



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

Proyecto básico para depósito de suministro de agua potable en Chilches (Castellón)

Anejo 3 Estudio de soluciones

ÍNDICE

1. Introducción	2	
2. Normativa y recomendaciones utilizadas	2	
2. Ámbito de actuación.....	3	
3. Alternativa 0	3	
4. Ubicación	4	
4.1 Condicionantes.....	4	
4.2 Situación escogida	4	
5. Asiento del depósito.....	5	
5.1 Apoyado completamente en terreno natural	5	
5.2 Apoyado en terreno natural y terraplén.	5	
6. Estudio de soluciones.....	5	
6.1 Criterios generales y de diseño.....	5	
6.1.1 Geometría.....	5	
6.1.2 Materiales y Técnicas.....	6	
6.1.3 Posición Respecto al Terreno.....	6	
6.1.4 Coste de la obra.....	6	
6.1.5 Impacto Ambiental	7	
6.1.6 Mantenimiento y Reparaciones (durabilidad)	7	
6.2 Ponderaciones de los criterios.....	7	
6.3 Condicionantes	7	
6.4 Posibles soluciones.....	7	
6.4.1 Deposito rectangular de H.A	8	
6.4.2 Deposito rectangular compartimentado	9	
6.4.3 Deposito circular de H.A	11	
6.4.4 Doble deposito circular de H.A	12	
7. Valoración de las soluciones.....	13	
8. Solución escogida	15	

1. Introducción

El presente documento será determinante en la toma de decisiones en la elección de la solución óptima para la construcción del depósito. En él se van a estudiar diferentes alternativas y su viabilidad, también se valorarán y criticarán justificadamente cada una de sus características y, por último, se escogerá la solución que presente mejor valoración final.

Escogeremos la solución que mejores características proporcione al proyecto y para ello nos guiaremos por un análisis multicriterio en el cual se valorarán las características y/o criterios remarcando los más significantes de la obra en cada una de sus posibles soluciones. Asignando diferentes pesos según su importancia dentro del ámbito de actuación previsto y obteniendo así una solución final de la obra que más se adecue a los requerimientos.

2. Normativa y recomendaciones utilizadas

Documentos en los que se ha apoyado el alumno para la realización del documento:

- **EHE-08**, Instrucción de hormigón estructural.
- **CTE**, Código Técnico de la Edificación
 - DB-SE, Documento Básico, Seguridad Estructural
 - DB-SE-C, Cimientos
 - DB-SE-AE, Acciones en la Edificación
- **NCSE-2**, Norma de Construcción Sismorresistente
- **Guía técnica sobre depósitos para abastecimiento de agua potable.** CEDEX.
- **Recomendaciones sobre depósitos de agua potable.** AEAS (Asociación Española de Abastecimiento de agua y saneamiento).
- **Hormigón Armado.** Jiménez Montoya.
- **Guía para el diseño y proyecto de depósitos.** Mancomunidad de los Canales Del Taibilla.

3. Ámbito de actuación

La zona donde se requiere la obra es el término municipal de Chilches, situado al sur de la provincia de Castellón y prácticamente limítrofe con la provincia de Valencia.



4. Alternativa 0(No actuación)

Este apartado del estudio de soluciones se debe considerar el funcionamiento de la red de distribución sin la construcción del depósito.

A falta de datos con los que trabajar ya que este proyecto se engloba dentro de otro de mayor envergadura. No se disponen de datos para la elaboración de este supuesto, se entiende que este estudio viene elaborado en el proyecto del que depende el depósito.

En este caso la no actuación se entiende como la no construcción del depósito y dejar la conducción directamente conectada a la red de distribución de la población. Por lo tanto, no se dispondría de la utilidad del depósito, que es la aportación de presión extra durante las horas con picos de consumo que provocan que, la demanda que se genera en ese intervalo de tiempo sobrepase la capacidad de suministro de la red(regulación).

5. Ubicación

Se estudiará una solución en la que se permita la construcción del depósito y este sea funcional, evitando problemas o gastos innecesarios por falta de presión para el suministro.

5.1 Condicionantes

Los factores para su ubicación y que se deben cumplir son:

- Alimentación del depósito por gravedad
- Alimentación de la red de distribución por gravedad
- Capacidad portante del terreno
- Impacto ambiental

A continuación, se exponen los requisitos que se exigen para la construcción por el “proyecto general de abastecimiento desde la desaladora de Moncófar” para el correcto funcionamiento del depósito y que definirán la zona más adecuada donde poder ubicarlo:

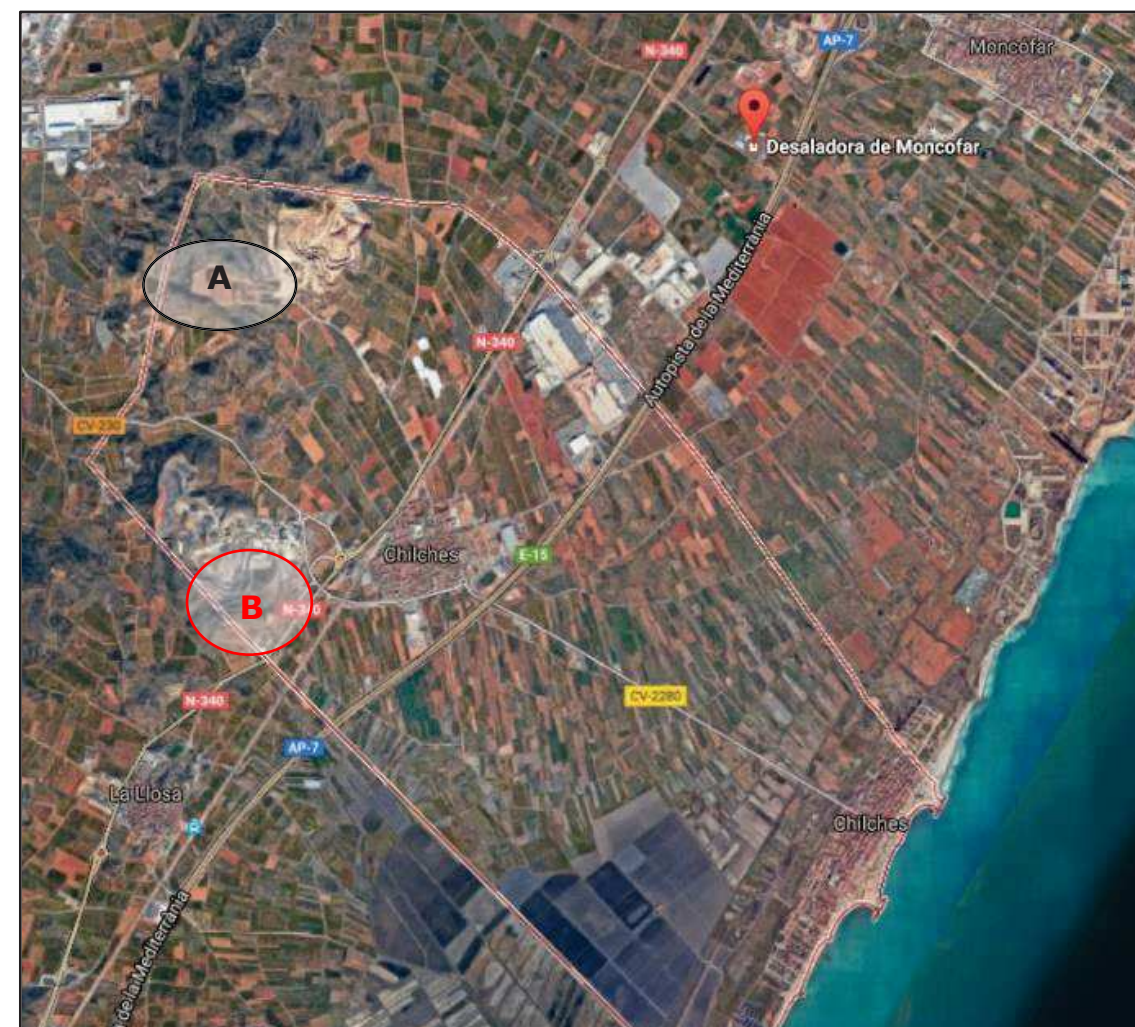
- ✓ Cota de la solera del depósito situada por encima de los 38 msnm
- ✓ Próximo a la conducción existente de la desaladora de Moncófar

5.2 Situación escogida

Con los datos previos que garantizan presión y menor coste por no necesitar conducciones de gran longitud, ni la instalación de bombas para su funcionamiento. Ya se puede realizar una valoración inicial de la que se cumplan estas premisas y que establecerán una hipótesis de ubicación.

La conducción discurre ligeramente paralela a la N-340 desde la desaladora de Moncófar atravesando el termino de Chilches de norte a sur por su lado más interior y opuesto a la costa. Por lo que se establece que el depósito no debería alejarse de esta carretera para así situarse lo más cerca posible de la conducción.

Con estos datos y respetando la segunda condición de cota, se observan dos zonas elevadas que cumplen con la altura necesaria donde se puede situar el depósito. Una de ellas más al norte señalada en negro (A) en la imagen 2 y otra pegada a la autovía N-340 muy próxima a la zona urbana señalada en rojo (B).



1. CHILCHES. GOOGLE MAPS.

La opción B es la que presenta mejores condiciones para su ubicación. Por lo tanto, la que se escogerá para el estudio de ahora en adelante, más concretamente se situará cerca de la carretera CV-230 a poca distancia de la N-340.

Las propiedades geológicas y geotécnicas del terreno que se requerirán para sus comprobaciones pertinentes y validez en cuanto a su localización. Se justificarán en el anejo 2: Geología y geotecnia.

6. Emplazamiento del depósito

El depósito, se establece a media ladera debido a la pendiente de la montaña. Pero esto es objeto de estudio, ya que según si apoyamos completamente la base del depósito o si lo apoyamos a medias entre el terreno natural y terraplén, se obtiene un resultado de cimentación distinto.

6.1 Apoyado completamente en terreno natural

Para esta situación y con el terreno competente que nos encontramos en la situación escogida (roca caliza). La mejor solución para la cimentación se establece por zapatas corridas y solera, cosa que es más económica que realizar una losa de cimentación. En cambio, si enumeramos las desventajas nos daremos cuenta de que no parece la mejor solución.

Si apoyamos completamente el depósito y con la pendiente que tenemos en la montaña tenemos desmontes en la montaña de algo menos de 20 metros, ya tenemos una razón por la que veríamos incrementado el precio de la obra al tener que tomar medidas para mantener semejante talud en desmonte. Además, no nos olvidemos de que estamos tratando con un depósito de agua lo que equivale a una estanqueidad óptima y con la solución de construir una cimentación de este tipo conlleva la aparición de demasiadas juntas por las que se pueden producir pérdidas.

6.2 Apoyado en terreno natural y terraplén.

La solución en este caso para la cimentación sería de losa de cimentación. Es una solución más cara, pero con un mejor comportamiento debido al apoyo que se ha generado, estamos buscando rigidez para evitar fisuras y/ roturas por los asentamientos diferenciales que se puedan producir entre el terreno natural y el terraplén. Además, esta solución nos está evitando gran cantidad de juntas en la cimentación que es lo que buscamos en este tipo de obras. Por último y no menos importante el importante descenso de la altura en el desmonte de ladera, conseguimos disminuir hasta la mitad esta altura.

Por lo tanto, nos decantamos por apoyar el depósito en el terreno natural y el terraplén con losa de cimentación, y generando desmonte y terraplén con alturas prácticamente iguales.

7. Estudio de soluciones

Para poder elegir una solución óptima, se necesita conocer las propiedades o criterios referentes al depósito que resultaran de mayor interés. En este caso y ya con la ubicación establecida, estos irán condicionados por el diseño, la tipología estructural y sus características. Es muy importante establecer una correcta caracterización y evaluación de estos para obtener un resultado final óptimo.

7.1 Criterios generales y de diseño

A continuación, se exponen los criterios de mayor importancia para la elaboración de la solución óptima:

7.1.1 Geometría

Las imposiciones geométricas deben asegurar suficiente capacidad y reserva de agua, garantizando que el depósito de un servicio sin cortes de suministro ni problemas derivados como averías.

A pesar de que la lógica y economía nos aseguran que con mayores calados ocuparemos menor área al mismo tiempo que reducimos el coste de la obra, ya que necesitaremos menor superficie construida, intervienen determinados factores que no mejoraran con un depósito de gran altura, como son: exigencias estructurales más resistentes, mayores posibilidades de sufrir fugas al producirse mayores presiones y los trabajos de limpieza se dificultan.

Por otra parte, la geometría óptima es la que, dados volumen y cota nos permita obtener el perímetro mínimo, es decir los de planta cilíndrica, aunque se debe estudiar su coste en comparación con los rectangulares.

Los rectangulares por razones constructivas son los que más se suelen emplear. Esta solución se puede plantear con tabiques guía para facilitar la circulación del agua sin estancamientos y/o con tabiques separadores, realizando dos depósitos separados que faciliten las labores de mantenimientos con un depósito de reserva.

Valoraremos por optimización del espacio respecto de la geometría dando un 0 al menos optimo y un 10 al óptimo.

7.1.2 Materiales y Técnicas

No se tendrán en cuenta ni depósitos metálicos por su cercanía al mar (problemas de corrosión), tampoco los plásticos por ser estos limitados en cuanto a su volumen, y los prefabricados de una sola pieza por las mismas razones que los plásticos. Por lo tanto, se estudiarán las siguientes alternativas de hormigón:

- Hormigón armado: Sus principales ventajas son, la facilidad constructiva respecto de las otras tipologías con hormigón y el factor económico, si se realizan adecuadamente puede tener muy buena estanqueidad pudiendo reducir la cantidad de juntas respecto de otras tipologías. Sus inconvenientes son los típicos del hormigón armado. Para que el hormigón sea optimo habrá que construir bien, gestionando y controlando la ejecución de la obra in situ, pero sobre todo rematar con un curado adecuado que garantice las características del material. Otra de sus desventajas es el tiempo, esta obra se prevé construirla in-situ excepto la ferralla que suele realizarse en fábrica y la cubierta que será prefabricada, por lo que su tiempo de ejecución será más prolongado respecto de una solución prefabricada.
- Hormigón pretensado: La principal ventaja de esta técnica es la reducción de espesores en los muros e incluso reducir el número de juntas con mayor volumen y con menos superficie, al conseguir mayores alturas. La compresión que ejercen los cordones sobre las juntas puede aumentar la estanqueidad del conjunto. A pesar de esto, se requieren mayores inversiones. Generalmente se usa esta tipología para aumentar el trabajo del hormigón, por lo que podremos conseguir mayores alturas con menores superficies. Además, requieren mayores gastos de mantenimiento. Y se pueden realizar tanto con hormigón in situ como con prefabricado.
- Hormigón prefabricado: Esta tipología se recomienda por su rapidez constructiva siempre que la obra lo requiera, aunque es un método más caro que el hormigón in situ, se pueden valorar soluciones industrializadas muy competitivas. Su principal inconveniente, es que deberá garantizar la estanqueidad optima y las juntas que deberán realizarse con especial atención, sin olvidar que requiere mayor planificación para el montaje de las piezas y que

necesitan un acceso más restrictivo de los transportes y grúas al emplazamiento de las obras.

Escogeremos la opción de hormigón in situ ya que no se han impuesto plazos de ejecución para la construcción, ni tampoco se ve la necesidad de aumentar el coste innecesariamente con el hormigón pretensado. Además, es la técnica que más se utiliza y con técnicas muy trabajadas en general.

7.1.3 Posición Respecto al Terreno

Criterio que depende de las características del terreno, la topografía y el impacto ambiental.

- Enterrado: se sitúan totalmente bajo la superficie del terreno y por ello como ventaja conserva la temperatura del agua sin mucha variación y el que menor impacto visual provoca de las tipologías que se verán. Su empleo es preferible en terrenos con cota suficiente y de fácil excavación. Su principal inconveniente es la cantidad de terreno a excavar y la ocultación de posibles filtraciones.
- Semienterrado: Parte del depósito se encuentra enterrada y la otra por encima del terreno. Es una combinación de características entre el tipo enterrado y el superficial.
- Superficial: Colocados sobre la superficie del terreno se exigirán terrenos competentes duros. Al contrario que el enterrado es vulnerable a las exigencias meteorológicas y de impacto visual, pero sus ventajas son: filtraciones visibles, instalaciones de tuberías más económicas, etc. En general se trata de una construcción y mantenimiento más económicos.

Según el estudio geotécnico nos encontramos con terreno de roca caliza competente y por ello se recomienda superficial.

7.1.4 Coste de la obra

Criterio que se evaluará según un breve cálculo estimado de las unidades que se consideran más relevantes, dando un presupuesto inicial de lo que puede costar cada una de las soluciones expuestas.

Se valorar entre 0 y 10, siendo 0 la más cara y 10 la más barata

7.1.5 Impacto Ambiental

Se debe respetar la estética del entorno generando el menor impacto posible, tanto en construcción como durante su vida útil, haciendo hincapié en zonas de reservas y/o protegidas.

La ubicación seleccionada se encuentra cerca de zona con algunos campos agrícolas, por lo que se tendrá especial atención en no interferir en su funcionamiento habitual. es decir, se prestará atención al polvo generado durante su construcción. Al tratarse de zona rural se debe interferir lo menos posible y respetar el valor ecológico si lo hubiera.

Todos estos valores ambientales se respetarán atendiendo a las necesidades del proyecto de la forma menos agresiva posible sobre el medio. Para ello si fuese necesario, se deberá realizar el estudio ambiental que garanticen una correcta actuación, y que la construcción de la obra sea lo menos agresiva posible, la gestión de estos estudios ambientales queda fuera del objeto de este TFG, aunque se darán unas pinceladas en el anejo dedicado a impacto ambiental.

Se valorará entre 0 y 10, siendo 10 la que menos afecte al entorno y 0 la que más. (este criterio será muy subjetivo, el estudio de impacto ambiental se trata de forma breve para no extender demasiado el TFG).

7.1.6 Mantenimiento y Reparaciones

El mantenimiento se considera un criterio importante, el depósito debe ser autosuficiente sin una supervisión continua para desarrollar su función y debe de facilitarse el mantenimiento. Según la finalización del depósito necesitara más o menos mantenimiento. Además, serán más o menos visibles y accesibles las posibles reparaciones según la tipología y posicionamiento respecto a la cota 0 del depósito.

Como vemos es un criterio que está directamente relacionado con los otros: tipología, posición respecto al terreno, etc. Pero dada su importancia se valorará en conjunto, ya que el depósito debe de autosuficiente y facilitar las tareas de mantenimiento evitando cortes en el abastecimiento.

Se valorará con un 0 al que más inconvenientes genere frente a las tareas de mantenimiento. Consideramos un 10 al opuesto, es decir que tenga buen comportamiento para mantenimiento y reparaciones(visibilidad de fisuras, accesos, cortes de suministro, etc) .

7.2 Ponderaciones de los criterios

Se asignan ponderaciones según la importancia prevista para el tipo de infraestructura que estamos comentando:

PONDERACIONES		
A	Geometría	5%
B	Materiales y Técnicas	5%
C	Posición respecto al terreno*	----
D	Coste de la obra	30%
E	Impacto ambiental	10%
F	Mantenimiento y reparaciones(Durabilidad)	25%
G	Impermeabilidad	25%

*Este criterio viene condicionado por el estudio geotécnico. Se establece como depósito apoyado por las características del terreno (Roca), además de encontrarse a media ladera como ya vimos en el apartado 6 de este documento.

7.3 Condicionantes

Una vez establecidos los criterios que nos servirán para la elección de la solución más adecuada. A su vez, los condicionantes más importantes a respetar son:

- ✓ Volumen mínimo requerido: 5000m3
- ✓ Estanqueidad del conjunto
- ✓ Optimización del mantenimiento

7.4 Posibles soluciones

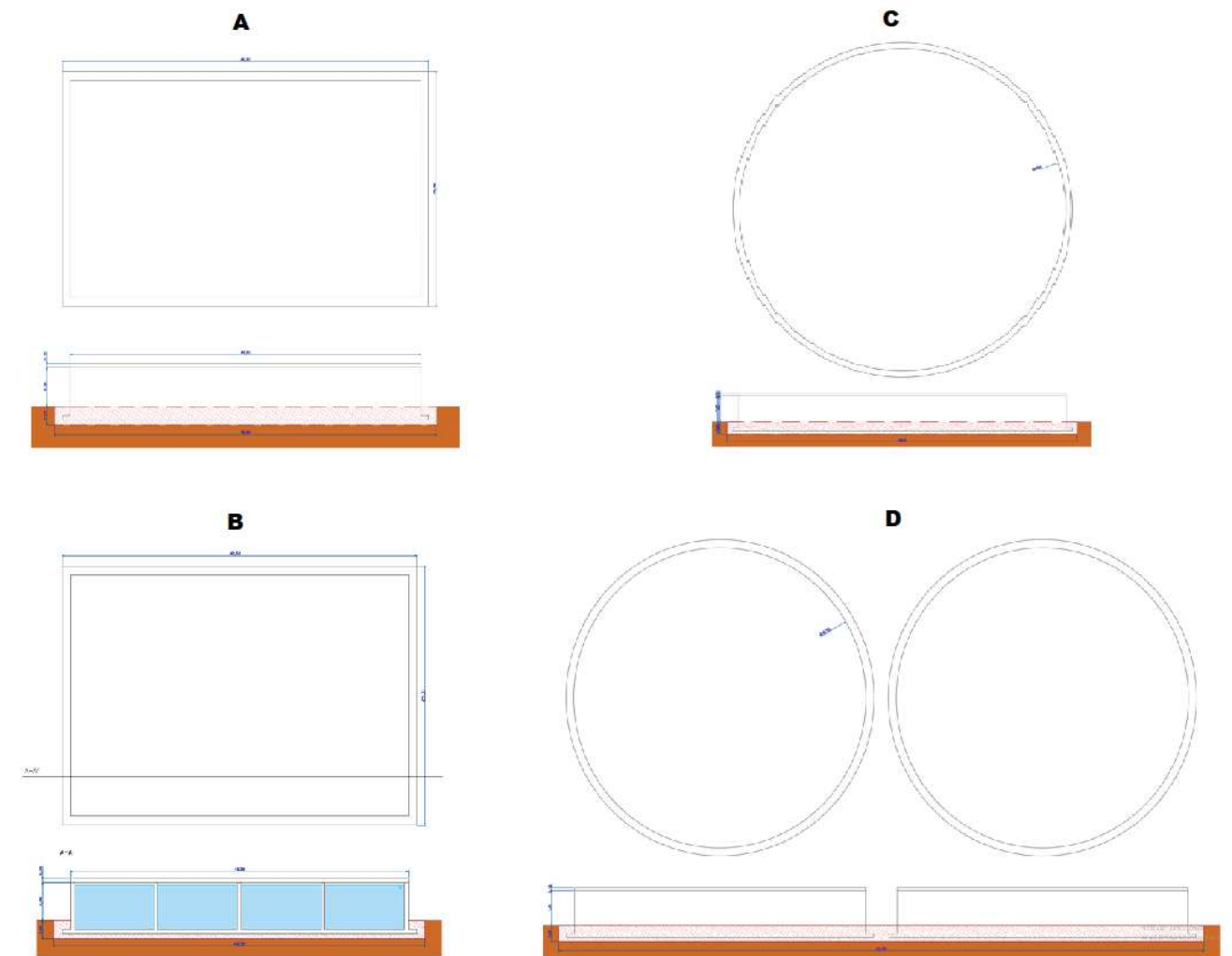
Se van a estudiar distintas soluciones que han seguido las recomendaciones de los criterios comentados anteriormente. Con ello pretendemos llegar a soluciones lo más competitivas posibles entre sí, y evitando escoger una solución que no sería el resultado óptimo.

En primer lugar, se pasa a valorar la posición respecto al terreno que, según el informe geotécnico tenemos roca, y debido a la pendiente de la ladera lo realizaremos con zona terraplenada y otra en desmante aprovechando el terreno extraído para emplearlo en el relleno.

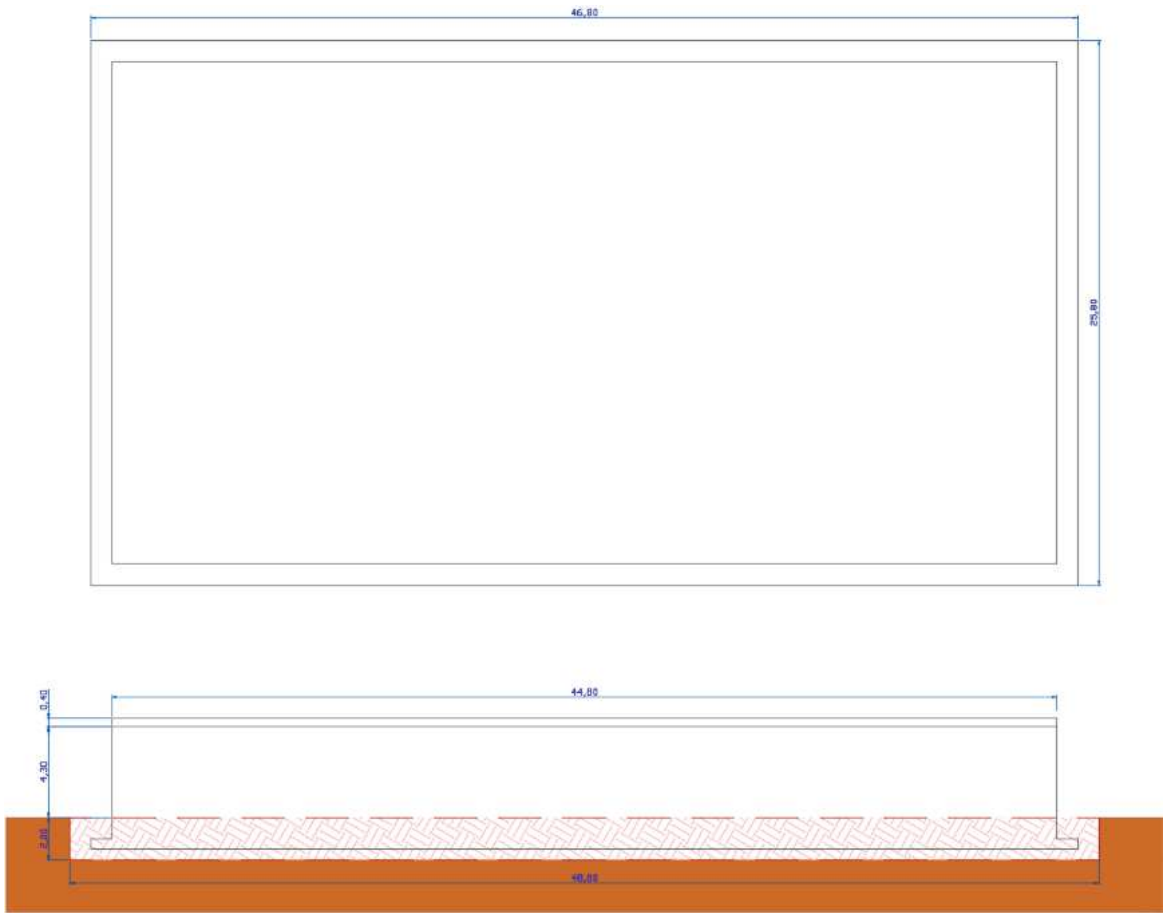
El depósito estará apoyado mediante losa de cimentación enterrada con 1m de relleno (terreno no considerado en los cálculos), ya que no se le dará demasiada importancia al impacto visual debido a que no estamos en un espacio protegido y no será necesario el aumento innecesario de coste por el movimiento de tierras, además de que al encontrarnos sobre material rocoso sería inconcebible el incremento del presupuesto de la obra para realizar la excavación.

Se descartará la opción prefabricada, ya que no se han impuesto tiempos de finalización y así evitamos el sobre coste que esta tipología conlleva, se trata de una tipología que requiere mayor especialización, además de tener un mayor número de juntas. Escogeremos la opción con hormigón armado que está más estudiada y se tiene más experiencia en general. Además, es la que más estanqueidad nos puede proporcionar con las características que nos afectan.

Se garantiza que existe un acceso adecuado y cercano a una vía de circulación principal (N-340), y no tendremos problemas de acceso a la obra.



7.4.1 Deposito rectangular de H.A



En esta primera tipología, a la que llamaremos “solución A”, resolveremos el estudio para un depósito rectangular sin separación interior por lo que no encontraremos ningún tipo de muro de compartimentación, tan solo los soportes que sostienen la cubierta.

Todas las medidas se escogen siguiendo las recomendaciones tanto del CEDEX como de la AEAS para el diseño de depósitos de agua. Para esta tipología se han propuesto las siguientes características: Capacidad: 5070m3, Superficie necesaria: 1207m2, Dimensiones exteriores: 44,8x23,8x4,7m, Altura lámina de agua: 5m, Cota del depósito: 38msnm, Espesor muros: 0,5m.

La cimentación la realizaremos mediante una losa maciza de cimentación de 0,5m de canto y con un pie de 1 m, sobre la cual apoyaran los soportes de 0,4x0,4m y el muro perimetral de 0,5m de espesor.

Estos valores de zapata y muros nos valen para el predimensionamiento así podemos obtener una valoración inicial de tipología para evaluar sin necesidad de complicar demasiado su obtención.

Para el resto de las tipologías utilizaremos los mismos valores de zapatas o losas de cimentación, con esto conseguimos obtener unos valores que sigan unas pautas acotadas de criterios y no permitan obtener resultados sin demasiadas variaciones.

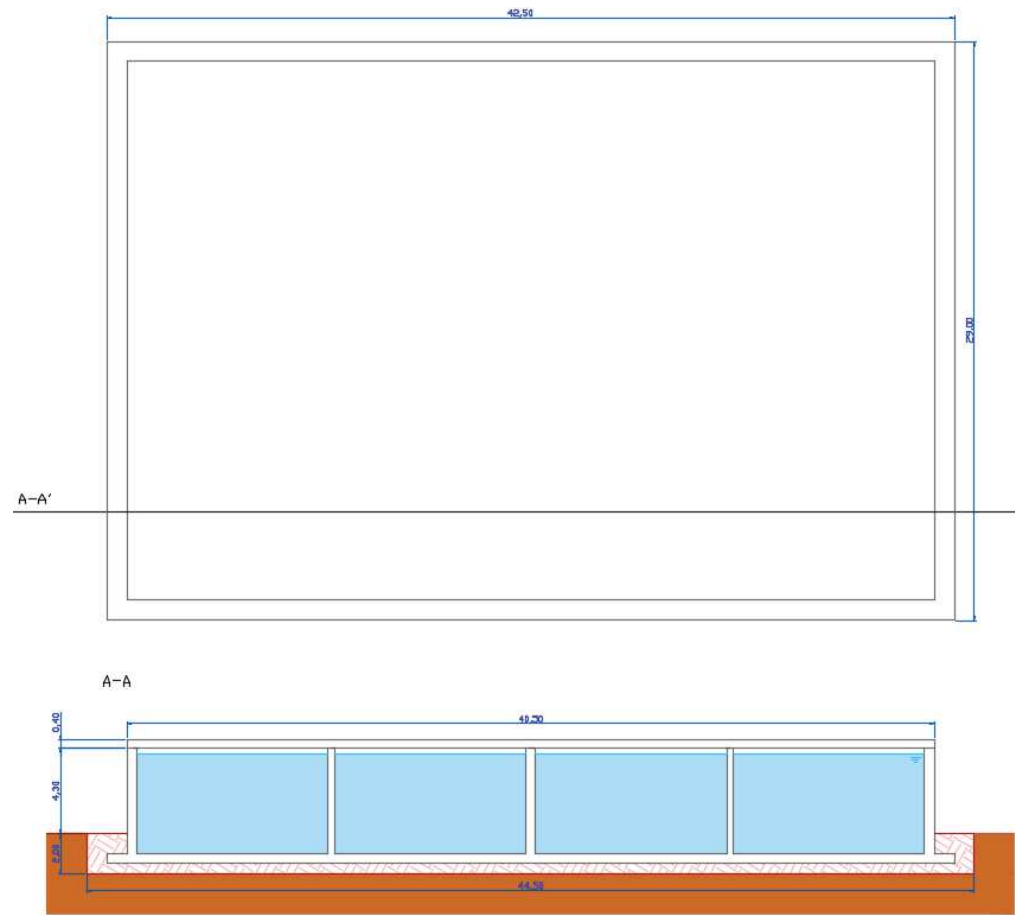
El depósito, como el resto de las soluciones, se encuentra apoyado sobre el terreno en desmonte, sin estar apoyado sobre el terraplén evitando así los problemas que ello supone. Se añadirá 1 m de tierra por encima de la zapata para no dejar esta al descubierto.

El mayor problema que encontraremos en esta solución es la falta de compartimentación interior. Por lo tanto, para realizar tareas de mantenimiento, reparación, etc. En las que se necesita vaciar el depósito, este quedara inutilizable. Habrá que tener en cuenta esta situación para no dejar sin suministro a la población de Chilches en este periodo de tiempo, llegando a desechar esta tipología si no se garantizase el suministro continuo de agua.

A pesar de lo comentado, lo estudiaremos para valorar en caso de que por costo económico no fuese rentable la construcción de un depósito dividido, pero a priori parece que no será la opción más acertada.

Descripción	Ud	€/m³	Cantidad (m³)	Total (€)
PREPARACIÓN				
Excavación en tierra	m³	3,4		
Zahorras para base	m³	25		
Hormigón de limpieza	m³	75		
TOTAL	m³	103,4	1097	113.430
HORMIGÓN LOSA CIMENTACIÓN				
Hormigón	m³	100		
Acero (80kg/m3) 80x1,2	m³	96		
Encofrados madera (suponemos 0,25 m2/m3) 0,25*15	m³	3'75		
TOTAL	m³	199,75	604	120.649
HORMIGÓN EN ALZADOS				
Hormigón	m³	100		
Acero (120kg/m3) 120x1,2	m³	144		
Encofrados madera (suponemos 0,4 m2/m3, a 2 caras) 5*15	m³	75		
TOTAL	m³	319	294	93.786
CUBIERTA PREFABRICADA				
Según luces varias(suposición)	m²	75	426	31.950
TOTAL PRESUPUESTO 1				359.815 €

7.4.2 Deposito rectangular compartimentado



En esta solución, a la que llamaremos “solución B”, resolveremos el estudio para un depósito rectangular con muro de compartimentación interior, por lo que nos encontraremos el depósito dividido en dos partes iguales, dichos muros acompañados por una serie de soportes aguantarán el peso de la cubierta.

Todas las medidas se escogen siguiendo las recomendaciones tanto del CEDEX como de la AEAS para el diseño de depósitos de agua. Para esta tipología se han propuesto las siguientes características: Capacidad: 5067m3, Superficie necesaria: 1380m2, Dimensiones exteriores: 40,5x27x4,7m, Altura lámina de agua: 5m, Cota del depósito: 38msnm, Espesor muros: 0,5m.

La cimentación la realizaremos mediante losa maciza de 0,5m de canto con pie de 1 m, sobre la cual apoyaran los soportes de 0,4x0,4m y los muros de 0,5m de espesor. Estará enterrada 1m sobre el pie de cimentación.

Estos valores de zapata y muros comunes nos valen para el predimensionamiento, y así poder obtener una valoración inicial de tipología genérico para evaluar sin necesidad de complicar demasiado sus cálculos.

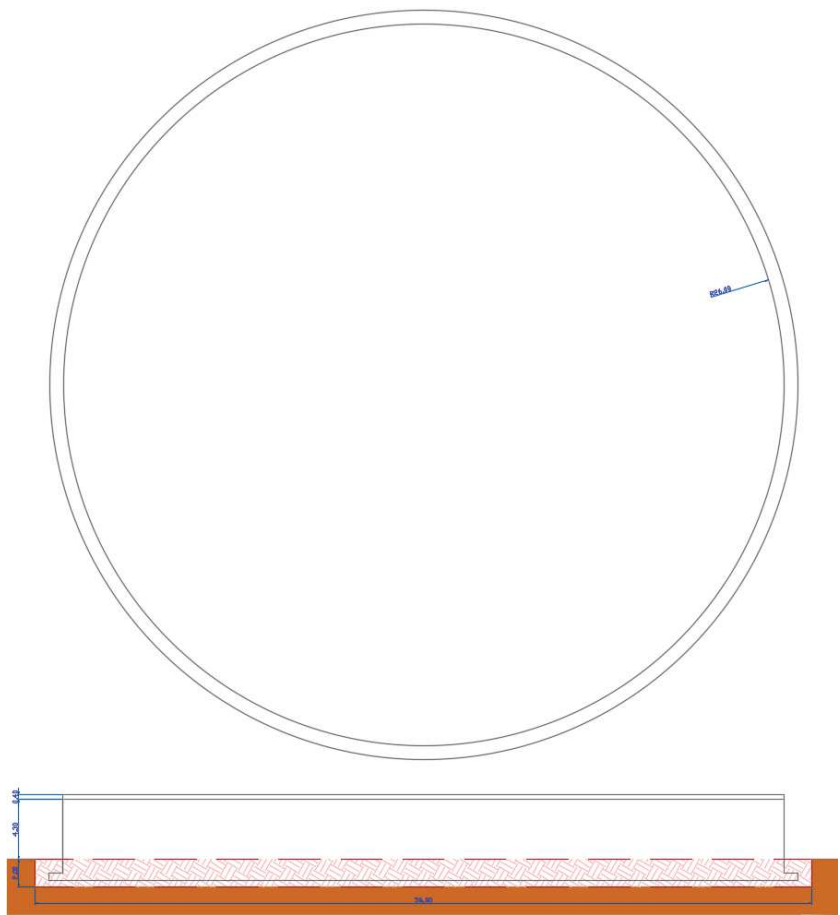
El depósito, como el resto de las soluciones se encuentra sobre terreno preparado para su apoyo, al que se le añadirá 1 m de tierra por encima del pie de zapata para no dejar esta al descubierto.

En este modelo al cual añadimos el muro que divide el depósito en dos partes iguales, estamos evitando el problema que surgía en la solución anterior. Por lo tanto, para realizar tareas de mantenimiento, reparación, etc. En las que se necesitaría vaciar el depósito, con esta solución podemos realizarlas sin necesidad de impedir el funcionamiento del depósito, ya que podemos utilizar una parte mientras se realizan los trabajos en la otra una vez vaciada. Por lo que la ventaja es considerable, debido a que en esta situación no se deja sin suministro a la población de Chilches en el intervalo de tiempo que duren los trabajos.

Comentando todo lo anterior, haremos el breve estudio económico.

Descripción	Ud	€/m³	Cantidad (m³)	Total (€)
PREPARACIÓN				
Excavación en tierra	m³	3,4		
Zahorras para base	m³	25		
Hormigón de limpieza	m³	75		
TOTAL	m³	103,4	1030	106.502
HORMIGÓN LOSA CIMENTACIÓN				
Hormigón	m³	100		
Acero (80kg/m3) 80x1,2	m³	96		
Encofrados madera (suponemos 0,25 m2/m3) 0,25*15	m³	3'75		
TOTAL	m³	199,75	616	123.046
HORMIGÓN EN ALZADOS				
Hormigón	m³	100		
Acero (120kg/m3) 120x1,2	m³	144		
Encofrados madera (suponemos 0,4 m2/m3, a 2 caras) 5*15	m³	75		
TOTAL	m³	319	294	135.894
CUBIERTA PREFABRICADA				
Según luces varias(suposición)	m²	75	426	32.775
TOTAL PRESUPUESTO 2				398.217

7.4.3 Deposito circular de H.A



En tercer lugar, se resuelve el estudio de un depósito circular de hormigón armado, al que llamaremos "solución C". Todas las medidas se adoptan siguiendo las recomendaciones tanto del CEDEX como de la AEAS para el diseño de depósitos de agua.

Para esta tipología se han propuesto las siguientes características: Capacidad: 5107m3, Superficie necesaria: 1145m2, Dimensiones exteriores: 25,5m de radio y 4,7m de altura, Altura lámina de agua: 5m, Cota del depósito: 38msnm, Espesor muros: 0,5m. La cimentación la realizaremos mediante una losa maciza de cimentación de 0,5m de canto con pie de 1 m, sobre la cual apoyaran los soportes de 0,4x0,4m y el muro perimetral de 0,5m de espesor.

Estos valores de zapata y muros nos valen para el predimensionamiento y así poder obtener una valoración inicial de tipología para evaluar el coste sin necesidad de complicar demasiado sus cálculos.

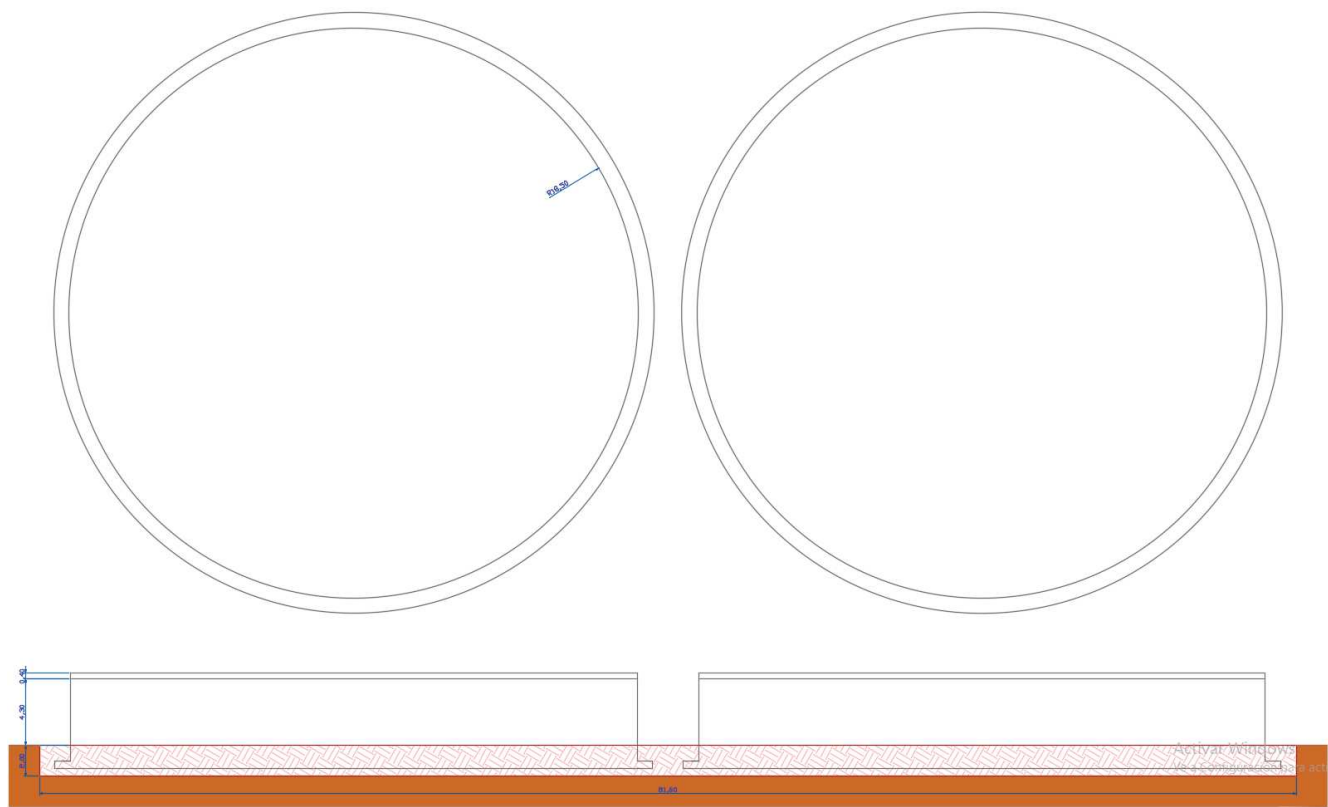
El depósito, como el resto de las soluciones, se encuentra apoyado y semienterrado sobre el terreno en desmonte, sin estar apoyado sobre el terraplén evitando así los problemas que ello supone. Se añadirá 1 m de tierra por encima del pie de la zapata para no dejar esta al descubierto.

En esta solución nos encontraremos los mismos problemas que nombramos en el primer estudio del depósito sin partición, por ello su principal desventaja será la imposibilidad de continuar con el funcionamiento del depósito durante su periodo de reparaciones de averías, posibles revisiones, etc. Debido a este problema se vería afectado el propósito del depósito, y aunque se podría derivar un flujo de agua continuo, se está perdiendo el objetivo primordial del depósito.

Pasamos a dar una valoración primaria del posible costo, aunque parece que esta opción sin posibilidad de utilización en tareas de mantenimiento, etc. no sería la más adecuada.

Descripción	Ud	€/m³	Cantidad (m³)	Total (€)
PREPARACIÓN				
Excavación en tierra	m³	3,4		
Zahorras para base	m³	25		
Hormigón de limpieza	m³	75		
TOTAL	m³	103,4	828	85.615
HORMIGÓN LOSA CIMENTACIÓN				
Hormigón	m³	100		
Acero (80kg/m3) 80x1,2	m³	96		
Encofrados madera (suponemos 0,25 m2/m3) 0,25*15	m³	3'75		
TOTAL	m³	199,75	572	114.257
HORMIGÓN EN ALZADOS				
Hormigón	m³	100		
Acero (120kg/m3) 120x1,2	m³	144		
Encofrados madera (suponemos 0,4 m2/m3, a 2 caras) 5*15	m³	75		
TOTAL	m³	319	223	71.137
CUBIERTA PREFABRICADA				
Según luces varias(suposición)	m²	75	425	31.875
TOTAL PRESUPUESTO 3				302.885

7.4.4 Doble deposito circular de H.A



Por último, en esta solución, a la que llamaremos “solución D”, resolveremos el estudio de dos depósitos circulares de hormigón armado, resolviendo el problema del depósito circular anterior de mantener el servicio de suministro, aunque se requieran actuaciones sobre los depósitos. La solución aporta dos depósitos idénticos.

Todas las medidas se escogen siguiendo las recomendaciones tanto del CEDEX como de la AEAS para el diseño de depósitos de agua. Para esta tipología se han propuesto las siguientes características: Capacidad: 5089m3, Superficie necesaria: 1194,5m2, Dimensiones exteriores: R=18m cada depósito y 4,7m de altura, Altura lámina de agua: 5m, Cota del depósito: 38msnm, Espesor muros: 0,5m.

La cimentación la realizaremos mediante una losa maciza de cimentación de 0,5m de canto y con un pie de 1 m, sobre la cual apoyaran los soportes de 0,4x0,4m.

Estos valores de zapata y muros nos valen para el predimensionamiento y así poder obtener una valoración inicial de tipología para evaluar sin necesidad de complicar demasiado sus cálculos.

El depósito, como el resto de las soluciones, se encuentra apoyado sobre el terreno en desmonte, sin estar apoyado sobre el terraplén evitando así los problemas que ello supone. Se añadirá 1 m de tierra por encima de la zapata para no dejar esta al descubierto.

Para esta construcción se requerirá de mayor cantidad de materiales y área de actuación, con consiguiente aumento del coste de la obra. Esto no nos interesa por lo que desecharemos esta solución prevaleciendo la solución B ante esta

En este modelo al cual añadimos el muro que divide el depósito en dos partes iguales, estamos evitando el problema que surgía en la solución anterior. Por lo tanto, para realizar tareas de mantenimiento, reparación, etc. En las que se necesitaría vaciar el depósito, con esta solución podemos realizarlas sin necesidad de impedir el funcionamiento del depósito, ya que podemos utilizar una parte mientras se realizan los trabajos en la otra una vez vaciada.

Comentando todo lo anterior, pasaremos a estudiarlo brevemente para valorar que por costo económico no fuese rentable la construcción de un depósito dividido, pero a priori parece que prevalecerá esta solución a la anterior.

Descripción	Ud	€/m³	Cantidad (m³)	Total (€)
PREPARACIÓN				
Excavación en tierra	m³	3,4		
Zahorras para base	m³	25		
Hormigón de limpieza	m³	75		
TOTAL	m³	103,4	968	100.091
HORMIGÓN LOSA CIMENTACIÓN				
Hormigón	m³	100		
Acero (80kg/m3) 80x1,2	m³	96		
Encofrados madera (suponemos 0,25 m2/m3) 0,25*15	m³	3'75		
TOTAL	m³	199,75	597	119.251
HORMIGÓN EN ALZADOS				
Hormigón	m³	100		
Acero (120kg/m3) 120x1,2	m³	144		
Encofrados madera (suponemos 0,4 m2/m3, a 2 caras) 5*15	m³	75		
TOTAL	m³	319	317	101.123
CUBIERTA PREFABRICADA				
Según luces varias(suposición)	m²	75	430	32.775
TOTAL PRESUPUESTO 4				353.240

8. Valoración de las soluciones

Mediante análisis multicriterio vamos a comparar las cuatro soluciones vistas valorando sus características. Con este método trataremos de escoger la solución que mejor se adapte a los aspectos relevantes de la construcción.

Para la elaboración del análisis multicriterio asignaremos una valoración inicial de 0 a 10 puntos ya previstos y comentados en este documento. Seguidamente sobre esta puntuación a cada criterio se le valorara con un peso según su importancia en esta obra, y que también se encuentran detallados en el documento en el apartado 7.1. Las puntuaciones totales finales se obtienen mediante suma y tendrán valores de entre 0 y 100 , siendo cuanto más alta mejor.

CRITERIO	PUNTUACIÓN	Sol. A	Sol. B	Sol. C	Sol. D
COSTE	0-10	7	6	10	7
MANTENIMIENTO	0-10	0	10	0	7
IMPERMEABILIDAD	0-10	7	8	7	8
I. AMBIENTAL	0-10	8	7	9	4
MAT. Y TÉCNICAS	0-10	10	9	6	6
GEOMETRÍA	0-10	8	7	10	6

Resumiremos brevemente la tabla anterior y la obtención de las puntuaciones para cada solución.

En primer lugar, se evalúa el coste de la obra con una ponderación del 30%, resulta elevado ya que es un criterio relevante en la obra. En este caso la opción más puntuada será lógicamente la más barata, es decir la solución C que obtendrá una puntuación de 10 sobre 10, y la más cara será la que menos puntuación reciba que será la solución B, a la que asignaremos un 5. Dentro de esos rangos se evalúa de manera lógica el resto de las alternativas según el costo que tienen respecto a las ya comentadas.

Continuaremos viendo el criterio de mantenimiento que tiene una ponderación del 25%, por lo que también es una característica bastante importante en el proyecto, de esta depende la funcionalidad del depósito durante las tareas de mantenimiento o cualquier reparación/reforma que

necesite. En este caso tanto la solución A como la solución C se evaluarán con una puntuación de 0, ya que para cualquier tarea que se quiera realizar, el depósito quedaría inutilizable y dejaría de funcionar. La solución D en este caso tendría muy buena adaptación ya que tenemos un depósito auxiliar mientras se realiza los trabajos en el otro, pero se entiende que al ser dos depósitos exteriores (dos obras y no una sola) puede llegar a tener más complicaciones que la solución B, que en este caso sería la que mayor puntuación recibe al tener dentro del mismo deposito ambas cámaras separadas por un muro siendo el conjunto una sola construcción y no dos como en el caso D.

Para la impermeabilidad igual que para el mantenimiento utilizaremos una ponderación del 25%, no hace falta remarcar la importancia que tiene la impermeabilidad en un depósito. En general, su correcto funcionamiento depende de esta característica. Los depósitos A y B los puntuaremos con un 7, ya que se entiende que, al tener más cantos y/o esquinas, pueden ser más susceptibles a tener fugas, lo que requerirá de más precisión y cuidado a la hora de rematar estos detalles. Al que mayor puntuación asignaremos será al depósito C, ya que esta obra carece de cantos, por lo que mejoraría este aspecto y, finalmente, al depósito D le daremos un punto menos que al anterior simplemente por la probabilidad de que al tener dos depósitos tenemos más posibilidad de que surjan fisuras por mala construcción. Nos hemos centrado en fisuraciones por obra finalizada, suponemos que se ha construido correctamente y las fisuras aparecerán por mala realización de la obra.

El criterio del impacto ambiental se le pondera con un 10%, en este apartado ya hemos disminuido nuestro interés o importancia sobre la obra. Nos encontramos en una construcción sobre un área que no afecta al entorno de manera agresiva, ya se ha comprobado según la “Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental” y en la “Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural”, que en la Comunidad de Castellón (Red Natura 2000, ZEPA, PATFOR, PNCV) y más concretamente en Chiches en el área de actuación, no se han encontrado zonas protegidas de ningún tipo. Los datos que aportamos son meramente por impacto visual, criterio algo subjetivo. Por orden la solución C es la que mayor puntuación tiene por ser la más limpia del grupo seguida por A y la B que son muy similares exteriormente, pero se entiende que la B al ser de mayor dimensión puede afectar más. Terminando con la opción D que entendemos que es la

que menos puntuación tiene por ser la que visualmente más cambio aportara al entorno al tratarse de dos construcciones y la que más extensión ocuparía.

Seguidamente pasamos a comentar los materiales y técnicas con un 5% de ponderación. Como ya se ha decidido que el depósito será de hormigón armado, esta parte no afectara demasiado a la valoración, nos centraremos en las técnicas y su dificultad. Por otra parte, entendemos que los depósitos circulares siempre pueden conllevar más problemas a la hora de su construcción por tema de encofrados circulares y material en forma curva que puede ser más complicado el trabajar con él. Por ello tanto el C como el D las valoramos con un 6. La A le asignaremos un 10 por ser la más simple y estar compuesta por cuatro muros de cerramiento y una serie de pilares soportando la cubierta. Finalmente, a la solución B le damos un 9 por que puede resultar algo más laborioso que el A por la construcción del muro divisorio.

Por último, tenemos la geometría de la obra, también con un 5%, como ya se comentó en la explicación de los criterios, la geometría que más aprovechamiento tiene es la circular, a pesar de que la de doble deposito circular no sería el caso ya que en este se ocupa demasiada superficie con la construcción de ambas estructuras. En cambio, un solo deposito circular obtendrá la mayor de las puntuaciones, y las soluciones A y B la misma al ser construcciones muy parecidas.

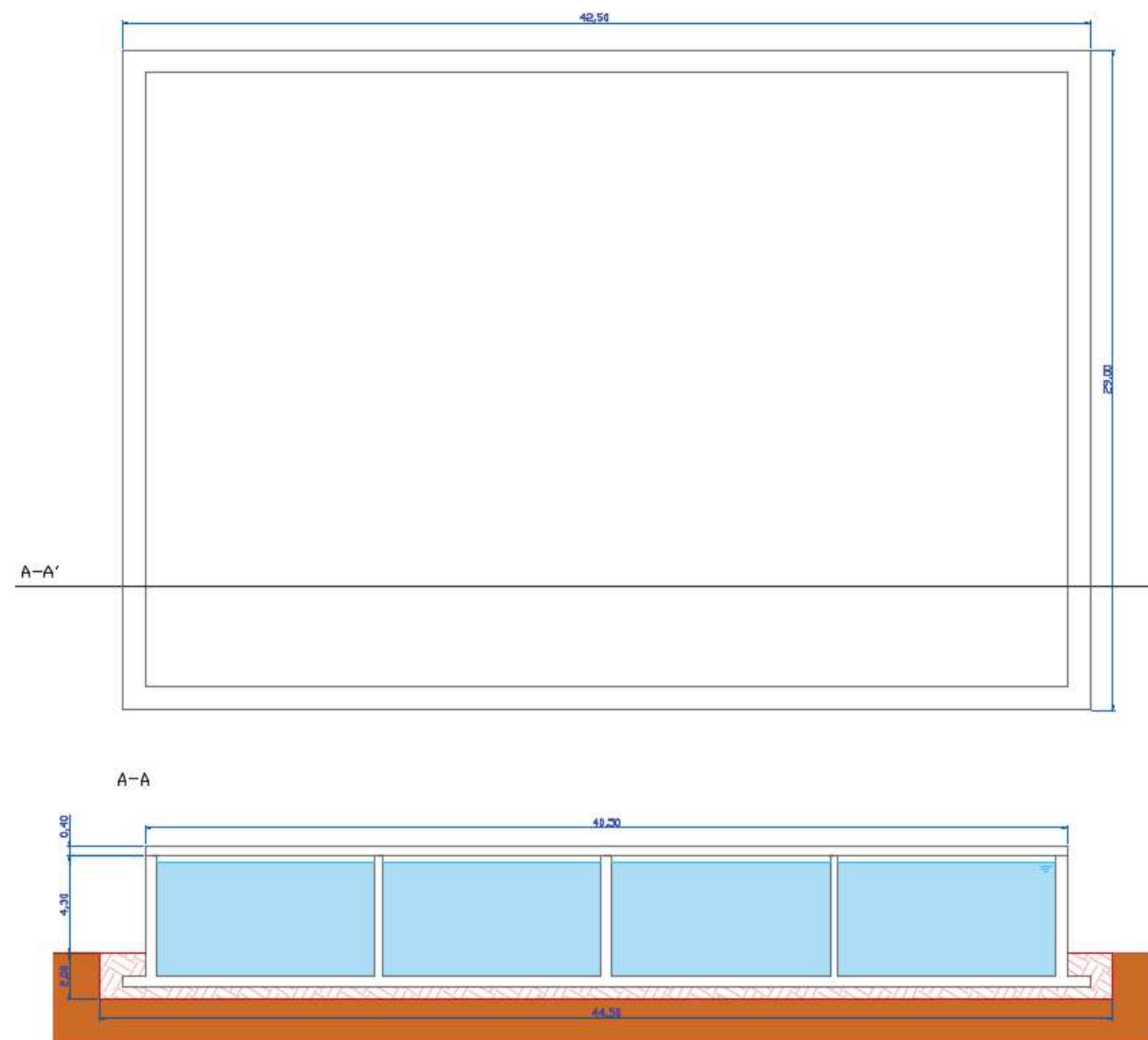
nos dicen nada respecto al mantenimiento y su necesidad, lo consideramos realmente importante como hemos ido comentando a lo largo del documento. Por ello, escogeremos la construcción de la solución B que obtiene la mayor puntuación con 85,5 puntos finales sobre 100.

CRITERIO	PESO	Sol. A	Sol. B	Sol. C	Sol. D
COSTE	30%	21	18	30	21
MANTENIMIENTO	30%	0	30	0	21
IMPERMEABILIDAD	25%	17,5	22,5	17,5	20
I. AMBIENTAL	10%	8	7	9	4
MAT. Y TÉCNICAS	5%	5	4,5	3	3
GEOMETRÍA	5%	4	3,5	5	3
		55,5	85,5	64,5	72

Una vez realizado el estudio obtenemos que la solución B es la que mejor se adapta a nuestras necesidades. Cabe destacar que la solución C tiene mayor aceptación en mayor número de criterios, pero como ya se comentó en el detalle de esta, su punto débil resulta la incapacidad de utilizar el depósito durante el mantenimiento cosa que le resta demasiado en el recuento. Aunque a priori no

9. Solución escogida

Solo queda añadir la cubierta del depósito, que, aunque no se ha comentado se optara por cubierta con losas alveolares. Estas, aunque algo más caras, presentan multitud de ventajas como rapidez y facilidad de montaje, ligereza, mayor seguridad ya que una vez colocada presentan una superficie estable y continua, y limpieza ya que no genera prácticamente material de escombros.



Ya con el estudio realizado, se ha escogido la solución para un deposito compartimentado con dos cámaras. Esta solución es la que mayor puntuación ha obtenido, por lo tanto, se entiende que es la solución que mejor se adapta a las característica y requisitos que la obra requieren.