

depósito elevado de hormigón armado

S.A.D.E.

581-22

ARGENTINA

sinopsis

Para abastecer de agua a un gran conjunto industrial que construye la Empresa S. A. D. E. cerca de Buenos Aires (Argentina), se ha construido un depósito elevado, de 80 m³ de capacidad y 21 m de altura. La cubeta, de hormigón armado, tiene la forma de una copa aplanada de planta circular y se ha subdividido en cuatro compartimientos comunicados dos a dos, simétricos respecto al eje vertical, con objeto de conservar el equilibrio de cargas durante las operaciones de carga y vaciado. La particularidad de este depósito consiste en su método constructivo y en los procedimientos de prefabricación empleados. El fuste o soporte único central es un cilindro hueco, formado por trozos prefabricados, de 1,60 m de longitud. El de base se apoya sobre una losa circular—que descansa sobre cuatro pilotes cilíndricos, de hormigón, prefabricados de 15 m de longitud—debajo de la cual se han instalado las válvulas de paso. El acceso a la parte superior se realiza por medio de una escalera en espiral, cuyos peldaños se apoyan en el fuste cilíndrico. Para mayor estabilidad entre elementos se han montado seis barras metálicas, de 7,5 cm de diámetro, que se han aprovechado, además, para apoyar el pasamanos de dicha escalera. El par de vuelco creado por los efectos de viento y sobrecargas móviles se contrarresta por medio de seis vigas radiales, de 5 m de longitud.

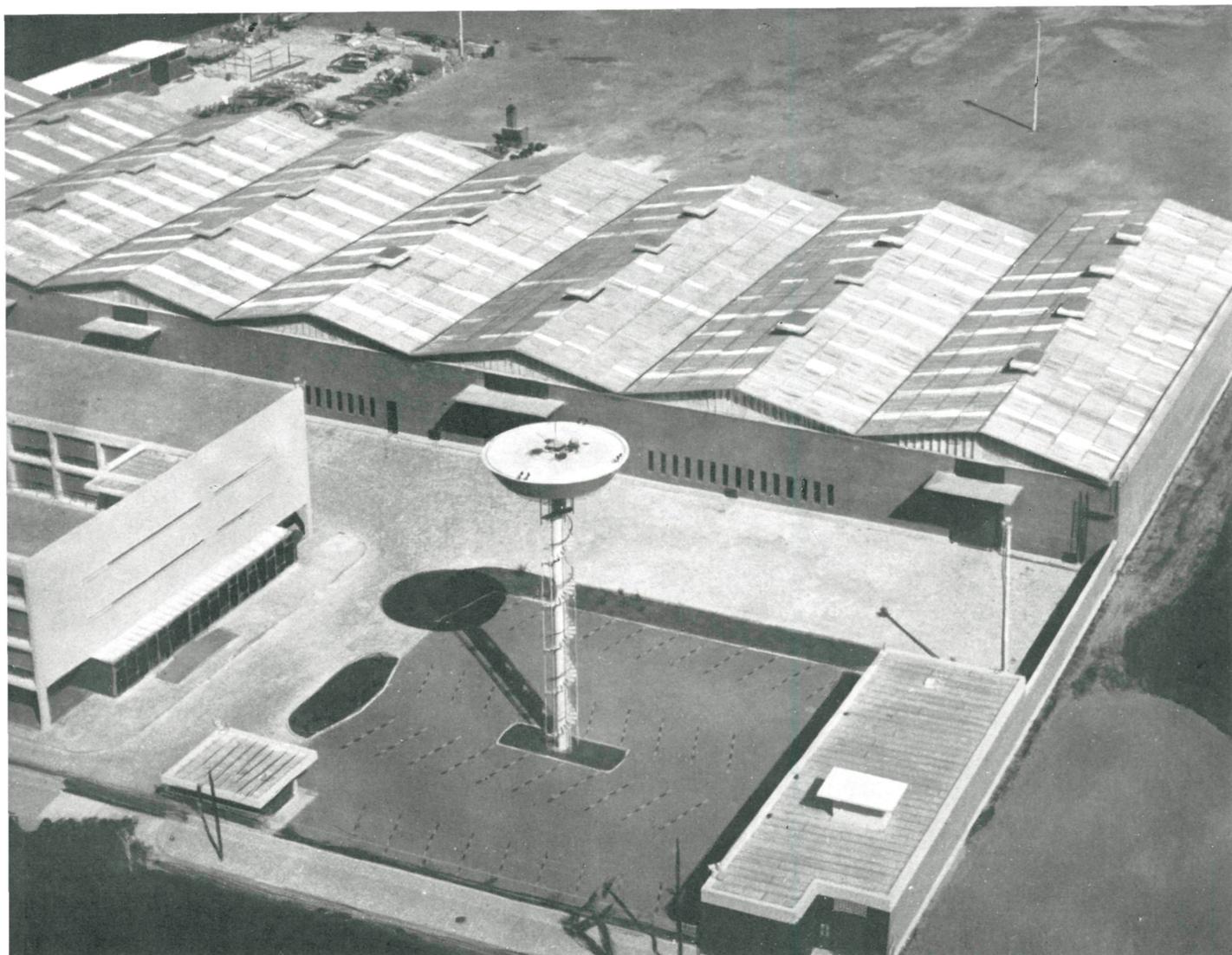
Introducción

El complejo industrial construido por S. A. D. E. (Sociedad Argentina de Electrificación, S. A.), en los alrededores del Gran Buenos Aires, ocupa unos 50.000 m², de los cuales se han reservado 10.000 m² para talleres, 5.000 m² para oficinas, vestuarios y comedores, etc., y 2.500 m² para calles y estacionamiento. Este conjunto se destinará a talleres para S. A. D. E. y para Electromecánica Argentina, S. A., empresa dedicada a la fabricación de instrumental eléctrico. El abastecimiento de agua y reserva contra incendios requiere un volumen de 80 m³, con una presión de dos atmósferas, a cuyos efectos se decidió la construcción de un tanque elevado de hormigón armado.

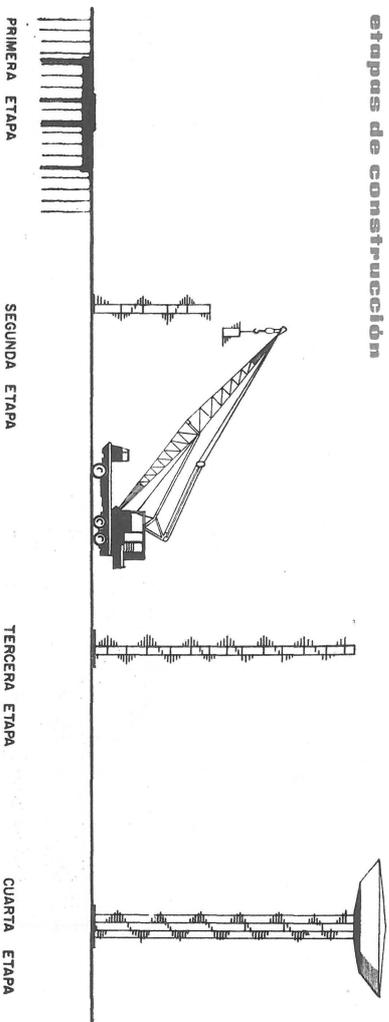
Descripción general del depósito

Por razones aerodinámicas y constructivas, se adoptó la forma de un plato de bordes agudos, como muestran los planos y fotografías adjuntas. Dada la necesidad de dividir el tanque en compartimientos para usos distintos del agua en el depósito, se proyectaron dos diafragmas cruzados, que forman cuatro recipientes independientes. Los compartimientos opuestos se comunican así con las tuberías de desagüe, con lo cual se garantiza el equilibrio de la carga.

Vista general.



etapas de construcción



La precompresión aconsejada por el cálculo fue de 120 toneladas en total, es decir, 20 toneladas por tensor. Esta circunstancia permitió el uso, sin mayores reservas, de la soldadura en obra para unir los trozos de 6 m de longitud que se suministraron a la obra. Pudo también reducirse el diámetro de la parte roscada de los manguitos hasta igualarlo con el de los tensores, lo cual mejoró el aspecto estético.

Con la precompresión citada se aseguró el trabajo constante de las uniones y de los elementos a compresión, ante cualquier estado de cargas o combinaciones de las mismas.

Las cargas consideradas fueron: peso propio del tanque; distintas combinaciones de carga de agua del mismo; acción del viento sobre el depósito y el fusite, según normas DIN; eventual falta de centrado de la carga vertical por probables deficiencias constructivas o diferencias de densidad en el conjunto. Se tuvo en cuenta, además, debido a la gran elasticidad del sistema adoptado, el movimiento del centro de gravedad del conjunto por acción del viento (aproximadamente 3 cm), que, coincidente con dicha acción, aumenta el par de vuelco.

Este sistema de divisiones ha permitido utilizar los diafragmas como vigas-soporte del fondo y techo y, con ello, descargar el trabajo a flexión del recipiente.

La columna.—Dada la relativa poca carga y gran altura del sistema, surgió la necesidad de sostener el conjunto con un soporte único poco sensible a los efectos del pandeo por tener gran inercia.

Diversas razones de tipo estético, constructivo y resistente, aconsejaron la forma cilíndrica y hueca que, además, facilita el paso de las tuberías de servicio.

Pensando en la necesidad de una escalera de acceso al tanque, se decidió hacerla apoyada sobre el fusite.

Esto implicaba dificultades de encofrado y realización que llevaron a construir la columna con elementos pre-moldados, todos idénticos, y tales que, girado cada uno 180° con respecto al anterior, formaban los citados pedánculos. Estos elementos se prelabraron con molde metálico y tolerancias mínimas en cuanto a dimensiones, paralelismo de bases y normalidad del cilindro central.

El hormigón se vibró y reforzó con finas chapas de acero, soldadas a la armadura de los elementos y colocadas en la parte superior e inferior de los mismos.

Estas chapas actúan como superficies de repartición de cargas, haciendo menos sensible el inevitable desequilibrio de un elemento respecto de otro.

Para solidarizar entre sí los distintos elementos se poseó el fusite central con seis tensores independientes, de acero, de 7,5 cm de diámetro y provistos de manguitos en la parte inferior. Los tensores sirven, además, como soporte del pasamanos.

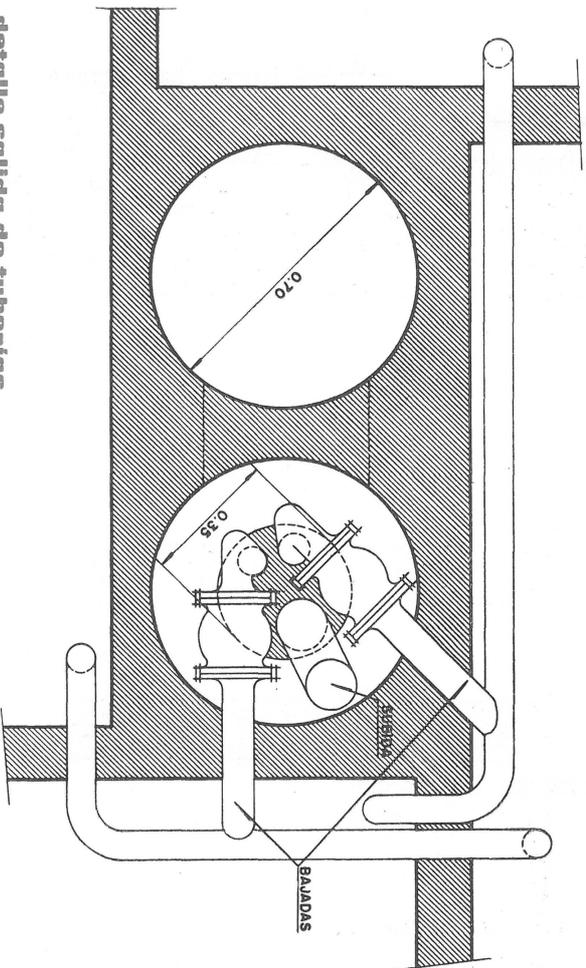
La base.—La gran concentración de la carga sobre el hierro, originada por un fusite único, aconsejó la hincada de cuatro pilotes cilíndricos, pre-moldados, de hormigón centrífugo, de 15 m de longitud, aproximadamente, coronados por un disco perforado para el paso de las tuberías que, además, sirve de techo a la cámara de válvulas, situada al pie del depósito, en la cual se encuentran las uniones de las tuberías centrales, permitiendo así su fácil desarme y reparación.

Para absorber el par de vuelco transmitido a la base se construyeron seis vigas radiales, apoyadas sobre pilotes pre-moldados de 5 m de longitud.

Detalles del cálculo.—Para una mejor evaluación cualitativa de la forma del tanque se construyó un modelo de cartulina que, cargado con arena, demostró, no sólo la absoluta rigidez de las placas triangulares de fondo y techo, sino también el oportuno comportamiento de la viga circular e inclinada que forma la pared lateral troncoconica del tanque.

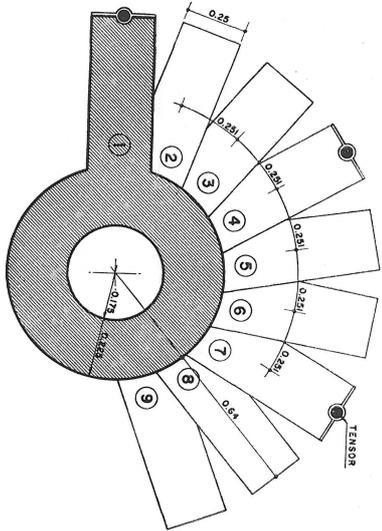
El elemento más notable del conjunto es el fusite central, calculado como empotrado rigidamente en su base y elasticamente en su extremo superior, ya que los tensores, además de precomprimir el fusite, impiden grandemente el giro del depósito, por lo que éste se comporta como semiempotrado con posibilidades de traslación horizontal en cualquier dirección y sentido.

Debido a esta función estabilizadora de los tensores y a su poca sensibilidad, fue necesario aumentar su rigidez, dándole a cada uno una sección de 50 cm², aproximadamente.

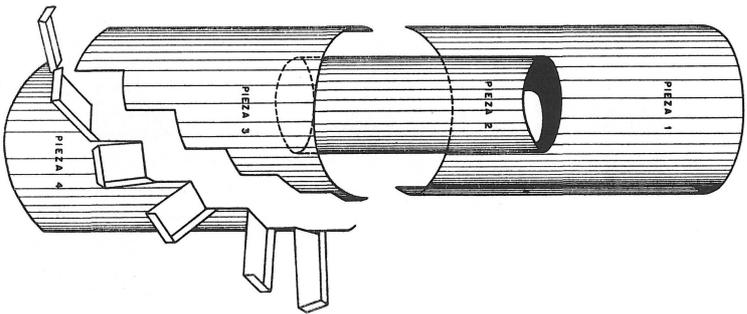
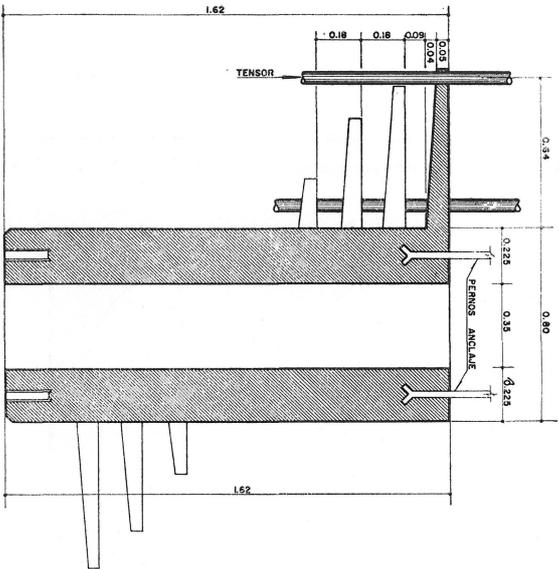
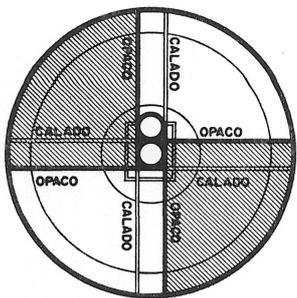


detalle salida de tuberías

planta

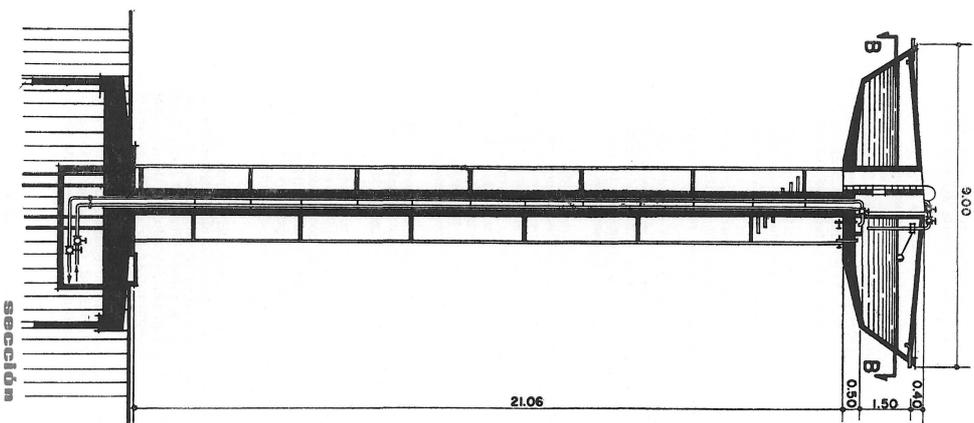


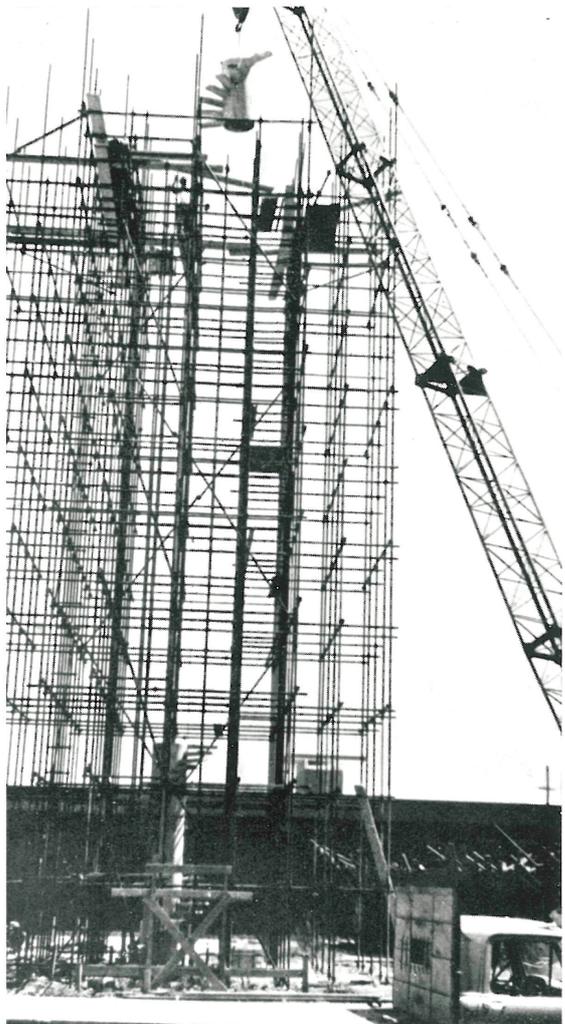
sección B-B



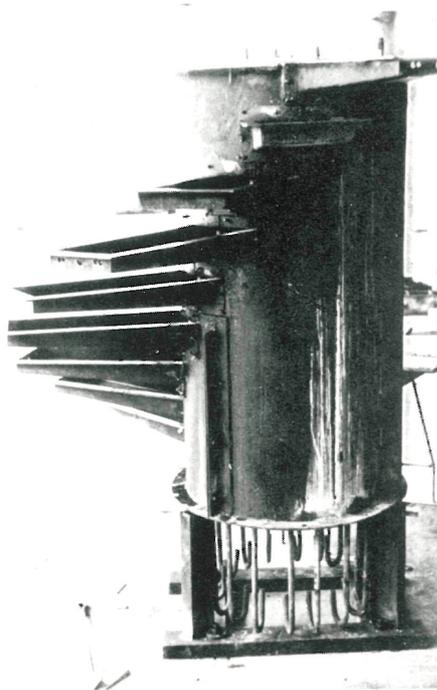
elemento prefabricado básico

encofrado metálico

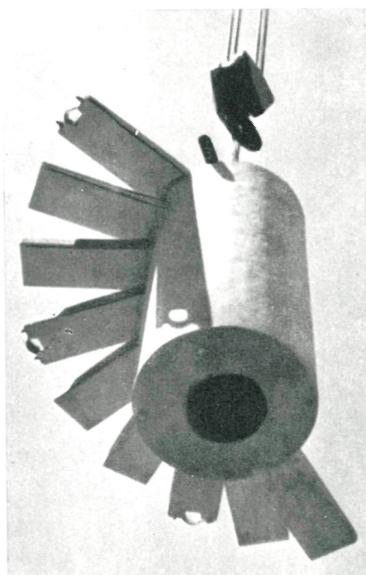




Encofrado metálico para un elemento.

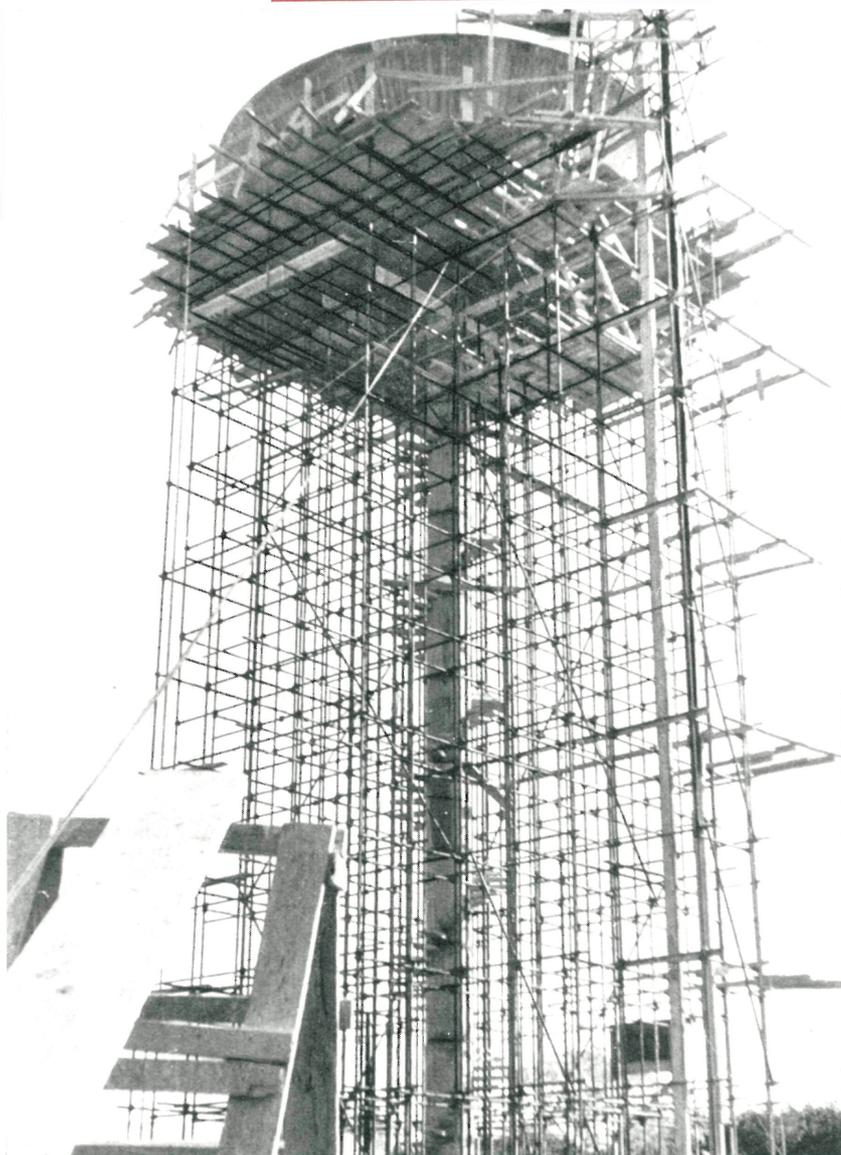


Construcción del fuste.



Colocación de un elemento.

Pruebas de estabilidad tirando de vientos.



De esta forma se llegó a un fuste de 80 cm de diámetro exterior, 35 cm de diámetro interior y 20 m de altura, que trabaja siempre a compresión y tiene, en la peor combinación de cargas, una tensión de 110 kg/cm² en el borde. La tensión real de trabajo máxima es de 90 kg/cm², aproximadamente, lo que permitió operar con hormigones normales en la prefabricación de los elementos.

Para aumentar la seguridad del conjunto disminuyendo la luz de pandeo, el primero y último elemento se empotraron en la base y depósito, respectivamente. Para el cálculo se siguieron las normas locales vigentes, aunque la verificación de los resultados por cálculo plástico demostró una seguridad mayor que la exigida.

Montaje del fuste y construcción del depósito.—Los elementos se montaron con una pluma móvil, de 30 m de longitud, durante dos jornadas normales de trabajo, incluyendo la colocación de los elementos, nivelación de los mismos y punteado por soldadura de las chapas de apoyo, una vez obtenido el centrado perfecto.

La operación fue más fácil gracias a la escalera helicoidal y al andamiaje tubular desmontable que estaba previsto para soportar el encofrado del depósito, que se realizó con tolerancias de 2 ó 3 mm. Se empleó hormigón de fraguado rápido y se desencofró a los doce días.

Desde el comienzo del montaje del fuste hasta la puesta en servicio del tanque transcurrieron ochenta días, aproximadamente.

Postensado.—Una vez desencofrado el depósito se procedió a tesar las armaduras por medio de sus manguitos, simultáneamente y por parejas opuestas. La tensión fue medida por el alargamiento provocado en el tensor (del orden de los 6 mm), para lo cual se hicieron previamente varias determinaciones, en laboratorio, del módulo de elasticidad del material empleado. La medición del par necesario para el giro de los manguitos permitió, además, la verificación de la tensión obtenida por aplicación del principio de los trabajos virtuales.

El tensado a tanque vacío produce una compensación con la carga de agua del mismo, puesto que sus efectos no se superponen.

Para prevenirse contra la pérdida de tensión debida a la dilatación térmica, se los protegió con pintura reflectante mezclada con amianto.

Se prevé, además, la verificación en el tiempo de fluencia del fuste, para ajustar, si es necesario, los tensores.

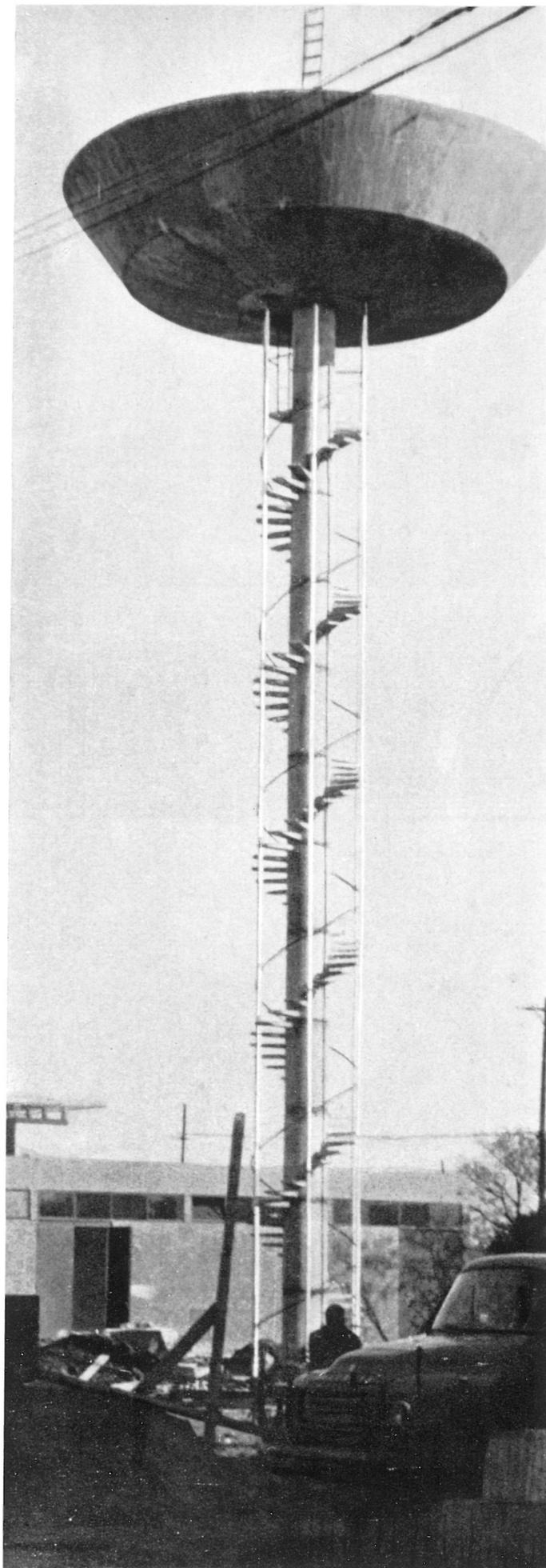
Con el fin de evitar la penetración de humedad por las juntas entre elementos, se soldaron posteriormente las dos chapas, aunque la fricción entre las mismas hubiera sido suficiente para transmitir el pequeño esfuerzo cortante.

La prueba.—Para verificar el resultado de la construcción se realizó un ensayo consistente en tirar con un cable amarrado al depósito del tanque y a 45°, aproximadamente, para provocar un estado de sollicitación equivalente al de cálculo.

En dicho cable se aplicó un esfuerzo de 3 toneladas (medidas con dinamómetro a resorte)—equivalentes a una fuerza de 2 toneladas aplicadas horizontalmente y a nivel del depósito—, las cuales produjeron un desplazamiento horizontal de 3 cm del centro del tanque. Este desplazamiento se midió con plomada interior al fuste, observando una plena recuperación elástica a la descarga.

El proyecto, cálculo, dirección técnica, construcción y montaje, estuvo a cargo de la Oficina de Obras Civiles de S. A. D. E.—Sociedad Argentina de Electrificación, S. A.—, bajo la dirección general del Ingeniero Jorge W. Magaldi. El estudio de suelos fue realizado por el Ingeniero Rogelio Héctor Rodríguez Vázquez, asesor de la Sociedad en esta especialidad.

La construcción de los pilotes y elementos premoldeados fue efectuada por S. C. A. C. (Sociedad Cementos Armados Centrifugados, S. A.).



Château d'eau élevé à Buenos Aires

S. A. D. E.

Pour le ravitaillement en eau du grand ensemble industriel que construit l'entreprise S. A. D. E. près de Buenos Aires (Argentine), on a construit un château d'eau de 21 m de haut et d'une capacité de 80 m³.

Le réservoir, en béton armé, a la forme d'une coupe très aplatie circulaire. Il a été divisé en quatre compartiments qui communiquent deux à deux et symétriques par rapport à l'axe vertical, afin de conserver l'équilibre de charges pendant les opérations de charge et de vidange.

Les particularités de ce château d'eau ont été sa méthode de construction et les procédés de préfabrication employés.

Le fût ou support unique central est un cylindre creux, formé par des éléments préfabriqués, de 1 m 60 de longueur. La base s'appuie sur une dalle circulaire—que repose sur quatre pilotis cylindriques, en béton, préfabriqués de 15 m de longueur—au-dessous de laquelle les vannes ont été installées.

L'accès à la partie supérieure se réalise au moyen d'un escalier en spirale dont les marches s'appuient sur le fût cylindrique. Pour assurer une meilleure stabilité entre les éléments, ont été montées six barres métalliques, de 7 cm 5 de diamètre, qui servent, en même temps, d'appui à la rampe de l'escalier.

Le couple de renversement créé par les effets du vent et les surcharges mobiles est contrearré à l'aide de six poutres radiales, de 5 m de longueur.

Elevated Tank in Buenos Aires

S. A. D. E.

The firm S. A. D. E., near Buenos Aires (Argentina), has built an elevated tank, with a capacity of 80 m³, at 21 m height, to supply water to its large industrial installations.

The tank is of reinforced concrete. It is shaped as a circular, rather shallow cup, which is subdivided into four compartments, connected in symmetrical pairs with respect to the central axis. This ensures a weight balance when it is filled and emptied.

This tank is of interest because of its method of construction, and the prefabrication procedure adopted.

The supporting stem is a hollow cylinder, made of prefabricated sections, each 1.60 m long. At the bottom there is a circular slab, which rests on four cylindrical concrete, prefabricated piles, each 15 m long. The system of control valves is placed below the slab.

Ascent to the top part is by means of a spiral staircase, whose steps are attached to the stem. To increase its stability, six metal rods, 7.5 cm in diameter, have been added to the cylindrical stem, and the handrail for the steps has been conveniently attached to these.

The side thrusts due to wind forces acting on the tank are withstood by means of six radial beams, 5 m in length.

Hochbehälter in Buenos Aires

S. A. D. E.

Um einen grossen Industriekomplex, der von der Firma S. A. D. E. in der Nähe von Buenos Aires (Argentinien) gebaut wird, mit Wasser zu versorgen, wurde ein Hochbehälter von 83 m³ Fassungsvermögen und 21 m Höhe gebaut.

Er besteht aus Stahlbeton und hat die Form einer abgeflachten Tasse, die in 4 Quadranten eingeteilt ist, von denen je zwei symmetrisch zur senkrechten Achse miteinander verbunden sind, um das Gleichgewicht beim Füllen und Leeren aufrecht zu erhalten.

Die Eigenart dieses Hochbehälters besteht in seiner Baumethode und dem angewandten Vorfertigungsverfahren.

Die Stütze ist ein aus vorgefertigten Teilen hergestellter Hohlzylinder von 1,60 m Länge, der mit Hilfe einer kreisförmigen Platte auf vier zylindrischen, aus Beton vorgefertigten 15 m langen Pfählen aufliegt, unter denen man die Durchgangsventile angebracht hat.

Mittels einer Spindeltreppe an der Säule gelangt man in den oberen Teil des Behälters. Aus Stabilitätsgründen hat man 6 Metallstangen von 7,5 cm Durchmesser vorgesehen, die gleichzeitig als Handgeländer für die Spindeltreppe dienen.

Das durch den Wind hervorgerufene Kippmoment und die Überbelastungen werden durch 6 radial verlaufende Träger von 5 m Länge aufgefangen.