

PONCIANO J. TORRADO

INGENIERO CIVIL

C. P. 23.175

Montevideo, 02 de julio de 2019.-

Memoria Descriptiva y Constructiva

de los Trabajos a realizar en el
Edificio "Escuela Técnica de UTU"
Barrio Lavalleja

I.- Introducción

El día 15 de mayo ppdo. el suscrito concurrió, en compañía de la Arq. Rosario Alba, supervisora de obras por la CND - Corporación Nacional para el Desarrollo, a inspeccionar diversos deterioros que experimenta el edificio "Escuela Técnica de UTU", ubicado en el Barrio Lavalleja (parte del Padrón N°53.237), de la ciudad de Montevideo.

Para la realización de los trabajos de recuperación es que se redacta la presente memoria descriptiva y constructiva.

II.- Características técnicas generales

Se trata de una construcción con estructura portante de hormigón premoldeado y cerramientos de muros de mampostería de bloques, concebida para alojar aulas y diversos servicios anexos de la mencionada escuela técnica. Se desarrolla en P.B. y un nivel superior, más un área lateral techada, destinada a cancha de deportes.



Foto 1 - Acceso principal

La empresa contratista principal fue la firma Nebaril S.A. y la estructura prefabricada de hormigón se subcontrató a la empresa Schmidt Premoldeados S.A.

III.- Documentación disponible consultada

A los efectos de la realización del presente informe, la oficina del Fideicomiso de Infraestructura Educativa Pública de ANEP-CND proporcionó al suscrito la siguiente documentación:

- Planos L1U1 al L5U5, L6A1 al L16A11, L18A13 al L27A22, L28S1 al L39S12, L40EL1 al L59EL20 en soporte papel, formato A3.
- Planos de Albañilería de Cerramientos horizontales y Terminaciones s/nº, en versión AutoCad, en soporte digital.
- Planos E1.1 Caja de Ascensor. Escalera, E1.3 Tanque de Agua y E1.4 Escalera en dos ramas, en versión AutoCad, en soporte digital.
- Planos de la estructura prefabricada de la empresa Schmidt Premoldeados S.A. L1A, 1 a 7, C1 y C2, en versión AutoCad y pdf y Detalles A a I, en versión pdf, en soporte digital.
- Memoria Constructiva General, en soporte digital
- Memoria Constructiva Particular, en soporte digital y papel.
- Estudio Geotécnico del predio de marzo 2013, realizado por la firma Ingefund, en soporte papel.
- Informe Ing. Tania Assanelli sobre hidráulica del terreno, en soporte digital.
- Informes de Obra N°s 4 al 9, 12 al 15, 19, 22 al 29, 40 y 44 y Reportes de Obra N°s 3 al 7, 10, 12, 13, 17, 20 al 28, 39, 40, 71, 72, 73 y 74 en soporte digital.
- Informe y Fotos de sacada de agua del terreno.
- Informes de probetas de hormigón
- Avances de excavaciones, rellenos y colocación de premoldeado
- Informe de Compactación de Suelo de Lemac, en soporte digital.
- Fotos varias (anclajes de paneles, franjas niveladas, muros de bloques, paneles de fachada, etc.)

IV.- Áreas y Unidades inspeccionadas

1. **Planta Baja (exterior)**

- Vereda de acceso

En el acceso al edificio existe una explanada pavimentada de hormigón de dimensiones 12.15 m de frente y 6.78 m de fondo. De acuerdo con el Numeral 7.1.2 de la Memoria Constructiva Particular (MCP) del proyecto “en el sector exterior del hall de acceso, el contrapiso armado según planilla de terminaciones y detalles de albañilería será el **piso** del local, se realizará con terminación de endurecedor superficial tipo **Sika - Chapdur** similar o mejor, color gris. Se exigirá que esta tarea la realice un subcontrato con acreditada experiencia en la ejecución de este tipo de trabajos, deberá ser aprobado por el Supervisor de Obra”. Este pavimento de hormigón debió haber sido construido en su totalidad sobre una base de hormigón armado con malla electrosoldada.

Las Fotos 2 y 3 muestran cómo fue construido. La primera mitad sobre una prolongación del piso interior y la segunda mitad sobre una base irregular, de la que aparentemente no se han removido los detritus, pues la malla se ve puesta por encima, previo al llenado.

La malla ha sido colocada en dos tramos, el primero sobre la prolongación del piso y el segundo sobre la base antedicha, generándose un escalón entre ambos.

Al pavimento se le han practicado dos juntas de contracción en el sentido longitudinal (frontal) y tres en el sentido transversal. Al respecto la MCP establece que “se prevé la construcción de juntas de contracción donde se indica en lámina L30A21.

Dichas juntas de contracción se obtendrán por rehundido de un fleje metálico o listón de madera (1cm de espesor y 4cm de altura); el mismo se hará cuando el proceso de fraguado haya comenzado y la consistencia del material permita un copiado de la forma del fleje, sin producir levantamientos de material en los bordes de la junta. Se admitirá el corte con máquina de corte de hormigón. Se rellenarán con sellador de poliuretano de elasticidad permanente”.



Foto 2 - Acceso, colocación de armadura en 1/2 base



Foto 3 - Acceso, colocación de armadura en el resto

La Foto 4 muestra el estado actual del pavimento, donde es dable distinguir una grieta errática de andamio longitudinal, que transcurre por la mitad del pavimento en coincidencia con el salto de en la base y el solape de los dos tramos de que se compone la malla.



Foto 4 - Acceso, estado actual del pavimento

Como se aprecia, la aparición de esta fractura, generada por elevados esfuerzos de tracción causados por la retracción de fraguado del material y por las contracciones térmicas, no se produjo en las dos juntas previstas al respecto. Ello no ocurrió por estar las dos juntas armadas, es decir como la armadura no fue interrumpida, los esfuerzos de tracción actuaron sobre la sección más débil del pavimento, que coincide además con un cambio importante en la calidad de la base (presencia importante de detritus).

Para restablecer las condiciones de comportamiento mecánico del pavimento sin tener que reconstruir el mismo debidamente, se podría proceder de la siguiente manera:

- a) aserrar todas las juntas existentes hasta cortar las mallas de acero y sellarlas con Sikaflex
- b) demoler y reconstruir una faja de 1.00m de ancho en torno a la grieta originada

De este modo se logrará que las citadas juntas originalmente previstas puedan desempeñarse adecuadamente.

- Veredas perimetrales

En torno a la planta del edificio principal de Aulas y Talleres se ha dispuesto una vereda perimetral de hormigón armado con malla electrosolda, de 1.20m de ancho, con juntas de contracción separadas 3.30m aproximadamente.

Se ha previsto en la Lámina L2U2 que éste sea un pavimento de hormigón fratasado. Las Foto 5 y 6 ilustran la fase constructiva. En la primera se ve el encofrado de contención lateral y en la segunda la ubicación de las cámaras de inspección de desagües en ladrillo.



Foto 5 - Encofrado de vereda perimetral



Foto 6 - Cámaras en vereda perimetral

Si bien las veredas se construyeron solidarias con la fachada, es decir sin marcar juntas de separación, con el correr del tiempo se comenzó a notar la separación de éstas respecto del edificio. En efecto, es necesario tomar en consideración que la estructura del edificio está cimentada sobre el firme rocoso, mientras que la vereda perimetral lo está sobre el terraplén compactado.

Esta situación genera un comportamiento diferente de ambas estructuras, pues por un lado las cargas en juego son muy diferentes y por otro el asentamiento del material granular de base, producido por las escorrentías del agua de lluvia, provocará el desplazamiento del mismo.

El resultado puede verse en las Fotos 7 y 8. La Foto 7 está tomada en la vereda norte donde el terreno circundante es más horizontal, por lo que los descensos diferenciales con la estructura son menos acusados. En cambio, la Foto 8 está tomada en el sur, donde existe un talud con marcada pendiente, lo que facilita el arrastre de material cuando llueve, factor que favorece los mayores asentamientos relativos.



Foto 7 - Vereda perimetral norte



Foto 8 - Vereda perimetral sur

Es de hacer notar que en torno a las cámaras se han aserrado juntas diagonales, para, de ese modo, evitar las fisuras inducidas por los vértices. Si bien estéticamente no han sido apropiadamente ejecutadas, el efecto buscado se ha logrado. No ocurre lo mismo en cambio, respecto de las juntas transversales, pues en algunos casos la rotura por retracción y temperatura, se ha dado fuera de ellas.

Ahora bien, para reparar el desprendimiento de las veredas respecto del edificio se deberá colar un mortero de arena y portland hasta rellenar las oquedades. Acto seguido se introducirá un cordón de respaldo Sika Roundex de diámetro apropiado a la hendidura y sobre él se dispondrá una junta flexible de Sikaflex-1a, cuya función consiste en acompañar los movimientos que se produzcan sin volver a fisurar.

2. Planta Baja (interior)

- Batería de baños

En la esquina sureste de la edificación se encuentra la batería de baños (SSH y tisanería). En el plano L21A16 figuran los detalles relativos a las terminaciones, en base a buñas de diferentes perfiles de aluminio según el caso.

En la Foto 9, correspondiente al Baño de Varones, se aprecia el desprendimiento del revestimiento de azulejo de la pared noreste respecto del pavimento y del tabique transversal, generándose incluso la rotura de las piezas.



Foto 9 - Separación entre pared noreste y pavimento



Foto 10 - Separación entre pared noreste y estructura de techo

En la Foto 10 se ve ahora la separación entre el muro noreste y la estructura del entrepiso.

Esta situación, que se da también en el muro sureste, es consecuencia del diferente comportamiento entre las piezas premoldeadas de fachada, los revestimientos interiores de azulejos y el pavimento de baldosas, de que se compone este sector. En efecto, en los planos L11A6 de albañilería y 2 de estructura se ve que ambos muros de la batería de baños son paneles premoldeados. Estos muros son piezas discretas vinculadas a los pilares mediante anclajes, por lo que sus movimientos serán independientes del pavimento, provocando la rotura por arrastre del revestimiento de azulejos solidario con el pavimento.

Para solucionar este problema se procederá de la siguiente manera:

- Se removerá la fila inferior de azulejos
- Se practicará con amoladora una junta horizontal sobre el pavimento de 10 mm de apertura como máximo
- Se introducirá provisoriamente un listón de madera o de poliestireno del espesor adecuado para soportar la reposición de los azulejos
- Una vez colocados los azulejos y cuando estén firmes se retirará el listón antedicho
- En la junta se colocará ahora un cordón de respaldo Sika Roundex del diámetro apropiado y se sellará la junta con masilla Sikaflex 1a para crear una unión flexible y estanca a la vez.

- Taller de Belleza

En el Taller de Belleza se ha producido el desprendimiento del marco de la puerta de acceso de sus amures. Según los planos L6A1 y L25A20 el marco de la abertura de madera está amurado a ambos lados en tabiques de dos bloques de hormigón de 15x19x40.

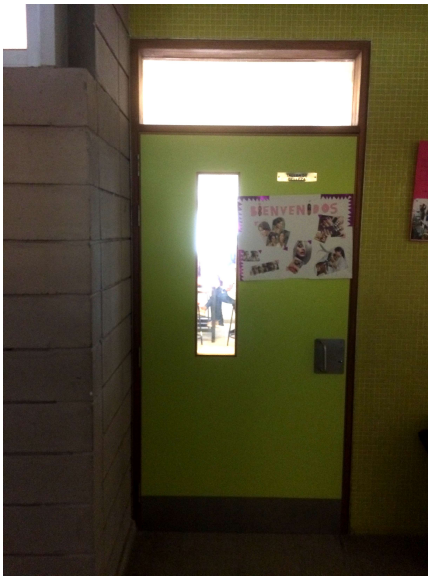


Foto 11 - Puerta de Acceso al Taller de Belleza

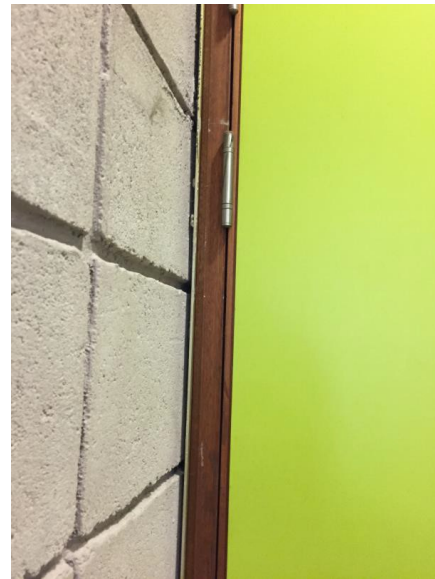


Foto 12 - Detalle del desprendimiento del marco

La Foto 11 describe la forma en que está dispuesta la abertura y la Foto 12 muestra en detalle la separación del marco de los muros de bloque. Es posible que el desprendimiento del marco se deba a condiciones débiles del anclaje del mismo a tabiques de bloques, donde el izquierdo es transversal al plano de la puerta, justo en la posición donde los esfuerzos dinámicos son mayores (apertura y cierre continuos).

El procedimiento de reparación podría consistir en:

- Desamurar el marco con la hoja
 - Rectificar posibles deformaciones y controlar las escuadras, pues la hoja roza contra el pavimento
 - Amurar en ambos tabiques de bloques sendos marcos adicionales de chapa doblada en forma de "U" que recubran cada extremo de los tabiques de bloques
 - Fijar el marco de la abertura cerrada en su interior, a dichos marcos adicionales
- Salón 1 contiguo al SUM

En el aula (Salón 1) ubicada entre el SUM y el Taller de Gastronomía ocurre una situación similar con la puerta de acceso, que la precedentemente descrita. La Foto 13 ilustra la separación del marco abertura. Esta puerta es además más ancha que la anterior, pues posee un panel fijo.

Para la solución del problema caben las mismas consideraciones que para el caso del Taller de Belleza.



Foto 13 - Puerta de Acceso al Salón 1



Foto 14 - Fisuración de la junta de la 1ª hilada

En esta aula se comprueba además un problema adicional como señala la Foto 14, en que se ve una fisura horizontal que transcurre a nivel de la primera junta entre bloques.

En el Numeral 3.2-1 Contrapiso Armado de la Memoria Constructiva Particular se establece que "en planta baja se realizará un contrapiso de hormigón armado cuya capacidad portante será suficiente para resistir el peso propio de los muros de bloques de hormigón y las posibles sobrecargas por uso y equipamiento". Es decir, en ausencia de vigas de fundación se confió a los contrapisos armados la función de soporte de los muros. Esta propuesta técnica conlleva el riesgo de que los posibles asentamientos locales afecten a los muros compuestos de elementos discretos de grandes dimensiones. La Foto 15 indica la forma en que se levantaron los muros de bloques en P.B. directamente sobre el contrapiso armado.

En la hipótesis de que esta situación se ha estabilizado, la solución que se propone para este problema consiste en descubrir la junta con la amoladora, primero del lado exterior, y rellenarla con mortero de arena y portland. Una vez que esta unión así rehecha ha endurecido, se hará lo propio del lado interior.



Foto 15 - Levantamiento de muros de bloques en P.B.

- Administración

En el sector de Administración, donde se encuentra además la Dirección y la Secretaría del Instituto, se ha denunciado en el pasado el ingreso de agua de lluvia en la unión del techo con la pared exterior de fachada principal, así como también alrededor de la tubería de bajada de pluviales, proveniente del aula 104, ubicada inmediatamente por encima en la Planta Alta.



Foto 16 - Ingreso de agua entre muro de fachada y entrepiso



Foto 17 - Ingreso de agua alrededor de caño de pluviales

Es posible que ambas filtraciones respondan a un mismo origen, es decir, a una antigua falla en la impermeabilización de la cubierta, por lo que es de esperar que al resolverse la situación de la azotea, todos los problemas derivados desaparezcan definitivamente.

Esta presunción se fundamenta en el hecho de que a nivel de la cara inferior del entrepiso, el contacto entre el panel de fachada y la losa π es interior, es decir, no expuesto directamente a la intemperie.

3. Planta Alta

- Laboratorios de Física, Ayte. Preparador y Química y Biología

En estos laboratorios ocurre la misma situación respecto a los zócalos de las mesadas.

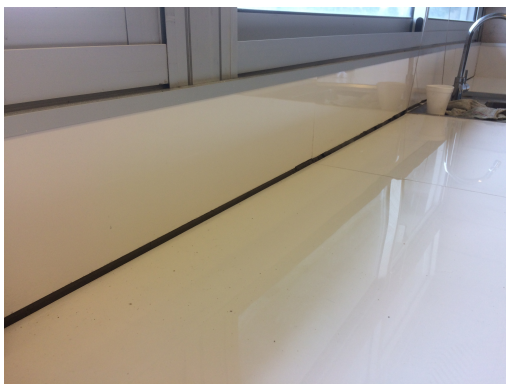


Foto 18 - Desprendimiento zócalo mesada en Lab. Física

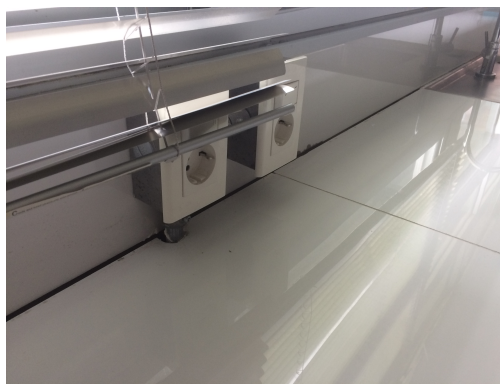


Foto 19 - Desprendimiento zócalo mesada en Lab. Química

En efecto, como muestran las Fotos 18 y 19 la pretendida unión entre el revestimiento del muro y la mesada ha fracasado. De acuerdo con el corte 5-5 de la lámina L24A19 Detalles Laboratorios se ve que la mesada apoya en el entrepiso de losas π al mismo tiempo que se adosa al panel de fachada indicado en la Vista 3 del plano 7 de la estructura premoldeada.

La vinculación de la mesada a dos piezas estructurales premoldeadas discretas como son el entrepiso de losas π y el panel de fachada, cuyos movimientos son independientes, no puede ocurrir sin que se produzca el marcado de la separación. En otras palabras, si la mesada es solidaria al entrepiso y el zócalo al panel, necesariamente se producirá la fractura en la arista de contacto.

Tratándose de mesadas de laboratorio donde se manejan líquidos que eventualmente pueden derramarse es imprescindible generar en ese encuentro una junta estanca. Para ello se procederá de la siguiente forma:

- Se rectificará la junta mediante amoladora
- Se interpondrá un cordón de respaldo Sika Roundex del diámetro apropiado
- Se sellará la junta con masilla flexible e impermeable Sikaflex 1a.

- Biblioteca

En la Biblioteca se ha constatado que ingresa agua desde la azotea en la zona de apoyo de las losas y en una de las luminarias en el cielorraso, dejando el goteo una marca en el piso de baldosa. También se ha constatado que ingresa agua por el ducto del tablero eléctrico.

Las Fotos 20 y 21 ilustran estos extremos. Las filtraciones se originan en la falla de la impermeabilización de la azotea, como más adelante se verá.

Por la azotea corren las canalizaciones eléctricas, por lo que es fácil deducir que si el agua de lluvia logra penetrar por debajo de la membrana de impermeabilización, algunos de los conductos serán el vehículo para las filtraciones descritas.

Por el riesgo que estas filtraciones provocan será necesario proceder de manera segura a la solución de la estanqueidad de la impermeabilización.



Foto 20 - Filtración en la zona de apoyo de losas



Foto 21 - Filtración por ducto de tablero eléctrico

- Aula 104

El Aula 104 está ubicada en el centro de la edificación, con frente a la fachada principal. Presenta diversas patologías que se tratarán por separado.

En primer lugar se han detectado tres sitios por donde ingresa agua desde la azotea: a) por la unión entre losas π , b) por la unión de la pared norte con la estructura de cubierta y c) por la unión de la tubería de bajada de pluviales con el techo. Las Fotos 22, 23, 24 y 25 describen estos problemas.



Foto 22 - Filtración entre losas π



Foto 23 - Agua en el piso por gotera



Foto 24 - Ingreso de agua alrededor de caño de pluviales



Foto 25 - Extensión de la humedad desde caño de pluviales

Para el caso a), como se verá más adelante cuando se considere el problema de la impermeabilización de la azotea, la falta de sellado entre las losas π favorece la filtración del agua de lluvia. Para los casos b) y c) se repite idéntica situación como la que se analizó más arriba, en ocasión del área de Administración en P.B.

En segundo lugar, otro problema que evidencia este sector es la separación del muro de bloques, de la estructura en esquina sureste y la consecuente fisuración de los mismos. Este problema está descrito en la Foto 26. La Foto 27 es una aproximación de detalle al efecto resultante.



Foto 26 - Separación del muro de bloques, de estructura



Foto 27 - Detalle de separación y fisuración del muro

Analizando el proyecto de estructura de hormigón premoldeado se explica, siguiendo la Foto 26, que las piezas que se ven a la izquierda responden, de abajo a arriba, con las N^{os} 69 y 68 del Corte D-D de la Lámina 5 - Cortes. La pieza inferior N^o69 se fija a su vez a la Placa N^o73, según Detalle 8, de la Lámina F - Referencias de Detalle. Las Placas N^{os} 68, 69 y 73 se fijan al Pilar N^o16.

Como se ha expresado ya, la estructura premoldeada está compuesta de piezas discretas vinculadas mediante anclajes metálicos, situación que no impide la posibilidad de pequeños movimientos diferenciales con la estructura del entrepiso. Por esta razón no es posible vincular el muro de bloques de forma solidaria con ambas estructuras sin que ocurran fisuras y desprendimientos con las piezas transversales.

Si se estudia en detalle el andamio de la fisura se observa que se induce en el vértice de la Placa N^o73 con inclinación hacia el interior del muro y luego se refleja en otras fisuras igualmente inclinadas. La explicación consiste en interpretar que el sector del muro apoyado sobre el saliente de la Placa N^o73 termina desprendiéndose de la Placa N^o68 y del resto del muro.

La solución del problema pasa por efectivamente separar ese sector de ancho de un bloque y fracción, del resto del muro. Para ello se practicará de ambos lados del muro una buña vertical, que luego será rellenada con masilla elástica Sikaflex 1a y finalmente se repararán los bloques fisurados con mortero de arena y portland.

En tercer lugar se ha comprobado en tres lados el desprendimiento del zócalo de piso (ver Fotos 28 y 29). Esto ocurre porque existe movimiento entre el muro de bloques y la estructura del

entrepiso. Para solucionar este problema se debe considerar previamente que los zócalos no pueden estar adheridos simultáneamente a ambas estructuras, pues terminarán separándose de una de ellas. Lo aconsejable sería que estuvieran adheridos al muro y quedaran libres del piso, pues con el muro es mayor la superficie de contacto.

El procedimiento para lograr este efecto sería el siguiente:

- Remover todos los zócalos
- Colocar una pequeña tira de membrana asfáltica de 4mm de espesor, del ancho del espesor del zócalo, contra el muro donde asentará el zócalo
- Adherir el zócalo al muro premoldeado, apoyándolo sobre la tira de membrana sin pegarlo a ella, con mezcla de cal reforzada con cemento portland.



Foto 28 - Desprendimiento de zócalo contra el muro



Foto 29 - Desprendimiento de zócalo contra caño de pluviales

- Adscripción

En la sala de Adscripción, numerada como 106 en el Plano L7A2 del proyecto, la situación es particularmente grave, pues ingresa agua por el lateral de la tubería de pluviales, como muestran las Fotos 30 y 31, inundando el sitio. Del mismo modo que en casos anteriores, el problema será tratado en el análisis de la impermeabilización de la azotea.



Foto 30 - Ingreso de agua alrededor de caño de pluviales



Foto 31 - Detalle del Ingreso abundante de agua

Debido a esta situación la sala se encuentra actualmente clausurada.

- Corredor de circulación

En este corredor ingresa agua desde la azotea por el registro de eléctrica hacia el noreste y por el apoyo de losas π del lado suroeste, según ilustran las Fotos 32 y 33.

Esta situación, como se ha visto anteriormente, es consecuencia de la falla de la impermeabilización de la azotea, por un lado, y por otro, porque no se han sellado las juntas de unión entre las alas de las losas π .



Foto 32 - Ingreso de agua por registro de eléctrica



Foto 33 - Ingreso de agua por apoyo de losas π

4. Azotea

La impermeabilización de la azotea es el problema más complejo que enfrenta este edificio, porque su falla ha provocado, como se ha visto, múltiples desperfectos en los diferentes ambientes, tanto de P.A. como de P.B.

- Antecedentes técnicos y consideraciones generales

Antes de proceder al análisis de las patologías que detenta actualmente la impermeabilización se describirá de qué modo está compuesta la estructura de cubierta y cuáles son las descargas de pluviales previstas. Asimismo se opinará sobre cuáles hubieran sido las medidas a adoptar para impermeabilizar esa estructura premoldeada y de qué modo hubiera sido quizás preferible descargar esa superficie.

La estructura de cubierta consta de losas π isostáticas dispuestas en el sentido longitudinal de la edificación y apoyadas sobre vigas T transversales, las que a su vez apoyan sobre tres series de pilares acartelados, según puede apreciarse en el Plano 4 - Planta de Techos, de la estructura. Se complementa la cubierta con losas alero longitudinales y transversales voladas (parcialmente en la fachada noreste).

Como todos los elementos que componen la estructura de cubierta son de naturaleza discreta y particularmente las losas π pueden no tener una coplanaridad perfecta entre las alas de piezas contiguas, debió haber sido necesario y conveniente colocar entre ellas una junta selladora del tipo Sikadur-Combiflex SG.

La unión Combiflex consiste en una cinta impermeable de poliolefina flexible con un adhesivo epóxico de alta adherencia. Se aplica al sellado de juntas de construcción, dilatación, contracción y conexión y su propiedad más importante, recomendable especialmente en este caso, es que permite movimientos grandes e irregularidades en más de una dirección.

Para la evacuación de las aguas de lluvia se ha dividido la superficie transversalmente en cinco paños iguales provistos cada uno de una tubería de bajada en FF de Ø150. Los desagües son todos interiores, próximos a las fachadas y numerados de 1 a 5. Se ubican de la siguiente manera: el N°1 contra la fachada noreste y los N°s 2 a 5 contra la fachada principal noroeste.

El hecho de que las tuberías de bajada se ubiquen en el interior del edificio responde posiblemente a criterios estéticos, pero al tratarse de una estructura premoldeada, compuesta de elementos discretos, como ya se ha comentado, no parece ser la decisión más apropiada. Hubiera sido más adecuado instalar dichos caños por fuera del edificio, adosados a las fachadas.

La Memoria Constructiva Particular del Proyecto (MCP) prevé en el Capítulo 9 - Azoteas, en relación a la impermeabilización que:

*“La azotea **tipo L1** se deberá realizar siguiendo las siguientes especificaciones y las que se indican en la Memoria Constructiva General:*

1 – Preparación – sobre el contrapiso técnico de hormigón se dará una lechada a escoba de portland puro al otro día de haber sido realizado.

2 – Capa de emulsión asfáltica – una vez terminado el fraguado y curado del contrapiso técnico de azotea se deberá disponer como mínimo una capa de emulsión asfáltica de 1.5kg/m².

3 – Aislación térmica – poliestireno expandido e=5cm 20kg/m³ TIPO 2.

4 – Relleno – se hará de hormigón poroso de 600kg/m³ siguiendo las pendientes que se especifican en plantas de albañilería.

5 – Alisado de arena y portland tipo M4 según Memoria Constructiva General.

6 – Membrana asfáltica de espesor 4mm (mínimo) y 4 kg/m² con film de polietileno en una de sus caras y terminación gofrada en la otra. Sobre el alisado se dará una mano de imprimación en base a asfalto diluido, luego de seca se colocará la membrana en fajas, solapándose una sobre otra un mínimo de 8cm y soldándose el mencionado solape a fuego indirecto. La membrana deberá quedar soldada a la base en toda su superficie.

La membrana a utilizar será aprobada por el Supervisor de Obra, a partir de la información técnica suministrada por el Contratista.

La membrana se sujetará al borde del pretil con un perfil ángulo de aluminio N° 5146 según detalles en L22A17.

Se realizarán los camineros según se indica en lámina L8A3 para acceder a los desagües de pluviales y al tanque de agua (baldosones de 80x80cm separados 70cm, arena y cemento, e=4cm y armados con malla electrosoldada de 15x15cm y alambre de 3.2mm).

En la azotea de la subestación y vestuarios, el desagüe será libre por medio de desagües laterales Ø 100 mm de EPDM tipo desagües de Sika, según se indica en lámina L5U5 con sus respectivos globos de protección.

9.1- Ensayos obligatorios de estanqueidad

Una vez terminadas las tareas impermeabilización será obligatoria la realización de pruebas de estanqueidad. Para ello se procederá al llenado de las azoteas con agua, tapándose las bocas de salida con un tapón neumático introducido por lo menos 20cm dentro de cada columna de pluvial a los efectos de ensayar también el sellado de los embudos.

La cubeta se deberá dejar con agua un mínimo de 48 horas, y en caso de detectarse filtraciones la Supervisión de Obra deberá determinar los trabajos a realizar para su corrección.

9.2- Protecciones

En cada columna de pluvial se suministrará y colocará la protección de globo de alambre galvanizado para evitar el ingreso de objetos y hojas a las tuberías."

La MCP previó un relleno de hormigón poroso de 600kg/m^3 y el proyecto de estructura previó en el Plano N°4 - Planta de Techos un relleno de densidad no mayor a 1000 kg/m^3 ,

La Memoria Constructiva General (MCG) establece en el Art. 13 - Azoteas, del Capítulo VII – Albañilería que para los contrapisos:

"Los materiales que se podrán utilizar en orden de preferencia serán: cascotes, escombros limpios – libre de materia orgánica, plásticos, hierro, etc.- y balasto los que se dosificarán para el empastado como sigue:

- HC1 - 600 l cascotes; 400 l de arena o mezcla y 150 kg de cemento portland
- HC2 - 600 l de escombros; 200 l de arena o mezcla y 150 kg de cemento portland
- HC3 - 1 m³ de balasto; 150 Kg de cemento portland.

El Director de Obra podrá autorizar disminuir la proporción de cemento portland hasta un mínimo de 100 kg/m^3 cuando se utilice mezcla en lugar de arena y cuando en el escombros la cantidad de finos y su composición lo permita."

Suponiendo que se ha dado cumplimiento a los puntos 1 a 3 de la MCP, respecto del punto 4, en lo relativo al relleno, se ha adoptado una medida diferente, consistente en conformar las pendientes con sucesivas capas escalonadas de poliestireno expandido.

En efecto, las Fotos 34 y 35 tomadas durante la ejecución de los rellenos describen la forma escalonada en que se fueron colocando las placas de poliestireno expandido, de modo de conformar las pendientes para crear las "cubetas" de recepción de pluviales, con forma aproximada de pirámide invertida.



Foto 34 - Colocación de placas de poliestireno expandido



Foto 35 - Serie de limatesas y limahoyas

En consecuencia en la superficie se generan series de limatesas y limahoyas, realizadas con cordonetas de ladrillo, para acompañar los niveles de relleno y poder conducir las pluviales a los embudos de desagüe. Según el plano del proyecto L8A3 - Azotea, la cota adoptada en el borde de la fachada posterior es +7.00, la cota en el extremo inferior de las limatesas es +6.85 (con la excepción del primer paño que es +6.90) y las cotas al borde de los desagües es +6.70, generándose pendientes máximas de evacuación en los planos del 2%. En el Art. 13 - Azoteas, del Capítulo VII - Albañilería de la MCG, ya mencionado, se establece que:

“Los contrapisos con las pendientes correspondientes se ejecutarán determinando por puntos o bolines las alineaciones correspondientes a limatesas y limahoyas – con una pendiente mínima de 2.5%; éstas se materializarán con fajas de material empastado. Luego se procederá a realizar el relleno con el mismo material empastado con cemento portland y cal.”

En la configuración adoptada en el proyecto las limatesas tienen una pendiente del 0.9% y las limahoyas, aproximadamente 1.75% y 1.50% respectivamente. Como se aprecia entonces, se está frente a pendientes notoriamente escasas respecto a lo prescrito en la MCG.

Respecto ahora del relleno adoptado en base a capas escalonadas de poliestireno expandido, no se considera que esta haya sido una decisión adecuada. Más allá de que con este material sea posible alcanzar rápidamente los espesores prescritos, el hecho de que sea con placas superpuestas no garantiza, aun colocando una carpeta superior de arena y portland, que no existan movimientos de deslizamiento, que luego terminen reflejándose en la membrana impermeable aluminio-asfáltica superior.

En efecto, la membrana debe estar perfectamente adherida a un sustrato firme de modo de evitar que al separarse pueda el agua de lluvia ingresar al interior y proceder a su despegue progresivo, con las consiguientes infiltraciones al interior del edificio, como está ocurriendo actualmente.

Una vez terminada la impermeabilización de la azotea, a fines de septiembre de 2015 se realizó la prueba de estanqueidad, según el Informe de obra 044, “inundando alternadamente los sectores para no recargar la estructura, pero al llover se llenaron los 2 tramos intermedios (se había dejado tapado el desagüe con membrana) y probablemente la estructura tuvo un movimiento por la sobrecarga que produjo el quiebre de la membrana en la zona de los embudos. Esto provocó la entrada de agua en esas zonas”.

Esta prueba en realidad debió consistir, de acuerdo con el Numeral 9.1 de la MCP, en llenar la azotea con agua, tapando los desagües con tapón neumático, introduciéndolos por lo menos 20 cm dentro de cada columna pluvial, para ensayar también el sellado de los embudos. La azotea debía permanecer como mínimo durante 48 hs en esas condiciones para comprobar el buen estado de la impermeabilización. En consecuencia, aparentemente la prueba no fue realizada con éxito, exhibiendo fallas ya en esa ocasión.

- Situación actual

A los efectos de controlar las cotas en la impermeabilización realmente ejecutada, el día 26 de junio ppdo. se realizó una nivelación topográfica en la azotea. De la misma surge que los valores obtenidos para las cotas de extremos de limatesas y de borde de desagües se corresponden con los del proyecto, por lo que no se comprueban posibles errores en el replanteo.

No obstante, el estado actual de la impermeabilización de la azotea es crítico, pues se aprecian numerosos desperfectos y reparaciones, que se ven reflejados en las siguientes Fotos 36 a 41.



Foto 36 - Reparación de membrana en pretil noreste



Foto 37 - Reparación de membrana levantada en pretil noreste



Foto 38 - Reparación cerca del desagüe



Foto 39 - Empozamiento del agua cerca del desagüe



Foto 40 - Reemplazo de camineros por refuerzos de membrana



Foto 41 - Reparación de fisura siguiendo una limahoya

Los deterioros como ser roturas, fisuraciones, despegues, levantamientos y englobamientos de la membrana, recientemente reparados, son el origen de las importantes filtraciones que sufre el edificio.

En particular es de recordar la grave situación que experimenta la sala de Adscripción en P.A., que ha debido ser clausurada, como fue oportunamente mencionado. Por esta sala es que pasa la columna N°4.

Se ha visto, por otra parte y eso se ha reflejado en la nivelación realizada, que el agua se encharca en las proximidades de algunos desagües, denotando la falta de adecuadas pendientes hacia las embocaduras. Eso ocasiona el paulatino depósito de micro partículas de tierra y polvo ambientales.



Foto 42 - Ductos eléctricos abiertos



Foto 43 - Ductos eléctricos abiertos

Las Fotos 42 y 43 muestran ahora otro problema visible en la azotea, que es la rotura de las canalizaciones eléctricas, con la consiguiente entrada de agua y el riesgo de cortocircuito.

Finalmente se señala que el perfil ángulo de aluminio N° 5146 que la lámina L22A17 prescribe para sujetar la membrana al borde de pretil se encuentra desprendido o inexistente en varios lugares.

- Solución propuesta

Frente a los diversos deterioros experimentados por la impermeabilización y las reiteradas reparaciones parciales que han intentado con relativo éxito eliminar las filtraciones al interior del edificio, es que se impone adoptar un procedimiento integral que asegure una solución eficaz.

Tomando siempre en consideración que la estructura de cubierta está compuesta de elementos discretos, por tratarse de piezas premoldeadas isostáticas, que tendrán movimientos independientes frente a las alternancias climáticas de temperatura y humedad, es que se deberá sellar las juntas entre piezas mediante las juntas Sikadur-Combiflex SG o similares, ya descritas.

Para lograr los objetivos buscados se propone proceder de la siguiente manera:

- Remover totalmente la membrana existente
- Remover el relleno de poliestireno expandido
- Picar franjas en el contrapiso en coincidencia con las juntas entre elementos premoldeados
- Colocar las juntas flexibles Sikadur-Combiflex en los labios de contacto, por personal especializado
- Realizar los rellenos en un todo de acuerdo a los materiales prescritos por la MCP al efecto
- Llevar las cotas de los extremos superiores de las limatesas y limahoyas de +7.00 a +7.20
- Continuar con la colocación de la membrana aluminio-asfáltica según prescribe la MCP

La membrana aluminio-asfáltica, a diferencia de cómo está hoy dispuesta, debería instalarse en tiras transversales a la azotea, de modo de generar mayor número de uniones solapadas, aptas para soportar mayores movimientos.

- Tanque de Agua

El tanque de Agua exhibe filtraciones con las consiguientes manchas de carbonatación y formación de estalactitas, como muestran las Fotos 44 y 45 respectivamente. Según el Plano L22A17 y la MCP la terminación del interior se previó con arena y cemento lustrado.



Foto 44 - Manchas de carbonatación por filtraciones al SE



Foto 45 - Formación de estalactitas al SW

Como dicha terminación no ha impedido la filtración de agua, se propone como solución lo siguiente:

- Limpiar la superficie del fondo y de las paredes laterales, removiendo la suciedad depositada
- Reparar las fisuras o grietas que pudieran existir con mortero de arena y portland
- Aplicar SikaTop Seal - 107 con malla geotextil sobre las fisuras o grietas reparadas

- Aplicar en el espesor y en la cantidad de capas que recomienden las instrucciones del material, en fondo y paredes, SikaTop Seal - 107.

5. Foso del Ascensor

En varias oportunidades, las autoridades del centro educativo han denunciado la aparición de agua en el fondo del foso del ascensor. Ello ha provocado la clausura del mismo.

La aparición de agua se debe dar en circunstancias de intensas lluvias que eleven el nivel de la napa freática en la zona. El ingreso de agua ocurre por filtración, al rebasarse la cota del fondo.

La Foto 46 muestra una mancha de humedad en la esquina norte del foso. Como se ve por la diferente coloración, se ha intentado con poco éxito frenar el ingreso del agua aplicando un producto impermeabilizante.

En su lugar se debería intentar el siguiente procedimiento:

- Limpiar la superficie del fondo del foso y de las paredes laterales, removiendo todo material suelto, suciedad y restos de pintura
- Aplicar en piso y paredes un revoque a base de mortero de arena y portland con hidrófugo que deberá ser adecuadamente alisado con llana
- Aplicar en el espesor y en la cantidad de capas que recomiendan las instrucciones del material, en piso y paredes, SikaTop Seal - 107.

SikaTop Seal - 107 es un revestimiento impermeable flexible, de dos componentes, a base de cemento modificado con polímeros. Su aplicación es particularmente recomendada para impermeabilizar fosos de ascensores, puesto que previene filtraciones a presión de agua tanto positiva como negativa sobre hormigón, como es el presente caso.



Foto 46 - Mancha de humedad en la esquina norte del foso del ascensor

Una vez culminada la impermeabilización, se recuperará la estructura metálica que se encuentra corroída, cepillándola con cepillo de acero para remover todo el óxido, aplicando acto seguido dos manos de convertidor de óxido Cromox y pintando luego con dos manos de pintura poliuretánica.

6. Pavimento de Corredores

En los corredores de circulación existen juntas transversales que han sido previstas para permitir los movimientos del pavimento embaldosado. Da la impresión que dichas juntas, como muestra la Foto 47 correspondiente al corredor longitudinal de P.B., se encuentran trabadas, por lo que los movimientos producen la rotura de las baldosas.



Foto 47 - Junta trabada en pavimento de corredor de P.B.

La razón de tal situación se deba posiblemente al hecho de que la armadura del contrapiso no ha sido interrumpida en la junta y que los movimientos del pavimento produzcan la fisuración fuera de ella.

Para resolver el problema es necesario sanar dichas juntas. El saneado consiste en abrirlas con la amoladora, cortando la armadura pasante en toda la longitud. Luego de abierta, se interpondrá un cordón de respaldo Sika Roundex, del diámetro recomendado, para, finalmente, sellar con masilla plástica Sikaflex 1a.

Luego de saneadas las juntas se repondrán las baldosas fracturadas.

7. Vestuarios

El edificio anexo de Vestuarios exhibe también diversos problemas provenientes de fallas en la impermeabilización de la cubierta.

La construcción es de muros dobles portantes de bloques de hormigón con cubierta de losas huecas prefabricadas de hormigón. Consta de cuatro ambientes compuestos de izquierda a derecha de: vestuario masculino, vestuario femenino, depósito y sala de docentes.

La Foto 48 muestra el desperfecto sufrido por el revestimiento de azulejos en el vestuario masculino, donde se ve el desprendimiento de piezas a uno y otro lado de la esquina de un tabique interior.



Foto 48 - Desprendimiento de azulejos



Foto 49 - Humedad alrededor del artefacto

En el cielorraso del Depósito se nota (ver Foto 49) una gran mancha de humedad entorno al artefacto de iluminación, que debió ser desconectado por razones de seguridad. El agua que ingresa, gotea y moja el pavimento, deteriorando los objetos allí guardados (ver Foto 50).



Foto 50 - Goteo sobre pavimento



Foto 51 - Filtraciones entre juntas de placas

Finalmente, según describe la Foto 51, en el cielorraso de la sala de docentes existen filtraciones entre las juntas de placas prefabricadas de cubierta.

Para resolver estos problemas de estanqueidad de la cubierta se deberá rehacer íntegramente la impermeabilización de la cubierta de acuerdo con lo prescrito en la MCP. No obstante, como esta cubierta está compuesta de placas huecas prefabricadas será necesario previamente sellar las uniones con juntas elásticas Sikadur Combiflex SG, de modo de evitar las filtraciones.

V.- Procedimientos a emplear para la solución de los problemas descritos

Como se ha apreciado en la descripción precedente, el edificio presenta deficiencias de diversa índole que deberán ser abordados de manera integral. Es decir, los procedimientos a emplear tendrán como objetivo la solución simultánea de variadas patologías que coexisten en cada una de las zonas a intervenir.

El estudio realizado ha sido extendido a toda la edificación, pero no pretende sin embargo ser exhaustivo, pues como se ha visto muchas de las patologías se repiten. En cada una de las áreas o sectores analizados se han explicado las causas que originan los problemas y se han propuesto los procedimientos a seguir para encarar su reparación de forma segura y de menor costo probable a la vez. Por lo tanto, ante problemas de índole similar se podrá aplicar la misma metodología.

Por último es de señalar que los procedimientos sugeridos apuntan a solucionar las causas que originan los problemas, siendo luego las reparaciones complementarias, como reposición de revoques, pinturas, etc. las habituales dentro de las reglas del arte.



Ing. Ponciano J. Torrado

Nota 1: Las fotos que refieren a las etapas constructivas han sido extraídas de los Informes de obra y de los Reportes de visita de obra consultados.

Nota 2: La presente memoria es la Rev.1 de la memoria original de fecha 26 de junio de 2019, a la que se le han efectuado las correcciones y agregados solicitados en el Reporte de Obra N°76.