
PROYECTO BÁSICO "DEPÓSITO DE AGUA POTABLE EN LA URBANIZACIÓN AUSIAS MARCH, CARLET (VALENCIA)"

Agosto de 2016

DOCUMENTO Nº 1: MENORIA Y ANEJOS

ANEJO Nº 5:

ESTUDIO DE SOLUCIONES

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.

2.- DATOS.

3.- SOLUCIONES.

4.- DIMENSIONES.

5.- CONCLUSIÓN.

1.- INTRODUCCIÓN.

La Urbanización Ausias March, está incluida en el término municipal de Carlet, en la actualidad se compone de tres zonas: la zona ya consolidada desde 1980 (en adelante Ausias March I) con una superficie de 276.500 m²; la zona que desde 2002 está en desarrollo (en adelante Ausias March II) con una superficie de 186.964 m² y una tercera zona que viene reflejada en el desarrollo urbanístico como Zona Urbanizable con una superficie de 392.244 m².

Desde que se realizó la primera urbanización, esta se abastecía a partir de un pozo situado en la misma parcela que el depósito semienterrado existente. Depósito desde donde se impulsan hacia la red de abastecimiento mediante un conjunto de bombas gobernadas por un variador de velocidad.

La capacidad del depósito actual es de 200 m³ (con unas dimensiones de 8 x 14 m de planta y una altura de la lámina de agua de 2 metros) y en la actualidad, por problemas de nitratos, el depósito se abastece desde una nueva conducción que une la urbanización con la red de agua potable de Carlet.

Esta nueva conducción, de diámetro 250 mm, comprende la conexión de la red del polígono de Carlet con la red de la urbanización, eliminando el problema de nitratos que tradicionalmente parecía esta urbanización.

2.- DATOS.

Los datos que proporciona de la red el ayuntamiento están tomados del "Estudio a corto plazo del abastecimiento de agua potable al Municipio de Carlet" 1999, son:

| | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Volumen de agua facturada | 74.233 (m ³ /año) |
| Volumen de agua extraída del pozo | 120.802 (m ³ /año) |
| Rendimiento de la red | 61,44 % |

Para la previsión a medio plazo de consumos en la urbanización, solo tendremos en cuenta las dos zonas ya urbanizadas (Ausias March I y II). La Zona Urbanizable no la tendremos en cuenta, debido a la situación económica actual. En caso de que se desarrolle esta zona, se debería realizar un nuevo depósito específico para esta zona.

Para el cálculo de la previsión de los consumos tendremos en cuenta los siguientes datos:

- La zona consolidada tiene una superficie de 276.500 m² (60 % del total), frente a los 186.964 m² (40 %) de la zona en desarrollo.
- En el año 2012, solamente estaba construida un tercio de la zona en desarrollo (unos 61.700 m²).

Los datos del año 2012 del agua extraída del pozo, según datos de la Sociedad Española de Abastecimiento, S.A. (SEASA), empresa concesionaria del servicio de abastecimiento de Carlet, son:

| Mes | Volumen m ³ | % anual | días mes | Media diaria m ³ |
|------------|------------------------|---------|----------|-----------------------------|
| enero | 7.780 | 5,25% | 31 | 251 |
| febrero | 6.091 | 4,11% | 29 | 210 |
| marzo | 9.411 | 6,35% | 31 | 304 |
| abril | 12.672 | 8,55% | 30 | 422 |
| mayo | 13.413 | 9,05% | 31 | 433 |
| junio | 21.343 | 14,40% | 30 | 711 |
| julio | 23.091 | 15,58% | 31 | 745 |
| agosto | 23.774 | 16,04% | 31 | 767 |
| septiembre | 12.628 | 8,52% | 30 | 421 |
| Octubre | 6.151 | 4,15% | 31 | 198 |
| Noviembre | 5.899 | 3,98% | 30 | 197 |
| Diciembre | 5.958 | 4,02% | 31 | 192 |
| Total | 148.211 | 100,00% | 366 | 405 |

Tabla A5.1.- Datos del año 2012 del agua extraída, datos ayuntamiento y elaboración propia.

Por tanto, para la previsión de consumos a medio plazo supondremos:

- El consumo se mantendrá estable durante los próximos años.
- Suponemos que la parte (2/3) que falta por construir de la zona en desarrollo tendrá un consumo igual y lineal al resto.

- De los 148.211 m³ consumidos en 2012, el 82% corresponden a Ausias March I y el 18% corresponden al tercio construido de Ausias March II.
- Por tanto para realizar la previsión de consumos solamente tendremos que añadir al consumo de 2012 la previsión de consumo de los dos tercios que faltan por construir.
- Cabe recordar que la Urbanización Ausias March se compone de unifamiliares de tipología aislada, con parcelas no menores de 800 m². En la actualidad más de la mitad se dedican a primeras residencias, y se observa un incremento paulatino de las viviendas dedicadas a primera residencia.
- Tendencia que influenciará, en un futuro, a un aumento del consumo de agua fuera de la época de vacaciones. Esta tipología de viviendas ocasiona el gran consumo de agua que se desarrolla en primavera y sobre todo en verano, agua dedicada al riego de jardines y llenado de piscinas.
- Todo esto ocasiona, las segundas residencias y el riego, que se triplique el consumo de agua en agosto frente al menor consumo de diciembre.

De todos estos datos podemos concluir que la previsión de aumento de consumo a medio plazo sobre el 2012 sería:

| Mes | Volumen 2012 | Ausias I m³ | Ausias II m³ (33%) (67%) | | Previsión m³ | días mes | Media diaria |
|------------|-------------------------|-----------------------------------|--|-------|------------------------------------|---------------------|-------------------------|
| Enero | 7.780 | 6.380 | 1.400 | 2.800 | 10.580 | 31 | 341 |
| Febrero | 6.091 | 4.995 | 1.096 | 2.192 | 8.283 | 29 | 286 |
| Marzo | 9.411 | 7.717 | 1.694 | 3.388 | 12.799 | 31 | 413 |
| Abril | 12.672 | 10.391 | 2.281 | 4.562 | 17.234 | 30 | 574 |
| Mayo | 13.413 | 10.999 | 2.414 | 4.828 | 18.241 | 31 | 588 |
| Junio | 21.343 | 17.501 | 3.842 | 7.684 | 29.027 | 30 | 968 |
| Julio | 23.091 | 18.935 | 4.156 | 8.312 | 31.403 | 31 | 1013 |
| Agosto | 23.774 | 19.495 | 4.279 | 8.558 | 32.332 | 31 | 1043 |
| Septiembre | 12.628 | 10.355 | 2.273 | 4.546 | 17.174 | 30 | 572 |
| Octubre | 6.151 | 5.044 | 1.107 | 2.214 | 8.365 | 31 | 270 |
| Noviembre | 5.899 | 4.837 | 1.062 | 2.124 | 8.023 | 30 | 267 |

| | | | | | | | |
|-----------|---------|---------|--------|--------|---------|-----|-----|
| Diciembre | 5.958 | 4.886 | 1.072 | 2.144 | 8.102 | 31 | 261 |
| Total | 148.211 | 121.535 | 26.676 | 53.352 | 201.563 | 366 | 551 |

Tabla A5.2.- Previsión de consumos a medio plazo.

3.- SOLUCIONES.

Con los datos anteriores podemos plantear **tres soluciones**.

- No hacer nada y mantener el depósito actual.
- Realizar una ampliación del actual, realizando un nuevo depósito interconectado con el actual.
- Realizar un nuevo depósito, y eliminar el actual.

Para el estudio de las soluciones vamos a tener en cuenta lo que expuesto en la "GUÍA PARA EL DISEÑO Y PROYECTO DE DEPÓSITOS" de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla.

En el apartado 4. CAPACIDAD de la guía, viene las recomendaciones sobre la capacidad de los depósitos de entrega a poblaciones. Estableciendo que "para los depósitos de entrega, la capacidad útil debe de ser suficiente para la seguridad de suministro frente a los siguientes aspectos:

- Reserva ante averías
- Reserva de incendios
- Volumen de regulación, entre la aportación y el consumo

De forma orientativa el volumen ha de ser igual al consumo en 24 horas en grandes poblaciones, de 48 horas en pequeñas y nunca menor de 12 horas.

De forma orientativa, puede considerarse el volumen de reserva para averías en un 25% del consumo máximo diario.

Siguiendo este razonamiento, estableceremos la capacidad útil del sistema como:

Consumo medio diario anual + 25% del consumo máximo diario para averías

$$551 + 25\% * 1.043 \approx 800 \text{ m}^3$$

Veamos qué **soluciones** podemos **adoptar** y así poder compararlas, con el fin de escoger aquella que técnicamente sea mejor:

a) Mantener la red actual.

El depósito actual es del tipo semienterrado y se construyó a principios de los 80, conjuntamente a la zona Ausias March I. Su capacidad es de 200 m³, inferior a la recomendación de tener una capacidad mayor de 12 horas del consumo diario medio anual previsto que es de 550 m³.

Los criterios de proyecto de este depósito eran:

- La población a abastecer era menor que la previsión actual
- Se abastecía directamente de un pozo construido en la misma parcela, y por lo tanto los riesgos de averías eran mínimos.
- Los estándares de calidad de servicio eran menores, y por lo tanto exigían menores capacidades.

En la actualidad, cada uno de los puntos anteriores han cambiado:

- La población prevista a medio plazo es un 68% mayor a la prevista en los 80
- En la actualidad se abastece en su totalidad de una tubería de 250 mm. y casi tres kilómetros de longitud que une este depósito con el polígono industrial de Carlet, que está situado al final de la red de agua del municipio. Por tanto el riesgo de avería se dispara potencialmente a la distancia en que se encuentra la urbanización respecto a la red municipal.
- Como se observa en la guía consultada, los depósitos de cabecera de la red se explotan de forma que la mayor parte de su volumen es de reserva. Por tanto la calidad del servicio se eleva, al reducir al máximo el peligro de falta de suministro a la población.

Por tanto la **solución de no actuar no es razonable** a la vista de los criterios de calidad y seguridad de suministro.

b) Ampliación del depósito actual.

Otra de las soluciones es ampliar la capacidad de la red, mediante la realización de un nuevo depósito, interconectado con el actual.

Veamos las ventajas e inconvenientes que tiene esta solución.

- Por las humedades que existen en los alrededores del depósito actual, los operarios de la contrata estiman que no existen unas pérdidas apreciables, y la estructura se mantiene en buenas condiciones. No presenta, en principio ningún problema que no sea fácilmente solucionable con una pequeña intervención, consistente en impermeabilizar la solera y las paredes del depósito.
- El mantenimiento de este depósito representa una disminución del volumen del nuevo depósito. Por tanto el depósito de ampliación debería ser de 600 m³

Por tanto la solución de la ampliación es una solución razonable, y por tanto una solución a tener en cuenta.

c) Nuevo depósito y eliminación del actual.

La última de las soluciones es ampliar la capacidad de la red, mediante la realización de un nuevo depósito, eliminando el actual.

Veamos las ventajas e inconvenientes que tiene esta solución.

- Como ya hemos comentado en el punto anterior el depósito actual no presenta, en principio ningún problema que no sea fácilmente solucionable con una pequeña intervención.
- El nuevo depósito debería tener como mínimo una capacidad útil de 800 m³.

d) Solución.

La primera solución de no realizar ninguna actuación, es la más barata, ya que significa no realizar ninguna inversión, por el contrario, como se ha reflexionado en el punto a) **no es razonable** a la vista de los criterios de calidad y seguridad de suministro. Por tanto, en principio esta opción está descartada.

La segunda opción, construir un nuevo depósito de 600 m³ que amplía la capacidad del sistema, cumple con los criterios de calidad y seguridad de suministro. Y es además, una solución económica, al mantener y utilizar las actuales instalaciones, que están en perfecto uso.

La tercera opción, toda la instalación nueva, y descartar la anterior, en principio es una buena opción si las instalaciones actuales no estuvieran en buenas condiciones. Pero como no es así, es una solución más cara respecto a la segunda, y además no

mejora la calidad y seguridad del suministro. Y por tanto, es gastar más dinero, para obtener el mismo resultado.

Por todo lo anterior, la **solución de la ampliación** es una solución razonable, y por tanto es la solución que vamos a desarrollar.

4.- DIMENSIONES.

La parcela municipal donde se ubicaría el nuevo depósito es aproximadamente un rectángulo de 69 metros de largo por 25 de ancho, donde se sitúan: el depósito actual, el pozo, la caseta de las bombas y un local social de uso público. En un lado de la parcela, solamente existe una zona rectangular donde se podría ubicar el nuevo depósito, este rectángulo tiene unas dimensiones de 35,44 m x 25,41 m.

Para el estudio de las dimensiones vamos a tener en cuenta lo que expuesto en la "GUÍA PARA EL DISEÑO Y PROYECTO DE DEPÓSITOS" de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla.

En el apartado 6. GEOMETRÍA de la guía, viene las recomendaciones sobre las dimensiones de los depósitos de entrega a poblaciones. Escogeremos las siguientes opciones:

- Dos vasos para facilitar las operaciones de limpieza del depósito, tal y como viene recogido en el punto 6.2. NUMERO DE CAMARAS. Esta opción, conlleva que *"los depósitos de dos cámaras serán rectangulares"*.
- De superficie, para mitigar los posibles efectos a la hora de realizar una excavación que pueda afectar al actual, que es semienterrado. Y como se especifica en el punto 6.1 ENCAJE EN ALZADO, *"En general, y para facilitar la detección de posibles fugas, siempre que sea posible se proyectarán los depósitos en superficie o exentos"*.
- El edificio del local social, que se encuentra en la misma parcela, es de aproximadamente 5 metros de altura, respecto a la zona donde se va ubicar en nuevo depósito. Por tanto escogeremos una altura similar, esto nos lleva a una altura de lámina de agua de entre 3 (altura mínima a considerar) y 4 metros ($\pm 0,50$ m. de forjado, $\pm 0,50$ m. de resguardo)
- Por normativa urbanística, toda nueva edificación deberá estar a más 7 metros del límite de las aceras y a más de 3 metros de las parcelas contiguas.

- Para mayor seguridad deberíamos alejarnos como mínimo 5 metros del depósito actual.

Estas condiciones hacen que veamos reducidas las dimensiones del rectángulo inicial, que quedaría en 21,44 x 15,41 metros.

Veamos ahora, una vez definida la zona de actuación, cuales son las dimensiones óptimas para nuestro depósito:

a) Longitud y anchura:

En el apartado 6.3. FORMA, se defiende el siguiente razonamiento:

"6.3.2. Geometría económica de depósitos rectangulares"

El volumen de almacenamiento es función de la superficie en planta y de la altura de lámina de agua. En apartado posterior se estudiará la altura económica de los muros, por lo que fijada ésta, el volumen de almacenamiento es función de la superficie.

La forma geométrica que minimiza el perímetro, para una cámara es por supuesto el cuadrado, pero para dos cámaras iguales resulta:



$$\text{Perímetro} = 4 \cdot A + 3 \cdot B$$

El área se considera fijada por la capacidad requerida.

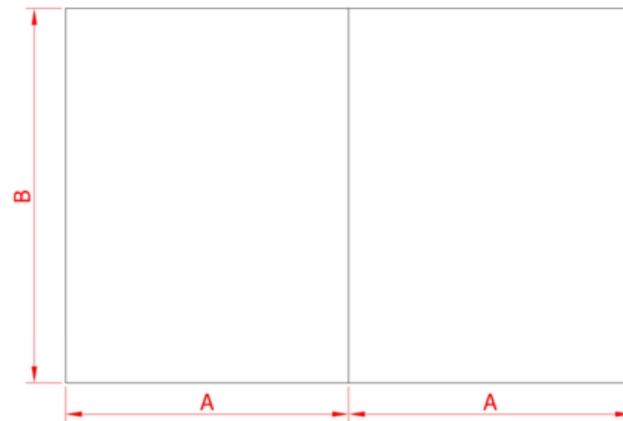
$$\text{Área} = 2 \cdot A \cdot B$$

$$\text{Perímetro} = \frac{2 \cdot \text{Área}}{B} + 3 \cdot B \rightarrow \text{mínimo} \rightarrow \frac{\partial \text{Perímetro}}{\partial B} = 0 \rightarrow -\frac{2 \cdot \text{Área}}{B^2} + 3 = 0$$

Por lo que la forma económica resulta con:

$$B = \sqrt{\frac{2}{3} \text{Área}} \quad A = \sqrt{\frac{3}{8} \text{Área}} \quad B = \frac{4}{3} \cdot A$$

Por lo que la figura a escala quedaría:



Incluso podría disminuirse algo más la dimensión B, ya que el muro divisorio está sometido a empujes del agua en los dos paramentos y tiene un coste mayor; pero disminuiría por otro lado la circulación del agua."

b) Altura de muros:

En el apartado 6.4. ALTURA DE MUROS, se defiende el siguiente razonamiento:

"En el caso de muro en ménsula, para distintos espesores y armados "razonables" se puede relacionar con la altura de agua máxima. De esta manera se optimiza el armado del muro. Este aspecto es importante económicamente, ya que un camino usual de cálculo es fijar la altura de lámina de agua con valores redondeados, pero se debe de redondear a espesores y armado, y finalmente hacer el encaje en planta (ver anejo nº 2: CUADRO PARA SELECCIÓN DE ANCHO DE ESPESOR DE MURO Y ARMADO EN MUROS MÉNSULA). Esta forma de dimensionar permite ahorros del orden del 10% en muros."

En dicho anejo se especifica:

"Anejo nº 2: CUADRO PARA SELECCIÓN DE ANCHO DE ESPESOR DE MURO Y ARMADO EN MUROS MÉNSULA

En el caso de muro en ménsula, para distintos espesores y armados "razonables" se puede relacionar con la altura de agua máxima. De esta manera se optimizará el armado del arranque del muro.

En el cuadro siguiente se muestra a modo de ejemplo la justificación de altura, espesor y armado en el caso de muro en ménsula.

El cuadro sirve tanto como para fijar la altura de agua para un espesor y armado económico, y posteriormente fijar las dimensiones en planta para la capacidad necesaria del depósito. O también para comprobar la adecuada relación entre altura de agua, espesor de muro y armado en un proyecto de depósito."

Por el condicionamiento de la altura que hemos establecido anteriormente (la altura entre 3 y 4 m.), y entrando en la tabla del anejo nº 2:

| Espe sor e[cm] | Armado vertical interior A_s | Abertura de fisura $W_{máx.}[mm]$ | Momento servicio $M_s[kN]$ | Altura de agua h[m] | Coste unitario [€/ml/m] |
|----------------------|-----------------------------------|---|----------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 30 | Ø12/20cm | No fisura | 57,98 | 3,26 | 50,81 |
| 30 | Ø12/20cm +Ø25/20cm | 0,1 | 68,90 | 3,45 | 61,02 |
| 30 | Ø12/20cm +Ø25/20cm | 0,2 | 101,01 | 3,93 | 61,72 |
| 35 | Ø16/25cm | No fisura | 76,65 | 3,58 | 64,73 |
| 35 | Ø16/25cm +Ø25/25cm | 0,1 | 81,45 | 3,66 | 72,36 |
| 35 | Ø16/25cm +Ø25/25cm | 0,2 | 111,38 | 4,06 | 72,20 |
| 40 | Ø16/25cm | No fisura | 96,43 | 3,86 | 69,51 |
| 40 | Ø16/25cm +Ø25/25cm | No fisura | 101,57 | 3,93 | 76,93 |
| 40 | Ø16/25cm +Ø25/25cm | 0,2 | 131,35 | 4,29 | 71,94 |

Nota: se ha supuesto HA-30, B-500-S, $r = 50$ mm, separaciones 0,20-0,25 m, Ø máximo 25 mm, cuantía mínima geométrica 2% hasta espesor de 50 cm, 100€/m³ hormigón y 1€/kg acero. La tabla anterior hay que interpretarla con cautela ya que a más espesor de muro se debe de cuidar la retracción en fase de ejecución controlando juntas y armado horizontal. Se ha despreciado el peso propio del muro en el cálculo de la fisura.

Por tanto, para asegurarnos, escogiendo la opción de *No fisura*, las opciones que extraemos de ella son:

- I. Espesor de 30 cm y altura de agua de 3,26 m.
- II. Espesor de 35 cm y altura de agua de 3.58 m.
- III. Espesor de 40 cm y altura de agua de 3,93 m.

c) Dimensiones:

Comparando las tres opciones, veamos cuales son los valores de largo y ancho del depósito, dependiendo de la altura:

- I. Para una altura de 3,26 metros, la superficie interna del depósito seria de 184,05 m², que para cumplir con las condiciones impuestas, ($B=4/3 \cdot A$), nos da unas dimensiones de 8,40 x 11,00 m cada vaso. Considerando unas

paredes de 30 cm., las dimensiones serán de 17,70 metros de ancho por 11,60 metros de largo. Dimensiones que cumplen con todas las condiciones establecidas.

- II. Para una altura de 3,58 metros, la superficie interna del depósito sería de 167,60 m², que para cumplir con las condiciones impuestas, ($B=4/3 \cdot A$), nos da unas dimensiones de 8,00 x 10,50 m cada vaso. Considerando unas paredes de 35 cm., las dimensiones serán de 17,05 metros de ancho por 11,20 metros de largo. Dimensiones que cumplen con todas las condiciones establecidas.
- III. Para una altura de 3,93 metros, la superficie interna del depósito sería de 152,67 m², que para cumplir con las condiciones impuestas, ($B=4/3 \cdot A$), nos da unas dimensiones de 7,50 x 10,20 m cada vaso. Considerando unas paredes de 40 cm., las dimensiones serán de 16,20 metros de ancho por 11,00 metros de largo. Dimensiones que cumplen con todas las condiciones establecidas.

Para elegir cuál de las dos opciones es más económica, supondremos que el depósito tiene 0,5 metros de resguardo y que el precio unitario es el que aparece en la tabla anterior. Utilizaremos la siguiente formula:

Coste estimado = Coste unitario €/ml/m * perímetro ml * altura muros m

- I. Coste estimado = $50,81 * 70,20 * 3,76 = 13.411,40 \text{ €}$
- II. Coste estimado = $64,73 * 67,70 * 4,08 = 17.879,46 \text{ €}$
- III. Coste estimado = $76,93 * 65,40 * 4,43 = 22.288,31 \text{ €}$

En principio se estima que la más económica es la opción I. Pero visto que la diferencia de precio estimado es pequeña, y que seguramente el coste de la placas alveolares con mayor luz y la losa con mayores dimensiones, compensarán esta diferencia, optaremos por la Opción III.

5.- CONCLUSIÓN.

Siguiendo el razonamiento expuesto en el punto 3, la opción más razonable y económica es la ampliación del depósito actual. Y en el punto anterior calculamos que parámetros deberá reunir la futura ampliación:

- Capacidad del depósito: 600 m³
- Vasos: 2 vasos
- Tipo de depósito: superficie
- Dimensiones del nuevo depósito: 16,20 metros de ancho por 11,00 metros de largo, por unos 5 metros de alto
- Espesor de paredes: 40 cm.

Veamos a continuación como quedara esta solución sobre el terreno.



Figura A5.1: Representación de la parcela municipal y el nuevo depósito.