

Asegurar la calidad

Los nuevos edificios de la Facultad de Veterinaria

EDUARDO SIUCIAK
ANDRES ALONZO
SOFÍA GAMBETTA

EDUARDO SIUCIAK, Arquitecto desde el año 1995 y Técnico en Gestión de la Calidad, UNIT, desde agosto 2002. Como profesional he participado en una gran variedad de obras, ocupando el rol de Director de Obra y/o Gerente de Obra, o vinculado a empresas constructoras como Jefe de Obra. He participado en diferentes tipos de obras, desde conjuntos residenciales, depósitos industriales y/o comerciales, cárceles, oficinas, complejos deportivos. Docente de la FADU de la UDELAR desde el año 1995. Actualmente grado 3 del ITD participo de los cursos de C3, PDO y TFC. Integrante de la Comisión de la Calidad y Patología de la SAU.
>>

Resumen

Los nuevos sistemas constructivos asociados a nuevos componentes y materiales de construcción han empujado a la industria a un proceso de adaptación constante y dinámico. En este marco, los diferentes actores de la industria de la construcción y de las disciplinas académicas asociadas se encuentran ante un momento en el que la gestión de la calidad y el control de esta en las obras se han vuelto fundamentales.

Este artículo presenta un caso en el que la gestión, las metodologías de trabajo y los procedimientos, para sistemas constructivos particulares, han sido abordados desde una visión tanto académica como profesional dentro de un marco de colaboración institucional, entre diferentes ámbitos de la Udelar, y estratégica, con empresas del mercado y técnicos. Tal experiencia ha sido llevada adelante en el ámbito de la construcción de los nuevos edificios de la Facultad de Veterinaria, logrando sinergias de colaboración e intercambio que han desembocado en mejores condiciones de calidad de los edificios construidos y en la generación de un conocimiento muy pertinente para la comunidad académica.

Introducción

En el año 2018, el Plan de Obras de Mediano y Largo Plazo [Pomlp] de la Udelar se puso en contacto con el Instituto de la Construcción [IC] de la FADU para llevar a cabo, bajo el formato de un convenio, el control y seguimiento de algunos de los requisitos de desempeño de las cubiertas y fachadas de los nuevos edificios de la Facultad de Veterinaria, que aún se encuentran en construcción en un predio ubicado en la intersección de la ruta 8 con la ruta 102.

A partir de esto, el IC conformó un equipo que, mediante la combinación de trabajo de campo, investigación y sistematización de información, desarrolló una metodología de trabajo acorde al pedido. Desde mayo de 2019 hasta la actualidad, la tarea se realiza mediante un proceso sistematizado y de mejora continua, otorgando resultados muy importantes tanto dentro de la obra como en el ámbito académico.

Este artículo presenta un resumen de dicho trabajo, indicando primeramente algunos antecedentes y particularidades, los objetivos, luego el desarrollo y la metodología del trabajo y, por último, algunas consideraciones finales pertinentes.

Antecedentes

La industria de la construcción ha venido incorporando, de forma cada vez más acelerada, nuevos materiales y componentes tanto para la vivienda individual o colectiva como para edificios institucionales, educativos, de salud, oficinas, depósitos, industriales, etcétera. A su vez, estos componentes pueden pasar a formar parte de nuevos sistemas constructivos [NSC] o ser incorporados en los sistemas constructivos convencionales. En resumen, se puede decir que todas estas variantes forman parte de las nuevas tecnologías de construcción [NTC].

Estas nuevas tecnologías pueden resolver algunas veces una parte de la obra, como, por ejemplo, los bloques sin uso de mortero para resolver los cerramientos exteriores, y otras veces son integradas a un sistema constructivo que resuelve la obra por entero, es decir, cerramientos verticales, horizontales, tabiquería interior, terminaciones, etcétera. Algunos sistemas son desarrollados por emprendedores locales que adaptan tecnologías de otras regiones a las condiciones locales (el sistema en base al Betton Glass del arquitecto Dios), otros tienen una impronta más industrializada, pero son producidos localmente (sistemas de prefabricación de diferentes piezas de hormigón), y otros son totalmente importados (Steel Frame o algunos sistemas en madera).

Desde una óptica macro, la globalización, con el aumento de los flujos comerciales, la aparición de internet y la posibilidad de búsqueda cuasi infinita, el aumento de las posibilidades de visitar ferias y/o proveedores en diferentes partes del mundo y los nuevos tratados comerciales, ha acelerado la incorporación de estas nuevas tecnologías en la industria de la construcción. En una mirada más local, el incentivo de incorporar NTC viene de la mano de la búsqueda de mejorar la eficiencia, contrarrestar el aumento en los costos de

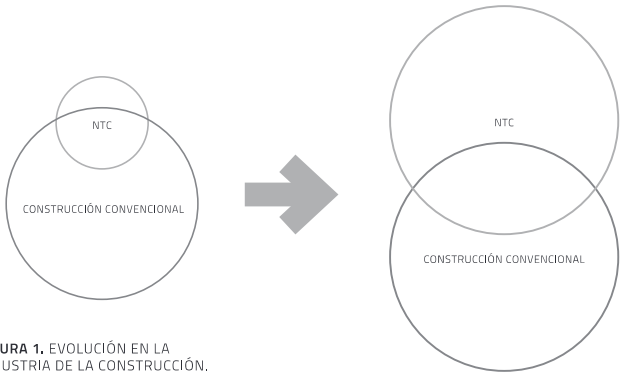


FIGURA 1. EVOLUCIÓN EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.

construcción y la pérdida de mano de obra calificada. La búsqueda incesante de la disminución de los plazos en las obras o de la reducción de los desperdicios, así como del aumento de la productividad, actúa como acicate para introducir casi cualquier cosa.

Por lo tanto, podemos afirmar que la evolución de la construcción ha pasado de un estadio en el que prevalecía la construcción convencional, con la aparición esporádica de algún nuevo sistema constructivo o la incorporación de algún nuevo material, a uno en donde conviven ambos escenarios, en el que en muchas ocasiones encontramos un *mix* de ambas (fig. 1).

Después de una primera etapa en la que casi no había ningún tipo de control por parte del Estado, se les impuso a los NSC la obligatoriedad de contar con el Documento de Aptitud Técnica [DAT], aunque actualmente esta disposición se limita solo a los programas de vivienda financiados por aquel (cooperativas, viviendas promovidas) y deja afuera el resto de las construcciones.

En el caso del resto de las obras, es necesario incorporar nuevas formas de control y gestión para asegurar el cumplimiento de la calidad requerida. Esto debe ser un camino a desarrollar entre la academia, las agremiaciones, las empresas constructoras, los proveedores, los fabricantes y el Estado.

PARTICULARIDADES

En este marco, el Pomlp realizó el llamado a licitación para la nueva Facultad de Veterinaria, mediante un proyecto Apto Para Licitación [APL], que dejó abierta la posibilidad a las empresas constructoras para que realizaran propuestas con sistemas constructivos innovadores «siempre y cuando se [garantizaran] iguales o mejores prestaciones en durabilidad, mantenimiento y condiciones de aislamiento acústico e higratérmico» (DGA, s.f., p. 8). Fue desde la necesidad de asegurar el cumplimiento de la calidad requerida, entonces, que surgió la inquietud, por parte los técnicos del Pomlp, de poder contar con el apoyo de la FADU.

El convenio estableció sumar, al equipo de dirección de obra del Pomlp, las capacidades que tiene el IC en las áreas de los requisitos de desempeño a verificar y controlar: gestión de la calidad, transmitancia térmica, riesgo de condensaciones, estabilidad estructural de las fachadas, procesos de montaje

SOFÍA GAMBETTA. Arquitecta (FADU-Udelar, 2017). Candidata a especialista (Diploma en Construcción de Obras de Arquitectura, FADU-Udelar) y candidata a Magíster (Maestría en Arquitectura, FADU-Udelar). Ayudante honoraria del curso de TFC en el Taller Artcardi, ayudante honoraria del FabLab MVD y docente del IC donde realiza tareas de asesoramiento en calidad para el POMLP de Udelar. Su trabajo actual como investigadora se centra en materiales y sistemas constructivos asociados a sinergias entre procesos artesanales y fabricación digital.

ANDRÉS ALONZO. Arquitecto egresado de la FADU – UDELAR (2011) Docente Ayudante del Instituto de Tecnología Carrera Arquitectura Unidad curricular, Construcción III, IV y núcleo TFC. Docente Ayudante del Instituto de la Construcción (FADU-Udelar), donde realiza tareas de asesoramiento en planes de calidad para el POMLP de Udelar. Candidato a Maestría en Obras de Arquitectura.

y puesta en obra. En paralelo a esto, el convenio también fijó la importancia de la difusión de la experiencia tanto en el ámbito interno de la facultad como a nivel profesional y técnico.

De este modo, el IC conformó un equipo integrado con docentes de las siguientes áreas:

- Cátedra de Construcción 3: responsable de la coordinación general, seguimiento en obra y elaboración del plan de calidad (Arqs. Eduardo Siuciak y Andrés Alonzo, sumándose la Arq. Sofía Gambetta del Taller Artcardi);
- Estabilidad: responsable del control y validación de la memoria de cálculo de las fachadas (Dr. Arq. Juan José Fontana);
- Departamento de Clima y Confort en la Arquitectura: responsable del control y validación de los cálculos higrotérmicos (Arq. Magdalena Camacho).

Objetivos

Los objetivos del trabajo pueden agruparse de la siguiente manera:

1. asegurar la calidad de los subsistemas de cubierta y cerramientos verticales exteriores de los edificios de la nueva Facultad de Veterinaria;
2. desarrollar equipos de trabajo en FADU que incorporen conocimientos en herramientas de gestión y en nuevos sistemas constructivos;
3. crear una base de información sistematizada para generar recursos académicos tanto de investigación como educativos;
4. generar espacios de formación tanto para estudiantes y técnicos de Udelar como para la comunidad académica y profesional en general.

Metodología

A partir del APL, las empresas constructoras presentaron sus alternativas, resultando ganadora Stiler, empresa que se volvió responsable de realizar el proyecto ejecutivo, Apto Para Construir [APC], y propuso un sistema constructivo altamente industrializado, basado en el montaje de diversos componentes:

- estructura principal: perfilería de acero abulonada (origen: China);
- cubierta: prelosas de hormigón con encasetonado y carpeta de compresión (origen: nacional);
- fachadas: paneles tipo SIP (origen: China);
- tabiquería interior: tabiques de estructura de acero con placas de yeso (origen: varias procedencias).

Los sistemas propuestos para la estructura, las cubiertas y los tabiques

interiores se utilizan en el país desde hace varios años. Es en el de la fachada donde la experiencia nacional es escasa, prácticamente nula, para el caso de edificios con las características y la escala que tienen los de la Facultad de Veterinaria. Por lo tanto, a la hora de enfrentar el trabajo, los abordajes para el control fueron diferentes según se tratara de las cubiertas o de las fachadas.

DESARROLLO DEL TRABAJO

En términos generales, el trabajo tuvo tres etapas bien definidas:

Definición y alcance de los requisitos de desempeño

Una vez determinado el equipo de trabajo, se comenzó con el análisis de los diferentes recaudos para identificar los requisitos de desempeño y el alcance de estos: memorias constructivas, plantas, cortes, cortes constructivos, detalles.

Se realizaron reuniones con el equipo de proyecto de la Udelar (Arq. Santiago Lenzi), con el equipo de obra del Pomlp (Arq. Guillermo Baffico y colaboradores) y con los técnicos que supervisan la obra por parte de la empresa constructora (Stiler). En ellas se definió la forma de trabajo y se solicitaron aclaraciones y ampliación de la información recibida en una primera instancia.

A su vez, se realizaron reuniones con la Arq. Camacho del Departamento de Clima y Confort en Arquitectura [Decca] y con el responsable de la cátedra de Estructuras, Dr. Arq. Fontana.

A partir de la información recogida se elaboraron dos procedimientos, en los que se definieron objetivos, alcance, desarrollo (metodología y plan de calidad) y registros de control a utilizar.

Para elaborar los registros de control se tomó el criterio de controlar aquellos aspectos que pudieran afectar el desempeño del cerramiento y tuvieran un mayor riesgo de desvíos.

Validación

En esta etapa, una vez analizada toda la información recibida, se validan o se ajustan los criterios de desempeño finales que tendrán los cerramientos.

Tanto para los criterios higrotérmicos como para los referidos a la estabilidad se realizaron reuniones entre los asesores del IC y los asesores de la empresa constructora. En ellas se fueron ajustando criterios y métodos de cálculo, lo que significó, en algunos casos, cambios en detalles constructivos o en la secuencia constructiva.

Seguimiento de la ejecución

Una vez definidos los procedimientos, el equipo responsable del control en la ejecución, integrado por los Arqs. Alonzo, Siuciak y Gambetta, realiza dos visitas por semana a la obra, recogiendo en los respectivos registros las mediciones que se llevan a cabo, según la lista de ítems.

Estas mediciones, junto con otras observaciones, se transmiten tanto a los responsables de la empresa constructora como a la dirección de obra para que se tomen las medidas necesarias en caso de desvíos, o para constatar que las tareas se estén desarrollando con la calidad adecuada.

Análisis

CUBIERTAS

Para la construcción de las cubiertas, la empresa constructora optó por un sistema compuesto por prelosas de hormigón apoyadas sobre la estructura metálica principal. Estas son losas premoldeadas de pequeño espesor (6 cm), que incluyen vigas reticuladas, denominadas «trelizas», que rigidizan la pieza y están separadas entre 40 cm y 50 cm. Dicha separación permite colocar bloques de poliestireno expandido [PEXP] de 30 cm x 20 cm x 250 cm y una densidad de 11 kg/m³ (fig. 2). Por encima del PEXP se coloca una malla electrosoldada de refuerzo y, finalmente, una carpeta de compresión. En general, las prelosas utilizadas son de 2,80 m de ancho y 9,80 m de longitud, aunque en algunos casos el largo varía. Las medidas responden a los requerimientos espaciales exigidos para el desarrollo de los distintos programas, haciéndose necesario contar con grandes luces.

Por encima de la carpeta de compresión se coloca primero la membrana impermeable, normalizada bajo Norma UNIT 1065:2000, luego planchas de PEXP autotrabante de 5 cm de espesor, otra capa del mismo material de 3 cm de espesor, una manta de geotextil y, por último, piedra partida.



FIGURA 2. CUBIERTA ANTES DEL LLENADO DE LA CARPETA DE COMPRESIÓN.

En este caso, los parámetros fundamentales de control tenían que ver con los requisitos de desempeño vinculados a la transmitancia térmica y el riesgo de condensación. Una vez definidos estos parámetros, la solución constructiva y la ejecución debían cumplir con la hipótesis de diseño.

Para asegurar dicha calidad, se diseñó el Procedimiento n° 1, Control de Cubiertas, dentro del cual se estableció un plan de calidad (fig. 4) que define las diferentes instancias de control, el responsable, las tolerancias y los instrumentos a utilizar. También se elaboraron 3 registros, que responden a los diferentes momentos de los controles: control previo al llenado de la carpeta de compresión, control de la estanqueidad de la membrana y control de las terminaciones. Con estos registros y los planos de estructura de las cubiertas, se recorrió la obra verificando los diferentes parámetros:

- prelosas de hormigón: espesor;
- bloques de PEXP: separación, alineación, ubicación, espesor, densidad y estado;
- carpeta de compresión: espesor;
- membrana asfáltica: tipo, calidad, estanqueidad y forma de colocación;
- capa de poliestireno expandido (autotrabante más capa extra de 3 cm): ubicación y estado.

Los resultados de estos recorridos se transmitieron, mediante informes, tanto a la dirección de obra como a la empresa constructora. Los informes estaban acompañados de gráficos donde se indicaban, con distintas referencias, la cantidad y el lugar de los elementos fuera de rango para su posterior notificación y corrección previa al inicio de la siguiente etapa, agregando comentarios para su fácil corrección.

En algunas de las inspecciones realizadas, se incorporaron los técnicos de la empresa constructora. Incluso se informó a los operarios cuáles eran las variables que se controlaban, para lograr una mejor apropiación de la tarea y fomentar los cuidados necesarios.

Este proceso, iniciado en el primer edificio (aulario) y que podemos incluir dentro del concepto de mejora continua, otorgó una visión general de los procedimientos y cuidados necesarios para lograr los grados de aceptación de los componentes del sistema. Durante el transcurso de la obra, los desvíos disminuyeron notoriamente en comparación al inicio. La constante comunicación con la dirección de obra y la empresa constructora mejoró los procesos gracias al compromiso de lograr un producto de calidad. Como ejemplo se puede comentar que al inicio de la obra se colocaron bloques de igual ancho y altura pero de 150 cm de longitud, lo que obligaba a realizar recortes para lograr cubrir el área necesaria. Como consecuencia de esto, se observaban roturas, desalineaciones y enlentecimiento de las tareas. Esto cambió cuando desde la empresa se optó por utilizar los bloques de mayor longitud. Como resultado, se obtuvo la disminución de los añadidos, la reducción de los tiempos previstos

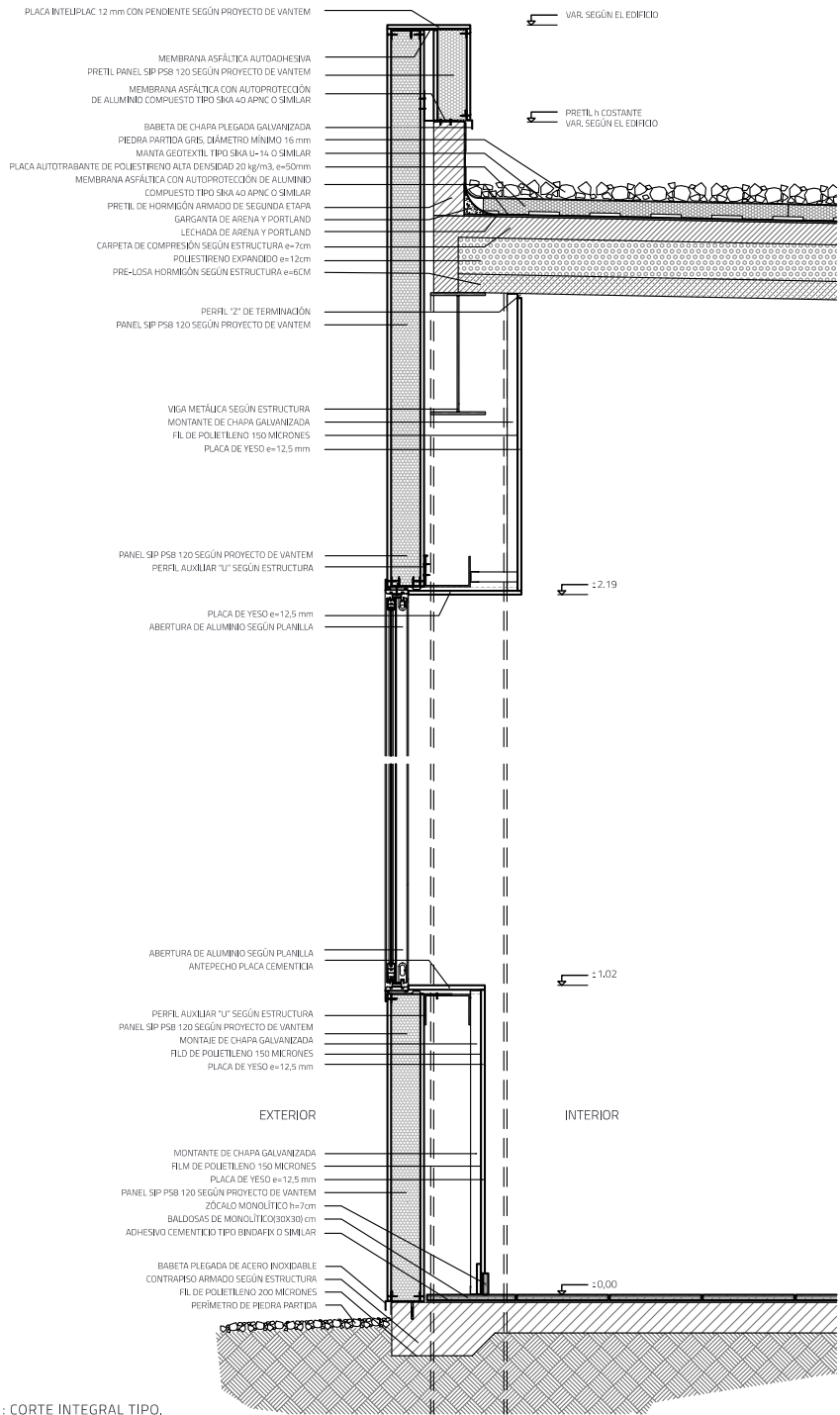


FIGURA 3. DETALLE 1: CORTE INTEGRAL TIPO.

PLAN PARA REALIZAR CONTROLES: CUBIERTAS						
Componente a controlar	Proyecto	Tipo de control	Registros	Ejecuta / Responsable	Criterios de aceptación	Instrumentos
Anchos macizos de apoyo/Ancho de nervios/ Uniones de bloques PEXP/ Espesor carpeta compresión	Según plano estructural y detalle tipo de apoyos	En obra previo a llenado de nervios y carpeta	N° 1	Dirección de obra Equipo IC	Acorde a tolerancias establecidas en registros de control	Cinta métrica
Según plano estructural y detalle tipo de apoyos	12cm/ sin roturas/a definir	En obra	N° 1	Dirección de obra Equipo IC	12cm/sin roturas	Cinta métrica/ Visual
Estanqueidad de la membrana	Tipo Sika 40 APNC o similar	En obra previo a colocación de PEXP autotrabante	N° 2	Dirección de obra Equipo IC	Sin filtraciones	Visual
Espesores de bloques de PEXP autotrabantes/ Colocación de bloques de PEXP autotrabante	5cm/100% superficie	En obra/ En obra previo a colocación de piedra partida	N° 3	Dirección de obra Equipo IC	5cm/100% superficie	Cinta métrica/Visual

FIGURA 4. PLAN DE CALIDAD PARA EL CONTROL DE CUBIERTAS. FUENTE: ELABORACIÓN DEL EQUIPO INVESTIGADOR.

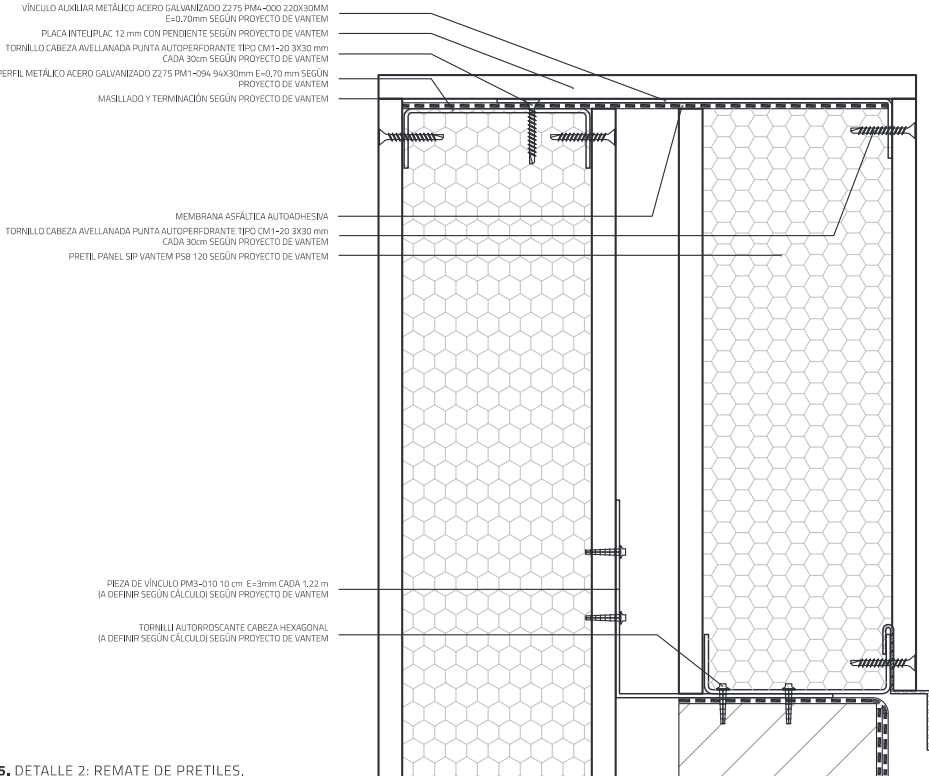


FIGURA 5. DETALLE 2: REMATE DE PRETILES.

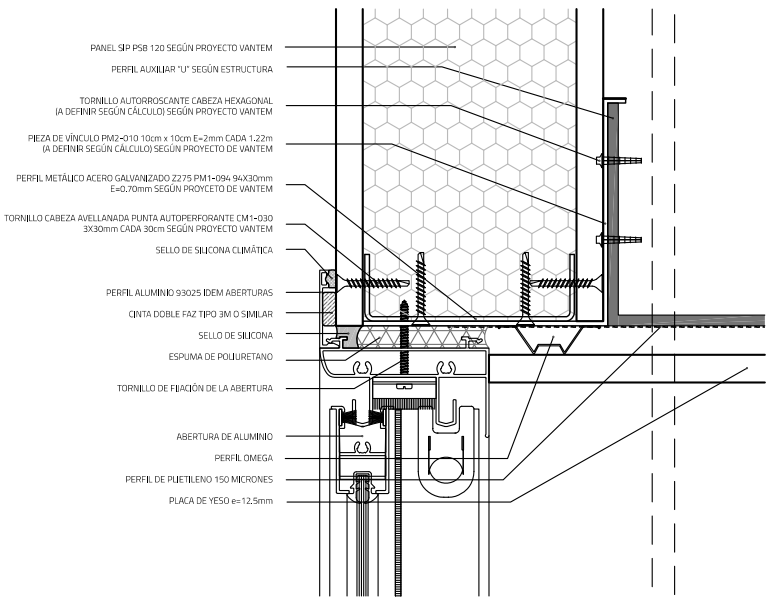


FIGURA 6. DETALLE 3: FIJACIÓN SUPERIOR DE PANELES A DINTEL.

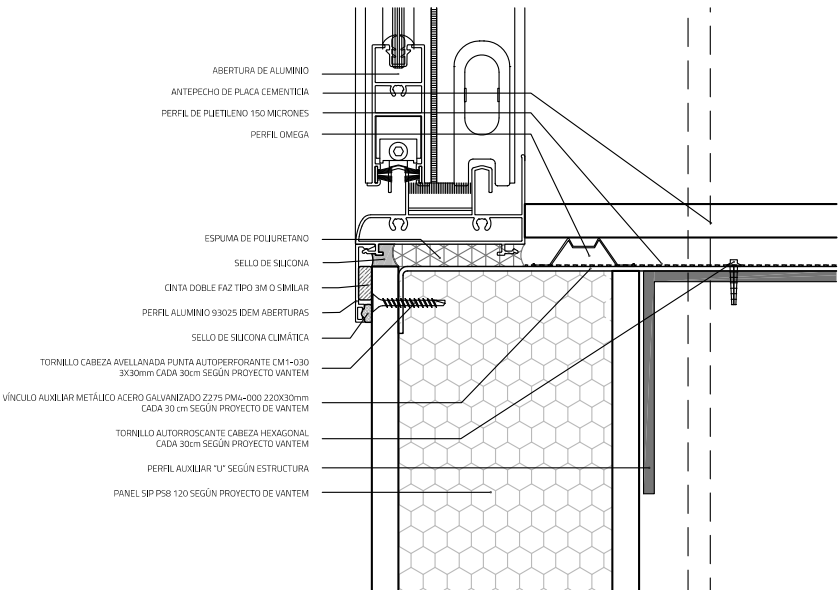


FIGURA 7. DETALLE 4: FIJACIÓN DE PANELES A ANTEPECHO.

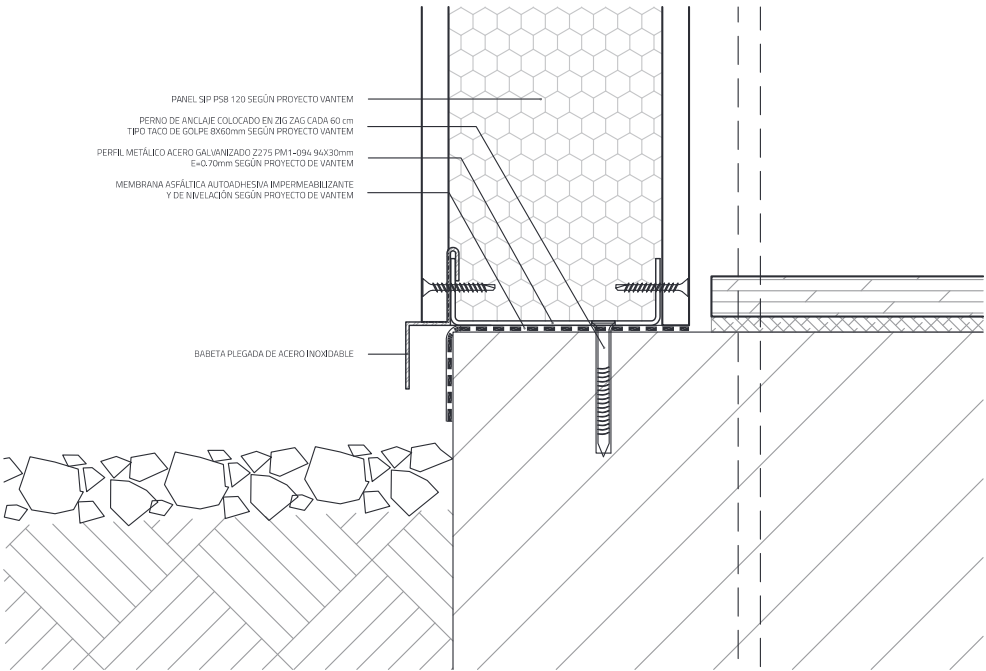


FIGURA 8. DETALLE 5: FIJACIÓN DE PANELES A CONTRAPISO.

para la tarea y una menor cantidad de desperdicios. Optar por bloques de mayor longitud también mejoró la alineación, lo que ayudó a mantener constante el ancho de los nervios, disminuyendo los riesgos de condensaciones intersticiales.

FACHADAS

El mayor porcentaje de los muros exteriores de los edificios se resuelve con un subsistema constructivo constituido por paneles prefabricados, producidos en China, de la empresa Vanthem. Estos paneles están compuestos por dos placas cementicias (constituidas por un aglomerante a base de óxido de magnesio y cloruro de magnesio, fibras de vidrio y fibras vegetales) reforzadas con malla de fibra de vidrio (Intelitec) en sus caras y un alma de poliestireno expandido, adheridas entre sí con un adhesivo tipo poliuretano reactivo. El sistema tiene aprobado un DAT del Mvotma, para un caso de vivienda de un nivel, como sistema integral en el que los paneles funcionan como estructura portante y cerramiento. En este caso particular, los paneles se usan simplemente como cerramiento, a pesar de poseer capacidades portantes, como se puede apreciar en el corte integral tipo (fig. 3). En este sentido, la estructura portante es la encargada de transmitir las cargas, mientras que el cerramiento es fijado a la misma mediante diferentes tipos de planchuelas que responden a distintos casos y posibilidades particulares de fijación (figs. 5, 6 y 7). La fijación inferior de los paneles se realiza en los con-



FIGURA 9. COLOCACIÓN DE PANELES DE FACHADA.

trapisos mediante una pieza de chapa galvanizada plegada tipo solera (fig. 8). Las uniones entre paneles se realizan a través de lengüetas de placa cementicia y tornillos propios del sistema. Posteriormente, las juntas se sellan, se coloca una cinta tipo malla, masilla elástica (el representante del sistema recomienda masilla tipo Nationwide Perma-Patch o Construmastic Pintuco) y se aplica la terminación. En este caso, un sellador, una pintura tipo texturada y una última barrera de pintura acrílica.

Previo a establecer los controles pertinentes para asegurar el desempeño higrotérmico y la estabilidad del subsistema, se estudiaron varios documentos, provistos tanto por la empresa constructora como por el proveedor del sistema. En términos generales, fueron estudiados los planos de proyecto ejecutivo, informes técnicos de ensayos (resistencia al fuego, resistencia mecánica e impermeabilidad), informes técnicos de cálculos (térmicos y estructurales) y manuales del sistema. También se realizaron reuniones con los técnicos de la empresa constructora responsables por la supervisión del subsistema, así como se asistió a una capacitación del proveedor.

Los controles que se llevan a cabo para el aseguramiento de la calidad se dividen en tres, que corresponden con las tres etapas en las que se puede dividir la construcción de los muros exteriores. Para este trabajo se diseñó el Procedimiento nº 2 (fig. 10) de control de calidad que establece los objetivos y el alcance de los controles, las definiciones y abreviaturas, así como un plan de trabajo a llevar adelante por parte del equipo. El trabajo se realiza completando información en registros de control elaborados por el equipo, en los que figuran el ítem a controlar, los parámetros, las tolerancias y las observaciones correspondientes. Las etapas son:

PLAN PARA REALIZAR CONTROLES: FACHADAS						
Componente a controlar	Proyecto	Tipo de control	Registros	Ejecuta / Responsable	Criterios de aceptación	Instrumentos
CONTRAPISO						
Dimensiones / horizontalidad / escuadra / superficie	Según requerimientos de VANTEM	En obra previo a colocación de soleras	Nº4	Dirección de obra Equipo IC	Acorde a tolerancias establecidas en registros de control	Cinta métrica/plomada de taco/nivel laser/regla de aluminio de 3m
ESTRUCTURA						
Alineación / distancia a borde de contrapiso / escuadra / protección previa	alineados/ 11cm/90º/ pintura de protección	En obra previo a la colocación de los paneles	Nº5	Dirección de obra Equipo IC	Acorde a tolerancias establecidas en registros de control	Cinta métrica/ Visual
MATERIALES						
Panel: Especificaciones / estiba	Según especificaciones de VANTEM	En obra previo a la colocación de los paneles	Nº6	Dirección de obra Equipo IC	Acorde a tolerancias establecidas en registros de control	Cinta métrica/ Visual
Accesorios: Planchuelas / tornillos / clavos / soleras	Según especificaciones de VANTEM y memoria de cálculo	En obra previo a la colocación de los paneles	Nº7	Dirección de obra Equipo IC	Sin tolerancias	Cinta métrica/Visual/ Calibre
CAPACITACIÓN						
Capacitación de supervisores y personal de montaje	Personal capacitado	Planilla de asistencia a la capacitación	Nº8	Dirección de obra Equipo IC	Personal 100% capacitados	N/C
MONTAJE						
Fijación canto inferior de paneles a platea	Según especificaciones de VANTEM	En obra	Nº9	Dirección de obra Equipo IC	Acorde a tolerancias establecidas en registros de control	Cinta métrica / Calibre
Fijación canto inferior de paneles a pretíl	Según especificaciones de VANTEM	En obra	Nº10	Dirección de obra Equipo IC	Acorde a tolerancias establecidas en registros de control	Cinta métrica / Calibre
Fijación intermedia de paneles a pretíl	Según especificaciones de VANTEM	En obra	Nº11	Dirección de obra Equipo IC	Acorde a tolerancias establecidas en registros de control	Cinta métrica / Calibre
Fijación canto inferior de paneles a dintel	Según especificaciones de VANTEM	En obra	Nº12	Dirección de obra Equipo IC	Acorde a tolerancias establecidas en registros de control	Cinta métrica / Calibre
Fijación canto superior de paneles a antepecho	Según especificaciones de VANTEM	En obra	Nº13	Dirección de obra Equipo IC	Acorde a tolerancias establecidas en registros de control	Cinta métrica / Calibre
Conexión vertical y horizontal de paneles	Según especificaciones de VANTEM	En obra	Nº14	Dirección de obra Equipo IC	Acorde a tolerancias establecidas en registros de control	Cinta métrica / Visual
Paneles en esquina	Según especificaciones de VANTEM	En obra	Nº15	Dirección de obra Equipo IC	Acorde a tolerancias establecidas en registros de control	Cinta métrica / Calibre / Plomada o Nivel de burbuja
Paneles perpendiculares	Según especificaciones de VANTEM	En obra	Nº16	Dirección de obra Equipo IC	Acorde a tolerancias establecidas en registros de control	Cinta métrica / Calibre / Plomada o Nivel de burbuja
Instalación de paneles en pared con vanos	Según especificaciones de VANTEM	En obra	Nº17	Dirección de obra Equipo IC	Acorde a tolerancias establecidas en registros de control	Cinta métrica / Visual
TRATAMIENTOS DE JUNTAS						
Previo a la aplicación	Según especificaciones de VANTEM	En obra	Nº18	Dirección de obra Equipo IC	Acorde a tolerancias establecidas en registros de control	Visual / higrométrico / calibre
Aplicación	Según especificaciones de VANTEM	En obra	Nº19	Dirección de obra Equipo IC	Acorde a tolerancias establecidas en registros de control	Visual
TERMINACIONES						
Superficie	Según especificaciones de VANTEM	En obra	Nº20	Dirección de obra Equipo IC	Acorde a tolerancias establecidas en registros de control	Visual / higrométrico
Terminaciones	Según memoria	En obra	Nº21	Dirección de obra Equipo IC	Acorde a tolerancias establecidas en registros de control	Visual

FUENTE: ELABORACIÓN DEL EQUIPO INVESTIGADOR

1. controles previos al montaje, momento en el que los puntos importantes a tener en cuenta son los referidos al replanteo, alineación y estado de la estructura de soporte de los paneles, o sea, contrapisos, losas y estructura metálica;
2. controles durante la etapa de montaje de los paneles, previamente al sellado y masillado, momento en el que los controles se centran en tres aspectos fundamentales como son el panel, la fijación y la junta. Del panel se verifica el estado y el posicionamiento. De las fijaciones se controlan tipos de planchuelas, tornillos

- y cantidades, así como la presencia de todos los accesorios establecidos en los planos y memorias. De las junta se inspecciona principalmente su espesor, ya que es un aspecto fundamental para el posterior desempeño del muro;
3. controles previos a la etapa de terminación, momento en el que se verifica el correcto sellado de las juntas entre paneles, la aplicación de cinta tipo malla y el comportamiento de la masilla de terminación antes de aplicar las capas finales.

Como consecuencia de algunas no conformidades detectadas a partir de los controles de calidad, en coordinación con la empresa constructora y la dirección de obra, se corrigieron algunos procesos en la ejecución del montaje. A modo de ejemplo, resulta pertinente mencionar que el método de corte de los paneles en obra, que se utilizó en las primeras etapas, consistía en cortar ambos lados del panel por separado, ya que el disco de corte usado era más chico que el espesor total del panel (96 mm). Esto daba como resultado que las juntas horizontales entre paneles tenían un espesor mayor al sugerido por el proveedor del sistema. El error fue detectado a través de los diferentes controles realizados y el análisis tanto de los resultados como de los procesos en obra. En este sentido, se recomendó contar con una mesa de corte y un disco lo suficientemente grande que permitiera cortar ambas placas cementicias del panel a la vez, lo que, al implementarse, permitió que las juntas horizontales cumplieran con el criterio constructivo requerido.

Conclusiones

Si bien el trabajo aún está en desarrollo, transcurrido casi un año del mismo es posible establecer algunas consideraciones finales que parten de la experiencia.

En primer lugar, se observa que el objetivo de asegurar la calidad de dos subsistemas constructivos de la obra se está cumpliendo de manera satisfactoria. En este sentido, se han corregido varias problemáticas que se detectaron a tiempo y gracias a una metodología de trabajo clara y definida.

En segundo lugar, se puede establecer que es pertinente la existencia de equipos de trabajo que, dentro del ámbito de las tecnologías de construcción, cuenten con las capacidades de gestión de calidad y de controles en obra, particularmente para nuevos sistemas constructivos. Esto posibilita la conexión entre el ámbito académico y el productivo, generando sinergias que promueven innovación en metodologías de gestión e intervención en obra.

En tercer lugar, se ha logrado de manera óptima la incorporación de información, datos y conocimientos tanto en docentes como en estudiantes. Además, se están generando insumos útiles para posteriores usos académicos y de formación profesional.

En cuarto lugar, se concluye que es fundamental generar metodologías y protocolos de trabajo para obras de Udelar, adaptadas a sus propias particularidades.

Por último, como conclusión general, se valora la generación de espacios adecuados tanto en Udelar como en FADU que permiten un intercambio entre las diferentes institucionalidades que las componen.

Bibliografía

- Blázquez, A. (2005). Innovación en Construcción: teoría, situación, perspectivas y otras consideraciones. *Informes de la Construcción*, 57 (499-500), pp. 111-132. <https://doi.org/10.3989/ic.2005.v57.i499-500.487>
- Dirección General de Arquitectura [DGA]. (s.f.). *Memoria de Proyecto*. Universidad de la República.
- Fernández Vaquero, C. (2013). *Gestión del Control de calidad en la promoción pública de obras de construcción y propuesta de un Índice de Calidad* (Tesis de doctorado, Universidad de La Coruña, La Coruña). Recuperado de <http://hdl.handle.net/2183/10283>
- Salas, J. et al. (2013). Los documentos de idoneidad técnica como potenciales incentivos de la industrialización de la construcción. *Informes de la Construcción*, 65 (531), pp. 275-288. <https://doi.org/10.3989/ic.11.054>
- Secretaria Nacional de Habitação (2016, noviembre). Sistema Nacional de Avaliação Técnica de productos innovadores e sistemas convencionais – SINAT [Archivo electrónico]. Recuperado de *Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat* [PBQP-H], http://pbqp-h.mdr.gov.br/projetos_sinat.php

NOTA: Los detalles constructivos fueron facilitados por la empresa STILER S.A.