



Informe Estructura del bloque de acceso del Instituto Nacional de Enseñanza Técnica (INET)

Autor: Ing. Civil Estructural Emilio Coitiño
e-mail: emilieteodoro@hotmail.com

30 de mayo de 2022

Índice

1. Introducción	3
2. Losas	5
2.1. Diagnóstico	5
2.2. Solución Propuesta	6
2.2.1. Apuntalamiento	6
2.2.2. Reparación	8
3. Vigas y Pilares	11
3.1. Diagnóstico	11
4. Muros testers	12
4.1. Diagnóstico	12
4.2. Solución Propuesta	13
4.2.1. Apuntalamiento	13
4.2.2. Reparación	13
5. Tanque de agua superior	16
5.1. Diagnóstico	16
5.2. Solución Propuesta	17
5.2.1. Apuntalamiento	17
5.2.2. Reparación	17
6. Conclusión y Recomendaciones	23
7. Fuentes	25

1. Introducción

Este Informe contiene el diagnóstico de patologías estructurales y descripción de acciones terapéuticas a ejecutar en la estructura (fachadas de hormigón armado y tanque superior de reserva de agua incluidos) del bloque de acceso del Instituto Nacional de Enseñanza Técnica (INET).

Las fuentes de información utilizadas son las siguientes:

- Pliego CD 306/21.
- Plano de Arquitectura y Estructura (facilitados por ANEP).
- Relevamientos fotográficos.

La edificación se encuentra en la capital del País, en el barrio *Aguada*. En la figura 1 se observa la ubicación, mediante una imagen satelital. Su construcción se realizó en los primeros años de la década de 1960.

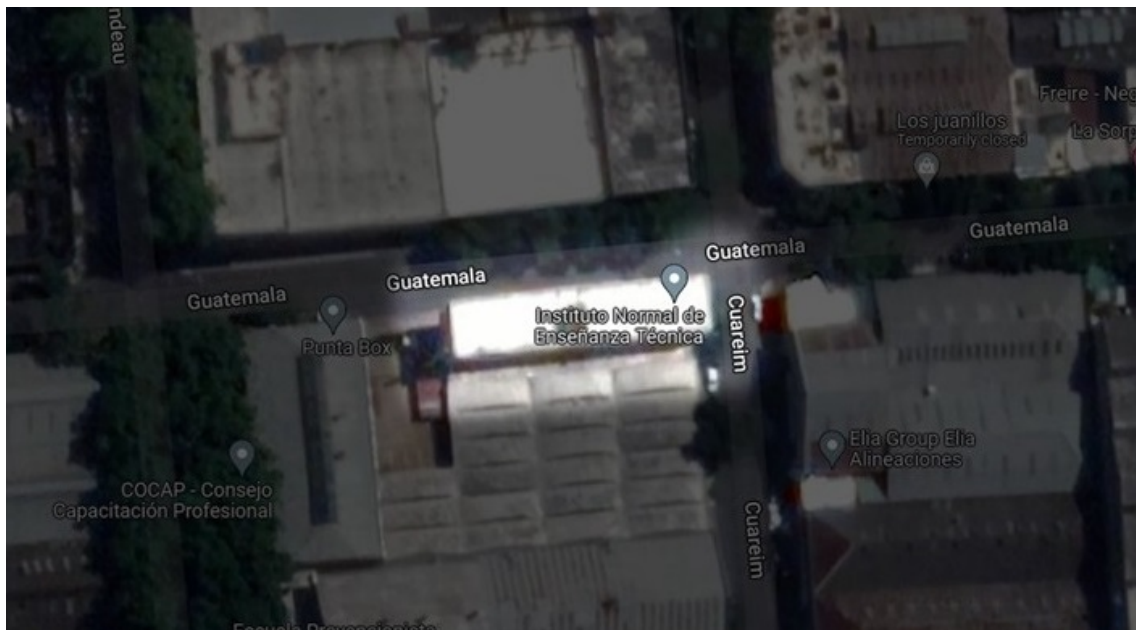


Figura 1: *Ubicación del edificio del INET. Se destaca el sector de estudio. (Fuente: Google LLC)*

El edificio tiene 3 niveles sobrerasante, un subsuelo y un tanque de agua de hormigón armado en azotea.

Las indicaciones que se documentan en este texto son adecuadas para la situación encontrada en el relevamiento. Esto quiere decir que con ellas se pretende restringir al máximo improvisaciones en obra, pero dadas las características propias del rubro, pueden no agotar todas las acciones que deban realizarse. A modo de ejemplo, supongamos que durante los trabajos se constata que algún cajón perdido dentro de alguna de las losas se encuentra en mal estado, capaz de perjudicar la losa. En este caso, debería retirarse a pesar de que no se detalle explícitamente en el punteo de reparaciones. Por este tipo de situaciones es que se insiste en que la empresa que se encargue de la reparación debe tener la pericia correspondiente.

A lo largo de este texto eventualmente se citarán productos en los que se detallarán marca y modelo comercial, solo de manera ilustrativa y por considerarse que en plaza son los de mayor presencia. Tales indicaciones no obligan a que la empresa contratista utilice tal marca comercial, pudiendo utilizarse productos de cualquier otra marca, siempre y cuando sean idóneos y de análogo desempeño o incluso superior. Por ejemplo, si se indica el puente adherente Sikadur - 32 Gel, puede utilizarse otro puente adherente, de iguales o superiores prestaciones de cualquier otra marca.

Si bien este informe puede interpretarse totalmente sin auxilio de material complementario, la empresa constructora deberá contar con los planos de estructura que se utilizaron como fuente de información para este texto. Además, cada capítulo está redactado para poder ser interpretado aisladamente de la mejor manera posible y por eso pueden sonar algo repetitivas ciertas instrucciones.

Respecto al contenido de este Informe, se asume que el/la lector/a y quien efectúe la reparación, tienen los conocimientos básicos sobre los conceptos comentados. No se pretende abordar la problemática de la patología desde el punto de vista didáctico, sino expositivo, con el fin de tomar las medidas paliativas o correctivas del caso. No obstante, ante cualquier duda que el texto o su interpretación puedan generar, el autor está a disposición.

2. Losas

Las losas son aligeradas con cajones de madera perdidos en su interior, lo que les confiere rigidez y relativo poco peso propio, haciendo con que las vigas no sean tan necesarias como en otras tipologías.

Una vez hechas las reparaciones, lo más indicado sería establecer un paquete exterior similar al que se muestra en la figura 2, donde el relleno de hormigón pobre puede sustituirse por otro relleno similar, también inerte y de menor peso propio.

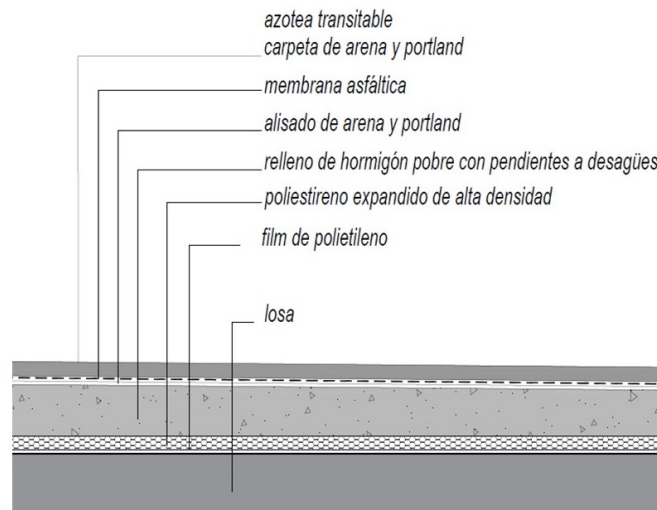


Figura 2: *Carga muerta sobre losa de azotea.*

2.1. Diagnóstico

Las losas se encuentran en aceptables condiciones de uso, considerando la ubicación del inmueble y el tiempo de *vida*. Pero presentan ciertas patologías que hacen con que algunas intervenciones sean necesarias. Según el relevamiento, no se esperan reparaciones de espesor completo, sino algo más bien superficial, algunas veces tratándose de reparaciones de profundidad algo mayor a la de un revoque grueso.

Las reparaciones realizadas prolongarán la vida útil del inmueble y evitarán daños humanos y materiales.

Las patologías detectadas en las losas del edificio son fisuras de ancho excesivo, desprendimientos de fragmentos pequeños de hormigón y armaduras corroídas expuestas.

La losa de azotea presenta filtraciones que permiten el ingreso de agua en días de lluvia, lo que deja claro que la fisuración se ha dado del lado exterior e inferior de la losa.

Según el relevamiento realizado ¹se pudo constatar que las losas presentan las patologías mencionadas aproximadamente a mitad de luz entre pilares, según se observa en la figura 3.



Figura 3: *Fotografías de algunas zonas del interior de las losas (Fuente: Relevamiento).*

Esta situación se debe a que en esa zona de las losas, el momento flector es máximo y por lo tanto las tracciones (y compresiones) son máximas también, generando estas fisuras. En principio, fisuras en esta ubicación son normales pero permiten el ingreso de agentes corrosivos a las armaduras (u otro tipo de conducto metálico interior al hormigón como pueden ser pases para el cableado de suministro de electricidad), perdiendo éstas la protección que el hormigón les suministra.

2.2. Solución Propuesta

A continuación se describirá el procedimiento que pretende evitar el avance de la problemática actual y extender así la vida útil de la pieza.

2.2.1. Apuntalamiento

La empresa constructora que se encargue de las reparaciones deberá estar en condiciones de realizarlas de manera adecuada desde el punto de vista de seguridad, constructivo y técnico.

Es especialmente importante coordinar los trabajos previamente con los usuarios del edificio, ya que el mismo se utiliza con fines estudiantiles prácticamente todo el año.

¹el día 29/4/22

El apuntalamiento de la losa debe realizarse de manera que las descargas de las eventuales cargas (del peso propio y de trabajo - que deberían ser las únicas existentes durante la reparación) se realicen por piezas distintas a la que se repara, de modo que la losa pueda manipularse sin peligro para trabajadores y bienes materiales.

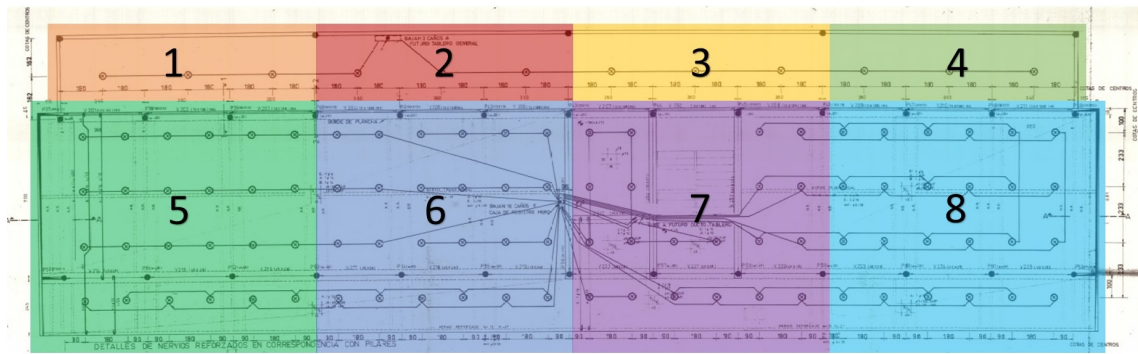


Figura 4: *Plan de apuntalamiento: en colores distintos se definen los sectores en la secuencia de apuntalamiento de losas.*

2.2.2. Reparación

En todos los casos se utilizará hormigón C300 (o sea, resistencia característica en el ensayo de compresión de probetas cilíndricas de 300 kg/cm²). Las varillas utilizadas serán de acero ADN500 (tensión de fluencia de 5000 kg/cm²).

La realización de esta reparación, que es aplicable a todas las piezas de hormigón armado de la edificación que lo necesiten, es simple pero debe seguirse con diligencia para obtener los resultados esperados:

- 1) Debe picarse el hormigón cuidadosamente en la zona perjudicada, de este modo quedará absolutamente expuesto el sector de la armadura que esté dañado.
- 2) Se deberá limpiar, con cepillo metálico, la armadura para quitarle el óxido y todo tipo de sustancia o componente que no deba estar ahí (suciedad, materia orgánica, líquidos, etc). Además, deberá quitarse **totalmente** la capa de polvo y fragmentos sueltos de hormigón.
- 3) Luego del paso anterior se espera que la varilla haya perdido diámetro debido al retiro de fragmentos corroídos, por lo deberá suplementarse por otra(s) varilla(s) de tal modo que la cuantía mecánica de esa sección sea igual o mayor a la que existía previamente al episodio corrosivo. En la figura 5 se detalla la sección mencionada.

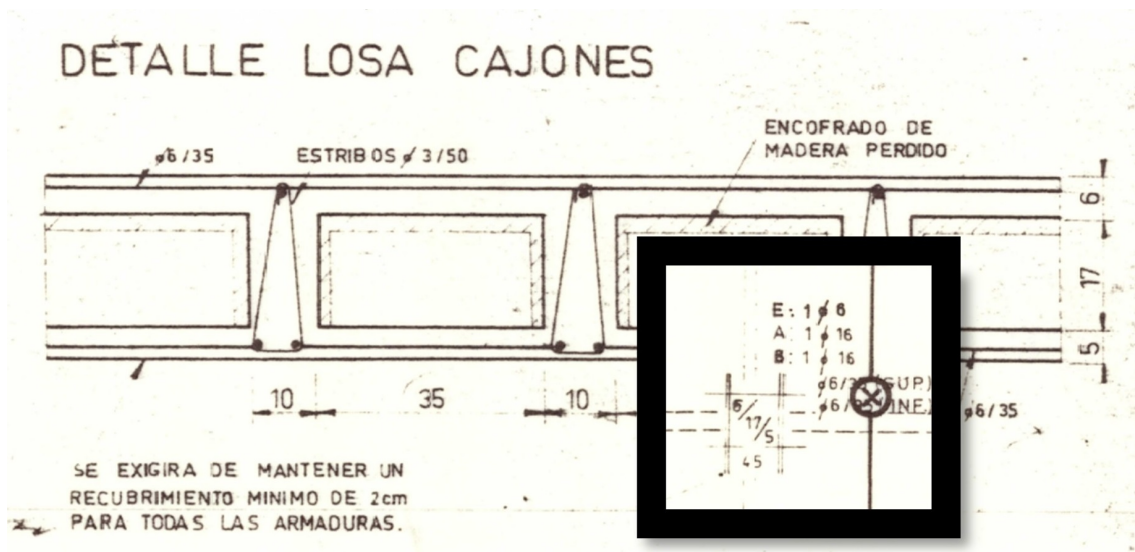


Figura 5: *Detalle de sección transversal de losa, donde se observa la cuantía necesaria. (Fuente: Planos de estructura)*

Deberá prestarse especial atención al anclaje y recubrimiento de la varilla suplementaria colocada. En la tabla siguiente, figura 6, se expresan los largos de anclaje mínimos necesarios en función del diámetro de la varilla, además del diámetro mínimo de mandril para el doblado de las mismas, si esto fuese necesario.

C30	Anclaje	Diametro de doblado
Φ (mm)	(cm)	(cm)
6	25,0	2,4
8	30,0	3,2
10	40,0	4,0
12	45,0	4,8
16	60,0	6,4
20	75,0	14,0
25	120,0	17,5
32	190,0	22,4

Figura 6: *Tabla de anclajes de varillas y diámetro de doblado.*

Para la colocación de la varilla se utilizará algún anclaje químico, un ejemplo de este producto puede ser Sika AnchorFix-1.

- 4) Tanto a la armadura existente como la suplementaria se le aplicará algún producto pasivante, a modo de ejemplo se cita el producto SikaTop Armatec - 108 o cualquier otro producto y/o marca que tenga las mismas capacidades, para protegerla de futuros agentes corrosivos.
- 5) Con la armadura en condiciones y el hormigón limpio de polvo, se aplicará algún puente adherente, se recomienda el producto Sikadur - 32 Gel o similar.
- 6) Se procederá a realizar el encofrado y hormigonado de la zona afectada para cubrir la armadura. Es importante que el hormigón nuevo colocado tenga comportamiento reológico parecido al existente, para evitar dilataciones/contracciones incoherentes entre estos hormigones.

6.1) Cuando la reparación se esté realizando en la cara inferior de la losa, se actuará de la siguiente manera: el hormigón se colocará de modo que la armadura quede totalmente embebida en el. Una de las formas más comunes, si el contexto físico lo permite, es desde el interior del recinto (cuyo techo es la losa a reparar), donde el operador irá colocando el hormigón por una ventana en el encofrado. Dicha ventana tendrá que permitir la entrada de hormigón y la salida de aire ocluido en el mismo. Otra opción menos frecuente pero que puede ser de utilidad es trabajar desde el exterior, donde se ira colando el hormigón fluido por medio de vainas: una servirá de entrada y la(s) otra(s) de

purga como se ve en la figura 7. La distancia D entre vainas será menor o igual a 50cm y dependerá del sector a reparar (puede ser necesario que se coloquen más cerca y/o distribuidos de modo más bidimensional que lineal, como se ve en la imagen). Claro está que una vez que se termine el proceso, se quitarán las vainas.



Figura 7: Método de relleno de hormigón interior accediendo desde el exterior. La zona destacada en naranja es la que se reparará.

6.2) Cuando la reparación se esté realizando en la cara superior de la losa, simplemente se colará (y vibrará si así lo requiere el volumen vertido), nivelará y curará el hormigón.

- 7) Al cabo del tiempo necesario (este período depende del hormigón que se emplee, pero típicamente se trata de 2 a 4 semanas para hormigones normales) se desencofrará.

3. Vigas y Pilares

3.1. Diagnóstico

Las vigas y pilares no presentan mayores problemas, como se puede observar en las figura 8, por lo que no se recomienda que sean intervenidas en esta oportunidad.



Figura 8: *Fotografías que ejemplifican el estado general de vigas y pilares (Fuente: Relevamiento).*

4. Muros testers

4.1. Diagnóstico

Los muros, así como las demás piezas vistas, se encuentran en aceptables condiciones para su uso, considerando la ubicación y el tiempo de vida. Pero presentan ciertas patologías que hacen con que algunas intervenciones sean necesarias.

Según el relevamiento, no se esperan reparaciones de espesor completo.

Las reparaciones realizadas prolongarán la vida útil del inmueble y evitarán daños humanos y materiales.

Las patologías detectadas son fisuras de ancho excesivo, desprendimientos de fragmentos de hormigón y armaduras corroídas expuestas.

Los muros laterales de hormigón armado, poseen varillas de acero parcialmente expuestas y corroídas, tal como se puede ver en la figura 9. Estas partes de la estructura se encuentran en estas condiciones debido a la acción de una prolongada exposición a intemperismos.

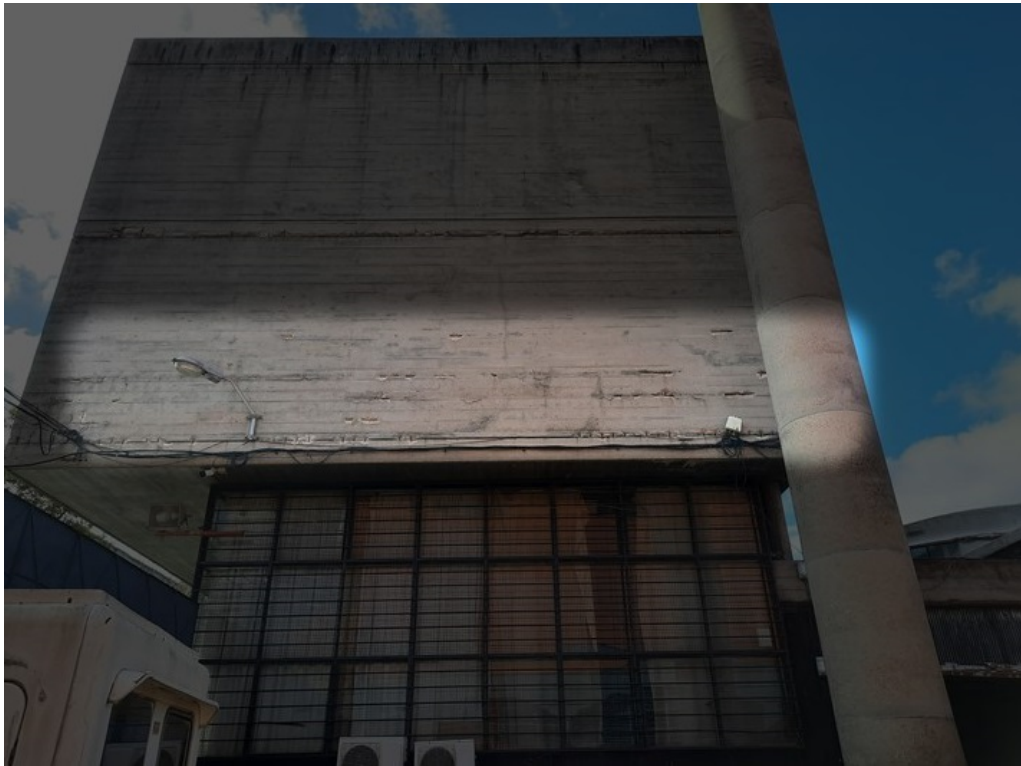


Figura 9: *Fotografía del estado actual del muro lateral (Fuente: Relevamiento).*

4.2. Solución Propuesta

4.2.1. Apuntalamiento

El apuntalamiento deberá realizarse de modo tal que de seguridad a los trabajadores, sustento a la zona a reparar y que eviten desprendimientos o caídas de fragmentos de hormigón.

Es claro que para las reparaciones exteriores se necesitará el uso de andamios, además de EPP.

4.2.2. Reparación

En todos los casos se utilizará hormigón C300 (o sea, resistencia característica en el ensayo de compresión de probetas cilíndricas de 300 kg/cm²). Las varillas utilizadas serán de acero ADN500 (tensión de fluencia de 5000 kg/cm²).

La realización de esta reparación, que es aplicable a todas las piezas de hormigón armado de la edificación que lo necesiten, es simple pero debe seguirse con diligencia para obtener los resultados esperados:

- 1) Debe picarse el hormigón cuidadosamente en la zona perjudicada, de este modo quedará absolutamente expuesto el sector de la armadura que esté dañado.
- 2) Se deberá limpiar, con cepillo metálico, la armadura para quitarle el óxido y todo tipo de sustancia o componente que no deba estar ahí (suciedad, materia orgánica, líquidos, etc). Además, deberá quitarse **totalmente** la capa de polvo y fragmentos sueltos de hormigón.
- 3) Luego del paso anterior se espera que la varilla haya perdido diámetro debido al retiro de fragmentos corroídos, por lo que deberá suplementarse por otra(s) varilla(s) de tal modo que la cuantía mecánica de esa sección sea igual o mayor a la que existía previamente al episodio corrosivo. En la figura 10 se detalla la ferralla.

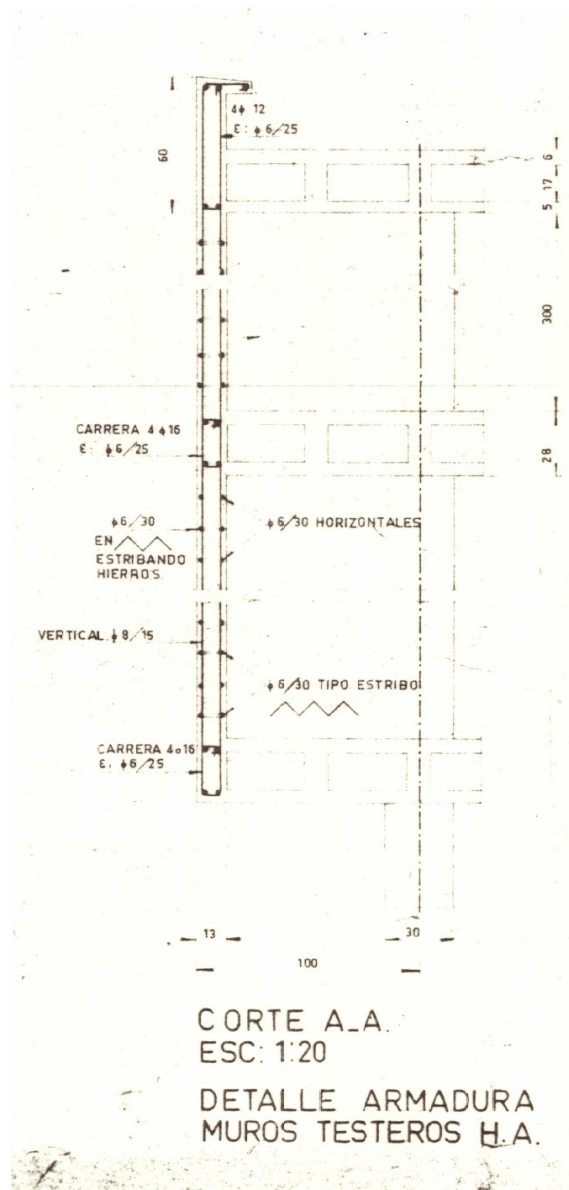


Figura 10: *Detalle de sección transversal del muro, donde se observa la armadura del mismo. (Fuente: Planos de estructura)*

Deberá prestarse especial atención al anclaje y recubrimiento de la varilla suplementaria colocada. En la tabla de la figura 11, se expresan los largos de anclaje mínimos necesarios en función del diámetro de la varilla, además del diámetro mínimo de mandril para el doblado de las mismas, si esto fuese necesario.

C30	Anclaje	Diametro de doblado
Φ (mm)	(cm)	(cm)
6	25,0	2,4
8	30,0	3,2
10	40,0	4,0
12	45,0	4,8
16	60,0	6,4
20	75,0	14,0
25	120,0	17,5
32	190,0	22,4

Figura 11: *Tabla de anclajes de varillas y diámetro de doblado.*

Para la colocación de la varilla se utilizará algún anclaje químico, un ejemplo de este producto puede ser Sika AnchorFix-1.

- 4) Tanto a la armadura existente como la suplementaria se le aplicará algún producto pasivante, a modo de ejemplo se cita el producto SikaTop Armatec - 108 o cualquier otro producto y/o marca que tenga las mismas capacidades, para protegerla de futuros agentes corrosivos.
- 5) Con la armadura en condiciones y el hormigón limpio de polvo, se aplicará algún puente adherente, se recomienda el producto Sikadur - 32 Gel o similar.
- 6) Se procederá a realizar el encofrado y hormigonado de la zona afectada para cubrir la armadura. Es importante que el hormigón nuevo colocado tenga comportamiento reológico parecido al existente, para evitar dilataciones/contracciones incoherentes entre estos hormigones.
- 7) Al cabo del tiempo necesario (este período depende del hormigón que se emplee, pero típicamente se trata de 2 a 4 semanas para hormigones normales) se desencofrará.

5. Tanque de agua superior

5.1. Diagnóstico

El tanque se encuentra en aceptables condiciones para su uso, considerando la ubicación y el tiempo de vida. Pero presenta ciertas patologías que hacen con que algunas intervenciones sean necesarias.

Según el relevamiento, no se esperan reparaciones de espesor completo.

Las reparaciones realizadas prolongarán la vida útil del inmueble y evitarán daños humanos y materiales.

Las patologías detectadas son:

- fisuras de ancho excesivo
- desprendimientos de fragmentos de hormigón
- armaduras corroídas expuestas
- pérdida de recubrimiento y exposición de agregado grueso a superficie generando una especie de *porosidad*.

El tanque de agua en azotea posee varillas de acero parcialmente expuestas y corroídas, tal como se puede ver en la figura 12. Se encuentra en estas condiciones debido a la acción de una prolongada exposición a intemperismos.



Figura 12: *Fotografía del estado actual del tanque de agua superior (Fuente: Relevamiento.)*

5.2. Solución Propuesta

5.2.1. Apuntalamiento

El apuntalamiento deberá realizarse de modo tal que de seguridad a los trabajadores, sustento a la zona a reparar y que eviten desprendimientos o caídas de fragmentos de hormigón a la azotea.

5.2.2. Reparación

En todos los casos se utilizará hormigón C300 (o sea, resistencia característica en el ensayo de compresión de probetas cilíndricas de 300 kg/cm²). Las varillas utilizadas serán de acero ADN500 (tensión de fluencia de 5000 kg/cm²).

La realización de esta reparación, que es aplicable a todas las piezas de hormigón armado de la edificación que lo necesiten, es simple pero debe seguirse con diligencia para obtener los resultados esperados:

- 1) Debe picarse el hormigón cuidadosamente en la zona perjudicada, de este modo quedará absolutamente expuesto el sector de la armadura que esté dañado.

- 2) Se deberá limpiar, con cepillo metálico, la armadura para quitarle el óxido y todo tipo de sustancia o componente que no deba estar ahí (suciedad, materia orgánica, líquidos, etc). Además, deberá quitarse **totalmente** la capa de polvo y fragmentos sueltos de hormigón.
- 3) Luego del paso anterior se espera que la varilla haya perdido diámetro debido al retiro de fragmentos corroídos, por lo deberá suplementarse por otra(s) varilla(s) de tal modo que la cuantía mecánica de esa sección sea igual o mayor a la que existía previamente al episodio corrosivo. En las figuras 13 14 y 15 se detalla la ferralla.

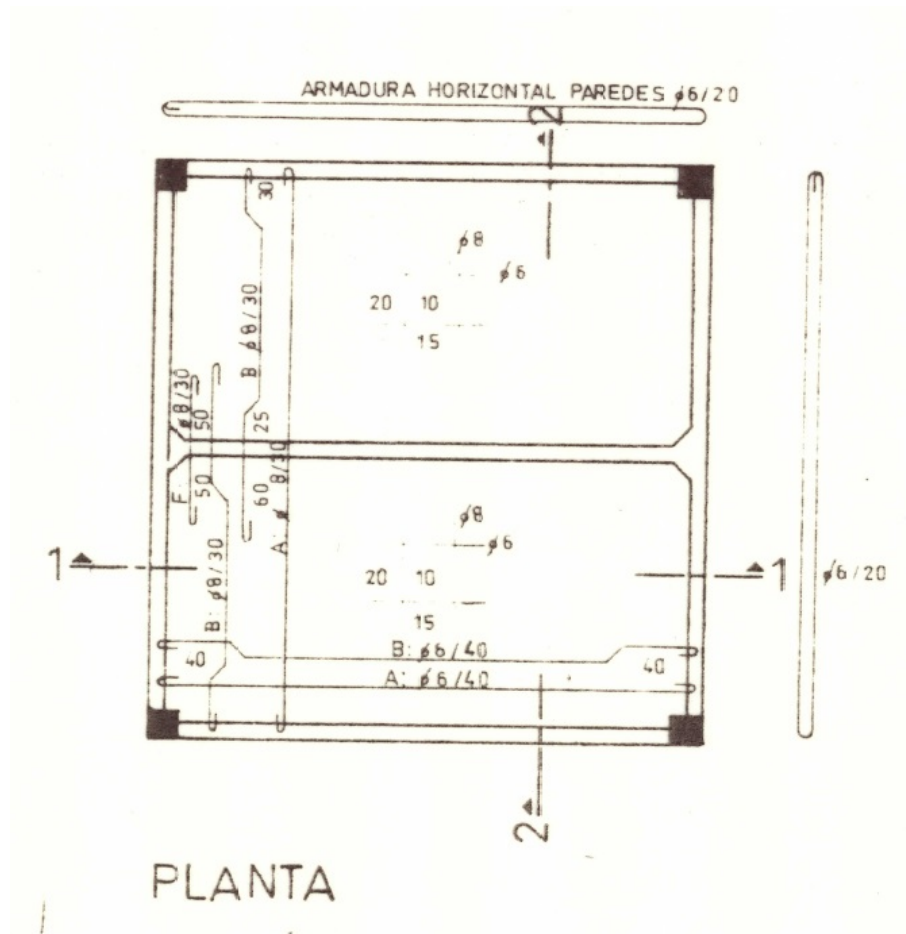


Figura 13: Planta del tanque de agua, donde se observa la geometría y armadura.
(Fuente: Planos de estructura)

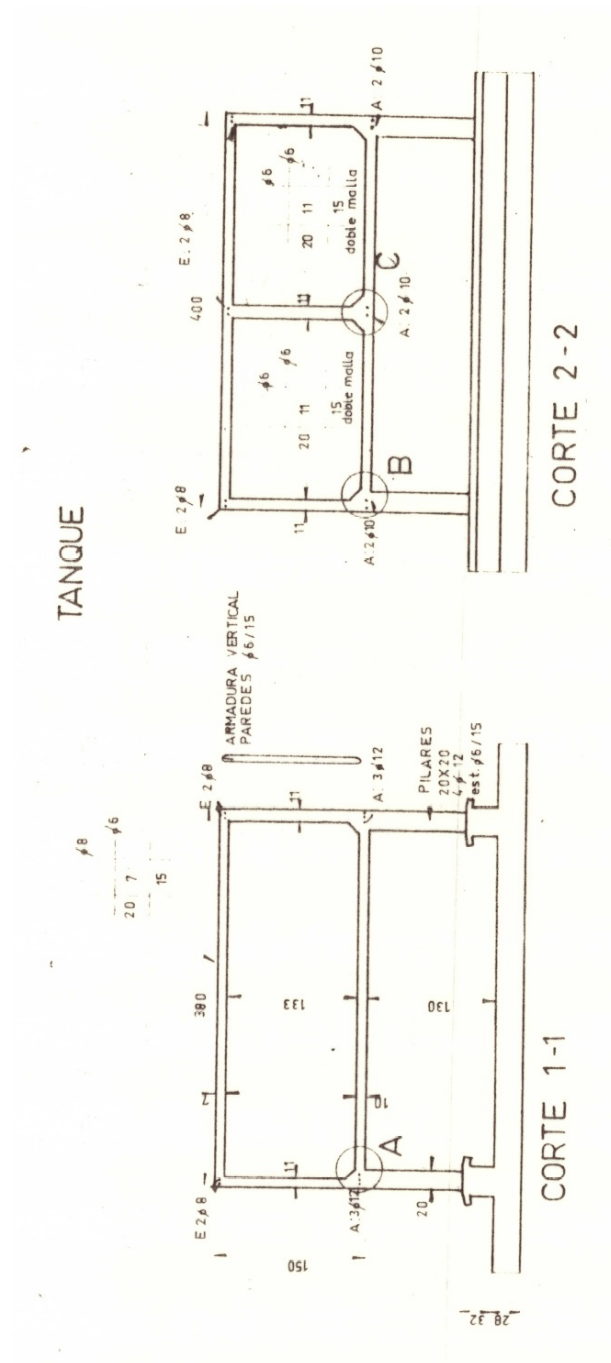


Figura 14: Corte 1-1 y Corte 2-2 de la planta del tanque. (Fuente: Planos de estructura)

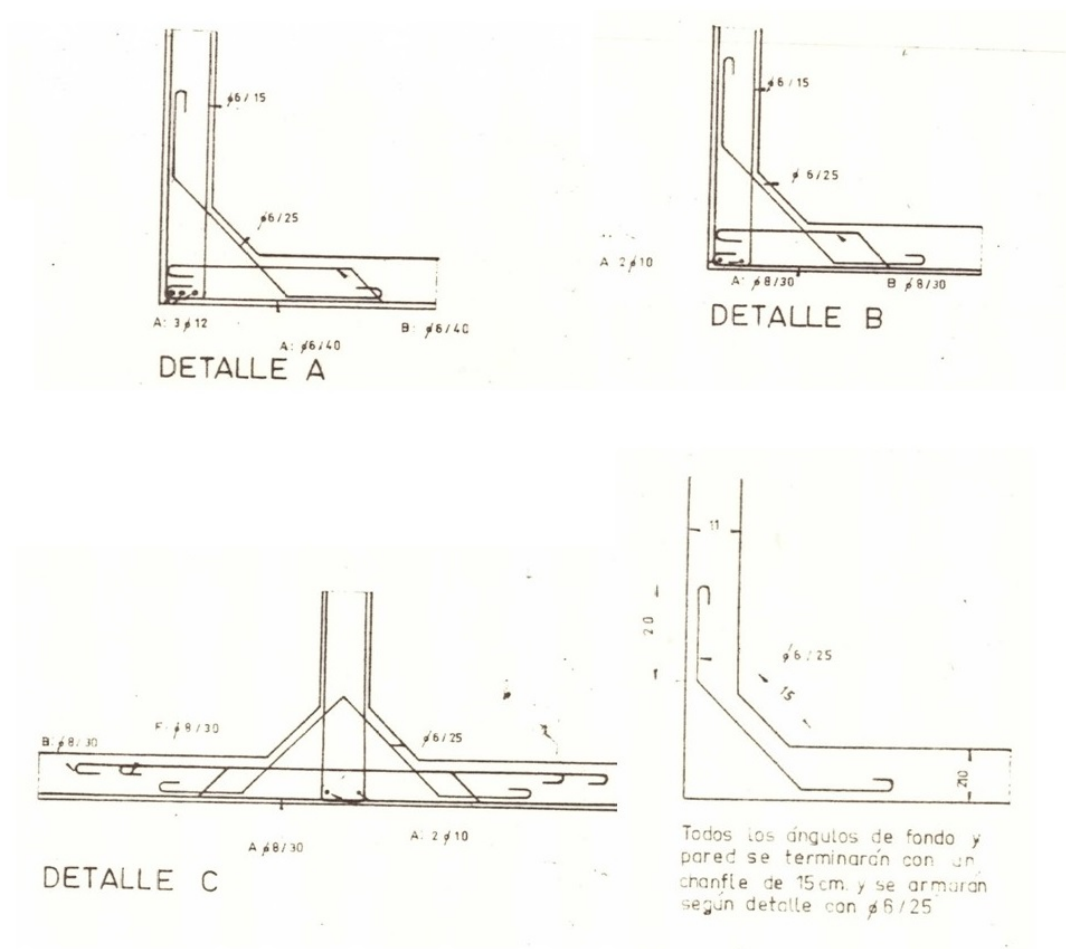


Figura 15: *Detalle de armado de chanfle de tanque. (Fuente: Planos de estructura)*

Deberá prestarse especial atención al anclaje y recubrimiento de la varilla suplementaria colocada. En la tabla de la figura 16, se expresan los largos de anclaje mínimos necesarios en función del diámetro de la varilla, además del diámetro mínimo de mandril para el doblado de las mismas, si esto fuese necesario.

C30	Anclaje	Diametro de doblado
Φ (mm)	(cm)	(cm)
6	25,0	2,4
8	30,0	3,2
10	40,0	4,0
12	45,0	4,8
16	60,0	6,4
20	75,0	14,0
25	120,0	17,5
32	190,0	22,4

Figura 16: *Tabla de anclajes de varillas y diámetro de doblado.*

Para la colocación de la varilla se utilizará algún anclaje químico, un ejemplo de este producto puede ser Sika AnchorFix-1.

- 4) Tanto a la armadura existente como la suplementaria se le aplicará algún producto pasivante, a modo de ejemplo se cita el producto SikaTop Armatec - 108 o cualquier otro producto y/o marca que tenga las mismas capacidades, para protegerla de futuros agentes corrosivos.
- 5) Con la armadura en condiciones y el hormigón limpio de polvo, se aplicará algún puente adherente, se recomienda el producto Sikadur - 32 Gel o similar.
- 6) Se procederá a realizar el encofrado y hormigonado de la zona afectada para cubrir la armadura. Es importante que el hormigón nuevo colocado tenga comportamiento reológico parecido al existente, para evitar dilataciones/contracciones incoherentes entre estos hormigones.
- 7) Al cabo del tiempo necesario (este período depende del hormigón que se emplee, pero típicamente se trata de 2 a 4 semanas para hormigones normales) se desencofrará.
- 8) Una vez hechas las reparaciones, se le dará terminación superficial con revoque para proteger la composición del hormigón (o sea, evitar la exposición del agregado grueso).

6. Conclusión y Recomendaciones

En este informe se proponen soluciones que se considera conjugan bien el aspecto constructivo, el de seguridad de los usuarios y bienes y el aspecto logístico-económico de la intervención.

Antes de comenzar con cualquier tarea deberán tenerse en cuenta todas las **medidas de seguridad**, como lo son apuntalamientos de la zona afectada e intervenida, señalización mediante cinta o malla reflectiva, etc. La empresa constructora que se dedique a esta reparación, deberá estar en condiciones de realizar las tareas (es muy recomendable que tenga una experiencia previa favorable con este tipo de rehabilitaciones) cumpliendo todos los protocolos de seguridad e higiene vigentes. Además se recomienda que tenga experiencia en recuperación de fachadas, especialmente en la zona de muros laterales cuyas reparaciones quedarán visibles.

Se considera que con reparaciones puntuales pero bien ejecutadas puede evitarse la propagación de las patologías diagnosticadas. Estas reparaciones extenderán la vida útil de la edificación y permitirán que otro tipo de rehabilitaciones (arquitectónicas, sanitarias, etc) puedan realizarse.

Las rehabilitaciones arquitectónicas (reparación o reposición de ventanas/claraboyas, reposición de revoques, etc) son necesarias pues piezas estropeadas pueden perjudicar a la propia estructura y al edificio como un todo.



Figura 17: *Cerramientos metálicos corroídos aportan al deterioro de elementos estructurales contiguos.*

Es recomendable evitar ciertas prácticas en la edificación que mal o bien perjudican a la estructura como lo son pases en elementos de hormigón o el uso de dichas

estructuras como soporte imprevisto, tal como se ve en la figura 18 y en la figura 19.

Por ultimo, es importante que al finalizar la obra, se registren las intervenciones en un *Plano Conforme a Obra* (o *As-Built*). Este documento permitirá conocer el alcance real de los trabajos además de que, en un futuro, cuando se realicen nuevas reparaciones, se tenga información fidedigna de la edificación.



Figura 18: *Uso del tanque como estructura de soporte para tubería.*



Figura 19: *Pase en losa (muy probablemente imprevisto inicialmente).*



Emilio T. Coitiño
Ing. Civil Estructural

7. Fuentes

- *Concrete Repair and Maintenance Illustrated* Autor P.H. Emmons.
- *Hormigón Armado* Autor Jiménez Montoya.
- Planos de arquitectura y estructura y fotografías de la edificación (facilitado por la ANEP y tomadas durante el relevamiento del día 29/4/22).
- Catálogos comerciales de los productos recomendados.