

El **dossier** de investigación se propone como un espacio de discusión que busca generar nuevo conocimiento a partir de plantear y responder preguntas sobre la arquitectura y la ciudad.

Busca generar un puente entre los diferentes ámbitos investigativos y los lectores en general. **dearquitectura** cree firmemente que los resultados de investigación relacionados con la arquitectura y la ciudad deben ser comunicados y difundidos. Este es su espacio.

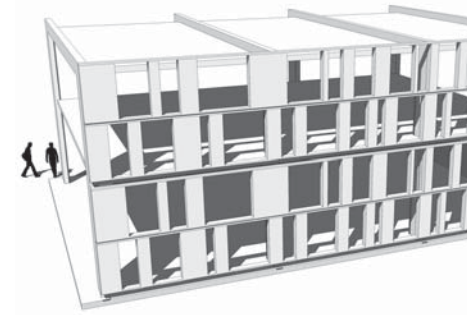
El primer **dossier** presenta resultados de investigaciones relacionadas con la técnica y la arquitectura. Cuenta con tres artículos, esta vez realizados por profesores del área técnica del Departamento de Arquitectura de la Universidad de los Andes.

A partir de ahora queda abierta la puerta para mostrar resultados y avances de investigaciones desde cualquier ámbito académico o profesional.

Estudio de caso como instrumento didáctico para la enseñanza de la arquitectura: proyectar una fachada

Rafael Villazón Godoy

Arquitecto (1996) y Magíster en ingeniería civil (2005) de la Universidad de los Andes, Bogotá. Posgraduado en Enseñanza de la Técnica en escuelas de arquitectura y Candidato a Doctor por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona. Campo de estudio concentrado en la pedagogía y didáctica de la arquitectura, combinado con la innovación en la técnica y construcción de la Arquitectura.



Resumen

Este documento presenta una aproximación al uso de los estudios de caso como método didáctico en la enseñanza de la arquitectura. En este caso específico, se busca indagar por la relación existente entre las condicionantes técnicas y la definición formal de la fachada de un proyecto. Se parte de una serie de interrogantes sobre la forma cuyas respuestas se encuentra en el saber técnico. Esta secuencia de cuestionamientos formales genera una guía práctica de discusión para profesores y estudiantes de arquitectura, totalmente aplicables en un taller de proyectos. El presente artículo hace parte de la investigación doctoral que realiza el autor en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, cuyo objetivo principal es el de identificar estrategias didácticas para la enseñanza de la arquitectura, basadas en el desarrollo de proyectos que aborden la complejidad y la simultaneidad de variables que demanda la disciplina

Palabras clave

Diseño de fachadas, estudio de caso, didáctica en arquitectura, enseñanza de la técnica.

Presentación

Existen algunos factores en los programas académicos de arquitectura teniendo en cuenta la complejidad y alta responsabilidad ética que supone el ejercicio de esta disciplina;

- La enseñanza de la Arquitectura sufre un fraccionamiento excesivo en áreas (técnica, proyecto, teoría, etc.). Este fraccionamiento debe proponer un camino de trabajo para la academia a través de la formulación de métodos, estrategias o herramientas que recompongan la enseñanza de la arquitectura; entendiendo esta última como una disciplina integral, de alta complejidad y compromiso social.
- La formación del arquitecto se debe centrar en la capacidad de toma de decisiones con múltiples variables y no únicamente en el conocimiento acumulativo de técnicas para solucionar problemas arquitectónicos.

Como método de aproximación se propone la revisión de la definición de elementos de alta complejidad en el proyecto utilizando la técnica del estudio de caso y para este documento se propuso la fachada (Casals, 2005).

Se pretende representar el proceso de decisión de la definición arquitectónica y material de una fachada, a partir de una secuencia basada en una serie de interrogantes que buscan resolver diferentes problemas y dudas que surgen al momento de proyectar el cerramiento de un edificio.

A partir de cada pregunta se realizó una valoración de su impacto sobre las condicionantes técnicas, al mismo tiempo que se identificó su impacto sobre la forma final del edificio, tomando como referencia la ilustración de cada uno de los conceptos desarrollados. En ningún momento se busca describir un edificio específico, por el contrario, el objetivo de este trabajo es la identificación de interrogantes y formas de responder. Se busca también validar las preguntas con imágenes de otros proyectos diferentes a los del análisis inicial.

Tema 1: La forma y la composición

Definición del caso

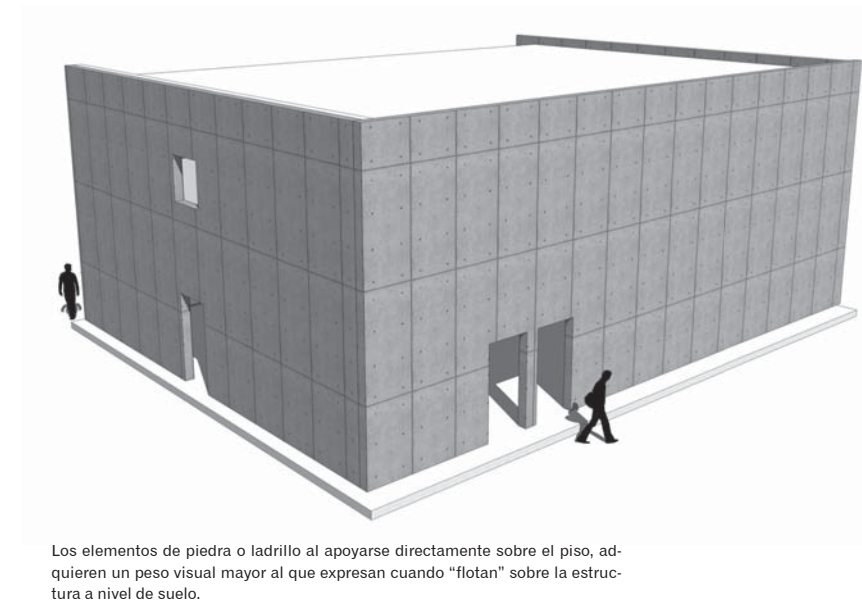
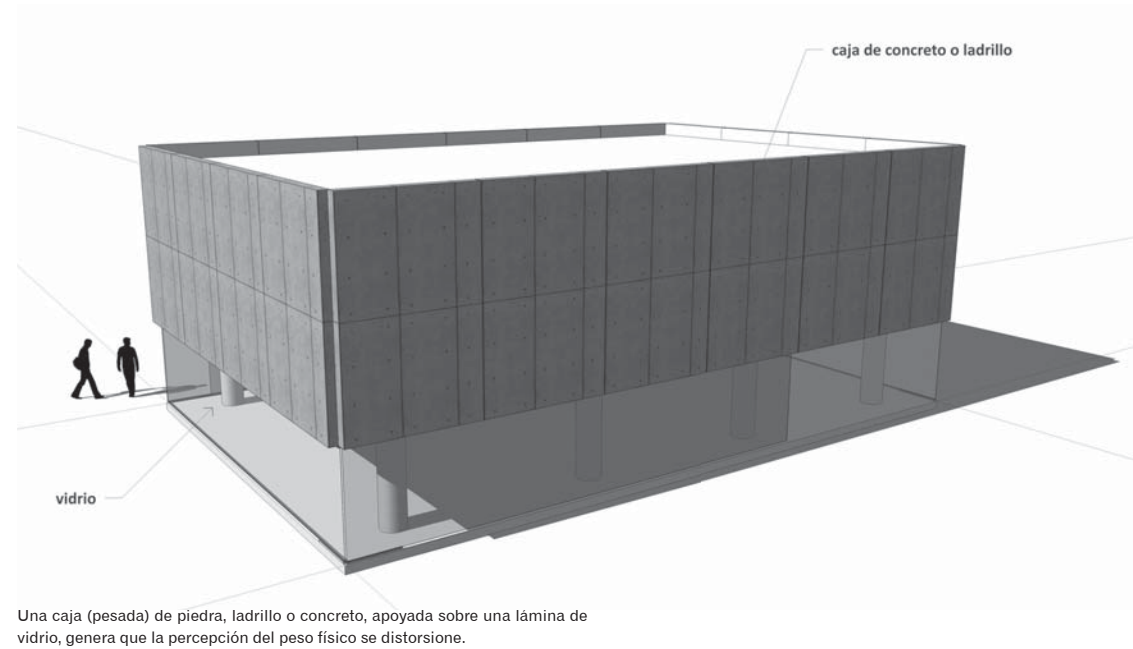
La capacidad del proyectista para ubicar rápidamente los principales problemas constructivos que puede llegar a tener la fachada del edificio, determinará la claridad del desarrollo y su posibilidad final de ser construida. Es evidente que esta definición se mueve dentro de varias determinantes, lo cual demanda aplicar múltiples métodos de análisis y diseño para lograr una solución pertinente al uso, presupuesto y condiciones naturales del proyecto.

Una primera aproximación que se pudo identificar en los casos específicos analizados fueron la forma y composición. Los conceptos que se desarrollan a continuación buscan responder cuestionamientos formales, a partir de argumentos técnicos y permiten que un estudiante de arquitectura tenga un repertorio de sugerencias formales, basado en la técnica aplicable a la definición de un edificio.

El peso físico Vs. El peso visual

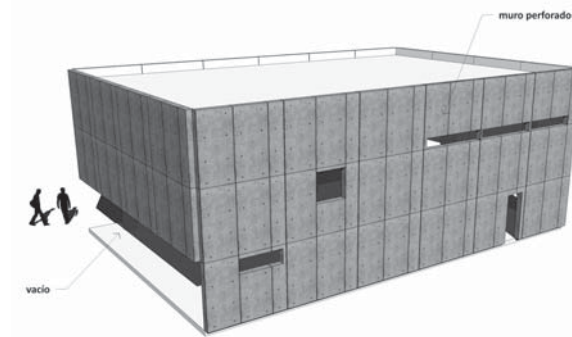
En la construcción tradicional, el peso físico se ve claramente relacionado con el peso visual de la fachada. Una de las aspiraciones del movimiento moderno y desde luego de la arquitectura contemporánea, es la búsqueda por eliminar la percepción del peso físico de la arquitectura: hacerla parecer ligera.

Esto se logra en muchos casos haciendo aéreas grandes masas de ladrillo, piedra o concreto; materiales que son tradicionalmente estereotómicos, de bastante arraigo con el suelo y que suponen un diseño exigente derivado directamente de la fuerza de gravedad. Aparece la primera familia de opciones a tomar el proyectista. La decisión parece ser contundente: los materiales expresarán su verdadero peso, apoyándose en el suelo o a través del manejo técnico se podrán desprender del suelo y hacerse ver ingravidos.

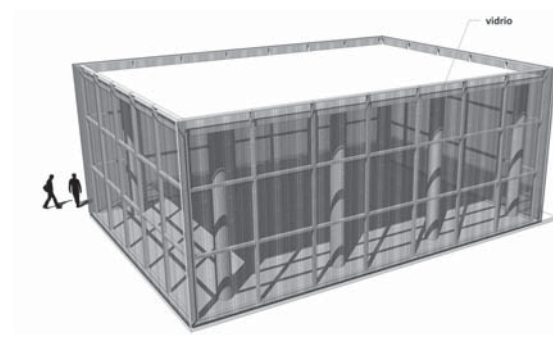


La fachada perforada Vs. La fachada piel

Las dos opciones persiguen el mismo objetivo: La visión de totalidad de la fachada. La operación compositiva en caso de buscar la perforación, supone entender que tendrá mayor importancia la masa que el vacío, y esta será una proporción que se debe guardar a lo largo del proceso de diseño (Morris, 1981). Cuando esta relación se pierde y el vacío empieza a ganar mayor importancia, aparece la expresión de piel continua. Se propone hablar de piel cuando hay un material ligero que la compone (como la piel humana).



Una caja de concreto perforada – No se percibe como piel dada la percepción del peso del material



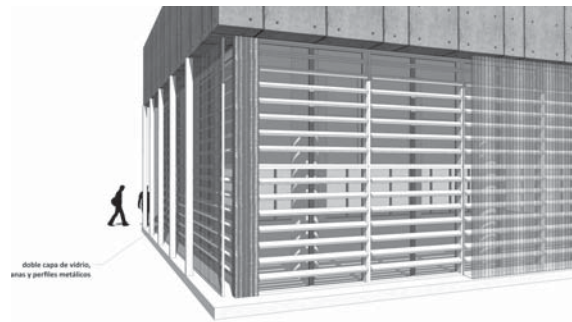
Una caja con piel de vidrio – No se percibe como sólido susceptible de ser perforado



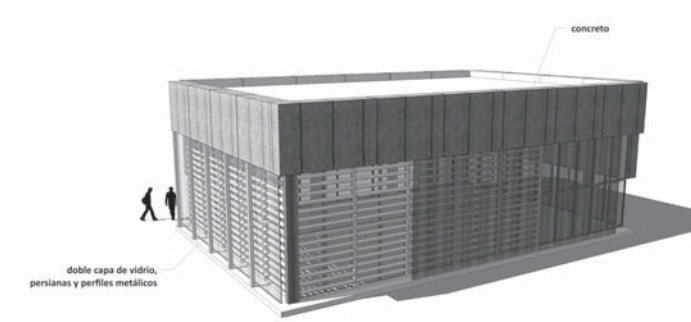
La Alambra . Granada, España.
Foto: Rafael Villazón

La fachada multicapa (espesa) Vs. La fachada monocapa (delgada).

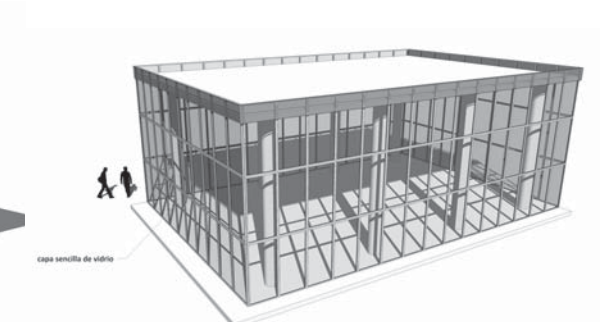
El espesor de la fachada se convierte en uno de los atributos importantes desde el punto de vista plástico, ya que esto permitirá generar sombras, transparencia, difusión de la luz o cambios cromáticos. Igualmente desde el punto de vista de acondicionamiento del espacio interior, el uso de diversas capas de materiales especializados favorece la habitabilidad y abre un camino de innovación formal.



Las diferentes capas cambian la percepción de la fachada y dan profundidad gracias a su espesor; la combinación de diversos materiales translúcidos y opacos se vuelve parte integral de la composición de la fachada.



Las diferentes capas se pueden incorporar como parte del control de la incidencia del sol en el espacio interior.



Una capa sencilla de vidrio genera relieve sobre la fachada y permite un mínimo de modificación del espacio interior; adicionalmente el control de la incidencia del sol es de alta complejidad.

La estructura del edificio se modifica según las necesidades y lógica propia de la forma de la fachada.

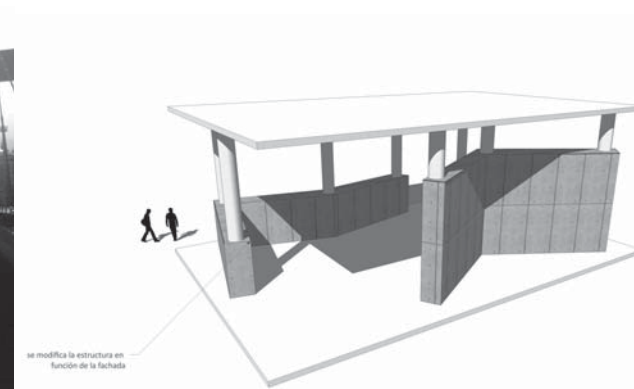
En esta opción llega a la máxima libertad expresiva y plástica; la aproximación del proyectista es casi escultórica. La estructura está al servicio de la forma y en ningún momento es evidente al observador, por medio de una relación claramente formal (Paricio, 1996). No todos los tipos estructurales tienen esta flexibilidad para definir y soportar cualquier forma. Disolver la estructura con respecto a los cerramientos facilita el manejo y la distribución de los muebles en el espacio interior, excepto en las ocasiones que la forma del espacio es de complejidad excesiva.



Arq. Konrad Brunner – Centro recreativo familiar Compensar – Bogotá. La modulación de los machones de ladrillo a la vista de la fachada, priman sobre el orden establecido por la estructura aporricada de concreto. Al finalizar la obra no se percibirá la ubicación de la estructura, ya que la forma del cerramiento será predominante.



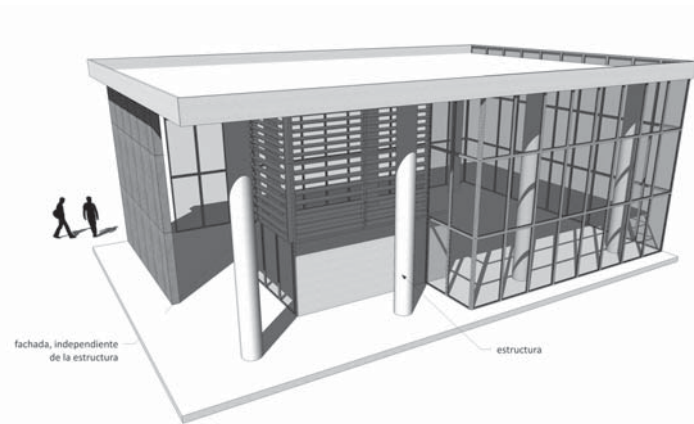
Museo Guggenheim, Arq. Frank Gehry. Bilbao. Foto: Rafael Villazón.



Frente a la decisión de una forma específica para el espacio interior o para la fachada, como es el caso de una apertura en esquina, la estructura modifica su orden para no restringir la forma definida a-priori.

La estructura del edificio y la fachada tienen órdenes compositivos complementarios y mantienen relativa independencia.

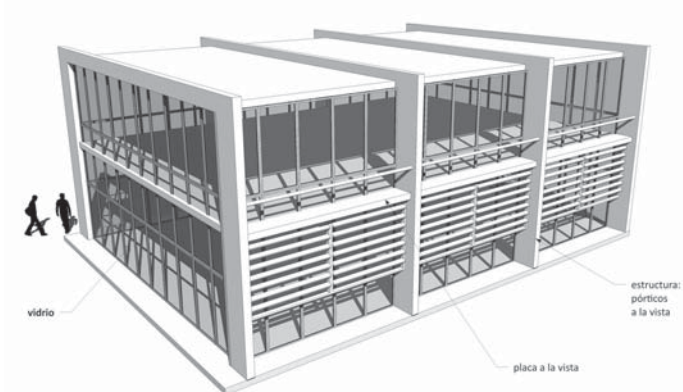
Esta estrategia compositiva reconoce la independencia del cerramiento con respecto a la estructura, haciéndolas explícitas (Paricio, 1996). Es claramente una herencia del pensamiento moderno, ya que al retirar de la fachada las funciones estructurales, esta se libera y permite una nueva expresión, mas relacionada con la búsqueda plástica y de mejor habitabilidad interior en el espacio. Aparece una gran dificultad para el proyectista: ¿Qué hacer con un elemento estructural suelto en la mitad (o a un lado) del espacio interior? La estructura, se convierte en un elemento activo de la composición del espacio interior y terminará pautando su distribución; esto no pasa con la actitud formal.



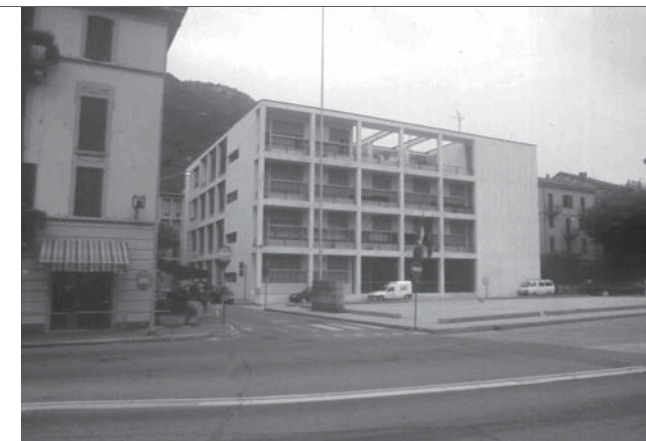
La fachada tiene orden independiente al de la estructura y se ubica libremente dentro del espacio. La ubicación de la fachada con respecto a la estructura es igualmente un recurso formal disponible.

La fachada se inserta de forma subordinada dentro de la estructura del edificio.

Se puede afirmar que esta es la aproximación clásica en el manejo de la fachada ya que establece un orden radical predominante de la estructura sobre e cerramiento (Paricio, 1996). La aparición de líneas verticales y horizontales fuertes, determinadas por la estructura del edificio, obligan a ordenar la fachada como si fueran paneles. El edificio mostrará claramente cómo conduce las cargas hasta el suelo, lo cual dará un carácter tectónico riguroso a la construcción. Las posibilidades de exploración plástica se limita al intradós de los elementos estructurales, sean verticales u horizontales.



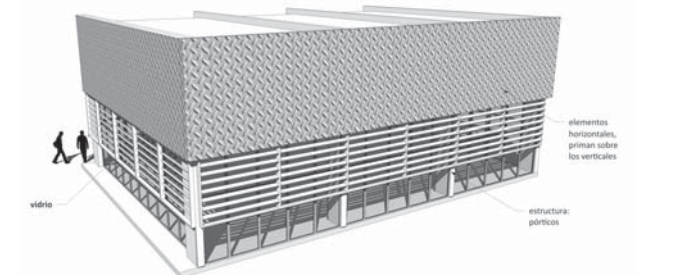
La fachada es un problema de carpinterías y cerramientos de diverso grado de transparencia, ya que la esencia del edificio la resuelve la estructura.



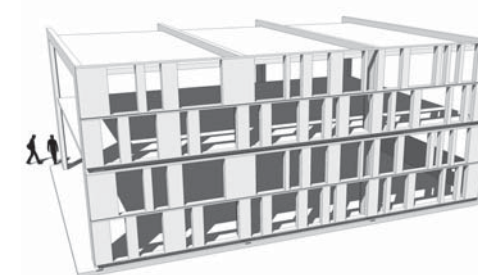
Casa del Fascio. Arq. Guiuseppr Terragni. Como, Italia. Foto: Rafael Villazón.

La fachada expresa las líneas de cargas verticales o no: es tectónica o atectónica.

Parte de la búsqueda compositiva que se pudo detectar al inicio de este documento, hablaba del peso visual de la fachada. Si se logra hacer "volar" una caja pesada de ladrillo, será mucho más fuerte el efecto si definitivamente no se encuentra la forma en que las cargas viajan por este elemento. La pérdida de la continuidad vertical hace más dramática la expresión atectónica de los elementos de fachada (Frampton, 1999).



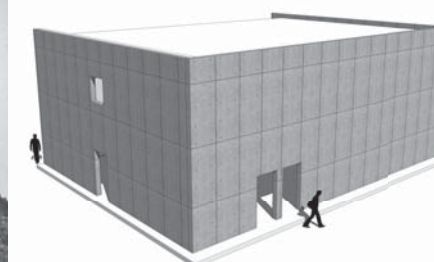
La falta de continuidad de líneas de masa que llegan al piso generan la pregunta por el cómo se puede soportar la fachada.



El manejo de los paños de cerramiento pueden distorsionar las líneas verticales de carga.



Ventana en Florencia. Foto: Rafael Villazón.



La correspondencia en las líneas verticales que conducen las cargas al piso ordenan la fachada y reafirman el carácter estructural de la misma.

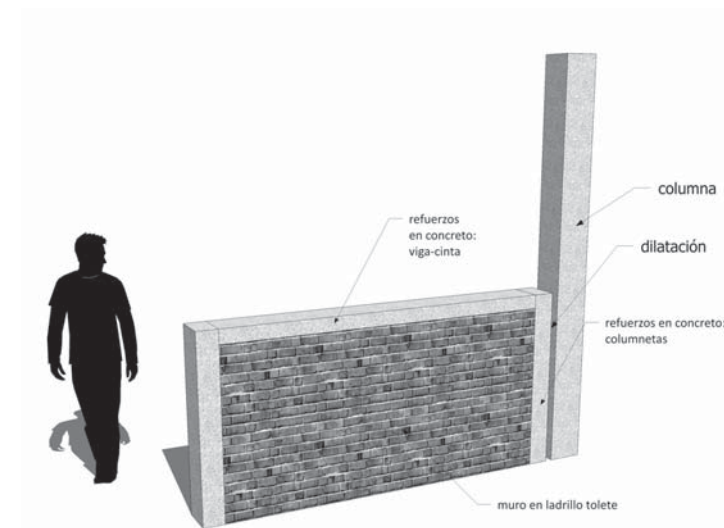
Tema 2: Lo técnico

La segunda aproximación que se desarrolla en este estudio es desde el punto de vista técnico, donde el arquitecto pone a prueba una forma previamente definida contra una serie de parámetros técnicos que definen el desempeño de la fachada frente a los problemas de estabilidad, habitabilidad y estanqueidad, que finalmente son tres funciones clásicas de la arquitectura como acto técnico.

¿Cómo garantiza la estabilidad ante las cargas impuestas?

Este punto es determinante, teniendo en cuenta que Colombia es una región considerada de alto riesgo sísmico. Lo anterior supone que el proyectista estará obligado a garantizar la estabilidad de la fachada, cumpliendo una única condición: el comportamiento de la fachada durante el sismo no debe distorsionar el comportamiento de la estructura portante del edificio.

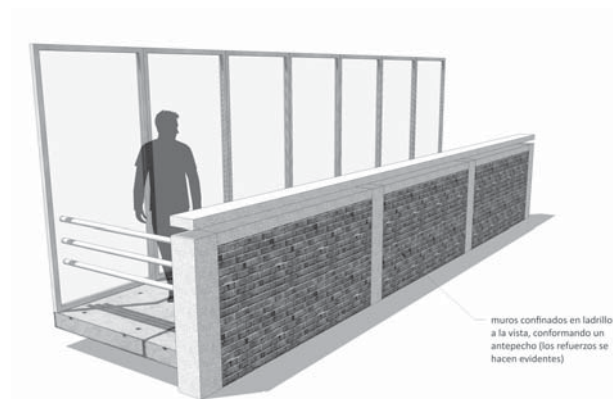
Lo anterior supone la aparición de una serie de elementos estructurales complementarios, al mismo tiempo que las dilataciones y juntas que garantizarán el comportamiento independiente de todos los elementos.



Un muro de fachada, reforzado con cintas de concreto, dilatado de la columna de concreto, garantiza el comportamiento independiente de los dos elementos.

¿Los dispositivos que garantizan la estabilidad de la fachada son explícitos?

Dada la condición específica del contexto local, aparece la posibilidad de esconder estos dispositivos o definitivamente hacerlos parte de la composición de la fachada. Esta última opción se ha desarrollado en países como Chile con una tradición de sismos y códigos legales más fuerte que Colombia, sobretodo en materiales como el ladrillo (Sáenz, 2002). La tradición de la construcción en ladrillo como superficie continua en Bogotá, ha hecho difícil incluir el tema estructural. Hasta ahora han aparecido los primeros ejemplos de edificios que incluyen dentro de la composición de la fachada el manejo de elementos estructurales y al fin la aparición de juntas de control que previenen las fisuras generadas por los movimientos diferenciales de la fachada y la estructura portante del edificio (Paricio, 1998).



Antepecho en ladrillo cerámico confinado con elementos de concreto a la vista, modulados con el orden de la fachada



En países de alto riesgo sísmico como Chile, el lenguaje de la subestructura de la fachada ya se ha incorporado al repertorio formal y hace parte integral de la concepción del edificio. Foto: Rafael Villazón.



Arq. Javier Vera – Edificio Mario Laserna, Universidad de los Andes. Fachada en ladrillo anclada y reforzada internamente contra sismos. Gracias a las celdas de los ladrillos, es posible incluir un acero de refuerzo y posteriormente rellenarla con concreto fluido, formando una columna interna. Foto: María Luisa Vela.



Arq. Javier vera – Edificio Mario Laserna, Universidad de los Andes. Fachada en ladrillo anclada y reforzada internamente contra sismo. Las columnas internas, que se ven insinuadas por las líneas más húmedas en la foto, se amarran con una vigueta de confinamiento inserta dentro de la hilada de remate del antepecho. Foto: María Luisa Vela.



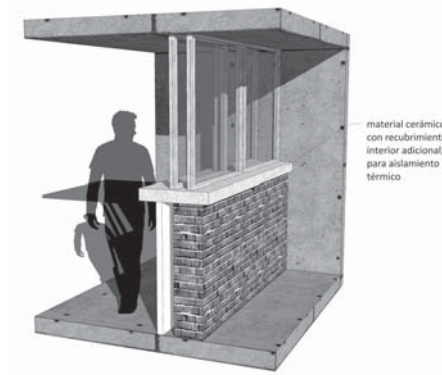
Arq. Javier Vera – Edificio Mario Laserna, Universidad de los Andes. La aparición de grandes elementos horizontales, rígidos, como antepechos, demanda el uso de juntas de control que absorban los movimientos transmitidos por el entrepiso a la fachada y los movimientos derivados del cambio de temperatura y contenido de humedad. Foto: María Luisa Vela.

¿Cómo se garantiza la habitabilidad interior?

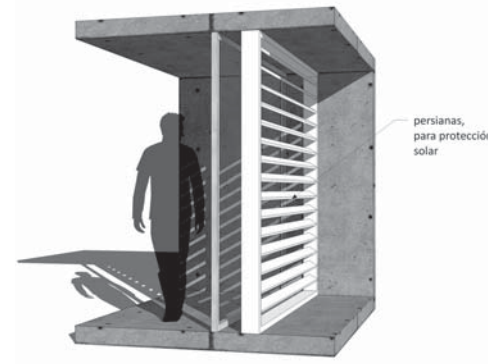
Este un interrogante complejo pues incluye diversos factores de manera simultánea. Inicialmente aparece el tema del control de la luz, el cual depende directamente de la demanda del espacio interior: Luz directa o difusa, y la cantidad de luxes que se debe resolver.

Le sigue el problema acústico, que normalmente está relacionado con el aislamiento más que con el acondicionamiento del sonido, excepto en los casos que la hoja interior de la fachada deba cumplir funciones de control de la reverberación del sonido.

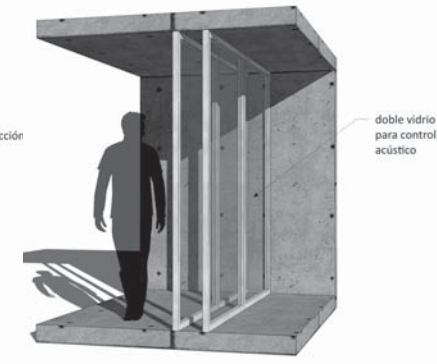
El problema térmico tendrá varias dimensiones. La primera relacionada con los casos en los que la fachada cumple con funciones de aislamiento. La segunda cuando cumple funciones de captación térmica. La tercera cuando tiene a su cargo la ventilación y manejo del volumen de aire interior. La cuarta, en lo que respecta al intercambio de aire interior – exterior y viceversa, para manejar la temperatura interior.



El aislamiento térmico de la fachada puede buscar dos objetivos: Aislar la pérdida del calor interior o aislar el ingreso del calor del exterior. En el caso de la figura, la utilización de dobles carpinterías, con cámara de aire interior, o la inclusión de una capa de material aislante como el poliestireno expandido (Icopor) le dan capacidad aislante a la fachada.



La inclusión de un sistema de protección solar, como una persiana, un cortosol o un antepecho, reducen al máximo la ganancia de calor en el interior, asunto determinante en climas cálidos o en espacios que demandan el uso de la luz difusa y control del deslumbramiento.



La utilización de múltiples capas no solamente da capacidad de aislamiento térmico a la fachada; simultáneamente ayuda a resolver el problema acústico, ya que una fachada compuesta por diferentes capas, donde cada capa tiene diferente espesor y densidad logra una altísima capacidad de aislamiento. La solución convencional más utilizada es una carpintería exterior con un vidrio de 5mm, una capa de aire y una carpintería interior con un vidrio de 8mm; otra solución posible es la utilización de una carpintería sencilla con un vidrio laminado con una capa de 5mm de cristal, más una capa de resina adhesiva y finalmente una capa de 3mm de cristal.

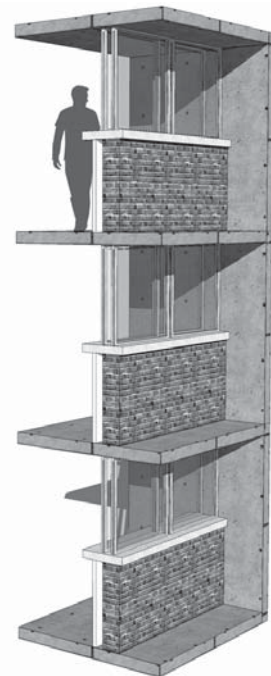


Arq. Pep Bonet – Edificio de despachos en Poble Nou - Barcelona: Una carpintería doble que permite controlar la temperatura interior, el aislamiento acústico, la inclusión de elementos de control lumínico y el paso del aire interior y exterior. La carpintería exterior es construida con perfiliería de aluminio, sellada perimetralmente con empaques de neopreno y contiene un basculante para controlar la entrada de aire del exterior; una capa intermedia con una persiana que controla la cantidad de luz que al mismo tiempo sirve de difusor. Una carpintería interior de lámina de acero plegada, muy económica, que permite que se abra completamente en verano, para ingresar ventilación, o en invierno sólo abrir basculante superior, para que la ventana se convierta en un pequeño calentador de aire por convección. En verano se puede lograr que el aire dentro de la cámara se caliente para que haga un efecto de chimenea y ayude a sacar el aire caliente del espacio de oficina.

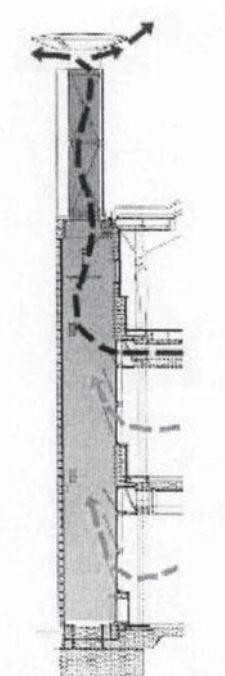
¿Los dispositivos que garantizan la habitabilidad son evidentes?

En este punto el proyectista debe buscar el camino que es más beneficioso para el edificio, ya que muchas veces exponer estos dispositivos se convierte en una fuente de sobrecosto. Ocasionalmente, estos no serán necesarios si el edificio está correctamente orientado con respecto al sol o a los vientos predominantes. En este punto se puede replantear la orientación o el grado de perforación de las fachadas, para poder responder a las condiciones de habitabilidad que supone el uso del edificio.

Estos sobrecostos no sólo ocurren en la etapa de construcción del edificio, también aparecen en la etapa de operación, pues expuestos al medio ambiente demandan un mantenimiento permanente. La utilización de persianas horizontales, por ejemplo, demandan una limpieza casi mensual, costo que tendrá que asumir la administración del edificio.



Una fachada resuelta a partir de cortosoles y antepechos es una solución adecuada para orientaciones complicadas; la zona inferior de la carpintería que queda expuesta al sol directo se puede solucionar con una persiana o difusor de tela. Se debe tener en cuenta el mantenimiento de los cortosoles, ya que al ser planos horizontales acumulan gran cantidad de polvo y residuos.



Una fachada "chimenea" que permite forzar el movimiento del aire interior, es una solución que demanda doble carpintería e igualmente debe ser complementada con elementos de control del deslumbramiento en la carpintería interior.

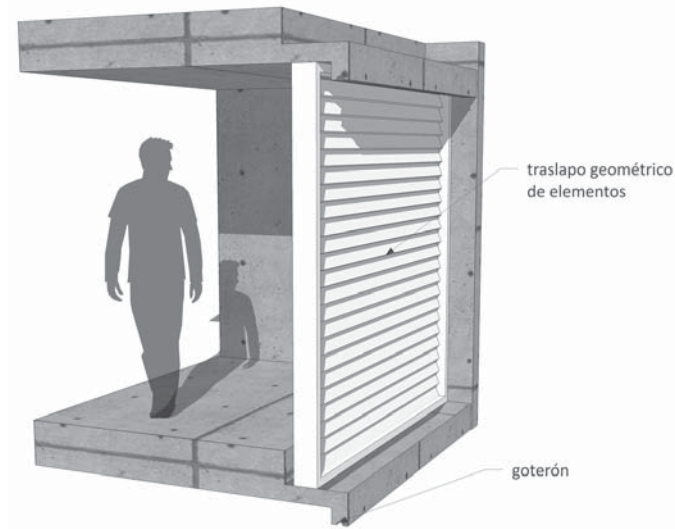
¿Cómo se garantiza el sellado contra el agua y el viento?

Este problema aparece cuando hay juntas y cambios de material. El proyectista arquitecto se enfrenta con dos posibilidades; el manejo del traslape geométrico, que permite el manejo de la escorrentía sencilla del agua a lo largo de la fachada, el manejo de juntas que a través del manejo de presiones diferentes (cámaras de descompresión) eviten el ingreso del agua o definitivamente la construcción de elementos gruesos que tengan una superficie muy lisa, que gracias a su gran espesor estén en capacidad de evitar el paso directo de la humedad (Villazón, Ramírez & García, 2004).

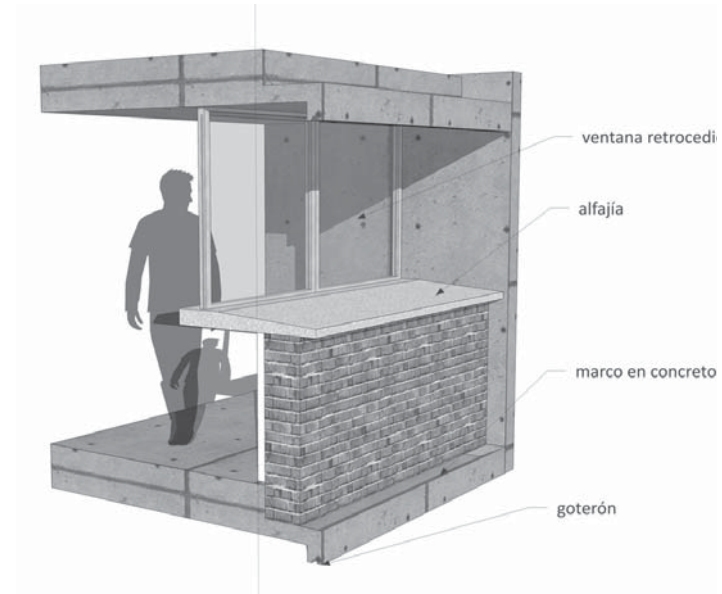
¿Qué pasa con el sitio de las fijaciones?

La continuidad del plano de fachada se pierde y demanda la revisión que garantice que estos lugares queden protegidos contra el agua.

El gran problema del agua es entender que se debe conducir y no pretender interrumpir su paso, ya que por naturaleza siempre buscar correr y moverse, buscando abrir camino: lo mejor es diseñar el camino y no la barrera que siempre terminará sobrepasando (Paricio, 1999).



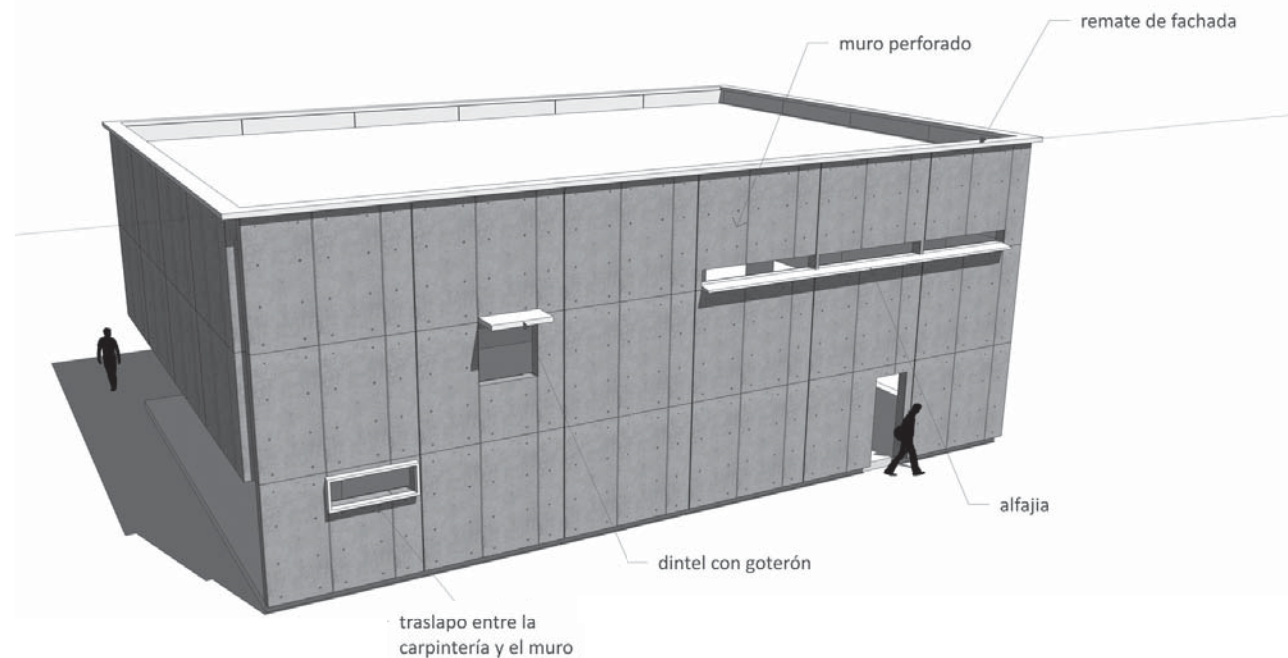
La geometría y el traslape sencillo son las herramientas básicas que el proyectista debe aplicar para enfrentar el problema del agua. El mejor ejemplo es el traslape utilizado en las persianas y en la parte superior e inferior de este ejemplo, donde siempre se busca que un componente solape sobre el otro.



Adicional al solape de los elementos, como es el caso de esta alfajía con respecto al antepecho, generar fachadas profundas dificulta la llegada del agua a las juntas de la carpintería. Igualmente, un muro grueso de 25 o 37 cm, retarda la entrada del agua por capilaridad de forma eficiente, frente a un muro sencillo de 12 cm.

¿Los dispositivos de estanqueidad son evidentes?

Ante esta pregunta la primera imagen que se hace presente es la ventana clásica, con alfajías, bota-aguas, jambas rehundidas, etc. Uno de los deseos de la modernidad fue eliminar todos estos elementos "ornamentales", desafortunadamente sus funciones primordiales en el edificio también desaparecieron. Este es un lenguaje que vale la pena recuperar dentro del menú de elementos compositivos que se cuenta a la hora de proyectar. La excesiva limpieza y "minimalismo" ha llevado a la construcción de arquitectura efímera, que no tiene la capacidad de comportarse adecuadamente en una lluvia y mucho menos conducir el agua, garantizando el lavado de la fachada sin la aparición de "choreados" sobre las paredes blancas del "minimalismo" mal interpretado en nuestro medio.



Una de las características más importantes de la arquitectura desarrollada en Colombia por arquitectos como Fernando Martínez, Rafael Obregón y Enrique Triana fue la utilización cortosos, goteros, alfajías, remates de fachada en concreto a la vista para controlar el movimiento del agua sobre la fachada. Esta es una práctica que desafortunadamente se ha perdido en el ejercicio convencional de la arquitectura actual.

¿Cómo se resuelve la continuidad de la fachada en la perforación?

En este punto vuelve a tener sentido revisar la ventana clásica, ya que esta resuelve la totalidad del telar a partir de la dirección en que el agua se mueve. Cortar el paso del agua en el dintel con un goterón o con la adición de unos bota-aguas con pendiente a los extremos. Cortar el paso del agua en las jambas con una cámara de descompresión y un traslazo entre la carpintería y el muro; finalmente la aparición de la alfajía como garantía de conducir el agua lejos de los talones de Aquiles de la carpintería: sus juntas. Incluir unos postigos que protejan la superficie de la carpintería, mejora su comportamiento con el agua y el viento .



Esta perforación se comporta igual a la de un proyecto "minimal", sin la ayuda de la silicona. Los postigos de madera están traslapados con respecto al plano de la fachada. Existe una canal que recoge el agua de la cubierta; el dintel está protegido por un guardapolvo o vierteaguas que por medio de traslazos conduce el agua hacia los costados de la ventana. Finalmente la alfajía recoge el agua al centro y es evacuada por medio de un pequeño drenaje.

¿Cómo se determina la ubicación de la carpintería en la perforación?

La ubicación de la carpintería depende de temas compositivos inicialmente, pero tiene repercusiones funcionales en el espacio interior y exterior. Al poner la carpintería a tope, sea interior o exterior, se genera un espacio que puede ser aprovechado para mejorar las condiciones de uso interiores y exteriores. Adicionalmente la carpintería se ubica como un "tapa juntas" que resuelve el encuentro de la hoja interior con la exterior, que normalmente tienen características totalmente diferentes. Igualmente la carpintería puede sobresalir más allá del plano de fachada modificando dramáticamente su composición.



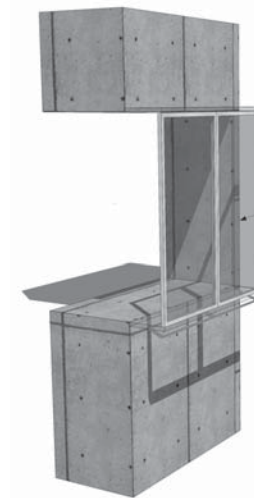
ventana a plomo

Carpintería a plomo con el plano exterior de la fachada. La parte superior está expuesta excesivamente a la acción del agua, lo cual demanda un diseño cuidadoso de la carpintería y los traslazos con el material principal de la fachada.



ventana retrocedida

El retroceso del plano de las carpinterías genera espacios útiles a lado y lado de la fachada y mejora la protección contra la humedad.



ventana sobresaliente

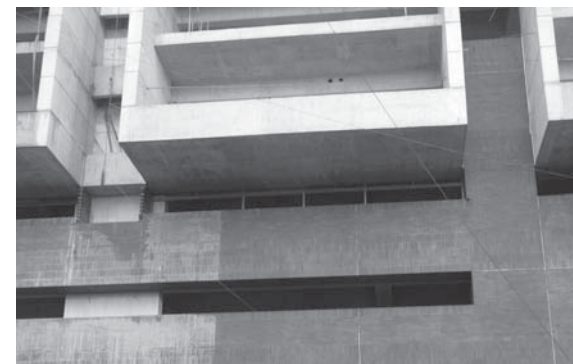
La ventana como volumen adicionado sobre el plano de fachada, mejora la exposición al sol, si su plano superior es también en vidrio. Se genera un espacio interior útil para diversas actividades

¿Cómo se garantiza la interacción de la carpintería con las paredes de la perforación?

Esta es una pregunta que sólo se puede responder con el diseño de la carpintería, que normalmente los proyectistas ya no diseñan, ya que en el mercado existen una serie de modelos industrializados. Sistemas ya entrados en desuso como las ventanas fabricadas con lámina doblada de acero Cold Rolled, permitía que el proyectista controlara mejor este problema. Todavía el diseño de carpinterías de madera obliga al arquitecto a re-aprender esta técnica, que seguro vale la pena revisar, para criticar los sistemas industrializados. Igualmente se debe tener en cuenta que la carpintería se puede convertir en una fuente de apoyo al manejo de la habitabilidad del espacio interior, pues no es solamente un tema de cerramiento.



Diseño de una ventana de madera, con todos los mecanismos que garantizan el manejo adecuado del agua. Foto: María Luisa Vela.



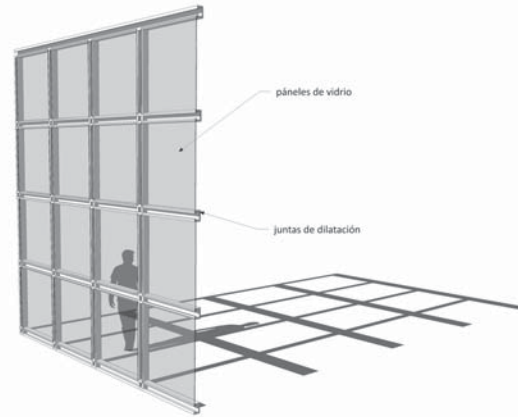
Al cerrar la ventana se observa el manejo de los goteros, traslazos y canales de conducción necesarias para que funcione adecuadamente, independiente de su material de fabricación. Foto: María Luisa Vela.



Arq. Lluís Clotet e Ignacio Paricio, Viviendas en Solsona, España - Carpintería fabricada en lámina doblada y luego galvanizada que permite la inclusión de los elementos de control de agua y protección solar con un costo bajo. Todas las perforaciones, dobleces y soldaduras se realizan antes del proceso de galvanizado, lo cual garantiza el sellado total contra la corrosión. Es importante observar como esta solución resuelve la junta entre la hoja exterior e interior; simultáneamente sirve de apoyo a las mismas, ya que cumple la función de confinamiento.

Si la fachada es una piel ¿Cómo se garantiza su continuidad con materiales discontinuos que generan juntas?

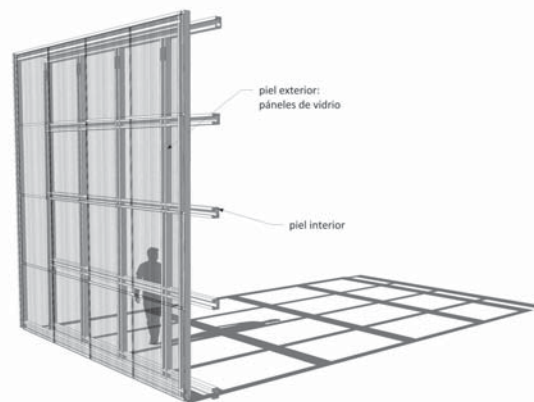
El material único de tamaño infinito no existe, lo cual obliga claramente a la aparición de las juntas. Estas pueden estar abiertas o cerradas con un material adicional (Avellaneda & Paricio, 1999). En los casos que la junta esté abierta se debe prever el movimiento del agua por la cara posterior de la hoja exterior de la fachada. En el caso que la junta sea cerrada, el material debe tener la capacidad de asumir las deformaciones de los elementos principales, sin comprometer la estabilidad ni la estanqueidad del sistema. Desde el punto de vista compositivo, la junta se acusará cuando el material sea más opaco que el material general de la fachada.



La continuidad de la fachada no se pierde con la inclusión de las juntas, si son proyectadas como parte integral de la textura uniforme de fachada, que finalmente es lo que determina su expresión de piel. La subestructura se ubica en la parte posterior y el efecto es más radical cuando el color del vidrio no permite ver la estructura interior.

Si la fachada es una piel: ¿Cómo se hace practicable o móvil sin generar los problemas que tiene la fachada perforada?

Poder controlar la ventilación en una fachada continua tipo piel es complejo, ya que cualquier elemento que se adicione para controlar el agua, puede romper con la textura regular que da la imagen al edificio. Este problema se puede abordar de dos formas. La primera, utilizando técnicas de compresión de neoprenos o materiales similares para resolver los empalmes. La segunda opción es manejar una doble piel que minimice la expresión de los paneles practicables; esto es demasiado costoso ya que duplica la construcción de la fachada, si ambas pieles son totalmente cerradas.



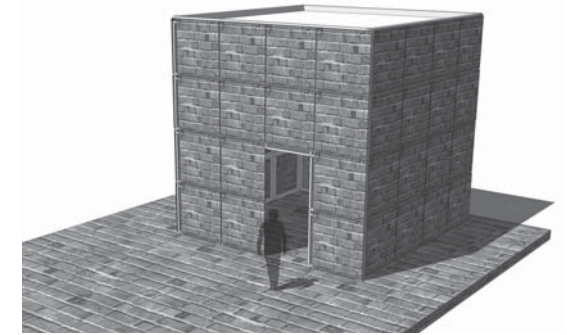
El costo puede ser alto en este tipo de soluciones que buscan dar una expresión de piel continua practicable, ya que hay que construir dos veces la fachada, dado que la hoja exterior no controla la estanqueidad y esta función queda encargada a la hoja interior. La modulación de los paneles practicables coincide con la modulación general de la fachada. El perfil de soporte debe alojar los mecanismos que garantizan la estanqueidad y así no romper la expresión de piel continua.

Tema 3: La ubicación dentro del edificio

Hay tres situaciones diferentes que tienen que ser resueltas por la fachada, y dependen directamente de la manera como actuará el agua sobre ésta. La primera determina la relación de la fachada con el suelo, donde el agua actuará por capilaridad y por salpique durante la lluvia. La segunda tiene que ver con su interacción con el sistema estructural a nivel de entresijos, donde el agua actúa de forma oblicua y la tercera con la articulación con el sistema de cubierta, donde al agua actúa sobre el plano vertical y horizontal de manera simultánea.

Al llegar al suelo: ¿Se confunde con el material del piso exterior?

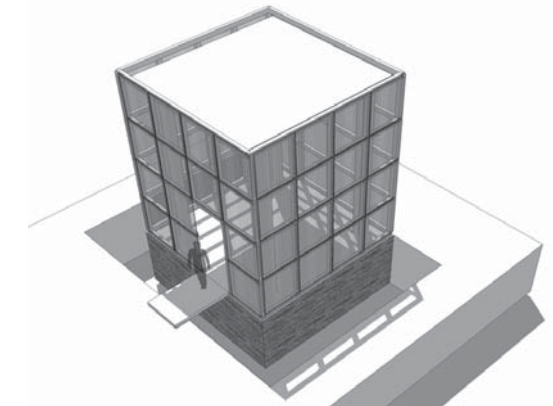
La primera opción es buscar que el material de la fachada forme un continuo con el suelo; esto sólo será posible si el material tiene un espesor suficiente y es de suficiente "amplio espectro" para poder resolver dos usos radicalmente diferentes. Esto es posible normalmente con los materiales de carácter pétreo como es el caso del concreto, el ladrillo y la piedra. Finalmente esta es una decisión que está mediada por una búsqueda plástica y eventualmente por facilidad constructiva. Esta solución obliga a utilizar materiales de alta resistencia en los niveles bajos al alcance de los usuarios ya que tendrán acceso directo a ellos y pueden ser víctima del vandalismo.



La continuidad del plano de fachada sobre el suelo exterior es un recurso muy común en la arquitectura, en la que por ejemplo el ladrillo, dado su amplio espectro de utilización permite resolver problemas de fachada y de acabados de piso. Este manejo es posible cuando el material tiene la resistencia y coeficiente de absorción necesario para cumplir con estas dos funciones simultáneamente.

Al llegar al suelo ¿Genera una dilatación horizontal?

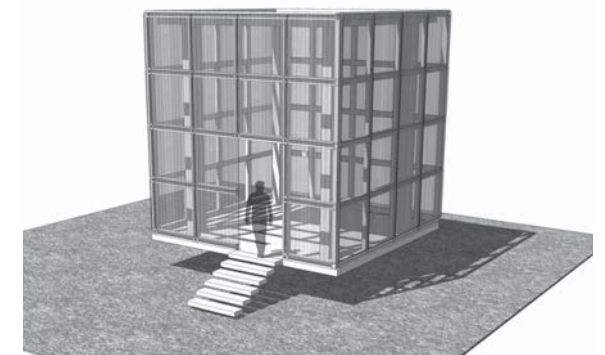
La otra forma de resolver el encuentro entre los dos planos antes citados, es la generación de una junta, que puede medir desde unos pocos centímetros hasta alcanzar las dimensiones que permitan resolver problema complementarios de iluminación de los niveles subterráneos (patio inglés). Esta solución mantiene alejada la humedad generada por capilaridad y protege las contenciones del sótano. Desde luego es costosa ya que supone construir dos veces los muros bajo nivel cero. Permite tener materiales relativamente delicados en el primer piso ya que los usuarios no tendrán acceso directo a esta parte de la fachada.



Esta solución expresa una continuidad de la fachada más allá del nivel cero, lo cual claramente se puede explotar como refuerzo de iluminación para los niveles subterráneos.

Al llegar al suelo. ¿Genera una dilatación vertical?

Finalmente aparece la tercera opción, en la cual la fachada no llega al suelo (al menos aparentemente). Esta solución, al igual que la revisada en el apartado anterior, puede ser manejada en pocos centímetros o claramente convertirse en la planta baja del edificio. El aporte radica en especializar el problema de contacto con el agua así como promover la combinación de materiales aptos para un tráfico alto combinado con materiales relativamente delicados a partir de esa dilatación. Esta solución es clara cuando se proponen fachadas en madera, que de ninguna forma pueden llegar a tocar el suelo; o en el caso de los aplacados de piedra y sistemas como el alucobond, en los cuales un impacto puede generar daños irreversibles.



Se genera una dilatación contra el suelo que protege por diseño la fachada del salpique de agua; adicionalmente permite la entrada de aire frío para refrigerar la fachada o para ventilar los niveles inferiores.

Al pasar por un entrepiso ¿Se apoya sobre éste?

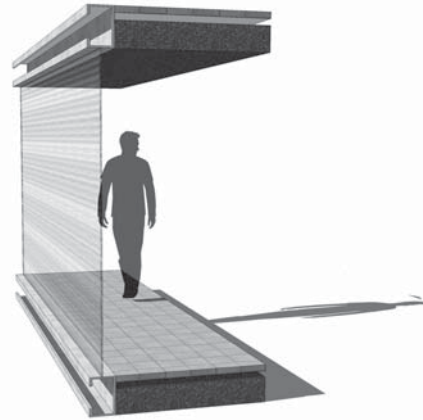
La relación con los entrepisos es otro punto determinante en la definición de la fachada. La primera opción es la de apoyarla de forma franca sobre el entrepiso, garantizando su estabilidad sin interferir en el comportamiento durante el sismo. Esto supone la inclusión de algunas dilataciones y anclajes permisivos que no son objeto de esta revisión. Los problemas reales aparecerán cuando el proyectista quiera semi-apoyar la fachada y adicionalmente dar la impresión de que la fachada pasa por enfrente del entrepiso; en ese punto surge una de las contradicciones que trae más problemas en el momento de un sismo; la fachada puede fallar y caer sobre las personas que están saliendo del edificio, víctimas del pánico.



La fachada claramente asume su papel de recubrimiento y de igual importancia a la estructura. Las vigas de borde del entrepiso se incorporan al diseño de la fachada.

Al pasar por un entrepiso ¿Se ancla lateralmente manteniendo su continuidad?

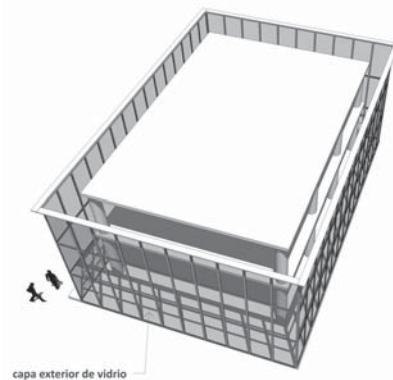
Es una solución común en los sistemas basados en componentes prefabricados. Demanda el diseño de anclajes con diferentes grados de libertad para garantizar el trabajo independiente de la estructura con respecto a la fachada. Hay dos posiciones posibles desde el punto de vista estructural: la primera, suponer que la fachada está apoyada en el entrepiso más bajo y existe un anclaje en cada entrepiso superior que restringe el movimiento horizontal. La segunda, supone que hay tramos sucesivos de fachada anclados en voladizo, lo cual desde el punto de vista sísmico es ideal ya que cada entrepiso se moverá con su tramo de fachada correspondiente.



En esta propuesta, el único indicio de la existencia del entrepiso son los anclajes y cuando estos están ocultos, como en el caso de los paneles prefabricados, sólo se percibe desde el exterior la junta de construcción.

Al pasar por un entrepiso ¿Mantiene su independencia gracias a su estructura propia?

Es la solución menos común y desde luego la más costosa. Está reservada para proyectos en los que es determinante que la vibración del sonido captada por la fachada de ninguna forma se transmita a la estructura portante del edificio y por ende a los espacios útiles. Tiene un gran potencial de expresión plástica, pero su costo frena cualquier intento de proponerla en proyectos relativamente convencionales.



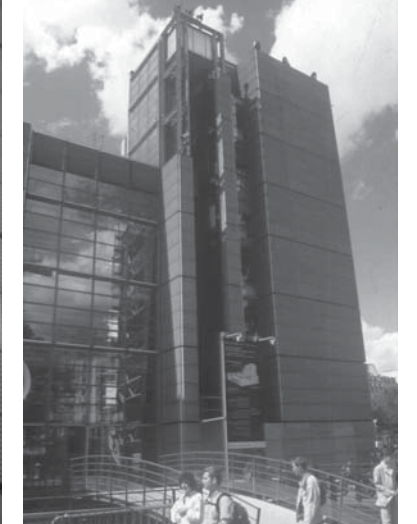
Esta solución supone casi pensar en que se diseña un edificio dentro de otro edificio, ambos con estructuras igual de complejas y costosas.



Edificio en construcción. Vivienda en Bogotá. Foto: Rafael Villazón.

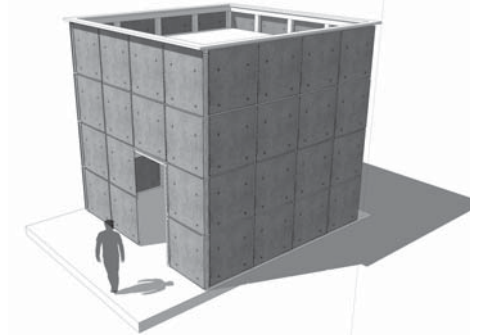


IRCAM, Renzo Piano, París. La práctica de "enchapar" el borde de los entrepisos para simular que la fachada es una piel continua ha sido muy criticada por diferentes académicos: problemas de estanqueidad, de decoloración y de estabilidad frente a empujes laterales.



Al llegar a la cubierta ¿La sobrepasa generando un antepecho y un empate complejo en el trasdós?

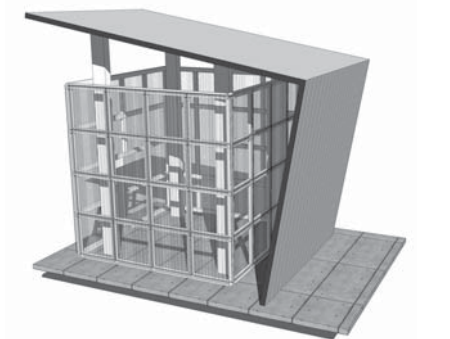
Esta es una de las soluciones convencionales derivadas directamente del movimiento moderno, ya que el edificio no explica la forma en que resuelve el problema de la conducción del agua. El hecho de que el agua se encuentre directamente con el trasdós del parapeto vertical de la fachada, aumenta radicalmente la probabilidad de que aparezcan problemas de estanqueidad. Es común que al plantear esta solución haya problemas de fisuras horizontales, generadas por la dilatación térmica de la cubierta, que literalmente empuja el parapeto de la fachada. Adicionalmente, esta opción es un excelente complemento para el remate de fachada ya que permite desaguar el borde superior del parapeto al interior, previniendo totalmente la aparición de manchas sobre el frente de esta.



La cubierta no se percibe, dado el parapeto generado por la fachada; esto genera problemas de humedad en el trasdós de la fachada y la parte superior de la fachada queda totalmente expuesta, lo cual genera la aparición de un remate metálico o de un material de mayor impermeabilidad. La solución es válida para cubiertas planas e inclinadas.

Al llegar a la cubierta ¿Se confunde con ella cambiando simplemente de dirección?

Esta es la solución menos común, pues es difícil encontrar materiales que puedan resolver de forma simultánea la dirección en la que actúa el agua sobre la cubierta y la fachada. Demanda diseñar claramente el camino que recorrerá el agua a lo largo de la superficie continua y adicionalmente se debe evitar la aparición de perforaciones o protuberancias que puedan distorsionar su paso. Una superficie continua de concreto seguramente generará manchas sobre la fachada. El sistema resuelto con lámina plegadas de metal tiene un comportamiento más homogéneo y la posibilidad de plegado y traslape de las láminas resuelve el encuentro entre el plano de cubierta y de fachada fácilmente. Este tipo de tratamiento es muy común en la arquitectura contemporánea, que busca proyectar edificios que se expresen con un material único, aunque las consecuencias técnicas sean difíciles de controlar.

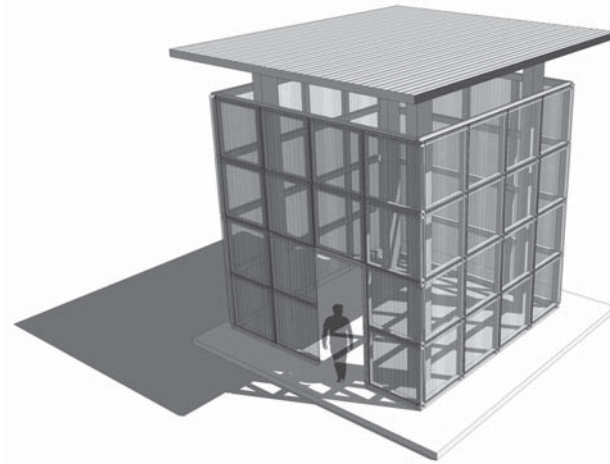


Esta solución es complicada ya que es difícil encontrar materiales que puedan solucionar el agua en dos direcciones contrarias; esto normalmente es posible con sistemas de panel tipo sandwich o con elementos continuos de concreto. La solución es válida para cubiertas planas e inclinadas.

Al llegar a la cubierta ¿Remata contra ella cuando sobresale del plano vertical?

Este sistema es el más tradicional del repertorio de soluciones técnicas del remate del edificio. El plano de cubierta sirve para proteger la junta con el plano de fachada, reduciendo a cero la probabilidad de que el agua llegue a este punto, debido a la inclinación del techo. Surge el problema de manejar el agua por medio de canales, gárgolas y bajantes que son difíciles de incorporar a la composición arquitectónica. Adicionalmente, cuando la cubierta tiene una altura normal, el alero sirve de protección solar y durante la lluvia puede generar un camino protegido para los peatones. Es una solución perfectamente viable con cubiertas inclinadas o planas (o con pendientes mínimas), porque queda claro que una cubierta 100% plana no es viable desde el punto de vista funcional y constructivo. Una dificultad adicional que tiene esta opción es la solución de remate del acabado de cubierta contra el borde del edificio, el cual es muy sencillo cuando la canal perimetral cumple esta función, pero se vuelve imposible de resolver en los casos que se renuncia a la posibilidad de conducir inteligentemente el agua a lo largo del edificio.

En este punto del análisis es evidente la complejidad que supone definir una fachada y aparece una lista más compleja de preguntas que se tienen que seguir resolviendo. Por un lado, la relación con las instalaciones es un tema que se debe revisar, ya que dada su complejidad puede llegar a modificar radicalmente la forma de un edificio y adicionalmente surge el problema de los materiales, el cual determina gran parte del problema de la fachada.



La cubierta no se percibe, dado el parapeto generado por la fachada; esto genera problemas de humedad en el trasdós de la fachada y la parte superior de la fachada queda totalmente expuesta, lo cual genera la aparición de un remate metálico o de un material de mayor impermeabilidad. La solución es válida para cubiertas planas e inclinadas.



Alejandro de la Sota, Edificio de Correos – Úbeda, Madrid. La aparición de las bajantes de aguas lluvias, anuncian la continuación de nuevas preguntas alrededor de la fachada, que seguramente deben ser parte de otro estudio de caso

Al encontrar las instalaciones ¿Las conduce en su interior?

¿Permite su inspección y mejora?

¿Las maneja adosadas?

¿No permite ninguna relación?

El dibujo de la fachada: ¿Se construirá con un material amorfo?

¿Se construirá con un material conformable?

¿Se construirá con un semiproducto?

¿Se construirá con un componente?

Si es amorfo ¿Tendrá alguna textura la formaleta?

¿Tendrá juntas de control?

Si es conformable: ¿Qué dimensiones maneja el material?

¿Qué disposiciones permite el material?

¿Con qué material se conforma o pega?

¿Cómo se maneja la junta entre elementos?

Si es semiproducto: ¿Qué dimensiones maneja el material?

¿Cómo se corta?

¿Demanda materiales complementarios?

¿Cómo se fija?

¿Cómo se maneja la junta entre elementos?

Si es componente: ¿Está fabricado con materiales amorfos, conformables o semiproductos?

¿Demanda materiales complementarios?

Esquemas realizados por María Luisa Vela.

Conclusiones preliminares

- El documento demuestra como el método del estudio de casos permite hacer un mapa de las decisiones tomadas como parte del proceso de proyectar arquitectura.
- Un caso se convierte en un documento valioso de referencia, no sólo para el estudiante de arquitectura, también para el arquitecto en ejercicio que podrá confrontar sus estrategias de proyecto con las propuestas en el estudio de caso.
- El caso expuesto anteriormente cumple los objetivos pedagógicos enunciados inicialmente: Hacer visible la complejidad de variables que intervienen en la definición formal de un elemento arquitectónico y proponer una estrategia didáctica para aprender a tomar decisiones a partir de preguntas específicas.
- La utilización de edificios teóricos y reales de forma simultánea, apoyan la explicación de cada una de las preguntas planteadas y por contraste hace evidente el concepto que se quiere mostrar.
- Para garantizar el éxito de un caso se debe lograr un control de las variables. En este documento se evidencia cómo la gran cantidad de preguntas que surgen al final del argumento hacen casi imposible agrupar todas las preguntas alrededor de un solo caso; por lo anterior es deseable que se construyan casos complejos a partir de casos parciales de baja complejidad, con el fin de cerrar de forma más rápida los ciclos de aprendizaje.

Bibliografía

ABALOS, I. & HERREROS, J., 1992, "Técnica y Arquitectura en la Ciudad Contemporánea". Madrid, España, Editorial Nerea.

AVELLANEDA, J. & Paricio, I., 1999, "Los revestimientos de piedra". Zaragoza, España, Editorial Bisagra.

BALKOW, D., 1999, "Glass construction Manual". London, U.K., Birkhäuser.

CASALS, A., 2005, "La arquitectura, otro arte enfermo". Badajoz, España, Editorial Abecedario.

FANELLI, G., 1999, "El principio del revestimiento: prolegómenos a una historia de la arquitectura contemporánea". Madrid, España, Ediciones Akal.

FRAMPTON, K., 1999, "Estudios sobre cultura tectónica". Madrid, España, Ediciones Akal.

GONZALEZ, J., CASALS, A., FALCONES, A., 2001, "Claves del construir arquitectónico". Barcelona, España, Gustavo Gili.

HOFFMANN, J., "Fachadas, forma y detalle de paredes y revestimientos exteriores". Barcelona, España, Editorial Blume.

KIND-BARKAUSKAS, F., 1999, "Concrete construction manual". London, U.K., Birkhäuser.

MORRIS, A., 1981, "El hormigón premoldeado en la arquitectura". Barcelona, España, Gustavo Gili.

PARICIO, I., 1998, "La fachada de ladrillo". Barcelona, España, Editorial Bisagra.

PARICIO, I., 1996, "La construcción de la arquitectura Tomo 3. La composición". Barcelona, España, Instituto de Tecnología de la Construcción de Catalunya.

PARICIO, I., 1998, "La protección solar". Barcelona, España, Editorial Bisagra.

PFEIFER, G., 1999, "Masonry construction manual". London, U.K., Birkhäuser.

RICHARDS, B., 2006, "Arquitectura de cristal". Barcelona, España, Editorial Blume.

SAENZ, G., 2002, "Detalles técnicos detrás de la Arquitectura de fachadas en mampostería no estructural". Bogotá, Colombia, Tesis ingeniero civil Universidad de los Andes.

VILLAZON, R., RAMIREZ, J., GARCIA, J., 2004, "Eficiencia lumínica en Arquitectura". Bogotá, Colombia, Ediciones Uniandes.