de uso

Temperatura máxima del agua  
CKE con Multi y VE 40 °C.  
CKE con Multi VS 120 °C.

#### Funciones y protecciones

Trabajo en seco con rearme automático.  
Detección fallo transductor de presión.  
Sobrietensidad y cortocircuito con rearme automático.  
Tensión de alimentación con rearme automático.  
Sobretemperatura interna con rearme automático.  
Derivación a tierra y error de fase del motor.  
Error de comunicación.

#### Funcionamiento

Velocidad autorregulable para mantener la presión y caudal constantes que la vivienda, edificio o instalación demandan en cada momento.



## CKE 2 Suministro | Presurización

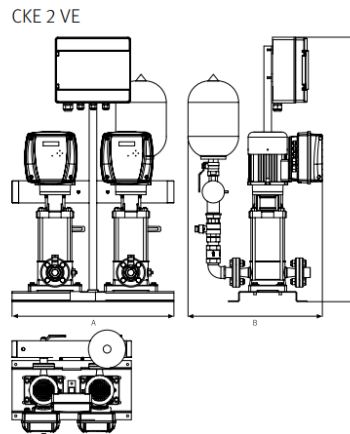
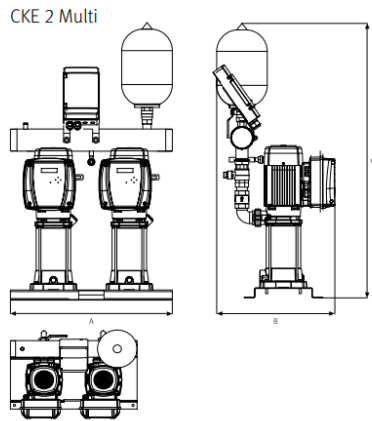


Tabla de características, dimensión y peso

Modelo	Altura máxima [m]	Caudal máximo [m³/h]	P2 [kW]	Speedrive V2	Ø Bomba		Ø Colectores	Dimensiones			Peso [Kg]	Código	
					Asp.	Imp.		A	B	C		1-230V	1-230V (Modelo ASP)
CKE 2M Multi 25 4	59	10	0,75	M22	1 1/4"	1 1/4"	2"	640	440	975	56	176761	180440
CKE 2M Multi 25 5	74	10	0,92	M22	1 1/4"	1 1/4"	2"	640	440	994	57	176762	180441
CKE 2M Multi 35 4	55	21	1,1	M22	1 1/2"	1 1/4"	2"	640	464	1022	66	176763	180454
CKE 2M Multi 35 5	67	21	1,5	M22	1 1/2"	1 1/4"	2"	640	464	1045	72	176764	180455
CKE 2M Multi 35 6	83	21	2,2	M22	1 1/2"	1 1/4"	2"	640	464	1071	73	205266	216585

Modelo	Altura máxima [m]	Caudal máximo [m³/h]	P2 [kW]	Speedrive V2	Ø Bomba		Ø Colectores	Dimensiones			Peso [Kg]	Código	
					Asp.	Imp.		A	B	C		3-400V	3-400V (Modelo ASP)
CKE 2 Multi 25 4	59	10	0,75	T22	1 1/4"	1 1/4"	2"	640	440	975	56	176452	180438
CKE 2 Multi 25 5	74	10	0,92	T22	1 1/4"	1 1/4"	2"	640	440	994	57	176744	180439
CKE 2 Multi 35 4	55	21	1,1	T22	1 1/2"	1 1/4"	2"	640	464	1022	66	176753	180456
CKE 2 Multi 35 5	67	21	1,5	T22	1 1/2"	1 1/4"	2"	640	464	1045	72	176754	180457
CKE 2 Multi 35 6	83	21	2,2	T22	1 1/2"	1 1/4"	2"	640	464	1071	73	176755	180458
CKE 2 Multi 35 8	110	21	3	T55	1 1/2"	1 1/4"	2"	640	500	1120	87	176756	180459
CKE 2 Multi 35 10	138	21	4	T55	1 1/2"	1 1/4"	2"	640	500	1170	106	176757	202401
CKE 2 Multi 55 4	51	36	2,2	T22	1 1/2"	1 1/4"	3"	640	500	1127	79	176758	180501
CKE 2 Multi 55 6	79	36	3	T55	1 1/2"	1 1/4"	3"	640	533	1206	97	176759	180502
CKE 2 Multi 55 7	93	36	4	T55	1 1/2"	1 1/4"	3"	640	533	1250	106	176760	180503

Modelo	Ø Colector	Ø Válvulas	Ø Bridas	Código
Kit aspiración para CKE 2 Multi 25	2"	1 1/4"	1 1/4"	199701
Kit aspiración para CKE 2 Multi 35	2"	1 1/2"	1 1/2"	199702
Kit aspiración para CKE 2 Multi 55	3"	1 1/2"	1 1/2"	199703

Modelo	Altura máxima [m]	Caudal máximo [m³/h]	P2 [kW]	Speedrive V2	Ø Bomba Asp. / Imp.	Ø Colectores	Dimensiones			Peso [Kg]	Código	
							A	B	C		3-400V	3-400V (Modelo ASP)
CKE 2 VE 121 3	50	54,5	4	T55	50	4"	650	550	1147	156	203940	209330
CKE 2 VE 121 5	83	54,5	5,5	T55	50	4"	650	550	1295	200	203941	208675

Modelo	Ø Colector	Ø Válvulas	Ø Bridas	Código
Kit aspiración para CKE 2 VE 121 3	4"	2"	2"	213982
Kit aspiración para CKE 2 VE 121 5	4"	2"	2"	186696

### 4.8.5 Red primaria

Desde los dos depósitos de agua previstos, se dará suministro a la zona norte y zona sur respectivamente.

La red general formada por una tubería de PEAD de 75 mm de diámetro, preparada para una presión nominal de 16 atmósferas (PN16), discurrirá enterrada por los viales del sector hasta los diferentes sectores de riego, en una zanja según el siguiente detalle.

Esta red derivará en tramos de 63 mm de diámetro, según se especifica en los planos, y en cualquier caso realizándose de forma que ambas sean capaces de trabajar a una presión mínima de 16 atmósferas.

#### 4.8.6 Red secundaria

Se considerará como red secundaria de riego, la que discurre desde los centros de mando donde se ubican las electroválvulas que determinan cada sector de riego y que se instalarán en el interior de las arquetas de polipropileno de dimensiones adecuadas para alojar número y tipo según características de cada centro de mando, estarán instaladas de forma descentralizada y siguiendo el trazado de la red general, repartidas por diferentes partes de las zonas verdes, enlazando éstas con cada uno de los elementos de riego proyectados, en este caso goteo.

En el caso de la red que da suministro al riego por goteo del arbolado de alineación se proyecta una tubería PEBD de 32 / 40 / 50 mm de diámetro, y para la red prevista en el interior de las zonas verdes estará formada por una tubería PEBD de 32 / 40 / 50 mm de diámetro.

Cada una de las derivaciones se realizará utilizando diferentes secciones de tubería y piezas adecuadas, en función de la demanda de cada zona, realizándose de forma que éstas sean capaces de trabajar a una presión mínima de 6 atm.

#### 4.8.7 Automatismos

Debido a la necesidad de controlar el sistema de riego y por el elevado número de sectores que deben regar dentro de un horario reducido para poder realizar el ciclo de riego de forma eficiente durante las horas nocturnas, evitando así las horas de máxima evapotranspiración, se hace necesaria la automatización del sistema.

Se instalará un sistema de riego automatizado mediante telegestión (Sistema Solem) que aporta una extraordinaria facilidad en la gestión del riego, mediante la comunicación por GPRS y bluetooth, que permite gestionar la totalidad de los puntos de riego, introduciendo sensores meteorológicos y con una instalación muy sencilla.

Dicho sistema está controlado por un software de gestión al cual se accede mediante cualquier dispositivo conectado a internet.



Las características tecnológicas que incorpora este sistema son:

- Control del sistema mediante dispositivos con conexión a internet, o mediante una consola con conexión por radiofrecuencia.
- Diseño especial de los equipos de programación: autónomos, de muy reducidas dimensiones, robustos, inundables e instalables en cualquier ubicación.
- Incorporación de los sensores de lluvia, viento y temperatura.

Vigilancia remota de todo el sistema.

- Sistema de comunicaciones bidireccional el cual permite saber, en todo momento, el estado de los equipos remotos, así como la obtención de todo tipo de datos en tiempo real.
- Integración de los equipos instalados en plataformas Smart City.

Ventajas del sistema:

- Ahorro de agua por aprovechamiento del agua de lluvia, optimización de los tiempos de riego y detección de fugas.
- Ahorro en mantenimiento.
- Mayor seguridad.

#### 4.8.8 Sistemas de riego

Para la realización del sistema de riego de las zonas verdes se adoptará un sistema de riego por goteo superficial mientras que en los alcorques se combinará goteo en superficie para los arbustos y goteo por inundadores para el arbolado.

En los viales, dónde se prevé una mayor densidad de plantaciones arbustivas de tipo ornamental, se instalará tubería de polietileno para riego por goteo, con el gotero integrado termo soldado con goteros espaciados cada 33 cm y separación entre líneas de 33 cm para disponer de marcos de riego de 33x33 cm, mientras que en las zonas verdes, donde se dispondrá planta mediterránea en menor densidad, se instalará tubería de polietileno para riego por goteo, con el gotero integrado termo soldado con goteros espaciados cada 50 cm y separación entre líneas de 50 cm para disponer de marcos de riego de 50x50 cm, espesor de la tubería 1,2 mm el gotero será autocompensante y antidrenante.

Cada sector de riego por goteo dispondrá de un centro de control que constará de los siguientes elementos:

- Válvula de esfera fabricada en PVC de 1" o 1 ½"
- Filtro de malla fabricado de polipropileno de 120 MESH de 1" o 1 ½"
- Válvula reductora de presión para presiones comprendidas entre 1 y 3 Kg/cm<sup>2</sup> con manómetro de control de 1" o 1 ½"
- Electroválvula fabricada en cicolac, de 1" o 1 ½" con solenoide de 24 voltios.
- Arqueta rectangular fabricada en polipropileno.

La red hidráulica de los sistemas de riego por goteo dispondrá de una tubería de alimentación y tubería colector que cierre hidráulicamente el circuito con válvulas de limpieza.

#### 4.8.9 Materiales a emplear

##### 4.8.9.1 Tuberías

Los elementos de la tubería llevarán, como mínimo, las siguientes marcas distintivas:

- Marca de fábrica
- Diámetro nominal
- Presión normalizada en Kg/cm<sup>2</sup>
- Marca distintiva para diferenciarla de la tubería utilizada para suministro de agua potable. Esta marca consistirá en dos líneas de color naranja, enfrentadas entre sí, en toda la longitud del tubo.

La tubería a utilizar será del siguiente tipo:

- General y primaria: Polietileno de Alta Densidad (PE100) de uso alimentario con sello de calidad AENOR, de 75 y 63 mm de diámetro y 16 atmósferas de presión.
- Secundaria: Polietileno de Baja Densidad de uso Alimentario de 50, 40 y 32 mm de diámetro y 6 atmósferas de presión.

#### 4.8.9.2 Elementos de riego

Deberán poseer las siguientes características:

- Tubería de goteo:

Tipo integrado cada 50 cm y cada 33 cm, soldado interiormente a la pared de la tubería.

Gotero autolimpiante, antidrenante y autocompensante de 2,3 l/h

Gotero inundador regulable de 55 l/h

Espesor de pared 1,2 mm

Presión de trabajo entre 1,5 y 3,5 Kg/cm<sup>2</sup>.

- Electroválvulas

Fabricados en cyclocac con solenoide a 24 voltios.

Marca Toro Modelo TPV 1" o similar

Marca Toro Modelo P-150 1 1/2" o similar

Presión de trabajo máxima 16 atm.

- En la intersección de líneas, se debe colocar una arqueta y una válvula de compuerta.
- La unión de todas las piezas será electrosoldada o con enlaces metálicos.
- Cada 50 metros de tubería se pondrá una arqueta de registro, una válvula de compuerta y un hidrante de 1".

### 4.9 Caudales de cálculo.

Se calculará el caudal instalado y el consumo previsto para el sistema de riego a partir de la relación de emisores instalados y los caudales consumidos por cada uno de ellos.

Si desglosamos el sistema de riego en los sectores que lo componen, tenemos un total de 43 sectores de riego por goteo en la zona norte y 48 en la zona sur.

Para la distribución de los sectores de riego se ha tenido en cuenta la generación de hidrozonas o sectores de riego con especies vegetales con condiciones de soleamiento y kc similar. Además, se han separado zonas en función de las diferentes pluviometrías de los emisores pues en este caso en concreto contamos con goteros autocompensantes de caudal 2,3 l/h y goteros inundadores con un caudal de 55 l/h que deberán de ir en diferentes sectores de riego.

- **Consumo de agua:**

Según las necesidades hídricas previstas necesitaremos abastecer con 54,32 m<sup>3</sup> diarios a la zona norte y con 40,87 m<sup>3</sup> diarios a la zona sur. Esto deberá hacerse durante las horas nocturnas.

- **Caudal instalado:**

ZONA NORTE m2	ud	goteros/m2	Caudal gotero l/h	Caudal sector l/h	
<b>EL3</b>					
S1	485,00		4	2,3	4462,00
S2	555,15		4	2,3	5107,38
<b>EL2</b>					
S3	481,70		4	2,3	4431,64
S4	607,40		4	2,3	5588,08
S5	722,14		4	2,3	6643,69
S6	745,27		4	2,3	6856,48
S7	460,00		4	2,3	4232,00
S8	754,00		4	2,3	6936,80
S9	520,00		4	2,3	4784,00
<b>EL1</b>					
S10	709,10		4	2,3	6523,72
S11	588,60		4	2,3	5415,12
S12	671,65		4	2,3	6179,18
S13	553,80		4	2,3	5094,96
S14	737,80		4	2,3	6787,76
S15	670,30		4	2,3	6166,76
S16	671,55		4	2,3	6178,26
S17	402,00		4	2,3	3698,40
S18	766,60		4	2,3	7052,72
S19	762,10		4	2,3	7011,32
S20	402,00		4	2,3	3698,40
S21	748,10		4	2,3	6882,52
S22	605,40		4	2,3	5569,68
S23	744,60		4	2,3	6850,32
S24	515,70		4	2,3	4744,44
S25	602,90		4	2,3	5546,68
S26	508,10		4	2,3	4674,52
S27	784,30		4	2,3	7215,56
S28	627,00		4	2,3	5768,40
S29	556,90		4	2,3	5123,48
S30	474,52		4	2,3	4365,58
S31	709,10		4	2,3	6523,72
S32	613,70		4	2,3	5646,04
S33	293,00		4	2,3	2695,60
S34	473,70		4	2,3	4358,04
<b>Peatonal2</b>					
S35	198,00		9	2,3	4098,60
SI36		18,00	2	55	1980,00
<b>Peatonal3</b>					
S37	201,10		9	2,3	4162,77
SI38		18,00	2	55	1980,00
<b>Peatonal4</b>					
S39	215,60		9	2,3	4462,92
SI40		20,00	2	55	2200,00
<b>Glorieta</b>					
S41	706,00		4	2,3	6495,20
<b>RH1.2</b>					
S42	140,50		9	2,3	2908,35
SI43		34,00	2	50	3400,00

Zona norte: QT = 57,08 litros/s Qinstantáneo = 1,93 l/s

ZONA SUR	m2	goteros/m2	Caudal gotero l/h	Caudal sector l/h	
<b>EL4</b>					
S44	594,00	4	2,3	5464,80	
S45	510,00	4	2,3	4692,00	
S46	541,00	4	2,3	4977,20	
S47	538,00	4	2,3	4949,60	
S48	603,00	4	2,3	5547,60	
S49	465,70	4	2,3	4284,44	
<b>EL5</b>					
S50	500,00	4	2,3	4600,00	
S51	500,00	4	2,3	4600,00	
S52	333,00	4	2,3	3063,60	
S53	730,00	4	2,3	6716,00	
S54	734,00	4	2,3	6752,80	
<b>EL6</b>					
S55	546,00	4	2,3	5023,20	
S56	507,00	4	2,3	4664,40	
S57	704,70	4	2,3	6483,24	
<b>EL7</b>					
S58	463,00	4	2,3	4259,60	
S59	463,00	4	2,3	4259,60	
S60	526,00	4	2,3	4839,20	
<b>EL8</b>					
S61	784,00	4	2,3	7212,80	
<b>EL9</b>					
S62	702,00	4	2,3	6458,40	
S63	725,00	4	2,3	6670,00	
<b>RV1</b>					
S64	517,55	4	2,3	4761,46	
S65	193,00	4	2,3	1775,60	
SI66		69,00	2	50	6900,00
SI67		36,00	2	50	3600,00
S68	316,00	9	2,3	6541,20	
S69	313,00	9	2,3	6479,10	
S70	335,00	9	2,3	6934,50	
S71	282,00	9	2,3	5837,40	
S72	284,70	9	2,3	5893,29	
<b>RV4 + RH2</b>					
S73	203,28	9	2,3	4207,90	
S74	118,50	9	2,3	2452,95	
SI75		32,00	2	50	3200,00
SI76		19,00	2	50	1900,00
<b>RV5</b>					
S77	63,70	9	2,3	1318,59	
SI78		10,00	2	50	1000,00
<b>RV6</b>					
S79	63,70	9	2,3	1318,59	
SI80		10,00	2	50	1000,00
<b>RH1.1 +RV2</b>					
S81	169,00	9	2,3	3498,30	
SI82		50,00	2	50	5000,00
S83	182,00	9	2,3	3767,40	
SI84		41,00	2	50	4100,00
S85	176,35	9	2,3	3650,45	
SI86		41,00	2	50	4100,00
S87	140,00	9	2,3	2898,00	
SI88		34,00	2	50	3400,00
<b>RH3</b>					
S89	68,00	9	2,3	1407,60	
SI90		22,00	2	50	2200,00
<b>RV7</b>					
S91	142,00	9	2,3	2939,40	
SI92		26,00	2	50	2600,00

Zona sur QT = 58.47 litros/s Qinstantáneo = 2,00 l/s

**-Tiempo de riego: (máximo previsto 10 horas y 13 min)**

ZONA NORTE	Caudal sector l/h	Necesidades (l/Día)	Tiempo de riego (min)
EL3		2480,00	
S1	4462,00	1156,37	16
S2	5107,38	1323,63	16
EL2		11420,00	
S3	4431,64	1282,14	17
S4	5588,08	1616,71	17
S5	6643,69	1922,11	17
S6	6856,48	1983,68	17
S7	4232,00	1224,38	17
S8	6936,80	2006,91	17
S9	4784,00	1384,08	17
EL1		35940,00	
S10	6523,72	1677,47	15
S11	5415,12	1392,41	15
S12	6179,18	1588,88	15
S13	5094,96	1310,09	15
S14	6787,76	1745,37	15
S15	6166,76	1585,69	15
S16	6178,26	1588,64	15
S17	3698,40	950,99	15
S18	7052,72	1813,50	15
S19	7011,32	1802,85	15
S20	3698,40	950,99	15
S21	6882,52	1769,73	15
S22	5569,68	1432,16	15
S23	6850,32	1761,45	15
S24	4744,44	1219,96	15
S25	5546,68	1426,24	15
S26	4674,52	1201,98	15
S27	7215,56	1855,37	15
S28	5768,40	1483,25	15
S29	5123,48	1317,42	15
S30	4365,58	1122,54	15
S31	6523,72	1677,47	15
S32	5646,04	1451,79	15
S33	2695,60	693,13	15
S34	4358,04	1120,60	15
Peatonal2		730,00	
S35	4098,60	697,60	10
SI36	1980,00	32,40	1
Peatonal3		740,00	
S37	4162,77	707,60	10
SI38	1980,00	32,40	1
Peatonal4		800,00	
S39	4462,92	760,40	10
SI40	2200,00	39,60	1
Glorieta		1670,00	
S41	6495,20		15
RH1.2		550,00	
S42	2908,35	488,80	10
SI43	3400,00	61,20	1

ZONA SUR	Caudal sector l/h	Necesidades (l/Día)	Tiempo de riego (min)
EL4		7610,00	
S44	5464,80	1390,15	15
S45	4692,00	1193,56	15
S46	4977,20	1266,11	15
S47	4949,60	1259,09	15
S48	5547,60	1411,21	15
S49	4284,44	1089,88	15
EL5		6550,00	
S50	4600,00	1170,90	15
S51	4600,00	1170,90	15
S52	3063,60	779,82	15
S53	6716,00	1709,51	15
S54	6752,80	1718,88	15
EL6		4160,00	
S55	5023,20	1292,23	15
S56	4664,40	1199,93	15
S57	6483,24	1667,83	15
EL7		3440,00	
S58	4259,60	1096,91	15
S59	4259,60	1096,91	15
S60	4839,20	1246,17	15
EL8		2190,00	
S61	7212,80	2190,00	18
EL9		3320,00	
S62	6458,40	1633,24	15
S63	6670,00	1686,76	15
RV1		8700,00	
S64	4761,46	1210,00	15
S65	1775,60	452,00	15
SI66	6900,00	124,20	1
SI67	3600,00	64,80	1
S68	6541,20	1413,92	13
S69	6479,10	1400,49	13
S70	6934,50	1498,93	13
S71	5837,40	1261,79	13
S72	5893,29	1273,87	13
RV4 + RH2		1240,00	
S73	4207,90	725,36	10
S74	2452,95	422,84	10
SI75	3200,00	57,60	1
SI76	1900,00	34,20	1
RV5		240,00	
S77	1318,59	222,00	10
SI78	1000,00	18,00	1
RV6		240,00	
S79	1318,59	222,00	10
SI80	1000,00	18,00	1
RH1.1 +RV2		2890,00	
S81	3498,30	656,20	11
SI82	5000,00	90,00	1
S83	3767,40	706,67	11
SI84	4100,00	73,80	1
S85	3650,45	684,74	11
SI86	4100,00	73,80	1
S87	2898,00	543,59	11
SI88	3400,00	61,20	1
RH3		280,00	
S89	1407,60	240,40	10
SI90	2200,00	39,60	1
RV7	280,00	550,00	
S91	2939,40	503,20	10
SI92	2600,00	46,80	1

– **Caudal instantáneo:**

Según los cálculos realizados es posible regar consecutivamente todos los sectores dentro del plazo de riego previsto por lo que el caudal instantáneo será el del sector con mayor demanda en cada una de las zonas:

**Q instantáneo zona norte = 1,93 l/s**

**Q instantáneo zona sur = 2,00 l/s**

#### **4.10 Dimensionado tuberías y cálculo de pérdidas de carga.**

Para el cálculo de las pérdidas de carga de la red general se han considerado los tramos más desfavorables, por distancia al punto inicial y por demanda de caudal.

Zona norte:

En este caso el sector más desfavorable es el número 8, tiene un caudal de 1,93 l/s y una distancia al equipo de bombeo de 750 m.

-Longitud de la red general (diámetro 75 mm) = 378 m

Caudal = 1,93 l/s

Velocidad = 0,55 m/s

Pérdidas de carga por cada 100 m.c.a. = 0,54 m.c.a./ 100 m = 2,04 m.c.a.

-Longitud de la red general (diámetro 63 mm) = 363 m

Caudal = 2,04 l/s

Velocidad = 0,8 m/s

Pérdidas de carga por cada 100 m.c.a. = 1,31 m.c.a./ 100 m = 4,75 m.c.a.

-Longitud de la red secundaria (Diámetro 50 mm) = 90 m

Caudal = 1,93 l/s

Velocidad = 1,2 m/s

Pérdidas de carga por cada 100 m.c.a. = 3,61 m.c.a./100 m = 3,25 m.c.a.

-Pérdidas en electroválvula = 0,21 m.c.a.

-Pérdidas de carga accesorios 10% Pérdidas totales = 1,02 m.c.a.

Pérdidas de carga totales (sin accesorios) = 10,25 m.c.a.

TOTAL P.C. = 11,27 m.c.a.

Pérdidas de carga por altura geométrica = 1,0 m.c.a.

Las pérdidas de carga totales, y en consecuencia la presión necesaria en el equipo de bombeo sería: 12,27 m.c.a.

Siendo la presión adecuada en cualquier punto 3,5 kg/cm<sup>2</sup>

**Necesitaremos una presión de servicio disponible de al menos 15,77 Kg/cm<sup>2</sup>**

Zona sur:

En este caso el sector más desfavorable es el número 61, tiene un caudal de 2,00 l/s y una distancia al equipo de bombeo de 804 m.

-Longitud de la red general (diámetro 75 mm) = 734 m

Caudal = 1,99 l/s

Velocidad = 0,55 m/s

Pérdidas de carga por cada 100 m.c.a. = 0,54 m.c.a./ 100 m = 4,00 m.c.a.

-Longitud de la red general (diámetro 63 mm) = 69 m

Caudal = 2,04 l/s

Velocidad = 0,8 m/s

Pérdidas de carga por cada 100 m.c.a. = 1,31 m.c.a./ 100 m = 0,9 m.c.a.

-Longitud de la red secundaria (Diámetro 50 mm) = 65 m

Caudal = 1,93 l/s

Velocidad = 1,2 m/s

Pérdidas de carga por cada 100 m.c.a. = 3,61 m.c.a./100 m = 2,35 m.c.a.

-Pérdidas en electroválvula = 0,21 m.c.a.

-Pérdidas de carga accesorios 10% Pérdidas totales = 0,75 m.c.a.

Pérdidas de carga totales (sin accesorios) = 7,46 m.c.a.

TOTAL P.C. = 8,21 m.c.a.

Pérdidas de carga por altura geométrica = 1,3 m.c.a.

Las pérdidas de carga totales, y en consecuencia la presión necesaria en el equipo de bombeo sería: 9,5 m.c.a.

Siendo la presión adecuada en cualquier punto 3,5-4 kg/cm<sup>2</sup>

**Necesitaremos una presión de servicio disponible de al menos 13,5 Kg/cm<sup>2</sup>**

Sevilla, marzo de 2026.

Ingenieros Autores del Proyecto:

Fdo: D. Enrique de la Torre Lara

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Fdo: D. Ozgur Unay Unay

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

## APÉNDICE I. INVENTARIO DE ARBOLADO

## 1 APÉNDICE DE INVENTARIO DE ARBOLADO

### 1.1 Objeto.

En un futuro se ejecutará el proyecto de urbanización del Sector residencial de "BUENAVISTA", en Málaga (Málaga), por lo que se hace necesario, identificar el arbolado que se verá afectado durante la ejecución de las obras para determinar si es necesario su tala o trasplante.

Es objeto de este documento realizar el inventario de arbolado existente dentro del sector.

El presente documento ha sido redactado por D. Álvaro Manén Ranea, con título de Ingeniero Técnico en Topografía y nº de colegiado 7866 del Colegio Oficial de Ingeniería Geomática y Topográfica, con residencia en Vélez-Málaga en diciembre de 2023. Se adjunta al final de este apéndice el documento de inventario de arbolado redactado.

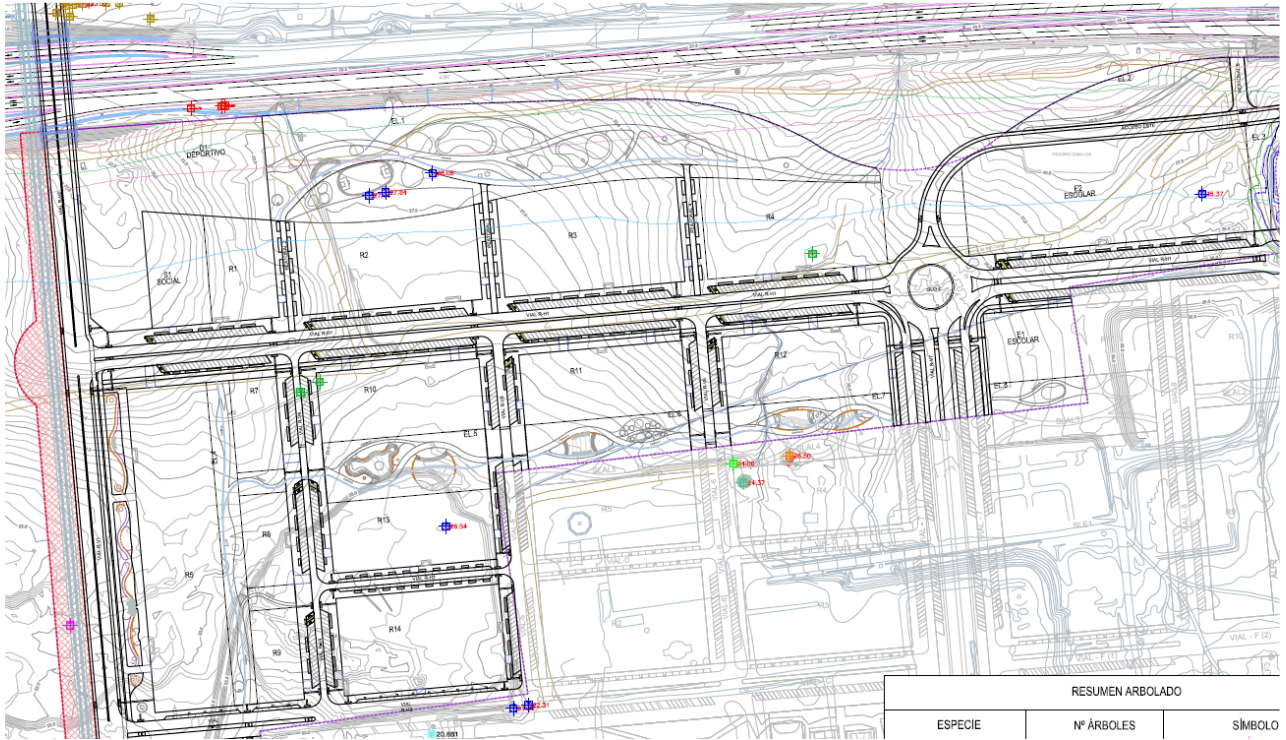
### 1.2 Ejemplares identificados.

Se han identificado los siguientes ejemplares:

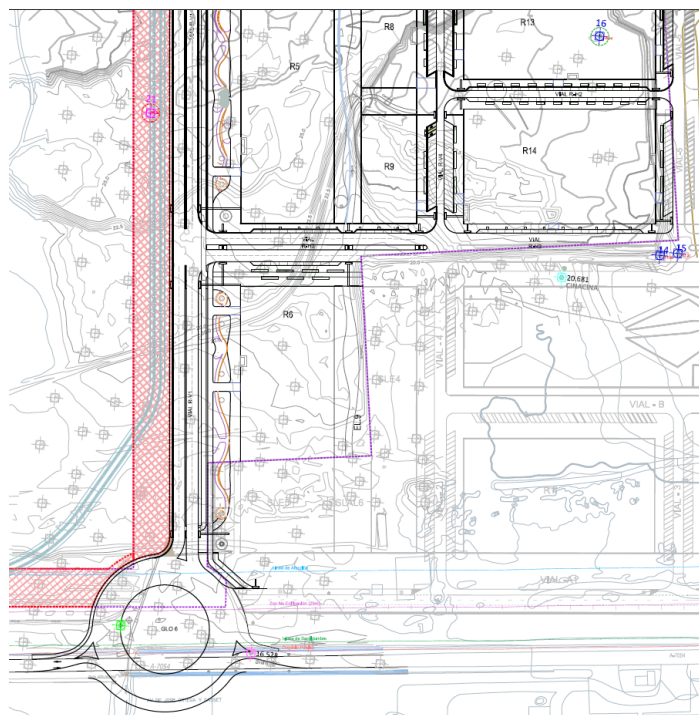
<b>RESUMEN ARBOLADO</b>	
<b>ESPECIE</b>	<b>N. ARBOLES</b>
ALAMO	1
ALGARROBO	3
AROMO	1
CINACINA	1
CIPRÉS	28
HIGUERA	1
JACARANDA	1
OLIVO	28
PALMERA	2
PINO	25
ROBLE	2
SAUCE	7
TAMARINDO	20
<b>TOTAL</b>	<b>120</b>

De este arbolado identificado se afectan por las obras 5 sauces y 3 olivos que van a trasplantarse a las zonas verdes del sector. El aroma afectado será talado al no ser un árbol autóctono.

A continuación, se presenta un plano con la localización de los ejemplares afectados.



Arboles afectados parte 1



Árboles afectados al sur.

ARBOLADO AFECTADO	
	ARBOL A TRASPLANTAR
	ARBOL A TALAR
	SAUCES 5 UNIDADES ( Nº7,8,9,16,20)
	OLIVO 3 UNIDADES ( Nº6,10 Y 11)
	AROMO 1 UNIDAD ( Nº21)

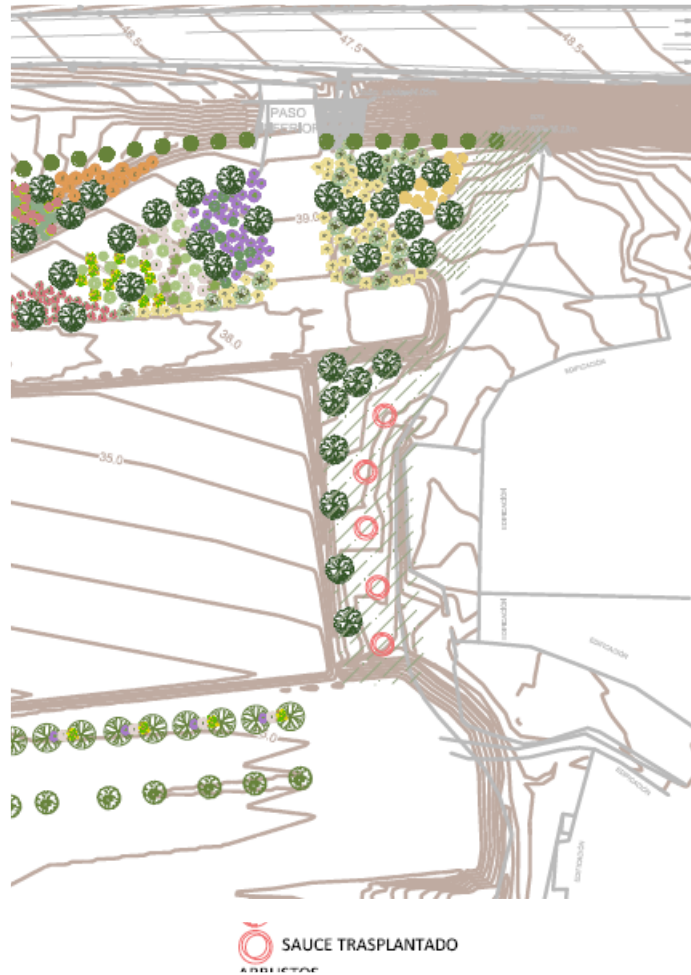
### 1.3 Estado de conservación.

El estado de conservación de todos los ejemplares es bueno.

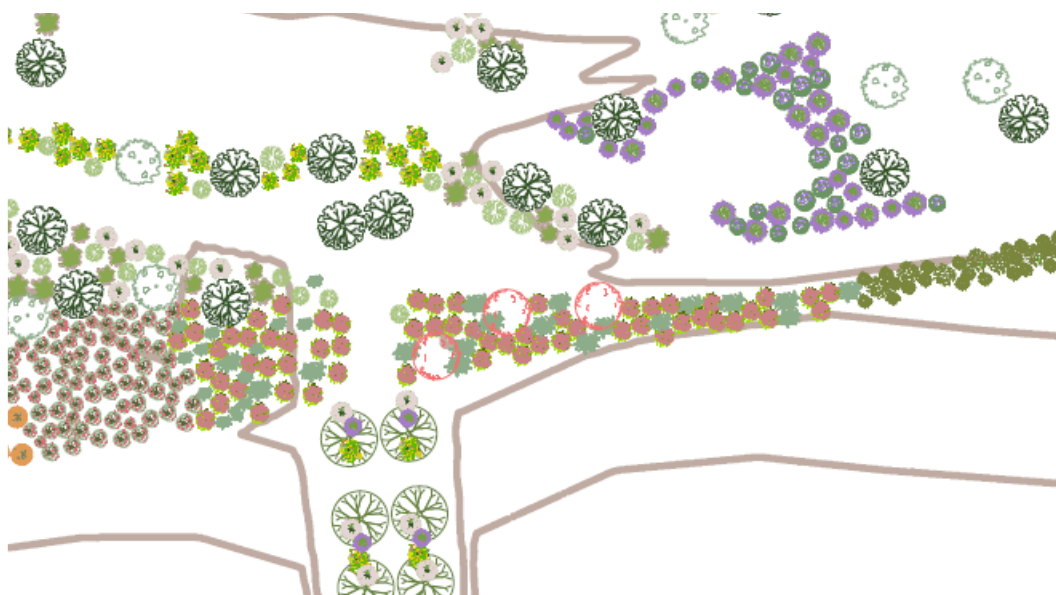
## 1.4 Medidas de mitigación.

Como se ha comentado anteriormente se afectan 5 sauces y 3 olivos. Estos ejemplares que se afectan son trasplantados a las zonas verdes del sector. El aramo afectado será talado al no ser un árbol autóctono.

Los sauces se han plantado en la zona verde colindante con el arroyo.



Los olivos se han trasplantado en la zona central de la zona verde norte.





### **1.5 Impacto sobre especies protegidas.**

---

No se ha localizado durante la realización del inventario ninguna especie protegida por la legislación autonómica o estatal.

### **1.6 Justificación de tala o trasplante.**

---

Todos los árboles afectados serán trasplantados a las zonas verdes del sector.

### **1.7 Documento de inventario de arbolado.**

---

A continuación, se presenta el inventario de arbolado realizado.



**Artop**  
ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA

---

## INFORME

---

# INVENTARIO DE ARBOLADO DEL SECTOR "BUENAVISTA", EN MÁLAGA (MÁLAGA).



---

Técnico autor:

Álvaro Manén Ranea  
INGENIERO TÉCNICO EN TOPOGRAFÍA



Colegiado nº7866

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS EN TOPOGRAFÍA

C/ Banana,27(29.700)

Vélez-Málaga

info@artop.es

+34 691 35 25 26

1 Informe



---

## INDICE

- 1.- Objeto del trabajo.
- 2.- Cliente.
- 3.- Redactor del Inventario.
- 4.- Situación
- 5.- Inventariado de arbolado.
- 6.- Anexo I: Inventariado de arbolado.

2

Informe



### 1.- OBJETO DEL TRABAJO.

En un futuro se ejecutará el proyecto de urbanización del Sector residencial de "BUENAVISTA", en Málaga (Málaga), por lo que se hace necesario, identificar el arbolado que se verá afectado durante la ejecución de las obras para determinar si es necesario su tala o trasplante.

Es objeto de este documento realizar el inventario de arbolado existente dentro del sector

### 2.- CLIENTE

El presente documento ha sido redactado por encargo de la UTE BUENAVISTA MALAGA, SA, con cif V-13995707 y domicilio social en C/Artesanía, portal 18, Local 1 PISA, Mairena del Aljarafe,41.927 (Sevilla).

### 3.- REDACTOR DEL INVENTARIO

El presente documento ha sido redactado por D. **Álvaro Manén Ranea**, con título de Ingeniero Técnico en Topografía y nº de colegiado 7866 del Colegio Oficial de Ingeniería Geomática y Topográfica, con residencia en Vélez-Málaga.

En Vélez - Málaga a 12 de diciembre de 2023.

MANEN  
RANEA  
ALVARO -  
77470768Y  
77470768Y  
Firmado digitalmente por  
MANEN RANEA  
ALVARO -  
77470768Y  
Fecha: 2024.12.19  
14:36:56 +01'00'

Fdo: Álvaro Manén Ranea  
Ingeniero Técnico En Topografía  
Colegiado nº 7866

#### 4.- SITUACIÓN

El sector parcela se encuentra situado, en Málaga (Málaga), entre la A-357 por el norte y la carretera A-7054 por el sur.



Imagen sector según ortofotografía. Google Earth.

El sector tiene forma regular con pendientes suaves, donde las pendientes descienden del norte al sur del sector. El sector tiene en su interior acopio a modo de vertedero de tierras y escombros. La vegetación es muy escasa, salvo el arbolado aquí detallado, existiendo árboles aislados, vegetación casi inexistente.

## 5.- INVENTARIADO DE ARBOLADO

Se ha realizado un inventario de arbolado durante el mes de diciembre de 2023 realizado con GPS por el topógrafo que aquí suscribe.

Para cada árbol se ha incluido la siguiente información:

- Especie.
- Numeración
- Coordenadas UTM con el sistema de coordenadas ETRS89.
- Diámetro de tronco.
- Diámetro de copa.
- Altura.

La localización de cada árbol se presenta así mismo en un plano de situación actual del arbolado.

Se han identificado los siguientes ejemplares:

<b>RESUMEN ARBOLADO</b>	
<b>ESPECIE</b>	<b>N. ARBOLES</b>
ALAMO	1
ALGARROBO	3
AROMO	1
CINACINA	1
CIPRÉS	28
HIGUERA	1
JACARANDA	1
OLIVO	28
PALMERA	2
PINO	25
ROBLE	2
SAUCE	7
TAMARINDO	20
<b>TOTAL</b>	<b>120</b>

**6.-ANEXO I: INVENTARIADO DE ARBOLADO**

**LISTADO DE PUNTOS**

ID	COORD. X ETRS89	COORD. Y ETRS89	ESPECIE	DIÁMETRO TRONCO	ALTURA (cm.)	DIÁMETRO COPA (cm.)	ESTADO FITOSANITARIO
1	366070,158	4064120,819	ALGARROBO	10	250	250	BUENO
2	366068,178	4064120,691	ALGARROBO	10	300	250	BUENO
3	366046,652	4064119,056	ALGARROBO	15	300	250	BUENO
6	366479,648	4064017,842	OLIVO	25	400	300	BUENO
7	366170,852	4064058,294	SAUCE LLORON	25	450	350	BUENO
8	366182,203	4064060,676	SAUCE LLORON	25	450	360	BUENO
9	366214,982	4064074,104	SAUCE LLORON	25	300	250	BUENO
10	366122,875	4063921,604	OLIVO	15	250	20	BUENO
11	366136,279	4063928,650	OLIVO	30	500	450	BUENO
13	366214,374	4063683,625	CINACINA	25	350	500	BUENO
14	366271,297	4063701,717	SAUCE LLORON	25	350	300	BUENO
15	366281,712	4063703,858	SAUCE LLORON	25	400	400	BUENO
16	366224,163	4063828,210	SAUCE LLORON	30	250	450	BUENO
17	366463,616	4063877,289	HIGUERA	10	300	250	BUENO
18	366424,385	4063871,831	PALMERA	30	200	200	BUENO
19	366431,595	4063858,539	TAMARINDO	250	350	350	BUENO
20	366750,973	4064059,463	SAUCE LLORON	250	300	500	BUENO
21	365962,564	4063759,266	AROMO	25	350	550	BUENO
23	366471,709	4064263,293	OLIVO	25	350	400	BUENO
24	366472,211	4064257,189	OLIVO	25	350	400	BUENO
25	366465,330	4064257,012	OLIVO	25	350	400	BUENO
26	366465,213	4064254,943	OLIVO	25	350	400	BUENO
27	366459,629	4064253,775	OLIVO	25	350	400	BUENO
28	366466,954	4064223,876	TAMARINDO	250	350	450	BUENO
29	366479,002	4064208,660	PINO	20	400	250	BUENO
30	366488,307	4064208,450	PINO	20	400	250	BUENO
31	366488,639	4064213,733	PINO	20	400	250	BUENO
32	366496,148	4064213,290	PINO	20	400	250	BUENO
33	366500,205	4064218,277	PINO	20	400	250	BUENO
34	366495,920	4064222,600	PINO	20	400	250	BUENO
35	366498,997	4064227,951	PINO	20	400	250	BUENO
36	366496,425	4064233,630	PINO	20	400	250	BUENO

6

Informe



37	366506,211	4064240,265	OLIVO	25	350	350	BUENO
38	366519,428	4064222,589	OLIVO	30	300	250	BUENO
39	366521,863	4064226,308	TAMARINDO	250	300	400	BUENO
40	366526,871	4064212,624	TAMARINDO	20	200	300	BUENO
41	366531,424	4064212,168	TAMARINDO	25	300	250	BUENO
42	366526,023	4064203,587	CIPRES	15	350	200	BUENO
43	366521,377	4064203,836	CIPRES	15	350	200	BUENO
44	366521,800	4064206,344	CIPRES	15	350	200	BUENO
45	366518,987	4064208,211	CIPRES	15	350	200	BUENO
46	366514,960	4064211,186	CIPRES	10	350	200	BUENO
47	366512,153	4064214,412	CIPRES	15	350	200	BUENO
48	366505,214	4064206,087	CIPRES	15	350	200	BUENO
49	366510,840	4064205,458	CIPRES	15	350	200	BUENO
50	366515,974	4064204,550	CIPRES	15	350	200	BUENO
51	366536,579	4064209,747	OLIVO	25	350	400	BUENO
52	366534,727	4064221,963	OLIVO	25	350	400	BUENO
53	366534,543	4064233,237	OLIVO	25	350	400	BUENO
54	366554,861	4064244,504	OLIVO	25	350	400	BUENO
55	366569,380	4064224,960	CIPRES	15	350	200	BUENO
56	366567,959	4064222,405	CIPRES	15	350	200	BUENO
57	366565,790	4064218,616	CIPRES	15	350	200	BUENO
58	366563,874	4064215,611	CIPRES	15	350	200	BUENO
59	366562,010	4064212,678	CIPRES	15	350	200	BUENO
60	366559,572	4064209,923	CIPRES	15	350	200	BUENO
61	366557,516	4064207,115	CIPRES	15	350	200	BUENO
62	366554,866	4064206,159	CIPRES	15	350	200	BUENO
63	366558,140	4064206,193	CIPRES	15	350	200	BUENO
64	366562,328	4064206,775	CIPRES	15	350	200	BUENO
65	366566,447	4064207,451	CIPRES	15	350	200	BUENO
66	366570,496	4064208,771	CIPRES	15	350	200	BUENO
67	366574,911	4064209,355	CIPRES	15	350	200	BUENO
68	366573,371	4064213,604	JACARANDA	20	350	400	BUENO
69	366574,928	4064209,281	CIPRES	15	350	200	BUENO
70	366578,774	4064209,675	CIPRES	15	350	200	BUENO
71	366583,005	4064210,265	CIPRES	15	350	200	BUENO
72	366586,869	4064210,712	CIPRES	15	350	200	BUENO
73	366591,520	4064211,165	CIPRES	15	350	200	BUENO
74	366595,754	4064211,932	CIPRES	15	350	200	BUENO
75	366597,647	4064223,318	OLIVO	25	300	450	BUENO
76	366592,931	4064224,212	OLIVO	25	300	450	BUENO

INVENTARIO DEL ARBOLADO DEL SECTOR "BUENAVISTA", EN MÁLAGA (MÁLAGA).

00125-23

7

Informe



77	366588,113	4064226,082	OLIVO	25	300	450	BUENO
78	366583,296	4064229,382	OLIVO	25	300	450	BUENO
79	366588,429	4064232,562	OLIVO	25	300	450	BUENO
80	366593,568	4064231,786	OLIVO	25	300	450	BUENO
81	366597,442	4064228,449	OLIVO	25	300	450	BUENO
82	366601,270	4064228,052	OLIVO	25	300	450	BUENO
83	366598,416	4064223,047	OLIVO	25	300	450	BUENO
84	366603,346	4064222,315	OLIVO	25	300	450	BUENO
85	366607,844	4064226,998	OLIVO	25	300	450	BUENO
86	366608,822	4064220,553	OLIVO	25	300	450	BUENO
87	366614,738	4064219,317	OLIVO	25	300	450	BUENO
88	366613,603	4064224,734	OLIVO	25	300	450	BUENO
89	366606,490	4064233,099	TAMARINDO	15	350	400	BUENO
90	366596,498	4064237,274	TAMARINDO	15	350	400	BUENO
91	366592,053	4064239,430	TAMARINDO	15	350	400	BUENO
92	366587,485	4064237,628	TAMARINDO	15	350	400	BUENO
93	366586,225	4064242,590	TAMARINDO	15	350	400	BUENO
94	366580,329	4064238,836	TAMARINDO	15	350	400	BUENO
95	366577,470	4064245,478	TAMARINDO	15	350	400	BUENO
96	366582,279	4064247,581	TAMARINDO	15	350	400	BUENO
97	366578,961	4064250,990	TAMARINDO	15	350	400	BUENO
98	366574,822	4064251,507	TAMARINDO	15	350	400	BUENO
99	366571,917	4064248,884	TAMARINDO	15	350	400	BUENO
100	366568,215	4064253,916	TAMARINDO	15	350	400	BUENO
101	366575,595	4064255,644	TAMARINDO	15	350	400	BUENO
102	366564,864	4064259,699	TAMARINDO	15	350	400	BUENO
104	366571,144	4064263,648	ROBLE	20	400	450	BUENO
105	366582,186	4064262,852	ROBLE	20	400	450	BUENO
106	366592,777	4064259,666	PINO	20	450	350	BUENO
107	366602,702	4064258,806	PINO	20	450	350	BUENO
108	366612,283	4064258,468	PINO	20	450	350	BUENO
109	366621,349	4064257,089	PINO	20	450	350	BUENO
110	365948,411	4064187,826	PINO	20	450	350	BUENO
111	365954,785	4064190,867	PINO	20	450	350	BUENO
112	365955,016	4064195,134	PINO	20	450	350	BUENO
113	365959,118	4064200,039	PINO	20	450	350	BUENO
114	365965,675	4064200,356	PINO	20	450	350	BUENO
115	365976,122	4064197,333	PINO	20	450	350	BUENO
116	365989,640	4064193,737	PINO	20	450	350	BUENO
117	365995,226	4064193,710	PINO	20	450	350	BUENO

INVENTARIO DEL ARBOLADO DEL SECTOR "BUENAVISTA", EN MÁLAGA (MÁLAGA).

00125-23

8

Informe



118	366017,008	4064179,716	PINO	20	450	350	BUENO
119	366011,905	4064170,793	PINO	20	450	350	BUENO
120	365971,661	4063454,788	PALMERA	30	200	150	BUENO
121	366050,138	4063445,328	ALAMO	20	600	200	BUENO
122	365964,268	4064191,043	PINO	20	500	250	BUENO
123	365970,956	4064192,030	PINO	15	450	300	BUENO
124	365975,980	4064193,271	PINO	20	500	300	BUENO

## APÉNDICE II. CALCULO ESTRUCTURAL DEL DEPÓSITO



C/ Macabeu, 18 · Pol. Ind. Torrelavit.

08775 – Torrelavit (Barcelona)

Tel. 93 899 54 84 · e-mail: [tecnic@paverprefabricados.com](mailto:tecnic@paverprefabricados.com)

[www.paverprefabricados.com](http://www.paverprefabricados.com)

## DEPÓSITO RECTANGULAR MONOBLOC

### MEMORIA DE CÁLCULO

3940 ME 34 / Rev5 / 04/04/2024

1

Inscrita Reg. Merc. de Barcelona, Hoja B 196.500, Folio 1, Tomo 31790. CIF: A-61918587

## ÍNDICE

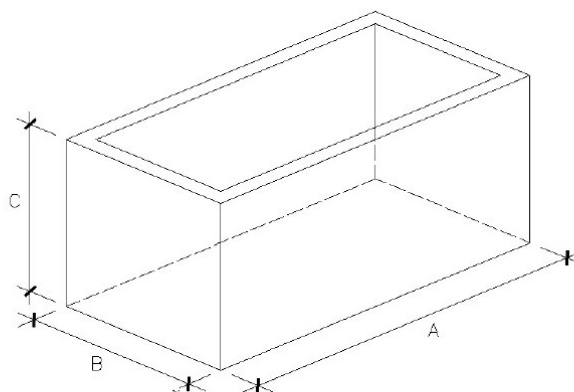
M1. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA .....	3
M2. MÉTODO DE CÁLCULO	
M2.1 Sustentación.....	4
M2.2 Normativa de aplicación.....	4
M2.3 Hipótesis de cálculo.....	4
M2.4 Bases de cálculo.....	6
M2.5 Método de cálculo.....	6
M3. ACCIONES	
M3.1 Depósito enterrado.....	8
M3.2 Depósito aéreo.....	10
M4. MATERIALES	
M4.1 Hormigón armado.....	12
M4.2 Durabilidad.....	13
A1. ANEJO 1: COMPROBACIONES DE CÁLCULO	
A1.1 Depósito DM 10 m3 (enterrado)	
A1.2 Depósito DM 20 m3 (enterrado)	
A1.3 Depósito DM 30 m3 (enterrado)	
A1.4 Depósito DM 40 m3 (enterrado)	
A1.5 Depósito DM 50 m3 (enterrado)	
A1.6 Depósito DM 10 m3 (aéreo)	
A1.7 Depósito DM 20 m3 (aéreo)	
A1.8 Depósito DM 30 m3 (aéreo)	
A1.9 Depósito DM 40 m3 (aéreo)	
A1.10 Depósito DM 50 m3 (aéreo)	

## M1. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Los depósitos Paver DM se diseñan para que sea posible su transporte en vehículos convencionales, con gálibo estándar para transporte por carretera, facilitando y agilizando de esta manera su puesta en obra. Las aplicaciones son múltiples en el ámbito de la industria, la agricultura, el medioambiente y la construcción, utilizándose como depósitos de almacenamiento de líquidos como pueden ser el agua para riego, agua potable, sistemas contra incendios o líquidos zootécnicos; y también para el tratamiento de aguas y como depósito de aguas residuales.

Se trata de depósitos unicelulares de planta rectangular apoyados sobre el suelo o enterrados en el mismo.

Las dimensiones de los depósitos dependen de la capacidad de almacenamiento requerida, la cual varía entre un mínimo de 10 m<sup>3</sup> y un máximo de 50 m<sup>3</sup>.



TIPO	CAPACIDAD (litros)	PESO (kg)	A (m)	B (m)	C (m)
DM 10 m <sup>3</sup>	10.000	8.800	2,50	2,50	2,45
DM 20 m <sup>3</sup>	20.000	13.000	4,50	2,50	2,45
DM 30 m <sup>3</sup>	30.000	17.200	6,50	2,50	2,45
DM 40 m <sup>3</sup>	40.000	21.500	8,50	2,50	2,45
DM 50 m <sup>3</sup>	50.000	24.600	10,00	2,50	2,45

Los depósitos tienen una estructura monocasco de hormigón armado de sección rectangular, conformada por paredes laterales de sección variable (de 12 a 15 cm), empotradas en la base a una solera de 12 cm de canto. Disponen de una cubierta formada por una losa maciza de hormigón armado de 23 cm de canto simplemente apoyada en la coronación de las paredes.

También cabe la posibilidad de utilizar los depósitos en superficie sin estar tapados, dejando el líquido desprotegido.

## M2. MÉTODO DE CÁLCULO

### M2.1 Sustentación

El terreno de cimentación deberá garantizar una resistencia no inferior a 1,0 kg/cm<sup>2</sup>. En el fondo de la excavación se realizará una base de apoyo con hormigón de limpieza HL-150/B/30 de 10 cm de espesor sobre una base de 15 cm de gravas, para proporcionar una superficie de apoyo uniforme y perfectamente horizontal.

Tanto el terreno excavado como el enchachado de grava se compactaran hasta alcanzar un próctor modificado del 98%.

### M2.2 Normativa de aplicación

Los requisitos de seguridad estructural, capacidad portante y aptitud al servicio de los elementos de cimentación y contención se satisfacen según los parámetros establecidos en el DB SE-C.

El elemento proyectado cumple el requisito de seguridad estructural dando cumplimiento a las exigencias básicas SE1: Resistencia y estabilidad y SE2 Aptitud al servicio, en los términos del artículo 10 del CTE. Estos requisitos se satisfacen según los parámetros establecidos en los Documentos Básicos que le son de aplicación:

- o DB SE Seguridad estructural
- o DB SE-AE Acciones en la edificación
- o DB SE-C Cimentación

Para la estructura de hormigón en lo que se establece en el Código Estructural.

### M2.3 Hipótesis de cálculo

Para el dimensionado de los depósitos monobloc se han estudiado dos supuestos básicos de utilización:

- Una primera hipótesis en la que el depósito monobloc trabaja enterrado en el terreno, pudiendo soportar las acciones exteriores debidas a tráfico sobre la cubierta del depósito, empuje de tierras y posible acción del nivel freático. En esta hipótesis, todas estas acciones pueden actuar simultáneamente con el depósito lleno, vacío o en un estado intermedio.

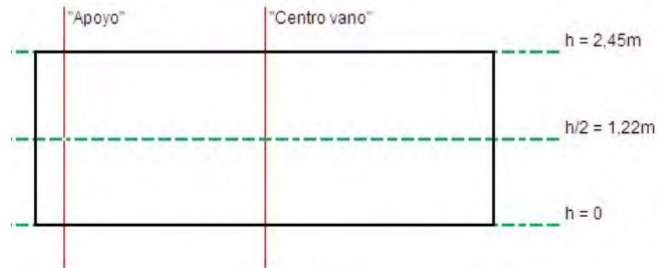
- El segundo caso, más sencillo, se dará cuando el depósito trabaje sobre el terreno (sin enterrar) soportando única y exclusivamente la presión del agua que contenga. En el peor de los casos de esta hipótesis, el depósito trabajará sin estar cubierto con la tapa de hormigón.

Para el estudio de los diferentes modelos de depósitos, se ha supuesto que están formados por cuatro placas verticales, una solera en la base y una tapa en la cara superior. Con esta geometría se han estudiado los diferentes estados de carga posibles. Podemos pues distinguir cuatro tipos de elementos de acuerdo con su función, y con los diferentes estados de carga:

- Un primer caso lo constituye la placa correspondiente a la tapa del depósito. Esta placa se modeliza apoyada solo en los dos lados largos, permitiéndosele el giro en los apoyos. Por lo tanto se considera trabajando de forma unidireccional y no se considerando el apoyo en los lados cortos. Esta hipótesis está del lado de la seguridad. Se ha considerado que en el apoyo de la tapa sobre las paredes se reduce el canto de 23 cm a 15 cm. Sus estados de carga corresponderán a la tierra que tenga que soportar por encima de ella una vez enterrado el depósito, así como el tráfico pesado que pueda soportar. En este supuesto se estudia la sección genérica correspondiente al centro de la placa y la sección de apoyo.

- Un segundo caso lo constituyen las placas laterales del depósito. En cada caso, de acuerdo a su altura constante, se estudian para cada longitud de los diferentes modelos de depósito Monobloc. Todas ellas se modelizan como placas con tres lados empotrados, correspondientes a los dos laterales y al encuentro con la solera de apoyo en el terreno, y un lado articulado, correspondiente al lado superior donde se apoya la tapa de hormigón. De acuerdo con la hipótesis de cálculo estudiadas, siempre que el depósito se encuentre enterrado, la presión de las tierras igualará como mínimo la presión del agua interior, por lo que el borde superior siempre actuará como apoyado. En el caso en que tomemos en cuenta la presión lateral ejercida por el tráfico y la tierra superpuesta sobre la tapa, la placa se apoyará sobre la tapa, constituyéndose un apoyo continuo

entre ambos elementos. Para este segundo caso se han estudiado todas las hipótesis simples sobre cada elemento, combinándolas, según indica el Código Estructural, para aquellas acciones que puedan ser concomitantes, dimensionando los elementos para el caso más desfavorable. Las secciones de referencia para su estudio y dimensionado son las siguientes:



- Un tercer caso lo constituye la solera de la base que, en todos los casos, se comporta como empotrada en sus cuatro lados. Del mismo modo que en los casos anteriores, se han estudiado las diferentes hipótesis simples, tomando para su dimensionamiento, la combinación más desfavorable. Las secciones de referencia para su estudio y dimensionado son las siguientes:

	1 C	2 C
	1 B	2 B

- Por último, se ha estudiado un cuarto caso correspondiente al depósito Monobloc descansando sobre el terreno, sin enterrar y trabajando sin tapa por lo que las placas laterales trabajarán con unas condiciones de contorno diferentes, teniendo el borde libres en su coronación. Por otro lado, por su forma de trabajar, este depósito estará sometido a un solo estado de cargas correspondiente a la presión del agua contenida. Las secciones de estudio serán las mismas que las grafiadas en los apartados anteriores.

El análisis de todos de los casos anteriores se ha realizado con ayuda de un programa de ordenador basado en el método de los elementos finitos (MEF), obteniéndose en cada caso los esfuerzos máximos más desfavorables en lo que se refiere a momentos flectores, esfuerzos cortantes y deformaciones. Dichos resultados se adjuntan en los anejos a esta memoria, mostrando los diagramas obtenidos directamente del programa.

Una vez obtenidos los valores de diseño, afectados por los coeficientes de mayoración, se han comprobado, dimensionado y armado todos los elementos de los depósitos mediante hojas de cálculo.

Para cada caso que se recogen en los anejos, se comprueba también si los momentos flectores actuantes son mayores a los de fisuración, y si es así, se comprueba que la abertura de fisuración no supere la requerida por la norma.

Como método general se ha propuesto un armado base más unos refuerzos locales que variarán según el modelo de depósito que se considere (ver documentación gráfica).

## M2.4 Bases de cálculo

Para garantizar la resistencia y la estabilidad de la estructura se ha realizado la comprobación estructural mediante el cálculo por el método de los Estados Límite:

- Estados Límite Últimos
- Estados Límite de Servicio
- Estados Límite de Durabilidad

comprobando que, considerando los valores de las acciones, de las características de los materiales y de los datos geométricos (todos ellos afectados por los correspondientes coeficientes parciales de seguridad) la respuesta estructural no es inferior al efecto de las acciones aplicadas con el índice de fiabilidad suficiente para cada una de las situaciones de proyecto consideradas, que son:

- Situaciones persistentes, que corresponden a las condiciones de uso normal de la estructura.

Para obtener los valores de cálculo del efecto de las acciones se han tenido en cuenta las acciones especificadas en esta memoria y los coeficientes que se especifican a continuación.

Los valores de cálculo de la resistencia se obtienen minorando los materiales estructurales con los coeficientes indicados en esta memoria.

## M2.5 Método de cálculo

Las cargas aplicadas para el cálculo del elemento estructural, tanto para las comprobaciones de resistencia y estabilidad como para las de aptitud al servicio, son las que se especifica en esta memoria. Las combinaciones de acciones contempladas en el cálculo corresponden a las propuestas por el CTE. Estas combinaciones, junto con el valor de los diferentes coeficientes de seguridad, se especifican en esta memoria.

Los valores característicos de las propiedades de los materiales corresponden a la normativa aplicable, o sea, el Código Estructural para el caso del hormigón armado. Los valores de cálculo se han obtenido dividiendo los valores característicos por los correspondientes coeficientes parciales de seguridad indicados en esta memoria.

Como valores característicos y de cálculo de los datos geométricos de los elementos estructurales se han adoptado los valores nominales definidos en los planos del proyecto.

La comprobación del cumplimiento de los Estado Límite Últimos y de Servicio del elemento estructural se ha realizado mediante hojas de cálculo. Las diferentes comprobaciones se detallan en el Anejo 1 de esta memoria, y son las siguientes:

-Comprobación paredes:

- Análisis longitudinal:

- Comprobación E.L.U. solicitaciones normales
- Comprobación E.L.U. solicitaciones tangenciales
- Comprobación E.L.S. fisuración

-Análisis transversal:

- Comprobación E.L.U. solicitaciones normales
- Comprobación E.L.U. solicitaciones tangenciales
- Comprobación E.L.S. fisuración

-Comprobación solera:

- Análisis longitudinal:

- Comprobación E.L.U. solicitaciones normales
- Comprobación E.L.U. solicitaciones tangenciales
- Comprobación E.L.S. fisuración

-Análisis transversal:

- Comprobación E.L.U. solicitaciones normales
- Comprobación E.L.U. solicitaciones tangenciales
- Comprobación E.L.S. fisuración

-Comprobación tapa:

-Análisis transversal:

- Comprobación E.L.U. solicitaciones normales
- Comprobación E.L.U. solicitaciones tangenciales
- Comprobación E.L.S. fisuración

La obtención de esfuerzos sobre los diferentes elementos se ha realizado mediante el software informático CYPECAD v. 2024. El programa hace un análisis de las solicitaciones mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando todos los elementos que componen la estructura. El programa establece la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos, considerando 6 grados de libertad. Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos. Los diferentes elementos de la estructura se han discretizado en elementos finitos triangulares. Los resultados obtenidos se adjuntan en los anejos a esta memoria, mostrando los diagramas obtenidos directamente del programa.

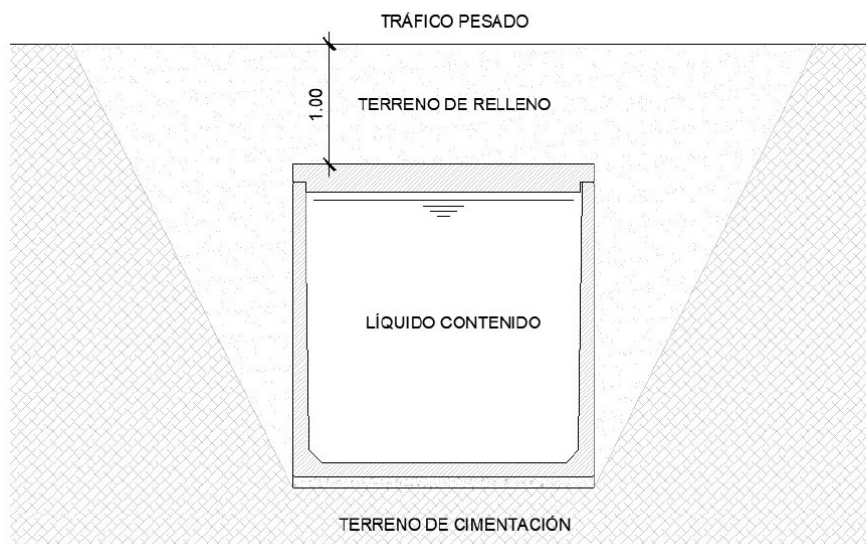
## M3 ACCIONES

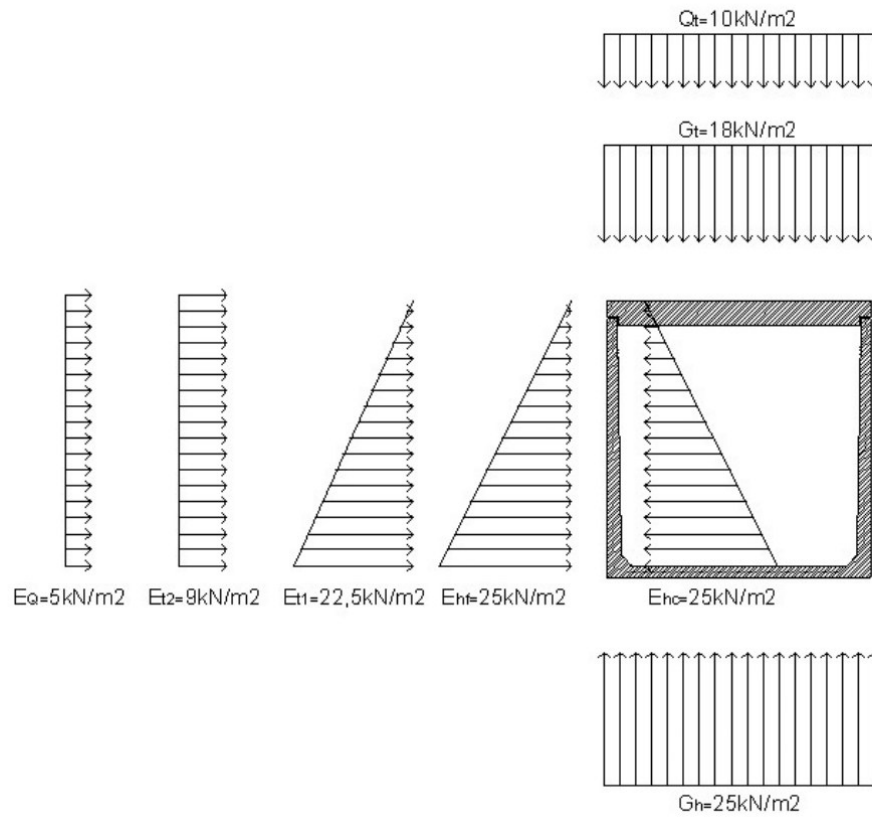
### M3.1 Depósito enterrado

Se han considerado en el cálculo las siguientes acciones exteriores:

- Peso propio tierras sobre tapa:  $G_t = \gamma_t \cdot h = 18 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,0\text{m} = 18 \text{ kN/m}^2$
- Sobrecarga de uso sobre tapa:  $Q_t = 10,0 \text{ kN/m}^2$
- Subpresión agua freática:  $G_h = \gamma_h \cdot h = 10 \text{ kN/m}^3 \cdot 2,5\text{m} = 25 \text{ kN/m}^2$
- Empuje hidrostático agua freática:  $E_{hf} = \gamma_h \cdot h = 10 \text{ N/m}^3 \cdot 2,5\text{m} = 25 \text{ kN/m}^2$
- Empuje hidrostático líquido contenido:  $E_{hc} = \gamma_h \cdot h = 10 \text{ N/m}^3 \cdot 2,5\text{m} = 25 \text{ kN/m}^2$
- Empuje peso propio tierras:  $E_{t1} = k_0 \cdot \gamma_t \cdot h = 0,5 \cdot 18 \text{ kN/m}^3 \cdot 2,5\text{m} = 22,5 \text{ kN/m}^2$
- Empuje sobrecarga de uso:  $E_Q = k_0 \cdot Q_t = 0,5 \cdot 10,0 \text{ kN/m}^2 = 5,00 \text{ kN/m}^2$
- Empuje peso propio tierras:  $E_{t2} = k_0 \cdot G_t = 0,5 \cdot 18,0 \text{ kN/m}^2 = 9,00 \text{ kN/m}^2$

El líquido contenido por el depósito será agua con un peso específico de 10 kN/m<sup>3</sup>. En cuanto al relleno de tierras, se adopta un peso específico de 18 kN/m<sup>3</sup> y un coeficiente de empuje al reposo de 0,5; la altura de tierras considerada sobre el depósito es de 1,00 m.





Para cada comprobación se adoptará la combinación de acciones más desfavorable.

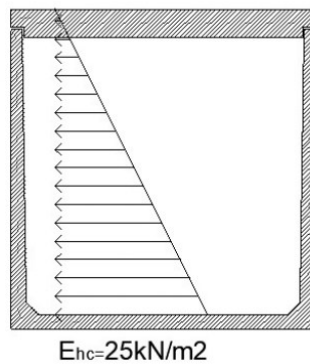
No se consideran descensos de apoyo por lo que se recomienda una cuidada preparación del terreno sobre el que se sitúe el depósito.

### M3.2 Depósito aéreo

Se han considerado en el cálculo las siguientes acciones exteriores:

- Empuje hidrostático líquido contenido:  $E_{hc} = \gamma_h \cdot h = 10 \text{ N/m}^3 \cdot 2,5\text{m} = 25 \text{ kN/m}^2$

El líquido contenido por el depósito será agua con un peso específico de  $10 \text{ kN/m}^3$ .



Para cada comprobación se adoptará la combinación de acciones más desfavorable.

No se consideran descensos de apoyo por lo que se recomienda una cuidadosa preparación del terreno sobre el que se sitúe el depósito.

### Coefficientes parciales de seguridad de las acciones geotécnicas

Los coeficientes de seguridad utilizados en el cálculo de la cimentación se ajustan a las prescripciones del DB SE C y son los siguientes:

Situación de dimensionado	Tipo	Materiales		Acciones		
		$\gamma_R$	$\gamma_M$	$\gamma_E$	$\gamma_F$	
Persistente o transitoria	Hundimiento	3,0	1,0	1,0	1,0	
	Estabilidad global	1,0	1,8	1,0	1,0	
	Deslizamiento	1,5	1,0	1,0	1,0	
	Vuelco: Acciones estabilizadoras Acciones desestabilizadoras					
			1,0	1,0	0,9	1,0
		1,0	1,0	1,8	1,0	
Extraordinaria	Hundimiento	2,0	1,0	1,0	1,0	
	Estabilidad global	1,0	1,2	1,0	1,0	
	Deslizamiento	1,1	1,0	1,0	1,0	
	Vuelco: Acciones estabilizadoras Acciones desestabilizadoras					
			1,0	1,0	0,9	1,0
		1,0	1,0	1,2	1,0	

$\gamma_R$  : coeficiente parcial para la resistencia del terreno

$\gamma_M$  : coeficiente parcial para las propiedades de los materiales, incluidas las del terreno

$\gamma_E$  : coeficiente parcial para el efecto de las acciones

$\gamma_F$  : coeficiente parcial para las acciones

### Coefficientes parciales de seguridad de las acciones sobre la estructura

Los coeficientes de seguridad para las acciones utilizados en las comprobaciones de los Estados Límite Últimos se ajustan a los especificados en el DB SE y son los siguientes:

Coefficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones en Estados Límite Últimos					
Tipo de verificación	Tipo de acción	Situación persistente/transitoria		Situación extraordinaria	
		desfavorable	favorable	desfavorable	favorable
Resistencia	<b>Permanente</b>				
	Pes propio, peso del terreno	1,35	0,80	1,0	1,0
	Empujes del terreno	1,35	0,70	1,0	1,0
	Presión del agua	1,20	0,90	1,0	1,0
	<b>Variable</b>	1,50	0	1,0	0
Estabilidad	<b>Permanente</b>				
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90	1,0	1,0
	Empujes del terreno	1,35	0,80	1,0	1,0
	Presión del agua	1,05	0,95	1,0	1,0
	<b>Variable</b>	1,50	0	1,0	0

Los coeficientes de seguridad para las acciones utilizados en las comprobaciones de los Estados Límite de Servicio se ajustan a los especificados en el DB SE y son los siguientes:

Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones en Estados Límite de Servicio		
Tipo de acción:	desfavorable	favorable
Permanente	1,0	1,0
Variable	1,0	0

## M4 MATERIALES

### M4.1 Hormigón armado

		Elemento estructural
		Depósito prefabricado
		HA-40 / P / 12 / XD2-XA1
<b>Hormigón</b>		
Resistencia característica	A los 7 días	28 N/mm <sup>2</sup>
	A los 28 días	40 N/mm <sup>2</sup>
Consistencia / asentamiento (cono Abrams)		Plástica (4-5 cm)
Tamaño máximo del árido		12 mm
Cemento		CEM I
Máxima relación agua/cemento		0,50
Contenido de cemento	Mínimo	325 kg/cm <sup>3</sup>
	Máximo	500 kg/cm <sup>3</sup>
Nivel de control		Intenso
Coeficiente parcial de seguridad ( $\gamma_c$ )*	Situación persistente o transitoria	1,5
	Situación accidental	1,3
Sistema de compactación		Vibrado
<b>Acero en barras</b>		<b>B 500 S</b>
Límite elástico ( $f_{yk}$ )		500 N/mm <sup>2</sup>
Tipo de acero		Acero soldable
Nivel de control		Normal
Coeficiente parcial de seguridad ( $\gamma_s$ )*	Situación persistente o transitoria	1,15
	Situación accidental	1,0
<b>Acero en mallas</b>		<b>B 500 T</b>
Límite elástico ( $f_{yk}$ )		500 N/mm <sup>2</sup>
Nivel de control		Normal
Coeficiente parcial de seguridad ( $\gamma_s$ )*	Situación persistente o transitoria	1,15
	Situación accidental	1,0

(\*) Para el estudio de los Estados Límite de Servicio se adoptarán como coeficientes parciales de seguridad valores iguales a la unidad.

## M4.2 Durabilidad

Según la clasificación de exposición ambiental del Código Estructural, se han dividido los diferentes elementos estructurales en los siguientes grupos de ambientes comunes con tal de efectuar una gestión coherente de la ejecución de la obra:

Elemento estructural de hormigón armado	Tipo de ambiente	Recubrimiento mínimo
Caras interiores del depósito	XD2	40 mm
Caras en contacto con el terreno	XA1	40 mm

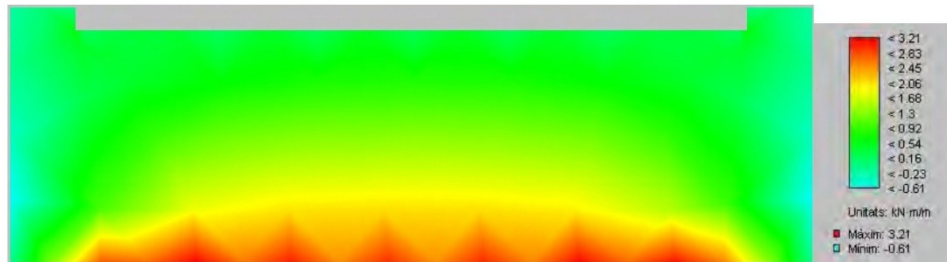
El recubrimiento nominal de hormigón es la distancia entre la superficie exterior de la armadura (incluyendo cercos y estribos) y la superficie exterior de hormigón más cercana. El recubrimiento mínimo de una armadura es el que se tiene que cumplir en cualquier punto. Para garantizar estos valores mínimos, se prescribe en proyecto el recubrimiento nominal y que servirá para definir los separadores.

## A1. COMPROBACIONES DE CÁLCULO

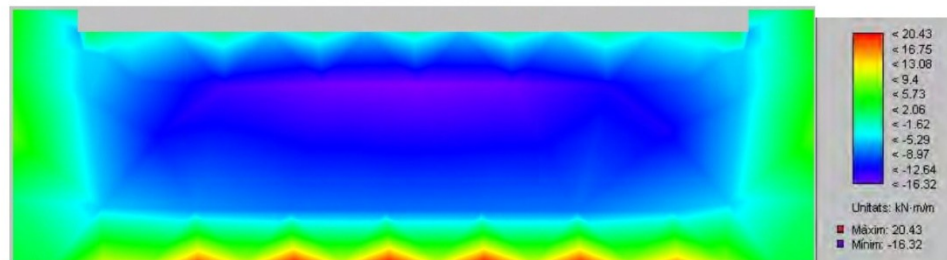
A1.4 Depósito DM 40 m<sup>3</sup> (enterrado)

Muro largo:

Esfuerzos

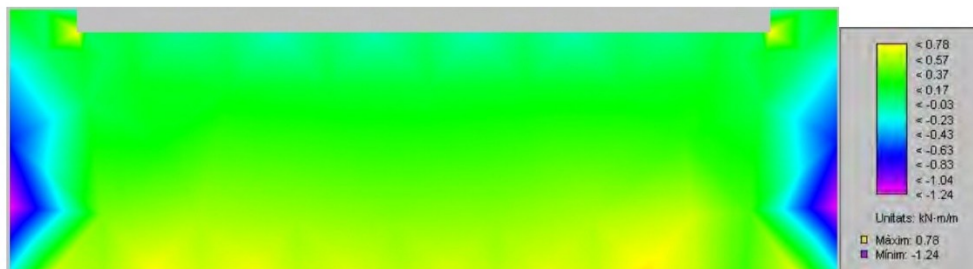


Momentos Y peso propio

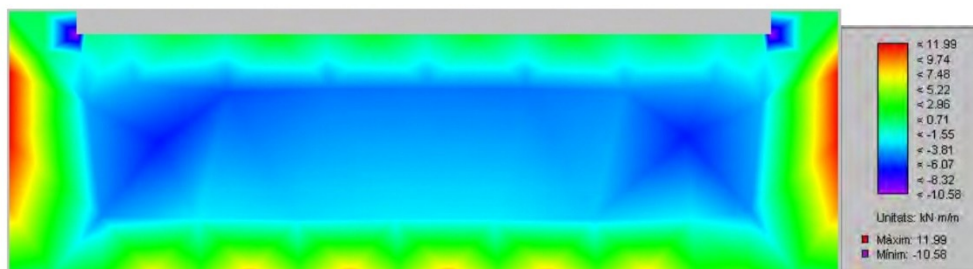


Momentos Y envolvente

112



Momentos X peso propio

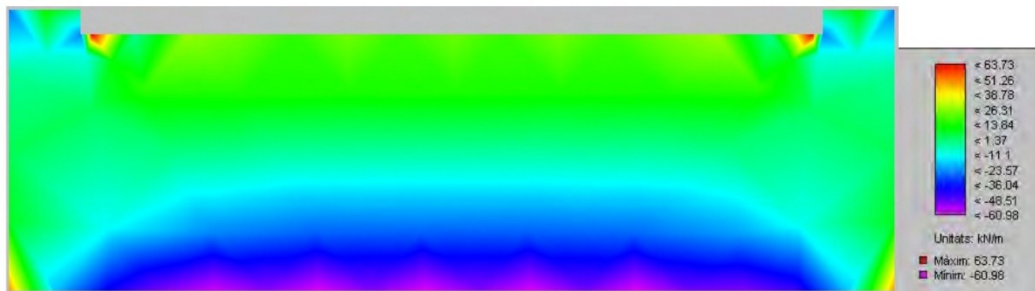


Momentos X envolvente

113

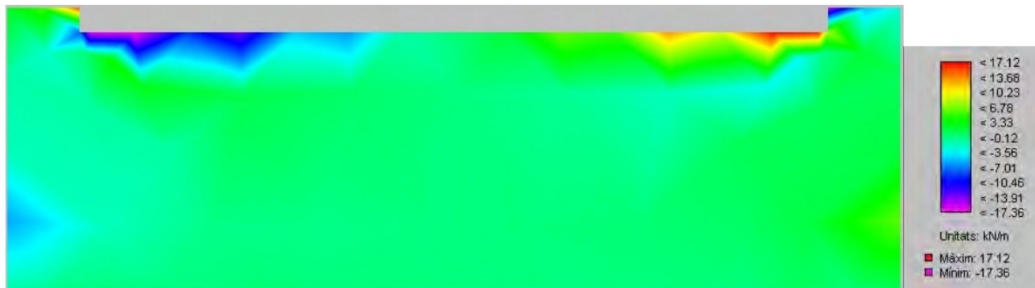


Cortantes Y peso propio

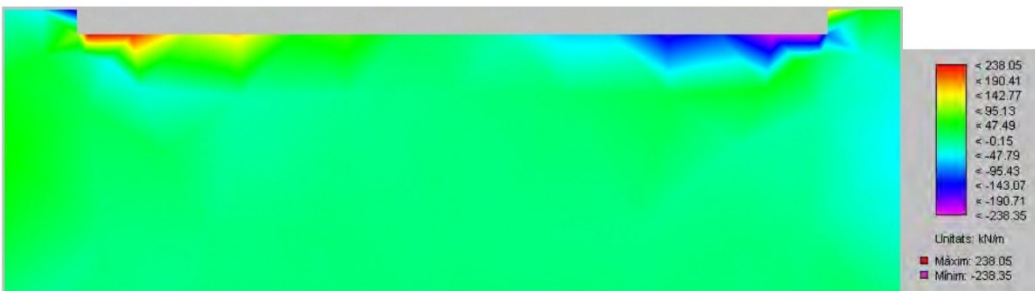


Cortantes Y envolvente

114



Cortantes X peso propio



Cortantes X envolvente

115

4. ESFUERZOS

4.1. EMPUJE AGUA (h=500cm desde base)

Peso específico agua:

10,00 kN/m<sup>3</sup>

	Altura desde coronación (m)					
	0 (Ctro vano)	1,22 (Ctro vano)	2,45 (Ctro vano)	0 (Apoyo)	1,22 (Apoyo)	2,45 (Apoyo)
<b>Enterrado</b>						
Cortante Vertical (kNm)	62,09	7,18	22,94	42,17	-4,28	23,08
Cortante Horizontal (kNm)	0,00	0,00	0,00	5,45	50,69	27,61
Momento Vertical (kNm/m)	-23,23	11,80	5,25	-2,32	-6,18	-3,76
Momento Horizontal (kNm/m)	-9,40	3,67	-1,59	-1,81	-11,09	-2,17
<b>Aéreo</b>						
Cortante Vertical (kNm)	33,41	4,81	3,14	62,03	14,35	15,48
Cortante Horizontal (kNm)	0,00	0,00	0,00	6,33	21,35	29,88
Momento Vertical (kNm/m)	16,40	-1,85	-0,41	2,06	2,65	3,53
Momento Horizontal (kNm/m)	5,65	-4,11	-6,37	1,74	10,72	10,45
<b>Combinación de esfuerzos enterrado</b>						
Cortante Vertical (kNm)	83,82	9,69	30,97	56,93	5,78	31,16
Cortante Horizontal (kNm)	0,00	0,00	0,00	7,36	68,43	37,27
Momento Vertical (kNm/m)	-31,36	15,93	7,09	-3,13	-8,34	-5,08
Momento Horizontal (kNm/m)	-12,69	4,95	-2,15	-2,44	-14,97	-2,93
<b>Combinación de esfuerzos aéreo</b>						
Cortante Vertical (kNm)	45,10	6,49	4,24	83,74	19,37	20,90
Cortante Horizontal (kNm)	0,00	0,00	0,00	8,55	29,82	40,34
Momento Vertical (kNm/m)	22,14	-2,51	-0,55	2,78	3,44	4,77
Momento Horizontal (kNm/m)	7,63	-5,55	-8,60	2,35	14,47	14,11

116

Armados

	Altura desde coronación (m)						
	0 (Ctro vano)	1,22 (Ctro vano)	2,45 (Ctro vano)	0 (Apoyo)	1,22 (Apoyo)	2,45 (Apoyo)	
Armado vertical	n° barras tipo 1	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	
	∅ barras tipo 1 (mm)	10	10	10	10	10	
	sa armadura tipo 1 (mm <sup>2</sup> )	523,08	523,08	523,08	523,08	523,08	
	n° barras tipo 2	10	5		10		
Armado horizontal	∅ barras tipo 2 (mm)	12	12		12		
	sa armadura tipo 2 (mm <sup>2</sup> )	1130,97	565,49	0,00	1130,97	0,00	
	n° barras tipo 3	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	
	∅ barras tipo 3 (mm)	10	10	10	10	10	
Area armadura total	sa armadura tipo 3 (mm <sup>2</sup> )	523,08	523,08	523,08	523,08	1272,35	
	Area armadura total horizontal (mm <sup>2</sup> )	523,1	523,1	523,1	523,1	1272,3	
	Area armadura total vertical (mm <sup>2</sup> )	1654,0	1088,6	523,1	1654,0	523,1	
	Recurrimiento mínimo cara interior:	30,00 mm					Ancho de fisura admisible cara interior:
Recurrimiento mínimo cara exterior:	45,00 mm					Ancho de fisura admisible cara exterior:	0,20 mm
Posicionamiento armadura:	Paralela a paramento exterior						
Armadura externa:	Arm Horizontal						

Comprobación de secciones

5. DEPOSITO ENTERRADO

5.1. ANALISIS LONGITUDINAL (Flexión horizontal)

5.1.1. Comprobación ELU solicitaciones normales - Flexión longitudinal del muro

	Altura desde coronación (m)					
	0 (Ctro vano)	1,22 (Ctro vano)	2,45 (Ctro vano)	0 (Apoyo)	1,22 (Apoyo)	2,45 (Apoyo)
Canto total (h)	150,00	135,00	120,00	150,00	135,00	120,00
Canto útil (d) (flexión negativa)	100,00	85,00	70,00	100,00	85,00	70,00
Canto útil (d) (flexión positiva)	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
b (Ancho de la faja de análisis)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
γ <sub>flm</sub>	49,35	24,67	34,54	49,35	41,95	34,54
γ <sub>flm</sub>	75,33	37,66	52,73	75,33	64,03	52,73
M <sub>flm</sub>	99,13	24,78	48,57	99,13	71,62	48,57
M <sub>d</sub>	-12,69	4,95	-2,15	-2,44	-14,97	-2,93
U <sub>o</sub>	2666,67	1333,33	1866,67	2666,67	2266,67	1866,67
U <sub>s1</sub>	130,07	103,07	30,92	24,55	183,57	42,33
Armado necesario - As1	299,17	237,07	71,12	56,46	422,21	97,36
Armado disponible	523,08	523,08	523,08	523,08	1272,35	1272,35
Aprovechamiento	37,19%	45,52%	13,80%	16,79%	33,18%	7,85%

117

5.1.2. Comprobación ELU solicitaciones tangenciales (empuje agua)

	Altura desde coronación (m)						
	0 (Ctro vano)	1,22 (Ctro vano)	2,45 (Ctro vano)	0 (Apoyo)	1,22 (Apoyo)	2,45 (Apoyo)	
Canto total (h)	150,00	135,00	120,00	150,00	135,00	120,00	mm
Canto útil (d)	100,00	50,00	70,00	100,00	85,00	70,00	mm
As (armadura traccionada, a flexión)	523,08	523,08	523,08	523,08	1.272,35	1.272,35	mm <sup>2</sup>
VRd,c	83,04	62,49	70,13	83,04	101,11	94,32	kN
Solicitación = Vd	0,00	0,00	0,00	7,36	68,43	37,27	kN
Aprovechamiento	0,00%	0,00%	0,00%	8,86%	67,66%	39,52%	

5.1.3. Comprobación ELS fisuración (empuje agua)

	Altura desde coronación (m)						
	0 (Ctro vano)	1,22 (Ctro vano)	2,45 (Ctro vano)	0 (Apoyo)	1,22 (Apoyo)	2,45 (Apoyo)	
Canto total (h)	150,00	135,00	120,00	150,00	135,00	120,00	mm
l	28125	20503	14400	28125	20503	14400	cm4
W	3750	3038	2400	3750	3038	2400	cm3
fd,m	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	N/mm <sup>2</sup>
fd,m	5,09	5,14	5,19	5,09	5,14	5,19	N/mm <sup>2</sup>
Mf	-19,08	15,61	-12,46	-19,08	15,61	-12,46	mKN
Mk	-9,40	3,67	-1,59	-1,81	-11,08	-2,17	mKN

Ancho fisura:

Ec	35220,46	35220,46	35220,46	35220,46	35220,46	35220,46	
n=Es/Ec	5,68	5,68	5,68	5,68	5,68	5,68	
p1	0,00523	0,00615	0,00747	0,00523	0,01497	0,01818	
p2	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	
n - p1	0,02970	0,03494	0,04243	0,02970	0,08500	0,10321	
x/d (sin armadura comprimida)	0,21583	0,23172	0,25196	0,21583	0,33598	0,36271	
x (sin armadura comprimida)	21,58	19,70	17,64	21,58	28,56	25,39	mm
x/d (con armadura comprimida)	0,21583	0,23172	0,25196	0,21583	0,33598	0,36271	
x (con armadura comprimida)	21,58	19,70	17,64	21,58	28,56	25,39	mm
Ac,eff	42,806	38,435	34,121	42,806	35,481	31,537	mm <sup>2</sup>
pp,eff	0,01222	0,01361	0,01533	0,01222	0,03586	0,04034	
Sr,max	462	278	332	462	319	263	mm
m	2,52E+07	1,91E+07	1,42E+07	2,52E+07	3,71E+07	2,72E+07	mm <sup>4</sup>
os	8,04E+00	3,78E+00	1,97E+00	1,56E+00	2,55E+00	2,02E+00	N/mm <sup>2</sup>
os	165,91	33,02	33,26	31,95	95,93	20,20	N/mm <sup>2</sup>
fd,m	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	N/mm <sup>2</sup>
esm - csm	0,000497722	9,90714E-05	9,97828E-05	0,584E-05	0	6,0585E-05	
wk	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm
wmax	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	mm

118

5.2. ANÁLISIS TRANSVERSAL (Flexión vertical)

5.2.1. Comprobación ELU solicitaciones normales - Flexión vertical del muro

	Altura desde coronación (m)						
	0 (Ctro vano)	2,2 (Ctro vano)	4,5 (Ctro vano)	0 (Apoyo)	1,22 (Apoyo)	2,45 (Apoyo)	
Canto total (h)	150,00	135,00	120,00	150,00	135,00	120,00	mm
Canto útil (d) (flexión negativa)	89,00	74,00	60,00	89,00	75,00	60,00	mm
Canto útil (d) (flexión positiva)	61,00	61,00	60,00	61,00	60,00	60,00	
b (Ancho de la faja de análisis)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
zlim	43,92	30,10	29,61	43,92	37,01	29,61	mm
zlim	67,04	45,95	45,20	67,04	56,49	45,20	mm
Mlim	78,52	36,88	35,69	78,52	55,76	35,69	mKN
Mld	-31,36	15,93	7,09	-3,13	-8,34	-5,08	mKN
Uo	2373,33	1626,67	1600,00	2373,33	2000,00	1600,00	kN
Us1	383,32	286,35	122,84	35,46	114,52	86,96	kN
Armado necesario = As1	881,64	658,61	282,53	81,55	263,39	200,02	mm <sup>2</sup>
Armado disponible	1.654,05	1.088,56	523,08	1.654,05	523,08	523,08	mm <sup>2</sup>
Aprovechamiento	53,30%	60,50%	54,01%	4,93%	50,35%	38,24%	%

5.1.2. Comprobación ELU solicitaciones tangenciales (empuje agua)

	Altura desde coronación (m)						
	0 (Ctro vano)	2,2 (Ctro vano)	4,5 (Ctro vano)	0 (Apoyo)	1,22 (Apoyo)	2,45 (Apoyo)	
Canto total (h)	150,00	135,00	120,00	150,00	135,00	120,00	mm
Canto útil (d)	89,00	61,00	60,00	89,00	75,00	60,00	mm
As (armadura traccionada, a flexión)	1.654,05	1.088,56	523,08	1.654,05	523,08	523,08	mm <sup>2</sup>
VRd,c	112,22	85,35	66,47	112,22	71,87	66,47	kN
Solicitación = Vd	83,82	9,69	30,97	56,93	5,78	31,16	kN
Aprovechamiento	74,69%	11,36%	46,59%	50,73%	8,04%	46,88%	

119

5.2.3. Comprobación ELS fisuración (empuje agua)

	Altura desde coronación (m)						
	0 (Ctro vano)	22 (Ctro vano)	45 (Ctro vano)	0 (Apoyo)	1,22 (Apoyo)	2,45 (Apoyo)	
Canto total (h)	150,00	135,00	120,00	150,00	135,00	120,00	mm
l	28125	20503	14400	28125	20503	14400	cm4
W	3750	3038	2400	3750	3038	2400	cm3
fctm	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	N/mm2
fctm.ft	5,09	5,14	5,19	5,09	5,14	5,19	N/mm2
Mf	-19,08	15,81	12,46	-19,08	15,81	12,46	mKN
Mk	-23,23	11,80	5,25	-2,32	-6,18	-3,76	mKN

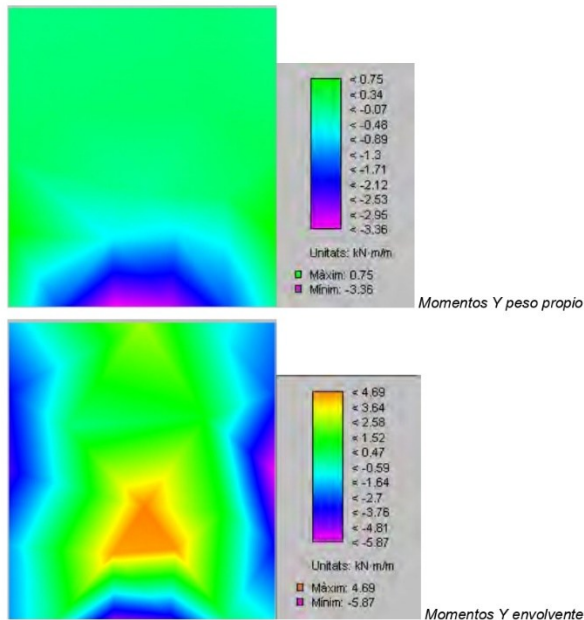
Ancho fisura:

	Altura desde coronación (m)						
	0 (Ctro vano)	22 (Ctro vano)	45 (Ctro vano)	0 (Apoyo)	1,22 (Apoyo)	2,45 (Apoyo)	
Ec	35220,46	35220,46	35220,46	35220,46	35220,46	35220,46	
n=Es/Ec	5,68	5,68	5,68	5,68	5,68	5,68	
ρ1	0,01858	0,01471	0,00872	0,01858	0,00697	0,00872	
ρ2	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	
n - ρ1	0,10553	0,08353	0,04950	0,10553	0,03960	0,04950	
x/d (sin armadura comprimida)	0,36585	0,33365	0,26902	0,36585	0,24461	0,26902	
x (sin armadura comprimida)	32,56	24,69	16,14	32,56	18,35	16,14	mm
x/d (con armadura comprimida)	0,36585	0,33365	0,26902	0,36585	0,24461	0,26902	
x (con armadura comprimida)	32,56	24,69	16,14	32,56	18,35	16,14	mm
Ac,eff	39,146	36,770	34,620	39,146	38,885	34,620	mm2
pp,eff	0,04225	0,02960	0,01511	0,04225	0,01345	0,01511	
Sr,max	326	248	300	326	364	300	mm
If	5,48E+07	3,19E+07	1,42E+07	5,48E+07	1,83E+07	1,42E+07	mm4
oc	1,38E+01	9,14E+00	5,95E+00	1,38E+00	6,21E+00	4,26E+00	N/mm2
os	135,81	76,29	91,88	13,56	108,89	65,80	N/mm2
fctm	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	N/mm2
esm - ccm	0,000473094	0,0002289	0,0002756	4,069E-05	0,0003267	0,0001974	
wk	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm
wmax	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	mm

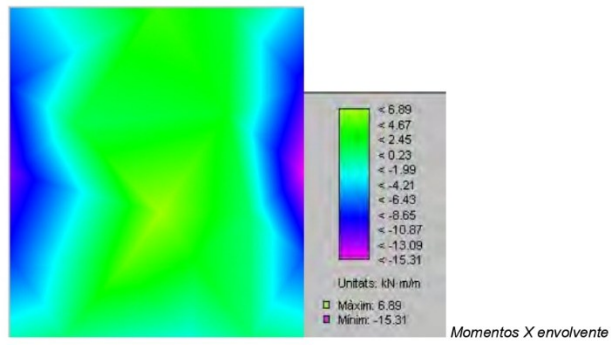
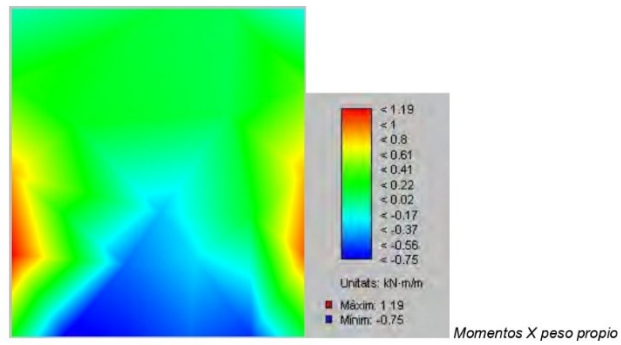
120

Muro corto:

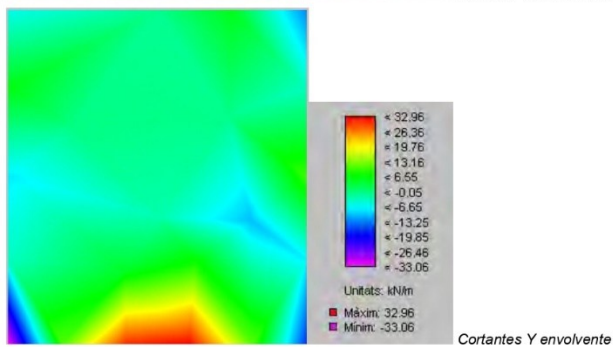
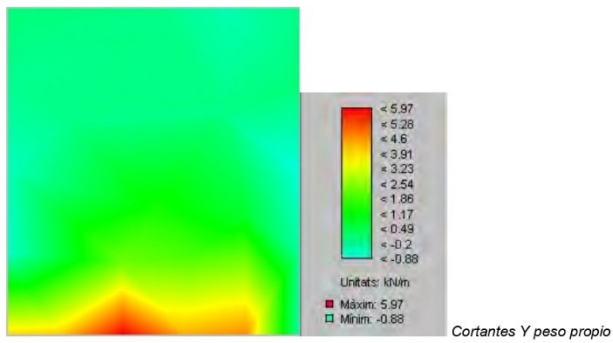
Esfuerzos



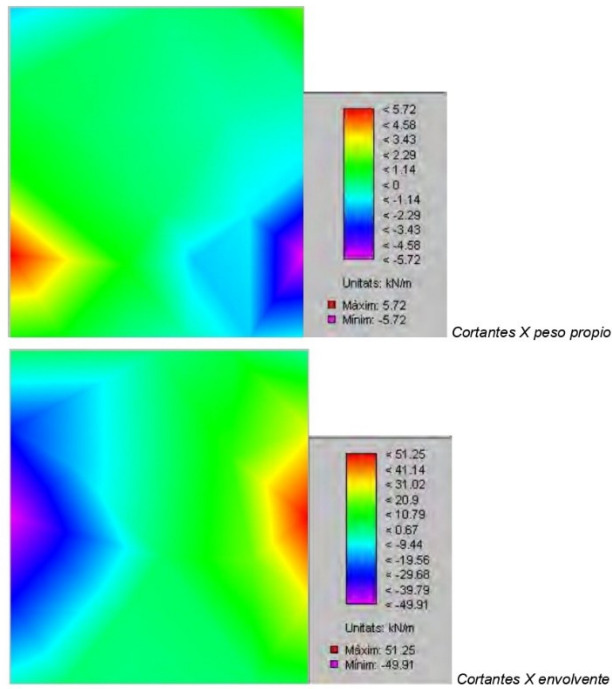
121



122



123



124

4. ESFUERZOS

4.1. EMPUJE AGUA (h=500cm desde base)

Peso específico agua: 10.00 kNm<sup>3</sup>

	Altura desde coronación (m)					
	0 (Ctro vano)	1.22 (Ctro vano)	2.45 (Ctro vano)	0 (Apoyo)	1.22 (Apoyo)	2.45 (Apoyo)
	<b>Enterrado</b>					
Cortante Vertical (kNm)	42.18	1.18	1.34	27.92	8.07	5.66
Cortante Horizontal (kNm)	0.00	0.00	0.00	0.75	47.44	0.09
Momento Vertical (kNm/m)	-8.30	2.96	2.78	-1.29	-4.04	-1.80
Momento Horizontal (kNm/m)	-2.03	5.06	4.48	0.03	-11.37	-5.82
	<b>Aéreo</b>					
Cortante Vertical (kNm)	23.76	5.87	0.30	22.37	11.76	14.10
Cortante Horizontal (kNm)	0.00	0.00	0.00	10.02	22.67	7.45
Momento Vertical (kNm/m)	-9.89	-0.82	-1.44	1.80	2.42	1.94
Momento Horizontal (kNm/m)	-2.06	0.51	3.49	1.39	8.61	14.59
	<b>Combinación de esfuerzos enterrado</b>					
Cortante Vertical (kNm)	56.94	1.59	1.81	37.69	10.89	7.64
Cortante Horizontal (kNm)	0.00	0.00	0.00	1.05	64.04	0.12
Momento Vertical (kNm/m)	-11.21	4.00	3.75	-1.74	-5.45	-2.43
Momento Horizontal (kNm/m)	-2.74	6.83	6.05	0.04	-15.35	-7.86
	<b>Combinación de esfuerzos aéreo</b>					
Cortante Vertical (kNm)	32.08	7.92	0.41	30.20	15.88	19.04
Cortante Horizontal (kNm)	0.00	0.00	0.00	13.53	30.60	10.96
Momento Vertical (kNm/m)	-13.35	-1.11	-1.94	2.43	3.27	2.62
Momento Horizontal (kNm/m)	-2.78	0.69	4.71	1.88	11.62	19.70

125

**Armados**

		Altura desde coronación (m)					
		0 (Ctro vano)	1,22 (Ctro vano)	2,45 (Ctro vano)	0 (Apoyo)	1,22 (Apoyo)	2,45 (Apoyo)
Armado vertical	n° barras tipo 1	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66
	Ø barras tipo 1 (mm)	10	10	10	10	10	10
	sa armadura tipo 1 (mm2)	523,08	523,08	523,08	523,08	523,08	523,08
	n° barras tipo 2						
Armado horizontal	Ø barras tipo 2 (mm)						
	sa armadura tipo 2 (mm2)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	n° barras tipo 3	6,66	6,66	6,66	6,66	16,2	16,2
	Ø barras tipo 3 (mm)	10	10	10	10	10	10
Area armadura total horizontal (mm2)	sa armadura tipo 3 (mm2)	523,08	523,08	523,08	523,08	1272,35	1272,35
	Area armadura total vertical (mm2)	523,1	523,1	523,1	523,1	1272,3	1272,3

Recubrimiento mínimo cara interior: 30,00 mm  
 Recubrimiento mínimo cara exterior: 45,00 mm  
 Posicionamiento armadura: Paralela a paramento exterior  
 Armadura externa: Arm Horizontal

Ancho de fisura admisible cara interior: 0,20 mm  
 Ancho de fisura admisible cara exterior: 0,20 mm

**Comprobación de secciones**

5. DEPÓSITO ENTERRADO

5.1. ANALISIS LONGITUDINAL (Flexión horizontal)

5.1.1. Comprobación ELU solicitaciones normales - Flexión longitudinal del muro

		Altura desde coronación (m)					
		0 (Ctro vano)	1,22 (Ctro vano)	2,45 (Ctro vano)	0 (Apoyo)	1,22 (Apoyo)	2,45 (Apoyo)
Canto total (h)		150,00	135,00	120,00	150,00	135,00	120,00
Canto útil (d) (flexión negativa)		100,00	85,00	70,00	100,00	85,00	70,00
Canto útil (d) (flexión positiva)		50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
b (Ancho de la faja de análisis)		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
z1mm		49,35	24,67	24,67	24,67	41,95	34,54
z2mm		75,33	37,66	37,66	37,66	84,03	52,73
M1mm		99,13	24,78	24,78	24,78	71,62	48,57
Md		-2,74	6,83	6,05	0,04	-15,35	-7,86
Uo		2666,67	1333,33	1333,33	1333,33	2266,67	1866,67
Us1		27,55	144,44	127,01	0,81	188,41	115,84
Armado necesario - As1		63,36	332,22	292,12	1,86	433,35	266,43
Armado disponible		523,08	523,08	523,08	523,08	1272,35	1272,35
Aprovechamiento		12,11%	63,51%	55,85%	0,36%	34,06%	20,94%

126

5.1.2. Comprobación ELU solicitaciones tangenciales (empuje agua)

		Altura desde coronación (m)					
		0 (Ctro vano)	1,22 (Ctro vano)	2,45 (Ctro vano)	0 (Apoyo)	1,22 (Apoyo)	2,45 (Apoyo)
Canto total (h)		150,00	135,00	120,00	150,00	135,00	120,00
Canto útil (d)		100,00	50,00	50,00	50,00	85,00	70,00
As (armadura traccionada, a flexión)		523,08	523,08	523,08	523,08	1272,35	1272,35
VRd,c		83,04	62,49	62,49	62,49	101,11	94,32
Solicitud = Vd		0,00	0,00	0,00	1,05	64,04	0,12
Aprovechamiento		0,00%	0,00%	0,00%	1,69%	63,34%	0,13%

5.1.3. Comprobación ELS fisuración (empuje agua)

		Altura desde coronación (m)					
		0 (Ctro vano)	1,22 (Ctro vano)	2,45 (Ctro vano)	0 (Apoyo)	1,22 (Apoyo)	2,45 (Apoyo)
Canto total (h)		150,00	135,00	120,00	150,00	135,00	120,00
l		28125	20503	14400	28125	20503	14400
W		3750	3038	2400	3750	3038	2400
fact,m		3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51
fact,m		5,09	5,14	5,19	5,09	5,14	5,19
M1		-19,08	15,61	12,46	19,08	-15,61	-12,46
Mk		-2,03	5,06	4,48	0,03	-11,37	-5,82

Ancho fisura:

Ec		35220,46	35220,46	35220,46	35220,46	35220,46	35220,46
n=Es/Ec		5,68	5,68	5,68	5,68	5,68	5,68
p1		0,00523	0,00515	0,00747	0,00523	0,01497	0,01818
p2		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
n, p1		0,02970	0,03494	0,04243	0,02970	0,08500	0,10321
x/d (sin armadura comprimida)		0,21583	0,23172	0,25196	0,21583	0,33598	0,36271
x (sin armadura comprimida)		21,58	19,70	17,64	21,58	28,56	25,39
x/d (con armadura comprimida)		0,21583	0,23172	0,25196	0,21583	0,33598	0,36271
x (con armadura comprimida)		21,58	19,70	17,64	21,58	28,56	25,39
Ac,eff		42,806	38,435	34,121	42,806	35,481	31,537
pp,eff		0,01222	0,01361	0,01533	0,01222	0,03586	0,04034
Sr,max		462	278	264	292	319	263
ff		2,52E+07	1,91E+07	1,42E+07	2,52E+07	3,71E+07	2,72E+07
oc		1,74E+00	5,21E+00	5,56E+00	2,57E-02	8,78E+00	5,43E+00
os		35,83	45,53	57,92	0,19	88,35	54,16
fdcm		3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51
tsm - ccm		0,000107487	0,000136594	0,000173764	5,756E-07	0	0,00016249
wk		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
wmax		0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

127

5.2. ANÁLISIS TRANSVERSAL (Flexión vertical)

5.2.1. Comprobación ELU solicitaciones normales - Flexión vertical del muro

	Altura desde coronación (m)						
	0 (Ctro vano)	22 (Ctro van)	45 (Ctro vano)	0 (Apoyo)	1,22 (Apoyo)	2,45 (Apoyo)	
Canto total (h)	150,00	135,00	120,00	150,00	135,00	120,00	mm
Canto útil (d) (flexión negativa)	90,00	75,00	60,00	90,00	75,00	60,00	mm
Canto útil (d) (flexión positiva)	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	
b (Ancho de la faja de análisis)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ylim	44,41	29,61	29,61	44,41	37,01	29,61	mm
zlim	67,79	45,20	45,20	67,79	56,49	45,20	mm
Mlim	80,29	35,69	35,69	80,29	55,76	35,69	mkN
Md	-11,21	4,00	3,75	-1,74	-5,45	-2,43	mkN
Uo	2400,00	1600,00	1600,00	2400,00	2000,00	1600,00	kN
Us1	127,91	68,05	63,82	19,43	74,09	41,03	kN
Armado necesario = As1	294,19	156,51	146,79	44,69	170,41	94,36	mm2
Armado disponible	523,08	523,08	523,08	523,08	523,08	523,08	mm2
Aprovechamiento	56,24%	29,92%	28,06%	8,54%	32,58%	18,04%	%

5.1.2. Comprobación ELU solicitaciones tangenciales (empuje agua)

	Altura desde coronación (m)						
	0 (Ctro vano)	22 (Ctro van)	45 (Ctro vano)	0 (Apoyo)	1,22 (Apoyo)	2,45 (Apoyo)	
Canto total (h)	150,00	135,00	120,00	150,00	135,00	120,00	mm
Canto útil (d)	90,00	60,00	60,00	90,00	75,00	60,00	mm
As (armadura traccionada, a flexión)	523,08	523,08	523,08	523,08	523,08	523,08	mm2
VR4,c	78,31	66,47	66,47	78,31	71,87	66,47	
Solicitud = Vd	56,94	1,59	1,81	37,69	10,89	7,64	kN
Aprovechamiento	72,71%	2,40%	2,72%	48,13%	15,16%	11,50%	

128

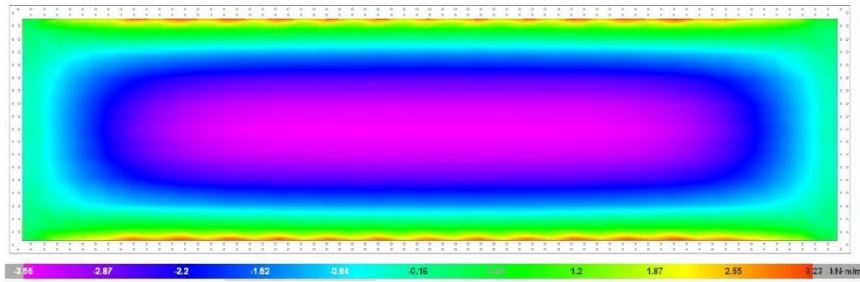
5.2.3. Comprobación ELS fisuración (empuje agua)

	Altura desde coronación (m)						
	0 (Ctro vano)	22 (Ctro van)	45 (Ctro vano)	0 (Apoyo)	1,22 (Apoyo)	2,45 (Apoyo)	
Canto total (h)	150,00	135,00	120,00	150,00	135,00	120,00	mm
I	28125	20503	14400	28125	20503	14400	cm4
W	3750	3038	2400	3750	3038	2400	cm3
fct,m	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	N/mm2
fct,m,fl	5,09	5,14	5,19	5,09	5,14	5,19	N/mm2
Mf	-19,08	15,61	12,46	-19,08	-15,61	-12,46	mkN
Mk	-8,30	2,96	2,78	-1,29	-4,04	-1,80	mkN
Ancho fisura:							
Ec	35220,46	35220,46	35220,46	35220,46	35220,46	35220,46	
n=Es/Es	5,68	5,68	5,68	5,68	5,68	5,68	
ρ1	0,00581	0,00697	0,00872	0,00581	0,00697	0,00872	
ρ2	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	
n · ρ1	0,03300	0,03960	0,04950	0,03300	0,03960	0,04950	
x/d (sin armadura comprimida)	0,22603	0,24461	0,26902	0,22603	0,24461	0,26902	mm
x (sin armadura comprimida)	20,34	18,35	16,14	20,34	18,35	16,14	mm
x/d (con armadura comprimida)	0,22603	0,24461	0,26902	0,22603	0,24461	0,26902	mm
x (con armadura comprimida)	20,34	18,35	16,14	20,34	18,35	16,14	mm
Ac,eff	43.219	38.885	34.620	43.219	38.885	34.620	mm2
pp,eff	0,01210	0,01345	0,01511	0,01210	0,01345	0,01511	
Sr,max	429	313	300	429	364	300	mm
lf	2,35E+07	1,83E+07	1,42E+07	2,35E+07	1,83E+07	1,42E+07	mm4
os	7,19E+00	2,97E+00	3,15E+00	1,12E+00	4,06E+00	2,04E+00	N/mm2
cs	139,78	38,35	48,65	21,73	71,18	31,50	N/mm2
fctm	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	N/mm2
zsm - ccm	0,000419343	0,000115	0,000146	6,518E-05	0,0002135	9,45E-05	
wk	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm
wmax	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	mm

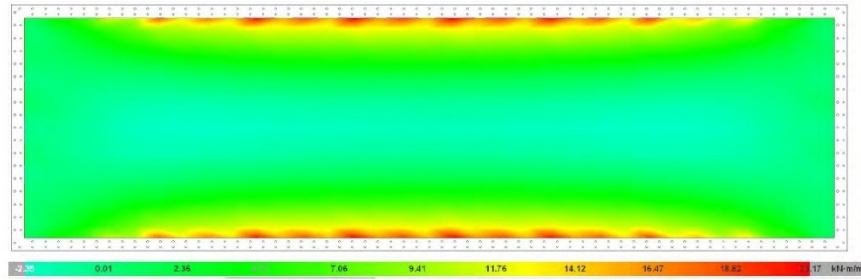
129

**Solera de fondo:**

**Esfuerzos**

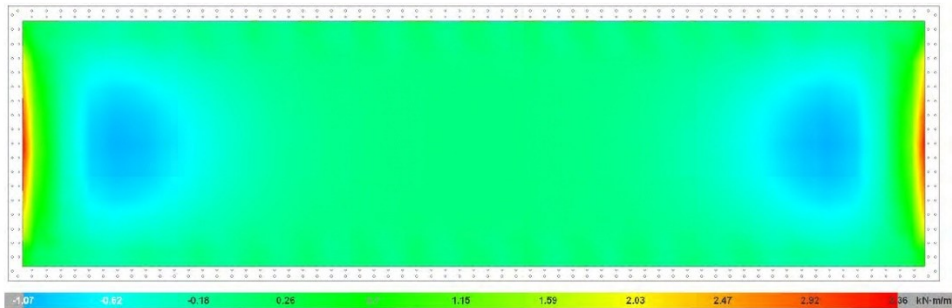


*Momentos Y peso propio*

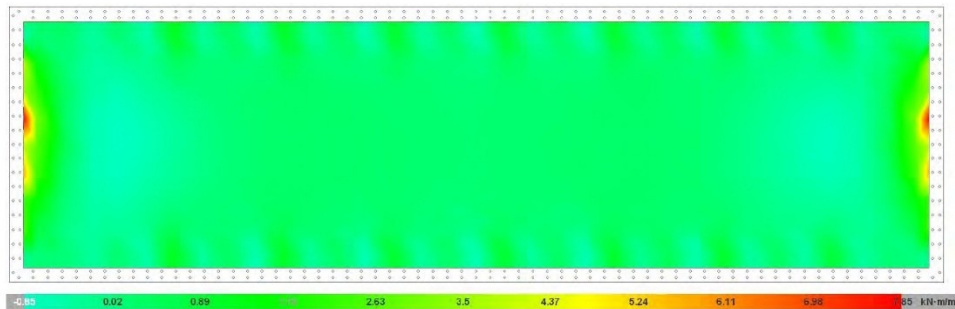


*Momentos Y envolvente*

130

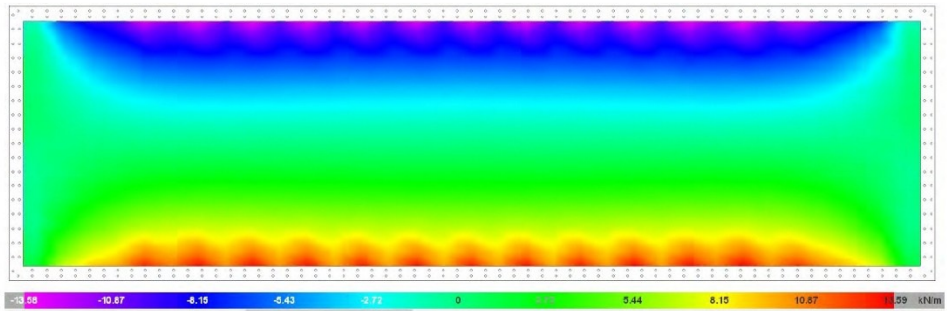


*Momentos X peso propio*

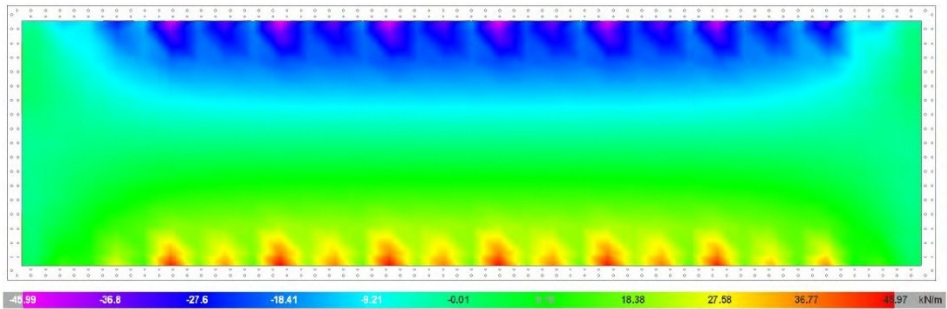


*Momentos X envolvente*

131

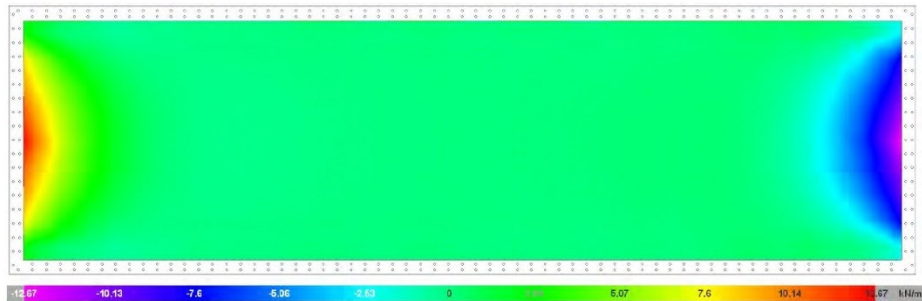


Cortantes Y peso propio

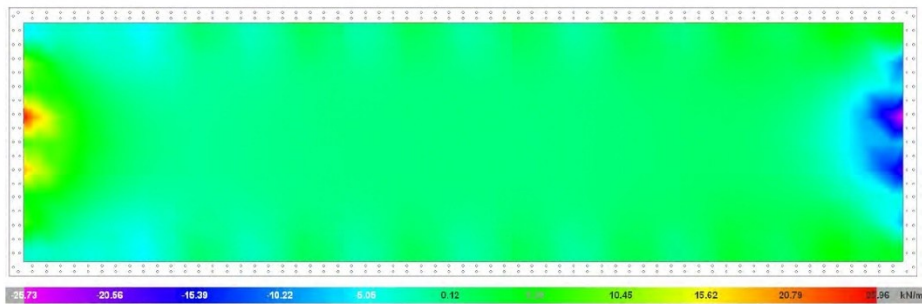


Cortantes Y envolvente

132



Cortantes X peso propio



Cortantes X envolvente

133

4. ESFUERZOS

4.1. EMPUJE AGUA (h=500cm desde base)

Peso específico agua: 10,00 kN/m<sup>3</sup>

		Altura desde coronación (m)			
		1 C	2 C	1 B	2 B
		Enterrado			
Cortante Vertical (kNm)		0,00	0,00	65,11	62,90
Cortante Horizontal (kNm)		0,00	20,41	0,00	15,88
Momento Vertical (kNm/m)		5,46	5,56	-25,18	-23,25
Momento Horizontal (kNm/m)		0,00	-7,41	0,00	-5,23
		Aéreo			
Cortante Vertical (kNm)		0,00	0,00	6,80	21,93
Cortante Horizontal (kNm)		0,00	38,56	0,00	33,09
Momento Vertical (kNm/m)		4,64	3,23	15,64	1,70
Momento Horizontal (kNm/m)		0,00	-9,83	0,00	-8,18
		Combinación de esfuerzos enterrado			
Cortante Vertical (kNm)		0,00	0,00	87,90	84,92
Cortante Horizontal (kNm)		0,00	27,55	0,00	21,44
Momento Vertical (kNm/m)		7,37	7,51	-33,99	-31,39
Momento Horizontal (kNm/m)		0,00	-10,00	0,00	-7,06
		Combinación de esfuerzos aéreo			
Cortante Vertical (kNm)		0,00	0,00	9,18	29,61
Cortante Horizontal (kNm)		0,00	52,06	0,00	44,87
Momento Vertical (kNm/m)		6,26	4,36	21,11	2,30
Momento Horizontal (kNm/m)		0,00	-13,00	0,00	-11,04

134

Armados

		Altura desde coronación (m)			
		1 C	2 C	1 B	2 B
Armado vertical	n° barras tipo 1	10	10	10	10
	Ø barras tipo 1 (mm)	10	10	10	10
	sa armadura tipo 1 (mm <sup>2</sup> )	785,40	785,40	785,40	785,40
	n° barras tipo 2			10	10
Armado horizontal	Ø barras tipo 2 (mm)			12	10
	sa armadura tipo 2 (mm <sup>2</sup> )	0,00	0,00	1130,97	785,40
	n° barras tipo 3	10	10	10	10
	Ø barras tipo 3 (mm)	10	10	10	10
Área armadura total	Área armadura total horizontal (mm <sup>2</sup> )	785,4	785,4	785,4	785,4
	Área armadura total vertical (mm <sup>2</sup> )	785,4	785,4	1916,4	1570,8

Recubrimiento mínimo cara interior: 30,00 mm  
 Recubrimiento mínimo cara exterior: 45,00 mm  
 Posicionamiento armadura: Paralela a paramento exterior  
 Armadura externa: Arm Longitudinal

Ancho de fisura admisible cara interior: 0,20 mm  
 Ancho de fisura admisible cara exterior: 0,20 mm

Comprobación de secciones

5. DEPÓSITO ENTERRADO

5.1. ANÁLISIS LONGITUDINAL (Flexión longitudinal)

5.1.1. Comprobación ELU solicitaciones normales - Flexión longitudinal del muro

		Altura desde coronación (m)			
		1 C	2 C	1 B	2 B
Canto total (h)		120,00	120,00	120,00	120,00
Canto útil (d) (flexión negativa)		70,00	70,00	70,00	70,00
Canto útil (d) (flexión positiva)		50,00	50,00	50,00	50,00
b (Ancho de la faja de análisis)		1,00	1,00	1,00	1,00
ylim		34,54	34,54	34,54	34,54
zlim		52,73	52,73	52,73	52,73
Mlim		48,57	48,57	48,57	48,57
Md		0,00	-10,00	0,00	-7,06
Uo		1866,67	1866,67	1866,67	1866,67
Us1		0,00	148,84	0,00	103,75
Armado necesario = As1		0,00	342,33	0,00	238,62
Armado disponible		785,40	785,40	785,40	785,40
Aprovechamiento		0,00%	43,59%	0,00%	30,38%

135

5.1.2. Comprobación ELU solicitaciones tangenciales (empuje agua)

	Altura desde coronación (m)					
	1 C	2 C	1 B	2 B		
Canto total (h)	120,00	120,00	120,00	120,00		mm
Canto útil (d)	70,00	70,00	70,00	70,00		mm
As (armadura traccionada, a flexión)	785,40	785,40	785,40	785,40		mm <sup>2</sup>
VRd,c	80,31	80,31	80,31	80,31		kN
Solicitación = Vd	0,00	27,55	0,00	21,44		kN
Aprovechamiento	0,00%	34,31%	0,00%	26,69%		

5.1.3. Comprobación ELS fisuración (empuje agua)

	Altura desde coronación (m)					
	1 C	2 C	1 B	2 B		
Canto total (h)	120,00	120,00	120,00	120,00		mm
l	14400	14400	14400	14400		cm4
W	2400	2400	2400	2400		cm3
fcf,m	3,51	3,51	3,51	3,51		N/mm <sup>2</sup>
fdcm,h	5,19	5,19	5,19	5,19		N/mm <sup>2</sup>
Mi	12,48	-12,48	12,48	-12,48		mkN
Mk	0,00	-7,41	0,00	-5,23		mkN
Ancho fisura:						
Ec	35220,48	35220,48	35220,48	35220,48		
n=Es/Ec	5,68	5,68	5,68	5,68		
p1	0,01122	0,01122	0,01122	0,01122		
p2	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		
n - p1	0,06371	0,06371	0,06371	0,06371		
x/d (sin armadura comprimida)	0,29890	0,29890	0,29890	0,29890		mm
x (sin armadura comprimida)	20,92	20,92	20,92	20,92		mm
x/d (con armadura comprimida)	0,29890	0,29890	0,29890	0,29890		mm
x (con armadura comprimida)	20,92	20,92	20,92	20,92		mm
Ac,eff	33,026	33,026	33,026	33,026		mm <sup>2</sup>
pp,eff	0,02378	0,02378	0,02378	0,02378		mm
Sr,max	292	292	292	292		mm
It	1,94E+07	1,94E+07	1,94E+07	1,94E+07		mm <sup>4</sup>
ot	0,00E+00	8,00E+00	0,00E+00	5,65E+00		N/mm <sup>2</sup>
os	0,00	106,59	0,00	75,23		N/mm <sup>2</sup>
fdcm	3,51	3,51	3,51	3,51		N/mm <sup>2</sup>
tsm - tcrn	0	0,000319757	0	0		mm
wk	0,00	0,00	0,00	0,00		mm
wmax	0,20	0,20	0,20	0,20		mm

136

5.2. ANÁLISIS TRANSVERSAL (Flexión transversal)

5.2.1. Comprobación ELU solicitaciones normales - Flexión vertical del muro

	Altura desde coronación (m)					
	1 C	2 C	1 B	2 B		
Canto total (h)	120,00	120,00	120,00	120,00		mm
Canto útil (d) (flexión negativa)	60,00	60,00	59,00	60,00		mm
Canto útil (d) (flexión positiva)	60,00	60,00	61,00	60,00		mm
b (Ancho de la faja de análisis)	1,00	1,00	1,00	1,00		mm
ylim	29,61	29,61	29,12	29,61		mm
zlim	45,20	45,20	44,44	45,20		mm
Mlim	35,69	35,69	34,51	35,69		mkN
Md	7,37	7,51	-33,99	-31,39		mkN
Uo	1600,00	1600,00	1573,33	1600,00		kN
Us1	127,97	130,42	759,44	658,72		kN
Armado necesario = As1	294,33	299,95	1746,72	1515,07		mm <sup>2</sup>
Armado disponible	785,40	785,40	1.916,37	1.570,80		mm <sup>2</sup>
Aprovechamiento	37,47%	38,19%	91,15%	96,45%		%

5.1.2. Comprobación ELU solicitaciones tangenciales (empuje agua)

	Altura desde coronación (m)					
	1 C	2 C	1 B	2 B		
Canto total (h)	120,00	120,00	120,00	120,00		mm
Canto útil (d)	60,00	60,00	59,00	60,00		mm
As (armadura traccionada, a flexión)	785,40	785,40	1.916,37	1.570,80		mm <sup>2</sup>
VRd,c	76,11	76,11	101,88	95,90		kN
Solicitación = Vd	0,00	0,00	87,90	84,92		kN
Aprovechamiento	0,00%	0,00%	86,28%	88,55%		

137

5.2.3. Comprobación ELS fisuración (empuje agua)

	1 C		2 C		Altura desde coronación (m)		
	1 B	2 B	1 B	2 B	1 B	2 B	
Canto total (h)	120.00	120.00	120.00	120.00			mm
I	14400	14400	14400	14400			cm4
W	2400	2400	2400	2400			cm3
fdt,m	3,51	3,51	3,51	3,51			N/mm2
fctm,fl	5,19	5,19	5,19	5,19			N/mm2
Mf	12,46	12,46	-12,46	-12,46			mKN
Mk	5,46	5,56	-25,18	-23,25			mKN

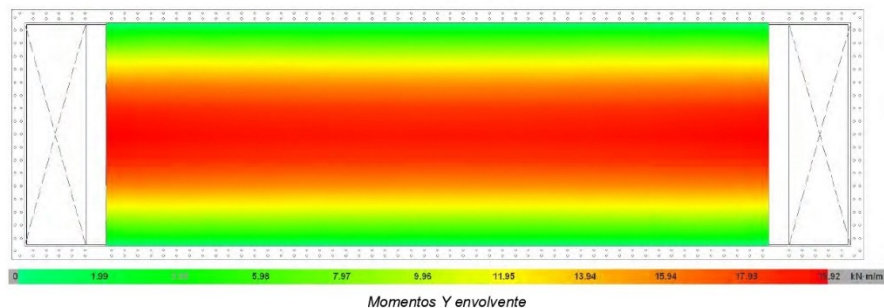
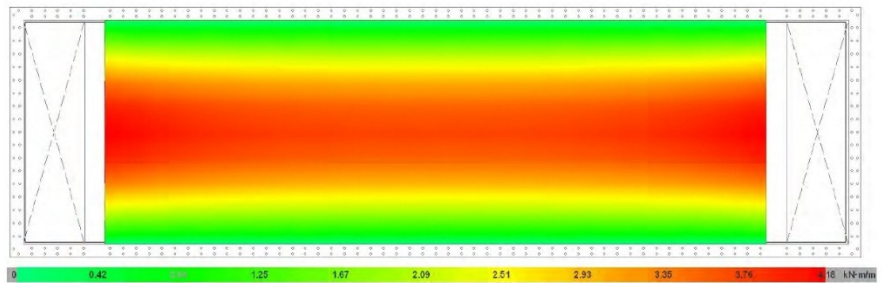
Ancho fisura:

	35220.46	35220.46	35220.46	35220.46	
Ec	35220.46	35220.46	35220.46	35220.46	
n=Es/Ec	5,68	5,68	5,68	5,68	
p1	0,01309	0,01309	0,03248	0,02618	
p2	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	
n-p1	0,07433	0,07433	0,18444	0,14866	
x/d (sin armadura comprimida)	0,31834	0,31834	0,45031	0,41652	
x (sin armadura comprimida)	19,10	19,10	26,57	24,99	mm
x/d (con armadura comprimida)	0,31834	0,31834	0,45031	0,41652	
x (con armadura comprimida)	19,10	19,10	26,57	24,99	mm
Ac,eff	33,633	33,633	31,144	31,670	mm2
pp,eff	0,02335	0,02335	0,06153	0,04960	
Sr,max	260	260	211	221	mm
lf	1,96E+07	1,96E+07	3,72E+07	3,23E+07	mm4
oc	5,33E+00	5,43E+00	1,80E+01	1,80E+01	N/mm2
os	64,81	66,00	124,54	143,23	N/mm2
fdm	3,51	3,51	3,51	3,51	N/mm2
esm - fcm	0,000194428	0,000198	0,0004688	0,0005348	
wk	0,00	0,00	0,10	0,12	mm
wmax	0,20	0,20	0,20	0,20	mm

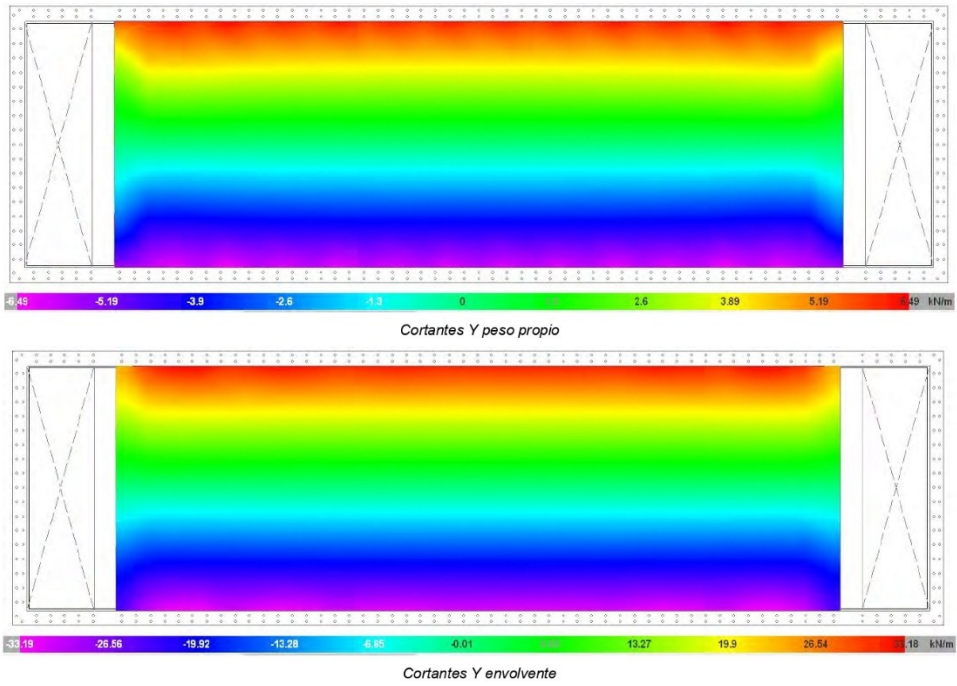
138

**Tapa:**

**Esfuerzos**



139



140

#### 4. ESFUERZOS

##### 4.1. EMPUJE AGUA (h=500cm desde base)

Peso específico agua: 10,00 kNm<sup>3</sup>

	Altura desde coronación (m)							
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
	Enterrado							
Cortante Vertical (kNm)	37.20							
Cortante Horizontal (kNm)	0.00							
Momento Vertical (kNm/m)	22.60							
Momento Horizontal (kNm/m)	0.00							
	Aéreo							
Cortante Vertical (kNm)	0.00							
Cortante Horizontal (kNm)	0.00							
Momento Vertical (kNm/m)	0.00							
Momento Horizontal (kNm/m)	0.00							
	Combinación de esfuerzos enterrado							
Cortante Vertical (kNm)	50.22							
Cortante Horizontal (kNm)	0.00							
Momento Vertical (kNm/m)	30.51							
Momento Horizontal (kNm/m)	0.00							
	Combinación de esfuerzos aéreo							
Cortante Vertical (kNm)	0.00							
Cortante Horizontal (kNm)	0.00							
Momento Vertical (kNm/m)	0.00							
Momento Horizontal (kNm/m)	0.00							

141

**Armados**

**3. ARMADO**

**3.1. ARMADO VERTICAL (cara interior)**

		Altura desde coronación (m)									
		1 C									
Armado vertical	nº barras tipo 1	7									
	Ø barras tipo 1 (mm)	12									
	sa armadura tipo 1 (mm2)	791,68									
Armado horizontal	nº barras tipo 2										
	Ø barras tipo 2 (mm)										
	sa armadura tipo 2 (mm2)	0,00									
Armado horizontal	nº barras tipo 3	7									
	Ø barras tipo 3 (mm)	12									
	sa armadura tipo 3 (mm2)	791,68									
Area armadura total horizontal (mm2):		791,7									
Area armadura total vertical (mm2):		791,7									

Recubrimiento mínimo cara interior:	45,00 mm	Ancho de fisura admisible cara interior:	0,20 mm
Recubrimiento mínimo cara exterior:	30,00 mm	Ancho de fisura admisible cara exterior:	0,20 mm
Posicionamiento armadura Armadura externa	Paralela a paramento interior		
	Arm Longitudinal		

142

**Comprobación de secciones**

**5.2. ANALISIS TRANSVERSAL (Flexión transversal)**

**5.2.1. Comprobación ELU solicitaciones normales - Flexión vertical del muro**

		Altura desde coronación (m)									
		1 C									
Canto total (h)	230,00										mm
Canto útil (d) (flexión negativa)	51,00										mm
Canto útil (d) (flexión positiva)	179,00										mm
b (Ancho de la faja de análisis)	1,00										
y <sub>lim</sub>	88,33										mm
z <sub>lim</sub>	134,83										mm
M <sub>lim</sub>	317,61										mkN
M <sub>d</sub>	30,51										mkN
U <sub>o</sub>	4773,33										kN
U <sub>s1</sub>	173,60										kN
Armado necesario = As1	399,29										mm2
Armado disponible	791,68										mm2
Aprovechamiento	50,44%										%

**5.1.2. Comprobación ELU solicitaciones tangenciales (empuje agua)**

		Altura desde coronación (m)									
		1 C									
Canto total (h)	230,00										mm
Canto útil (d)	179,00										mm
As (armadura traccionada, a flexión)	791,68										mm2
VRd,c	116,90										kN
Solicitación = Vd	50,22										kN
Aprovechamiento	42,96%										%

143

5.2.3. Comprobación ELS fisuración (empuje agua)

		Altura desde coronación (m)								
	1 C									
Canto total (h)	230.00									mm
I	101392									cm4
W	8817									cm3
fct,m	3.51									N/mm2
fctm fl	4.81									N/mm2
Mf	42.38									mKN
Mk	22.60									mKN
Ancho fisura:										
	Ec	35220.46								
n=Es/Ec		5.68								
ρ1		0.01552								
ρ2		0.00000								
n - ρ1		0.08815								
x/d (sin armadura comprimida)		0.34088								
x (sin armadura comprimida)		17.38								mm
x/d (con armadura comprimida)		0.34088								
x (con armadura comprimida)		17.38								mm
Ac,eff		70.872								mm2
pp,eff		0.01117								
Sr,max		771								mm
If		1.33E+08								mm4
σc		2.96E+00								N/mm2
σs		156.33								N/mm2
fctm		3.51								N/mm2
esm - ccm		0.000488987								
wk		0.00								mm
wmax		0.20								mm