

CAPITULO III DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TANQUE REGULADOR Y TANQUE ELEVADO

El tanque elevado se ubica dentro del fraccionamiento Lomas del Valle, este se encuentra en la ciudad de Puebla entre la prolongación de la 24 sur con acceso al periférico ecológico y en colindancia con la colonia san Manuel.

El fraccionamiento Lomas del Valle cuenta con un área habitable de 478,756.12 m² y 2053 lotes, esto representa que se tenga una dotación promedio de agua potable aproximadamente de 243.75 Litros/Habitante/Día. Al ser un fraccionamiento con una población de habitantes aproximadamente de 9,355 por reglamento es necesario diseñar y construir una cisterna que tenga capacidad para almacenar la cantidad de agua necesaria para el suministro de la misma.

El fraccionamiento cuenta con los servicios básicos como lo son:

Servicios subterráneos:

- ❖Teléfono
- ❖Televisión por cable
- ❖Energía eléctrica
- ❖Gas por red
- ❖Pozo propio perforado a 325 metros de profundidad

Servicios exteriores:

- ❖Sembrado de árboles
- ❖Alumbrado Público
- ❖Vialidades con capacidad para tres autos
- ❖Calles completamente adoquinadas

- ❖ Camellones de 5 a 9 metros de ancho
- ❖ Clara señalización

Área verde:

- ❖ Canchas deportivas
- ❖ Juegos infantiles
- ❖ Pista
- ❖ Asadores
- ❖ Zona de picnic

Este fraccionamiento fue construido por la constructora CUPSA S.A. DE C.V. la construcción tuvo una duración aproximada de un año. Tanto el tanque regulador como el tanque elevado se construyeron posteriormente, esta obra inició el 21 de Agosto de 2006 y su culminación fue a mediados del mes de Enero del año 2007 con un costo aproximado de \$1, 262,738. pesos.

El diseño del tanque de regulación y tanque elevado fue ejecutado por la compañía PRODISI S.A. de C.V. Esta misma compañía se hizo cargo de realizar los cálculos correspondientes para el suministro de agua desde el tanque regulador y tanque elevado hasta la distribución de red en todo el fraccionamiento.

La compañía PODISI S.A. de C.V. propuso que además de construir el tanque regulador también se tendría que construir un tanque elevado pues al analizar la configuración del terreno, por medio de las curvas de nivel se observó que el fraccionamiento tiene una parte baja y una alta por lo que la parte más alta será suministrada por medio del tanque elevado, la razón es porque la fuerza que llevará el agua será necesaria para poder suministrar esa zona, mientras que la red general y la cisterna abastecerán la parte más baja del

fraccionamiento (ver plano Topográfico Anexo G).La construcción del tanque regulador y tanque elevado fue llevada a cabo por la constructora Obras Civiles de Puebla S.A. DE C.V. , esta constructora cuenta con un buen prestigio ya que ha realizado obras importantes como lo son: la construcción de naves industriales, caminos, fraccionamientos, casas residenciales entre otras.

3.1 Descripción del proceso constructivo cisterna

Este proceso dio inicio primeramente con la limpieza del terreno, se acarrió material producto de la excavación que se hizo a 2.0 m de profundidad al primer kilómetro de la obra, como se puede ver en las figuras 3.1 y 3.2, ésto proporcionó que los costos no se elevaran tanto al realizar el presupuesto para el concurso. Una vez que se excavó y se acarrió el material se procedió a dar una compactación y una pendiente al terreno no mayor al 2% .



Figura 3.1.1 Excavación del terreno.

En la figura 3.1.2 se muestra el acarreo del material producto de la excavación.



Figura 3.1.2 Acarreo del material

En el centro del terreno se realizó una excavación un poco más profunda debido a que en ese lugar se iba a situar la losa de cimentación y el cárcamo de la cisterna, en esta zona se procedió a compactar al 90% Proctor con una bailarina y posteriormente se colocó una plantilla de concreto simple. El material era tipo tepetate en buenas condiciones por lo que el material del terreno tiene buenas propiedades como para trabajar con el.

Alrededor del cárcamo se procedió a compactar el terreno al 90% Proctor de la capa de subrasante con motoconformadora y rodillo liso, una vez teniendo la compactación se procedió a la colocación de una plantilla de concreto simple con un $F'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ de 5cm. de espesor, después se realizó el habilitado y armado tanto de los muros que conforman al cárcamo como de las columnas y de la losa de cimentación, además de conectar la tubería de desagüe para el cárcamo como se puede ver en la figura 3.1.3.



Figura 3.1.3 Armado cárcamo, losa de cimentación y tubo para desagüe

Tanto para el habilitado y el armado se utilizó acero de refuerzo con un $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, para la losa de cimentación se habilitó un doble armado como el establecido en las especificaciones del proyecto; se utilizaron varillas del número 6.¹ con separaciones a cada 25 cm. tanto longitudinal como transversalmente con un total de 132 varillas, para las columnas C1 se utilizaron varillas del número 6 y 4. respectivamente estribos del número 3 y un total de 224 varillas.

El armado de las columnas fue realizado por etapas; en la primera etapa se armaron 4 columnas correspondientes a la losa de cimentación y el cárcamo y las demás (C2) se fueron armando dependiendo de cómo se iba avanzando con la cisterna, el total de columnas que se requirieron para la cisterna fue de 18. En la figura 3.1.4 se puede observar el armado de las cuatro primeras columnas así como la losa de cimentación y muros del cárcamo.

¹ Los diámetros son dados en base al número de octavos de pulgada. Ver anexo B.

Las columnas estructuralmente van a funcionar para soportar el peso de los muros de soporte y el tanque elevado principalmente.



Figura 3.1.4 Armado columnas primera etapa

En la figura 3.1.4 también se observa la cimbra de losa de cimentación y un bordillo con suelo producto de la excavación esto es para proteger la estructura de la entrada de agua por escurrimiento puesto que toda la obra se realizó en temporada de lluvias; se construyó con el fin de que el agua no llegara a inundar el cárcamo ya que al día siguiente se iba a colar, si esto ocurría generaría un retraso en el colado y por consiguiente al programa de obra.

El día del colado de la losa de cimentación y parte de los muros del cárcamo se realizó el día 31 de Agosto de 2006, se coló un total de 15 m³ ese mismo día antes del colado se colocó la banda de PVC termo fusionada y el cimbrado en los muros del cárcamo y desplante de columnas, la banda de PVC sirve para evitar que se genere una junta fría puesto que el colado se realizó por etapas.

En la figura 3.1.5 se muestra la banda de PVC y el cimbrado:



Figura. 3.1.5 Colocación de banda PVC y cimbra en contra trabes

Lo que corresponde al colado se solicitó concreto premezclado, el concreto se vertió con la ayuda de un canal hecho con tablas de madera y polines, al mismo tiempo que se iba colocando el concreto se iba vibrando y paleando de tal manera de acomodarlo tanto en la losa de cimentación como en contra trabes y en el desplante de las columnas como se observa en la figura 3.1.6:



Figura. 3.1.6 Colado y vibrado del concreto premezclado.

Una vez que se terminó de colar se dejó parte de la tarde y de la noche de ese mismo día para que el concreto fraguara, de tal manera que al día siguiente el concreto ya había alcanzado un 70% de su resistencia y se prosiguió a la colocación de curacreto, como se observa en la figura 3.7, descimbrado de contra trabes, desplante de columnas y la losa de cimentación.

Una vez efectuado el descimbrado se colocó material producto de la excavación sobre la losa de cimentación ya colada, se iban colocando capas de 20 cm. de espesor y se iba compactando este material de tal manera hasta alcanzar una compactación del 90% Proctor, esta actividad se llevó a cabo con un compactador de placa vibratoria para ahorrar tiempo y mejorar la calidad.



Figura. 3.1.7 Colocación de curacreto

En la figura 3.1.8 se observa el descimbrado de las contra trabes, cárcamo y parte de las columnas C1, y en la figura 3.1.9 se observa la compactación del terreno.



Figura. 3.1.8 Descimbrado



Figura. 3.1.9 Compactación

Una vez que compactado el suelo hasta un 90% Proctor se colocó una plantilla de concreto simple de 5 cm. sólo en la zona que faltaba, que es donde se coló la losa de cimentación; se procedió al armado de la losa inferior de la cisterna, éste consistió en habilitar un doble armado con varillas del número 5 y con separación a cada 30 cm., y para el chaflán se utilizaron varillas del número 4 con separación a cada 30 cm.

Al mismo tiempo que se iba armando la losa inferior también se fue colocando la cimbra para los muros de la cisterna, de inicio para la losa se colocó cimbra a 50 cm. de altura como se observa en la figura 3.1.10.



Figura. 3.1.10 Armado losa inferior y cimbra para muro 50 cm.

El armado se alojó tanto longitudinal como transversalmente, al ir haciendo el armado de la losa inferior se fue colocando el armado longitudinal (sentido vertical) para los muros del tanque regulador se utilizaron para ello varillas del número 5, en el proceso del armado de la losa inferior también se fueron armando las columnas restantes C2 para las cuales se utilizaron varillas del número 6 y estribos del número 3 con total de 240 varillas.

Entre el muro y las columnas C2 se colocó la banda de PVC para evitar juntas frías puesto que se colaría la losa de cimentación y además 50 cm. de muros. En las figuras 3.11 y 3.12 se muestra lo anteriormente escrito:



Figura. 3.1.11 Armado losa inferior y muro



Figura. 3.1.12 Armado de columnas C2

Una vez que se terminó con el armado de la losa inferior y cimbrado con el atrocalamiento necesario para resistir el concreto se prosiguió al colado. Para el colado de la losa inferior se necesitaron 40 m^3 se colocó el concreto por el método de tiro directo, se utilizó un canal que ayudó a transportar el concreto de la olla hacia la losa inferior, mientras se colocaba el concreto se iba traspaleando y vibrando de forma que éste se iba acomodando en forma homogénea como se aprecia en las figuras 3.1.13 y 3.1.14.



Figura. 3.1.13 Inicio del colado



Figura 3.1.14 Instalación de canal para transportar concreto premezclado

En las figuras 3.1.15 y 3.1.16 se observa el inicio del colado con ayuda de la olla y el canal para transportar el concreto, al igual que el traspaleado para ir esparciendo y acomodando el concreto.



Figura. 3.1.15 Inicio del colado



Figura. 3.1.16 Traspaleado del concreto

Una vez terminado el colado se dejó fraguar el concreto y al día siguiente se realizó el curado y el descimbrado, se puede observar que se coló la losa inferior y 50 cm. de los muros.

En el cimbrado de los muros se consideró la tubería que abastecerá la zona baja del fraccionamiento como se ve en la figura 3.1.17:



Figura. 3.1.17 Tubería abastecedora y junta PVC.



Figura. 3.1.18 Descimbrado losa inferior

Una vez armado el muro en sentido longitudinal (vertical) se instó a terminar el armado en sentido transversal (horizontal) con el uso de varillas del número 4; fue un armado doble para el muro, el total de varillas utilizadas para la losa inferior y muros fue de 736 varillas.

En la parte superior entre los armados se colocó la banda de PVC de igual manera para evitar la formación de juntas frías.

En la figura 3.1.19 se muestra el muro doblemente armado:



Figura. 3.1.19 Muro doblemente armado

Al tener el muro armado se procedió al cimbrado del mismo para ello se propuso una cimbra prefabricada, esta cimbra fue cotizada y calculada por la empresa Cimbras Atlas, esta cimbra consistió en colocar en serie piezas de tablonés ya tratadas para su eficiente descimbrado, se iban colocando por la parte de enfrente como la de atrás de cada muro del tanque de regulación.

Además se iba colocando pieza por pieza de modo que entre dos de ellas se sujetaban con seguros, además para asegurar que la cimbra resistiera el peso del concreto y esta no se fuera a abrir en el momento del colado, ésta se aseguró por medio de piezas de madera, lo que se realizó fue un troquelamiento y este se hizo apoyándose en la barda del fraccionamiento y otra parte con ayuda del mismo terreno como se observa en las figuras 3.1.20 y 3.1.21.



Figura. 3.1.20 Cimbrado y troquelamiento apoyado en el terreno.



Figura. 3.1.21 Troquelamiento de la cimbra.

Una vez cimbrados los muros se procedió al cimbrado de las columnas que se ubican en el centro del tanque. Un día antes del colado se efectuó una revisión minuciosa para evitar cualquier falla en la cimbra, el día del colado se emplearon dos vibradores y se pidió concreto premezclado, el colado se realizó por medio de bomba y tubo tremi.

El colado se iba realizando por partes, se comenzaba en un muro y se iba recorriendo hasta llegar al siguiente pero sin llegar al llenado, se colocaban porciones de concreto a una altura de 1.0 m. y así consecutivamente hasta llegar a la mitad de la banda de PVC. Mientras se colaba se iba vibrando el concreto para que este se acomodara y se homogeneizara. En las figuras de la 3.1.22 a la 3.1.25 se puede observar este procedimiento.



Figura.3.1.22 Banda de PVC termo fusionada.



Figura.3.1.23 Colado y vibrado del concreto primer muro.



Figura. 3.1.24 Colocación del concreto en muros subsiguientes.



Figura.3.1.25 Colado de muros con bomba y tubo tremi.

Una vez terminado el colado se dejó fraguar el concreto parte de la tarde y toda la noche, al día siguiente se procedió a realizar el descimbrado de los muros y el cimbrado para las columnas que se encontraban en el centro del tanque C1, el mismo día se colaron éstas y para ello se utilizaron 2.1 m^3 de concreto hecho en obra, el colado se hizo a bote; dos peones se dedicaron a elaborar la mezcla y los demás fueron colando las columnas.

Al día siguiente se llevó a cabo el descimbrado de columnas continuándose con los muros y se empezó a elaborar el cimbrado para la losa superior de la cisterna como se muestra en la figura 3.1.26.



Figura. 3.1.26 Descimbrado muros, columnas e inicio cimbrado losa superior tanque regulador

Para el cimbrado de la losa superior se necesitaron piezas de madera como: pies derechos, patas de gallo, cachetes, cuñas etc. (ver figura 3.1.26). Se utilizó el apuntalamiento para las trabes T1 y con ello se pretende evitar que existan flechas en ellas, también se hizo uso de andamiaje para el resto de la losa y sobre ellos se realizó la colocación de la cimbra.

Se puede observar en la figura 3.1.26 que se dejaron partes de columna sin colar esto es debido a que el acero de las columnas se traslaparía con el acero de las trabes y así constituir una estructura rígida.



Figura. 3.1.27 Cimbra para losa superior

Una vez teniendo el cimbrado para las trabes estas se armaban *in situ*, tanto las trabes T1 como las T2 y se colocaban de tal forma que se traslapaban con el acero de las columnas, para el armado de las trabes T2 se utilizaron varillas del número 5 y estribos del número 3 en los extremos de las columnas a cada 20 cm. y en el centro a cada 30 cm. para el armado de las trabes T1 se utilizaron varillas del número 6 y estribos del número 3 con una separación a cada 25 cm.

Para el cimbrado de las paredes superiores de los muros primero se instalaron las tuberías y luego la cimbra de forma que estas quedaran por debajo de la losa superior, estas tuberías son de fierro fundido, se colocaron las líneas de 4", 6" y de 8". Una vez teniendo el cimbrado listo se procedió a realizar el armado de la losa superior, el armado fue en sentido longitudinal y transversal, para ello se utilizaron varillas del número 3 a cada 20 cm. y en total se requirieron 296 varillas para el armado.

Mientras se realizaba el armado de la losa superior también se comenzó con el armado de los muros soportes como se puede observar en las figuras 3.1.28 3.1.29.

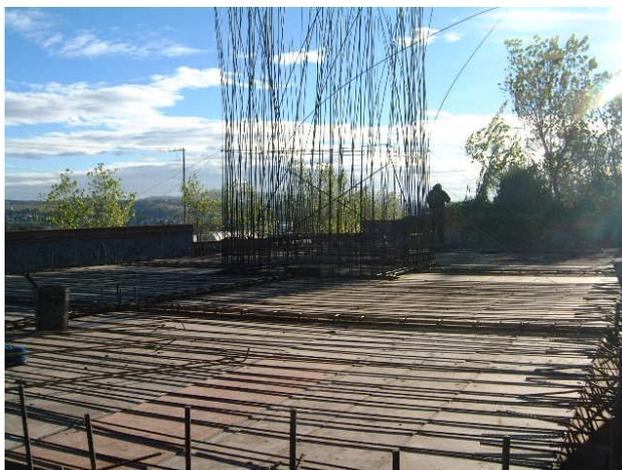


Figura.3.1.28 Armado muros soporte



Figura.3.1.29 Armado losa superior

Dentro de los muros soporte se instaló la fontanería correspondiente para el funcionamiento de la cisterna y tanque elevado, esta fontanería corresponde a la instalación del equipo de bombeo, alimentación al tanque de almacenamiento, tubos de ventilación, tubería de limpieza, tuberías de alimentación zona alta y tubería de excedencias como se muestra en la figura 3.1.30.



Figura.3.1.30 Instalación fontanería

Terminado el armado completo de la losa superior se realizó el colado, para ello se necesitó concreto premezclado de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y un total de 21.8 m^3 de concreto, además se utilizó para su colocación el uso de bomba y tubo tremi y dos vibradores. El concreto fue colocándose a todo lo ancho de la losa de un extremo al otro como se puede observar en las figuras 3.1.31 y 3.1.32.

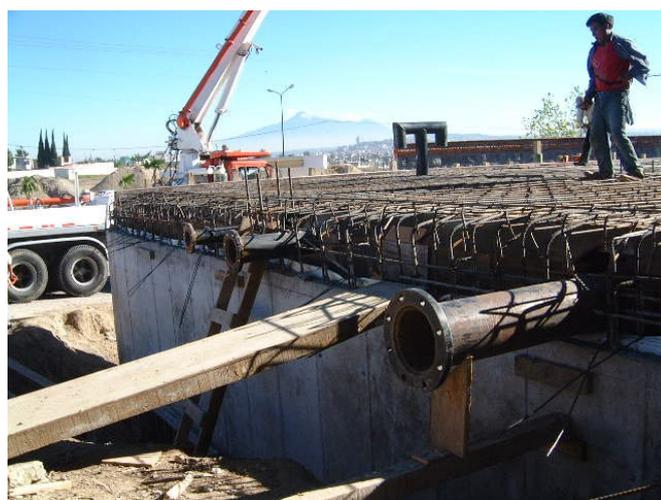


Figura.3.1.31 Revisión antes del colado



Figura.3.1.32 Colado losa superior

Se comenzó el colado con la parte posterior del tanque de regulación y se terminó colando la parte donde se encuentran las tuberías de 4" 6" y 8". El colado se terminó por la tarde se dejó fraguar el concreto y al día siguiente se realizó el curado de la losa superior.

3.2 Descripción del proceso constructivo tanque elevado

Una vez terminado el colado al día siguiente se continuó con el armado del muro soporte, el armado del muro fue construido en tres etapas hasta llegar a una altura de 10 m. Para el muro se utilizaron varillas del número 4 a cada 17 cm. en sentido vertical y en el sentido horizontal se utilizaron varillas del número 4 a cada 25 cm. y ganchos del número 3 a cada 34 cm. horizontalmente y a cada 50 cm. verticalmente con un total de 946 varillas.

Después de cada etapa del armado se proseguía a su cimbrado correspondiente, para el cimbrado de los muros se siguió utilizando la cimbra prefabricada ya tratada para que al momento de descimbrar quedara una superficie aparente.

Los muros fueron cimbrados por ambos lados y para ello se utilizaron andamios para que los trabajadores pudieran ir armando y cimbrando los muros como se muestra en la figura 3.2.1:



Figura.3.2.1 Cimbrado muro soporte

También para el colado de los muros se efectuó en etapas conforme se iba armando y cimbrando se iba realizando el colado y para ello se utilizó concreto premezclado con un $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ de igual manera se utilizó para su colocación una bomba y tubo tremi y vibradores para homogenizar el concreto, como se mencionó con anterioridad el muro se realizó en tres etapas hasta alcanzar los 10 m. Como se observa en la figura 3.2.1 es el

inicio del cimbrado de los muros soportes, en la figura 3.2.2 siguiente se observa un poco más avanzado el cimbrado de la segunda etapa para su construcción:



Figura. 3.2.2 Cimbrado segunda etapa muros soporte

En la figura 3.2.3 se muestra el colado de los muros soporte y como se puede observar, la altura es considerable lo que cabe señalar que para el armado, cimbrado y colado se emplearon arneses para evitar cualquier incidente que pudiera suscitarse. También se observa que el cimbrado y colado es parte de la segunda etapa del muro soporte puesto que se logra observar que en la parte inferior ya se coló incluso se descimbró la primer etapa para la construcción de muros soporte.



Figura. 3.2.3 Colado segunda parte muros soporte.

En los muros soporte se utilizó un total de 21.8 m^3 de concreto premezclado. Al finalizar la tercera etapa de los muros de soporte se inició el cimbrado de la losa inferior para el tanque elevado, se realizó con cimbra elaborada *in situ*, ya teniendo la cimbra para la losa se prosiguió a habilitar el armado de la misma, una vez teniendo el armado de la losa se continuó con el armado de los muros del tanque elevado, su cimbrado y después el colado del mismo.

Para el armado del tanque elevado se utilizaron un total de 444 varillas tanto para la losa inferior y muros se utilizaron varillas del número 4 a una distancia de 25cm en sentido vertical horizontal, para la losa superior en ambos sentidos se utilizaron varillas del número 4 a cada 30cm.

Para el colado en el tanque elevado se necesitaron 12 m^3 , primero se coló la losa inferior y muros, después se coló la losa superior. En el procedimiento del armado y en cimbrado se tomaron en cuenta las líneas de alimentación y demásías que se ubican en el tanque elevado como se observa en la figura 3.2.4.



Figura. 3.2.4 Líneas de alimentación y demásías

Terminado el tanque elevado se procedió a la colocación de acceso al mismo, la instalación de la escalera marina y todo lo referente a la fontanería como se muestra en la figura 3.2.5.



Figura. 3.2.5 Descanso para el acceso a escalera marina

Se observa en la figura 3.2.6 el acceso a la escalera marina, este tipo de acceso se hizo tanto para el tanque de regulación como para el tanque elevado.



Figura. 3.2.6 Escalera marina

En la figura 3.2.7 se aprecia la instalación de las tuberías de alimentación de aguas y de limpieza dentro del cubo soporte.



Figura. 3.2.7 Instalación tuberías dentro de muros soporte

En la figura 3.2.8 se observa el tren de válvulas, que se manejarán manualmente.



Figura. 3.2.8 Instalación del Tren de válvulas



Figura. 3.2.9 Instalación tren de medición

Una vez terminada la instalación de fontanería se procedió al relleno y compactado de las mismas instalaciones como las de Bypass, tren de medición, tren de válvulas además de la excavación y conexión de la tubería para alimentar al fraccionamiento.



Figura.3.2.10 Relleno en Válvulas

Al término del relleno y compactación en la zona de válvulas, por último se construyeron muros de registro para proteger las mismas válvulas y tener acceso a ellas por medio de una escalera en su interior.



Figura. 3.2.11 Construcción de registros para válvulas

La obra culminó a principios del mes de noviembre, la obra civil que consistió en el tanque de regulación y el tanque elevado terminó en esa fecha, los trabajos en la instalación de fontanerías tanto el tren de medición, válvulas y conexiones en el interior de tanque de regulación, elevado y muros soporte se realizaron después de esta fecha, a igual que los registros para las válvulas.