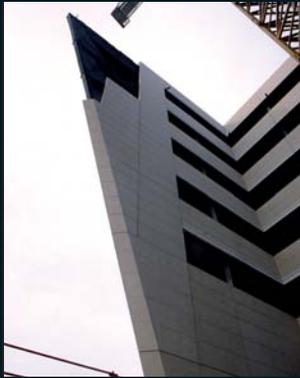




Edificio Beatriz (Madrid)



FACHADAS DE HORMIGÓN ARQUITECTÓNICO



05	Introducción
07	Fachadas de hormigón arquitectónico
11	Propiedades
15	Información básica para el proyecto
21	Realizaciones
35	Fabricación
39	Puesta en obra
45	Mantenimiento
47	Sostenibilidad
51	Normativa



*“La Arquitectura moderna,
cuando se originó, no fue un
simple cambio de estilo, fue
una profunda revolución que
transformó la forma de
construcción”*

GLENN MURCUTT

La constante evolución en el diseño y tecnología dentro de la industria de las fachadas de hormigón arquitectónico ha provocado que un grupo de fabricantes nos planteásemos la necesidad de reunir en un documento toda la información sobre características y aplicaciones que esta solución ofrece al mercado.

El objetivo fundamental de este manual es, por un lado, aportar sugerencias, directrices y normas básicas para obtener los despieces idóneos de las fachadas, conjugando racionalización y creatividad. Y por otro, promocionar el uso de las fachadas de hormigón arquitectónico. También hemos pretendido aportar nuestro granito de arena a conseguir un desarrollo urbano sostenible, adaptándonos a las nuevas exigencias en materia de sostenibilidad.

Aquellos que tengan experiencia práctica en la utilización de fachadas de hormigón arquitectónico, descubrirán nuevas posibilidades de uso y diseño. A otros les aportará los conocimientos básicos necesarios para iniciar su andadura por el apasionante mundo del Hormigón Arquitectónico.

Quisiéramos también homenajear a las empresas pioneras en este sistema constructivo y que por diversas circunstancias han desaparecido. Empresas como Butsem, Prefabricados Bein o Schokbeton Española, que gracias a su esfuerzo, empuje y visión de futuro, iniciaron allá por los años 50 y 60 la difícil andadura en el mercado de nuevas tecnologías.

Finalmente, agradecer al lector la dedicación de su tiempo al abrir las páginas de este manual, ya sea por interés, necesidad o mera curiosidad.



“En la arquitectura, el orgullo del hombre, su triunfo sobre la gravitación, su voluntad de poder, asume una forma visible”

NIETZSCHE

Toda edificación necesita una piel que le proteja y le aporte identidad y diferenciación frente a las demás. Las fachadas de hormigón arquitectónico ofrecen la solución a estas necesidades además de reunir excelentes cualidades estéticas.

Las FHArq se conforman con paneles prefabricados de hormigón, destacando por la libertad que ofrece al proyectista gracias a la gran adaptabilidad de formas y tamaños, así como por reunir toda una serie de ventajas y cualidades como son:

- Durabilidad de la fachada
- Variedad en los acabados
- Rapidez de ejecución
- Flexibilidad en el diseño
- Sostenibilidad de la solución
- Resistencia al fuego
- Aislamiento acústico
- Inexistencia de escombros
- Reducción de oficios
- Seguridad en obra
- Eliminación de andamios
- Mantenimiento reducido

Las FHArq pueden prescribirse para todo tipo de edificaciones. En líneas generales, hasta hoy, se emplean en:

- Edificios de viviendas



- Edificios sociales, colegios, centros educativos, bibliotecas e iglesias



- Hospitales, clínicas, centros de salud y residenciales



De izquierda a derecha, de arriba a abajo:
Edificio de viviendas. (Cambriels, Tarragona)
Edificio de viviendas Via Trajana (Barcelona)
Urbanización Las Tablas (Madrid)
Centro cívico Hegoalde (Vitoria)
Residencia 3º Edad FEPAMIC (Córdoba)
Colegio de Educación Especial Luis Braille (Sevilla)
Clínica Quirón (Madrid)
Clínica Alarcón (Madrid)
Centro Yebes Río Vena (Guadalajara)

- Edificios de oficinas y sedes de empresa



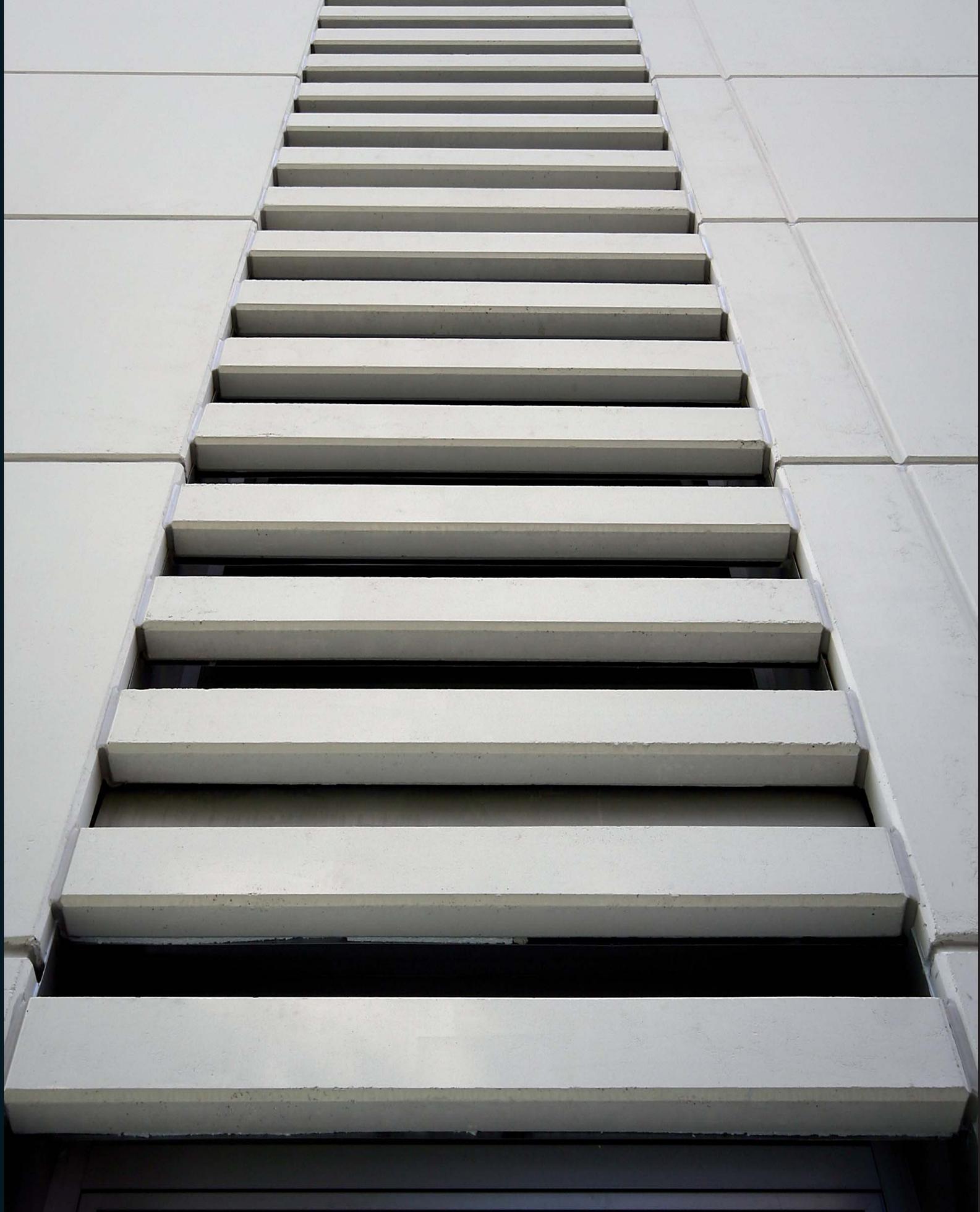
- Construcciones hoteleras



- Instalaciones deportivas, de servicios y edificaciones singulares



De izquierda a derecha, de arriba a abajo:
 Indubuilding M40 (Madrid)
 Oficinas en Avda. Manoteras (Madrid)
 Sede Carrefour (Madrid)
 Sede Sanitas (Madrid)
 Hotel Capital de l'Hospitalet (Barcelona)
 Hotel Foxá Tres Cantos (Madrid)
 Hotel La Tenerife (Pinto, Madrid)
 Palacio de Deportes San Jordi (Barcelona)
 Río Vena Edificio León XIII
 Edificio de Transportes Metropolitanos de Madrid



“Cada material impone al diseño leyes que le son inexorables”

ROGELIO SALMONA

Las fachadas de hormigón arquitectónico presentan todas las ventajas que ofrece el hormigón:

Resistencia mecánica

El hormigón armado resiste las sollicitaciones de compresión, tracción y flexión, siendo la resistencia que presenta a compresión la mayor de todas.

Los paneles se arman para resistir los esfuerzos a los que van a estar sometido durante su vida útil.

Además la resistencia a compresión del hormigón es una referencia del nivel de otras características como su comportamiento al impacto, al ruido, a los ciclos de hielo-deshielo, al envejecimiento y a la abrasión, entre otras.

Resistencia al fuego

Los paneles de hormigón constituyen una excelente barrera de protección contra al fuego al estar clasificados como A1 de reacción al fuego.

La resistencia al fuego de los paneles de hormigón satisface los criterios de integridad (E) y aislamiento (I) en función de su espesor.

En la siguiente tabla se muestra la resistencia al fuego de los paneles en función de su espesor mínimo.

Espesor mínimo (mm)	Resistencia al fuego
60	EI 30
80	EI 60
100	EI 90
120	EI 120
150	EI 180
175	EI 240

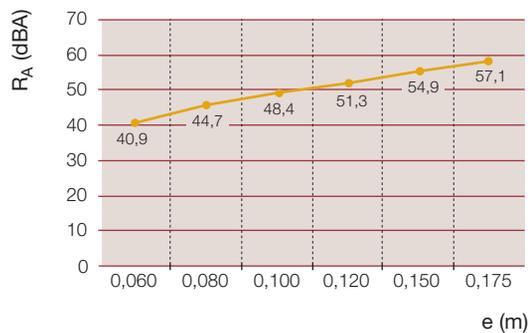
Además la esbeltez geométrica, relación entre la altura del panel y su espesor, debe ser inferior a 40.

Aislamiento acústico al ruido aéreo

Las fachadas de hormigón arquitectónico debido a su alta densidad poseen un excelente comportamiento frente al ruido aéreo.

Una de las características que define la capacidad del aislamiento acústico es la masa del elemento de cerramiento.

En la siguiente gráfico se muestra el índice global de reducción acústica de los paneles, ponderado A (R_A) en función del espesor de los paneles (e), para un hormigón de densidad 2.400 Kg/m³.



e (m)	m (Kg/m ²)	R_A (dBA)
0,060	144	40,9
0,080	192	44,7
0,100	240	48,4
0,120	288	51,3
0,150	360	54,9
0,175	420	57,1

$$m \leq 150 \text{ kg/m}^2 \quad R_A = 16,6 \cdot \lg m + 5 \text{ (dBA)}$$

$$m \geq 150 \text{ kg/m}^2 \quad R_A = 36,5 \cdot \lg m - 38,5 \text{ (dBA)}$$

Comportamiento frente a las heladas

Los paneles de hormigón al estar fabricados bajo estrictos controles, permiten obtener un hormigón de alta calidad, muy compacto, con áridos y granulometrías estudiadas, que se traduce en un excelente comportamiento frente a las heladas.

Para evitar crear zonas horizontales donde el agua pueda estar en reposo, es conveniente darle a éstas una pequeña pendiente, crear drenajes o emplear hormigones aún más impermeables. Con todo esto se evita zonas de agresión al hormigón y de envejecimiento diferencial que perjudican el aspecto del edificio.

Estanqueidad al agua y viento

Las FHArq han solucionado los tradicionales problemas de humedad y posibles entradas de aire al constituir en sí mismo un material homogéneo.

Para garantizar el total cerramiento de la fachada, la junta de unión entre los paneles se obtura mediante un sellado elástico que garantiza su hermetismo y evita que se puedan producir entradas de aire o agua.

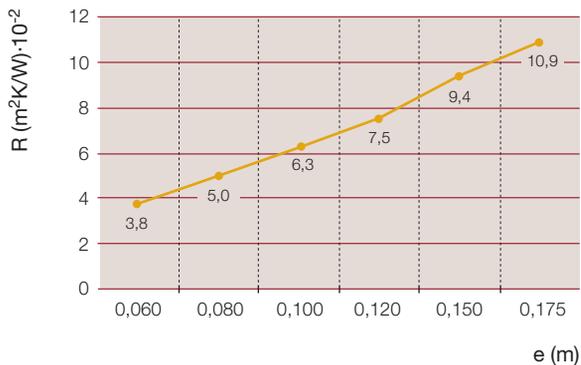
Propiedades térmicas

La resistencia térmica de los paneles viene establecida por el espesor (e) y la conductividad térmica de los paneles (λ).

La conductividad térmica de un panel de hormigón de densidad 2.400 Kg/m³, en condiciones secas es de aproximadamente 1,6 W/mK.

En el siguiente gráfico se muestra la resistencia térmica (R) en función del espesor de los paneles (e).

La resistencia térmica (R) de las fachadas de hormigón arquitectónico se complementa y mejora con el trasdosado interior.



Durabilidad

Los paneles de hormigón se proyectan para que resistan las acciones mecánicas a las que van a estar sometidos y además para que sean duraderos a las acciones ambientales de tipo físico y químico.

Un hormigón bien elaborado presenta una buena durabilidad al desgaste y una buena protección frente a la corrosión de las armaduras en condiciones ambientales normales.

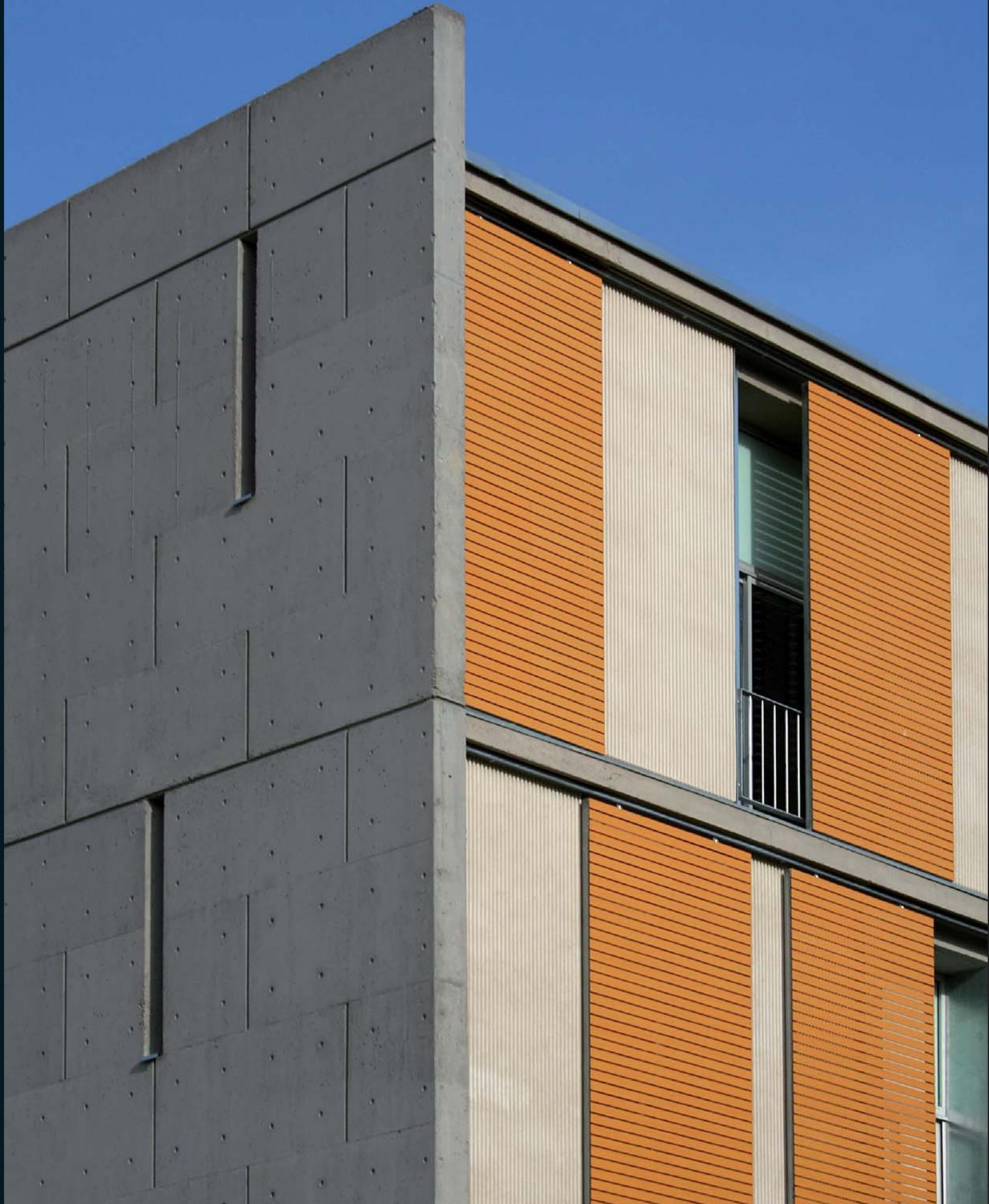
En condiciones ambientales extremas, los paneles de hormigón son una excelente solución al admitir multitud de tratamientos superficiales o en masa, que permiten dar la protección específica a cada circunstancia en particular.

En la siguiente tabla se muestran los recubrimientos mínimos en función de la clase de exposición.

Clase de exposición	Normal con humedad alta	Normal con humedad media
Recubrimiento mínimo (mm)	20	25

e (m)	R · 10 ⁻² (m² · K/W)
0,060	3,8
0,080	5,0
0,100	6,3
0,120	7,5
0,150	9,4
0,175	10,9

$$R = e / \lambda$$



*“De un trazo nace la
Arquitectura”*

OSCAR NIEMEYER

Las fachadas de hormigón arquitectónico se realizan adaptándose al diseño del proyectista. Para cada obra se realiza un proyecto único y específico cuya modulación difícilmente se puede volver a repetir.

Así pues, a los paneles se les puede dar numerosas formas:

- Huecos para puertas y ventanas en el borde del panel o en su interior
- Piezas con vueltas incorporadas laterales, inferiores o superiores, hacia el interior o exterior del edificio
- Paneles rectos con borde o bordes curvos en el ancho de su espesor
- Paneles curvos cóncavos y convexos
- Piezas de celosía
- Piezas tridimensionales
- Petos de cubierta con formación de albardilla



DIMENSIONES

Las dimensiones máximas de los paneles son particulares de cada fabricante de la Asociación y vienen fundamentalmente limitadas por el transporte.

Estas dimensiones máximas están en torno a 12,00 x 3,20 m.

El espesor de los paneles es función de su superficie, siendo generalmente de 8, 10 y 12 cm.

Para casos especiales se pueden fabricar otros espesores.

RACIONALIZACIÓN

A la hora de plantearse el diseño de las FHArc hay dos criterios básicos para lograr una optimización en su utilización:

- IGUALDAD ENTRE PANELES: Cuanto mayor sea el número de paneles repetitivos, en las dos o en una de las dimensiones, mayor rentabilidad de los moldes necesarios para fabricarlos.
- SUPERFICIE MEDIA ELEVADA: Cuanto mayor sea el tamaño medio de los paneles, menor número de moldes y tiempos se necesitan en su fabricación y mejor es el rendimiento a la hora del montaje. Como recomendación $S_{\text{media de panel}} \geq 10 \text{ m}^2$

Estos criterios reducen los costes y también los plazos de ejecución de la obra.

LA RACIONALIZACIÓN EN EL DISEÑO DE LOS PANELES OPTIMIZA RECURSOS

Es aconsejable para lograr la racionalización, proyectar un panel base de dimensiones máximas a partir del cuál se obtienen el resto de los paneles, realizándose las modificaciones correspondientes en el molde.

ACABADOS Y TERMINACIONES

Los acabados superficiales son los siguientes:

Liso. Acabado que presenta la superficie directamente de molde.



Texturizado. Acabado de los paneles mediante el empleo de moldes con el negativo de las texturas a obtener. Se recomienda la elección de relieves o acabados que eviten la formación de depósitos de suciedad.



Estos acabados facilitan el mantenimiento de las fachadas.

Chorro de arena. Con este tratamiento se obtiene un acabado de la fachada en la que se puede apreciar desde el árido fino hasta llegar a verse el árido grueso, en función del grado de intensidad del tratamiento mecánico, que consiste en proyectar arena a presión sobre la cara vista del panel.



Árido en relieve. Acabado de árido visto, que va desde unas décimas de milímetro hasta varios milímetros, esta vez mediante el empleo de un papel o imprimaciones que retardan el fraguado del hormigón, eliminándose al desencofrar esta parte de la lechada con agua a presión.

Lavado con ácido. Mediante la aplicación de un ácido diluido u otros productos se consigue este acabado superficial.



Pulido. Con este tratamiento mecánico se obtienen unos paneles con un aspecto totalmente liso.

A todos estos acabados se le une la enorme variedad estética que se puede obtener jugando con áridos seleccionados que pueden ser de colores, cemento gris o blanco y pigmentos minerales de gran variedad de tonos. Los pigmentos son estables frente a los rayos ultravioleta.

FUNCIONAMIENTO ESTRUCTURAL

Las FhArq están, generalmente formadas por elementos autoportantes que soportan como cargas de diseño las propias y las acciones exteriores de viento, nieve y térmicas. También puede recibir las cargas de los elementos de carpintería que puedan soportar y las acciones exteriores sobre los mismos.

El peso y las acciones de cálculo que se ejercen sobre la fachada se deben transmitir íntegramente a la estructura soporte del edificio, a excepción de las soluciones con paneles portantes.

Durante el cálculo de la estructura se debe tener en cuenta que las cargas de los paneles se transmiten a través de sus fijaciones al forjado y/o a los pilares.

- Cada panel debe sujetarse independientemente del resto y no se deben solidarizar paneles con los adyacentes para evitar que, en el caso de una deformación puntual en la estructura, se pudiera trasladar a través de la fachada.
- Los paneles se deben anclar en un mínimo de cuatro puntos, dos de ellos deben transmitir el peso del panel y los otros dos deben transmitir el esfuerzo de vuelco y los esfuerzos de viento o cargas exteriores, que en la mayoría de los casos se trata de fuerzas horizontales, a la estructura.

ANCLAJES

El sistema habitual de anclaje de los paneles de fachada a la estructura es mediante conectores metálicos.

- La unión puede ser:
 - Soldadura
 - Atornillado

La unión se realiza entre la placa metálica embebida en el trasdós de la pieza prefabricada y el elemento metálico en la estructura.

Este elemento puede ser una placa prevista en la estructura, o bien colocada a posteriori mediante un anclaje de tipo químico o mecánico.



- Todos los elementos de sujeción de los paneles deben estar amparados por el cálculo estructural
- Deben estar ejecutados por personal cualificado
- El cálculo del anclaje se realizará para el panel más desfavorable de obra y con él se realizarán el resto de las uniones
- Las uniones deben de ser simétricas en los paneles, estableciéndose como norma general que los puntos de anclaje se sitúen a 1/5 de la luz del panel, zona de momento nulo, de forma y manera que los esfuerzos en los conectores se reduzcan a un esfuerzo cortante. En caso de no ser así, para el

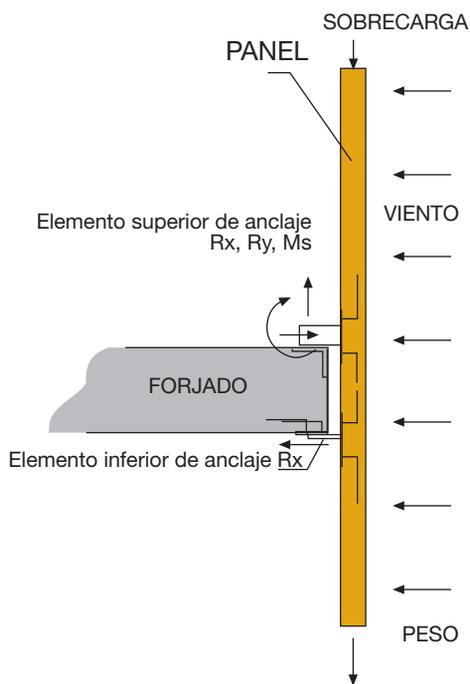
cálculo del conector se deberán tener en cuenta el resto de los esfuerzos que soporta.

Los casos especiales se estudiarán uno a uno verificando, en cualquier caso, el anclaje de los paneles a la estructura.

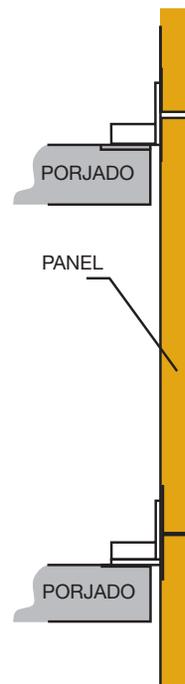
ESTANQUEIDAD

Las fachadas prefabricadas de hormigón aseguran su estanqueidad al agua y viento mediante el sellado de las juntas de desarrollo vertical y horizontal entre paneles.

El sellado siempre se debe realizar por la cara exterior de los paneles. En ningún caso se debe confiar la estanqueidad de las fachadas mediante el sellado de los paneles por su cara interior.



Esquema general de carga para un panel de antepechos



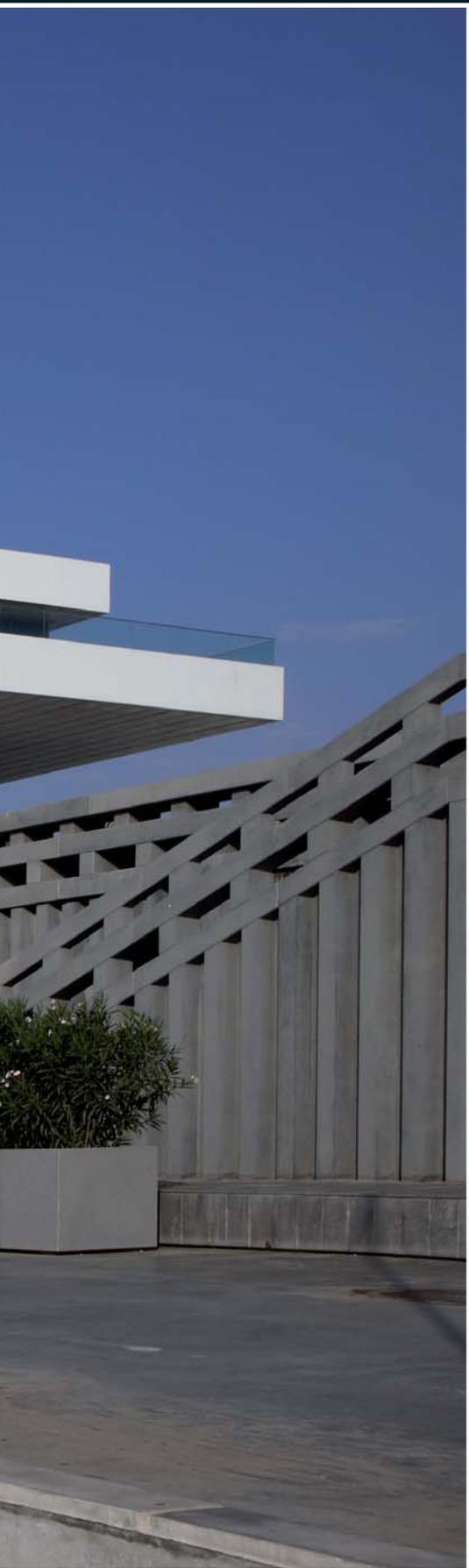
Detalle de panel entre forjados



Detalle de panel de cara inferior a superior de forjado

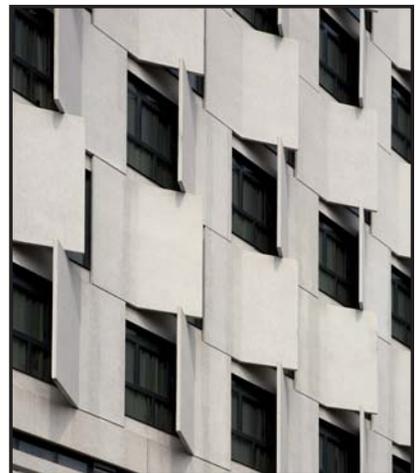
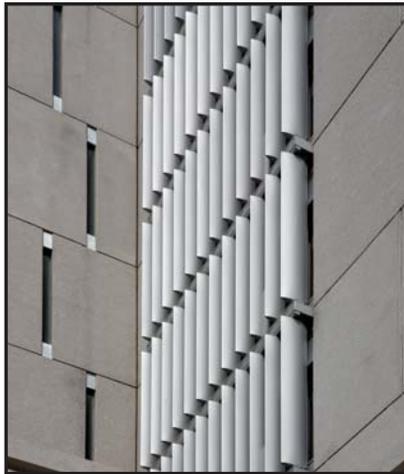
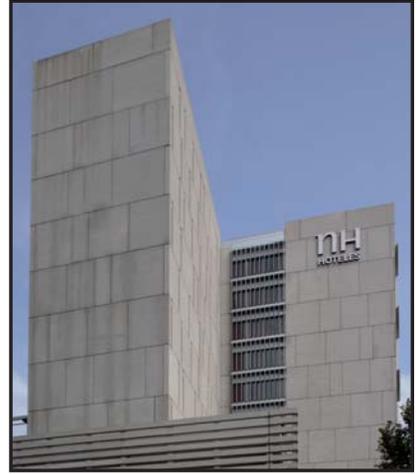
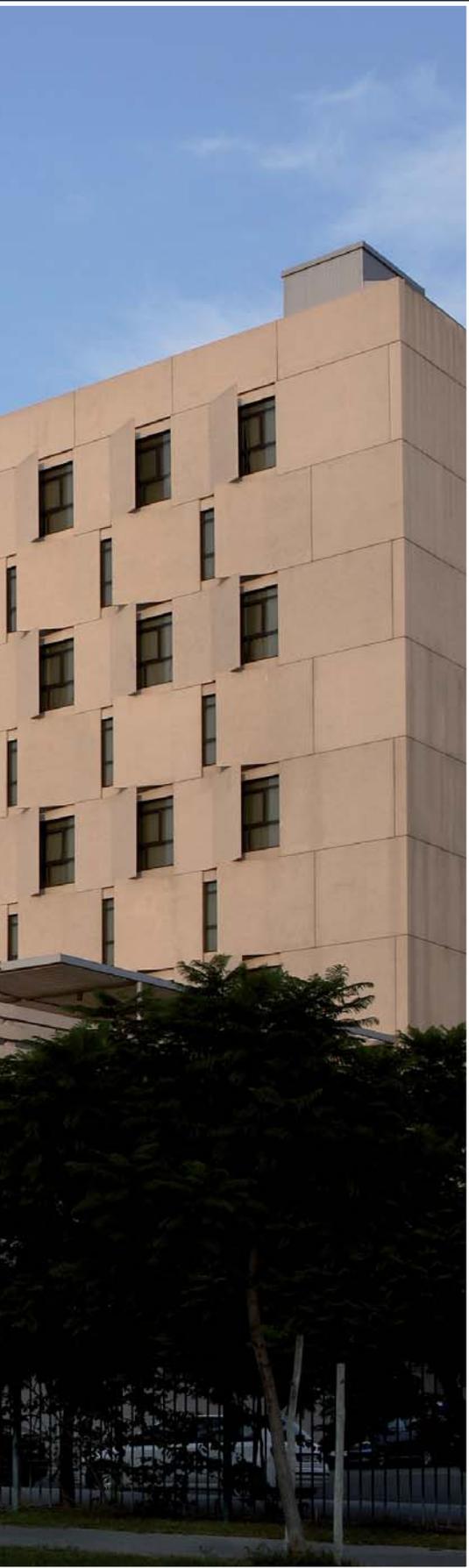


Edificio Veles e Ventes (Valencia)



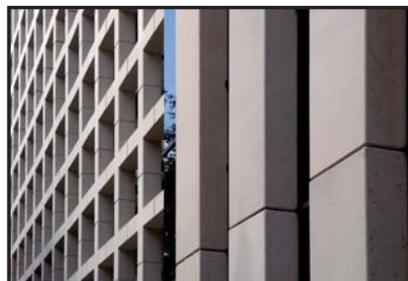


Edificio Viapol Center (Sevilla)



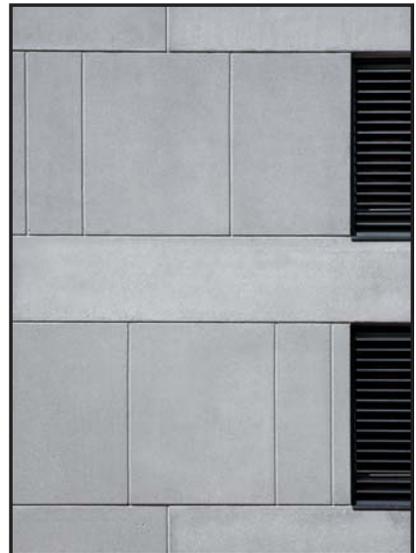
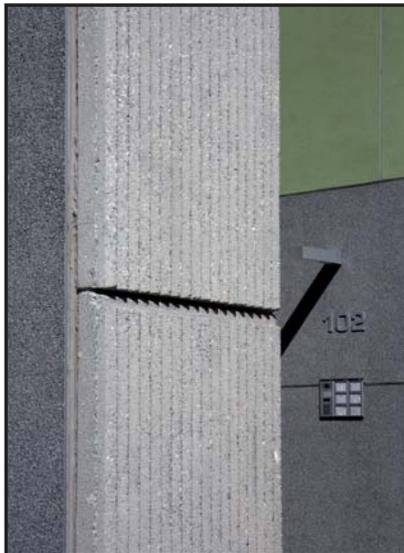


World Trade Center (Sevilla)



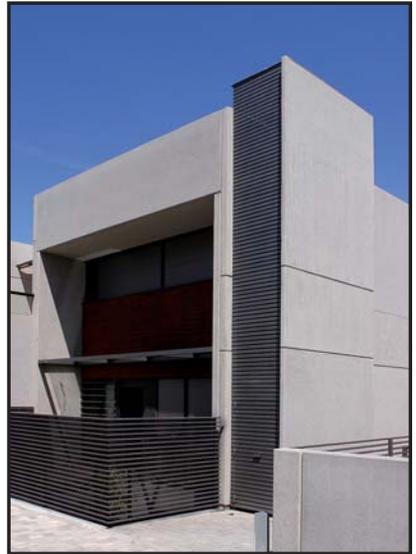
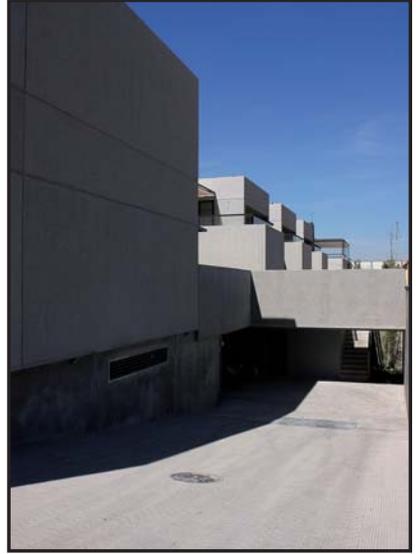


Edificio Las Cigüeñas de Vallecas (Madrid)



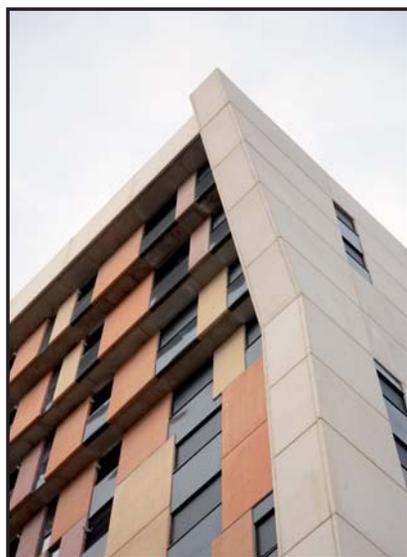
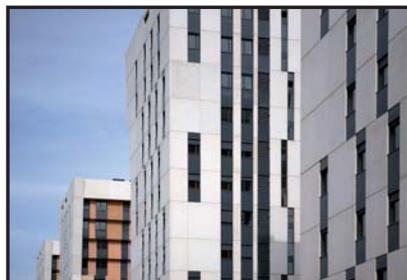
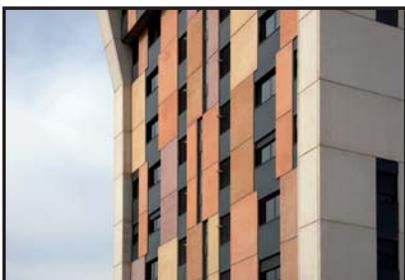
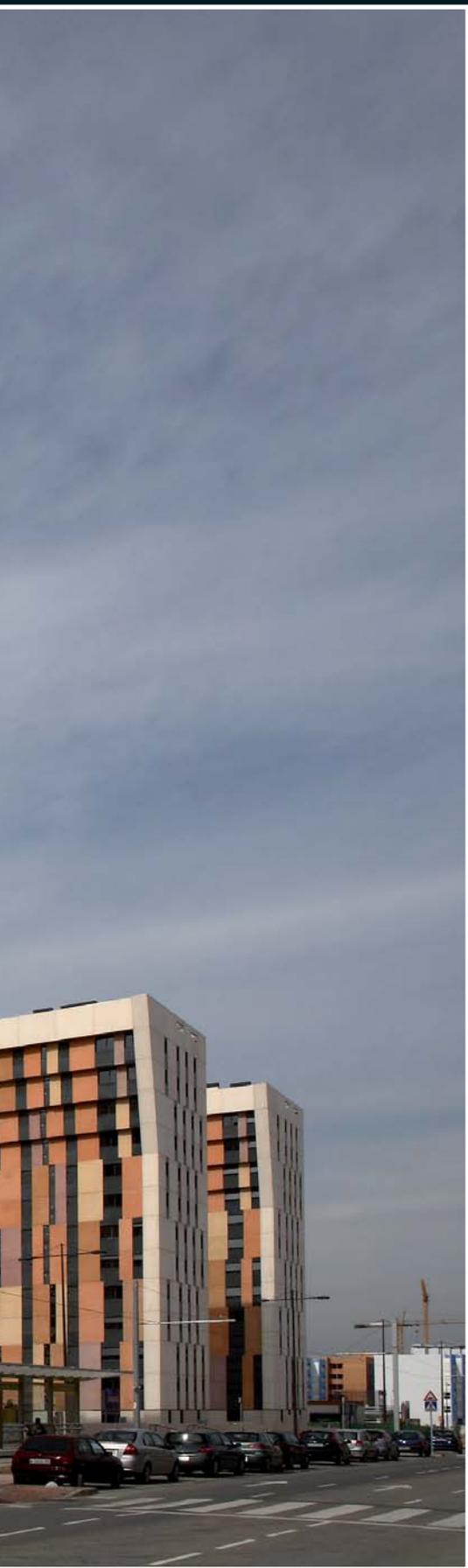


Edificio Residencial Las Artes (Madrid)



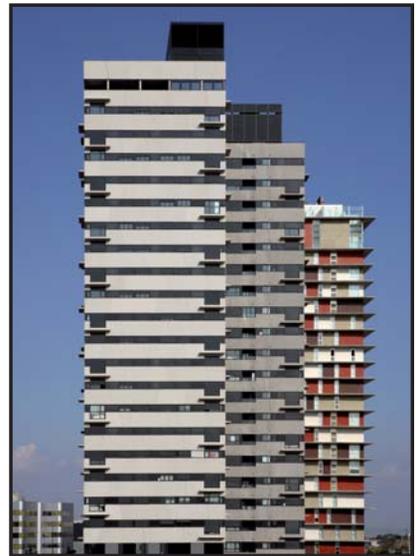


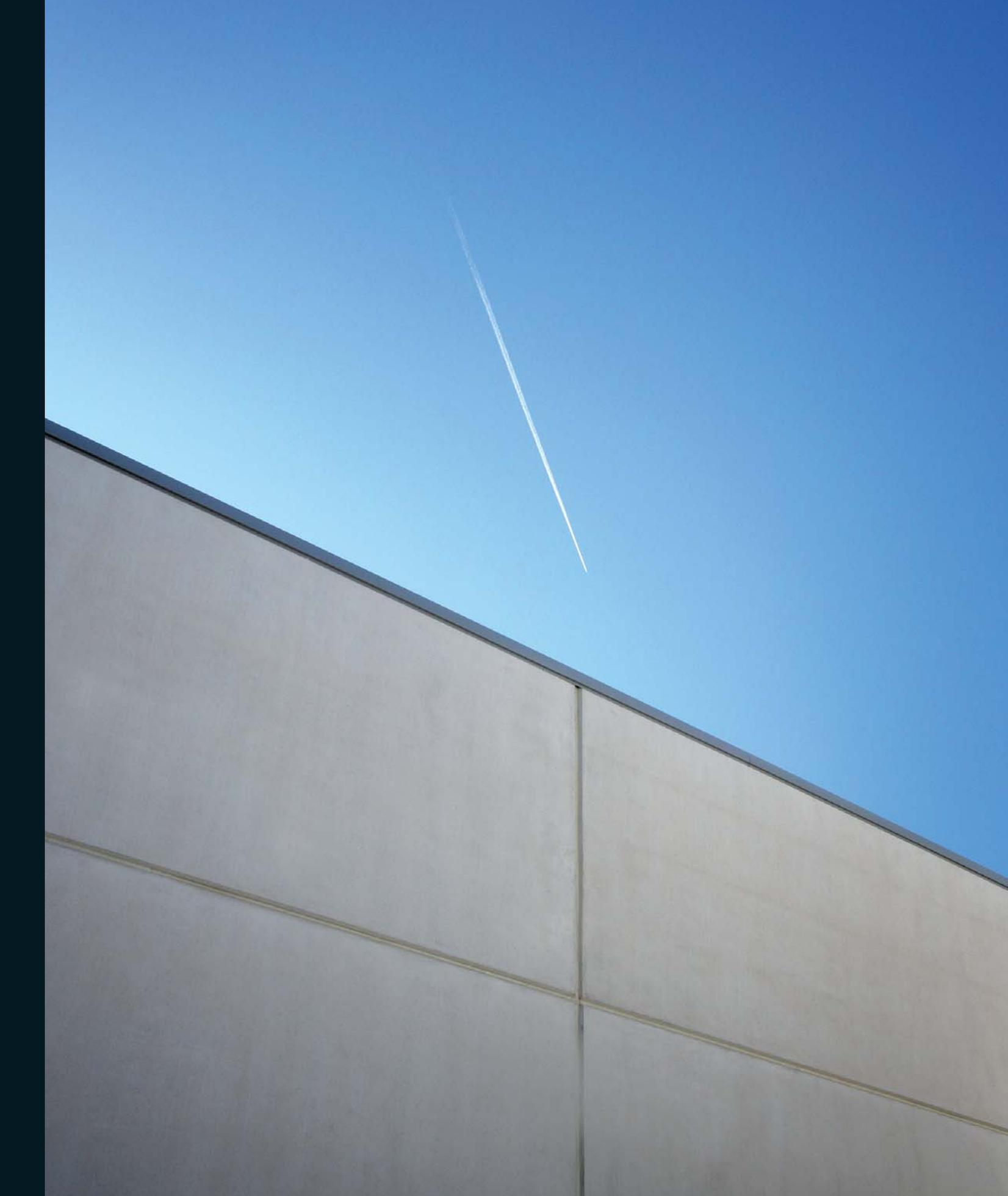
Edificio Parla (Madrid)





Edificio Isla Chamartín (Madrid)





“La tecnología es increíblemente importante para que los edificios sean de hoy y no un reflejo del pasado”

TEODORO GONZÁLEZ DE LEÓN

PLANIFICACIÓN DE LA FACHADA

Una vez aprobada la modulación y el anclaje de la fachada, la oficina técnica del fabricante, prepara los planos de taller de cada uno de los paneles. Estos planos son necesarios para poder ejecutar los paneles correctamente y deben indicar lo siguiente:

- Dimensiones de los paneles
- Armado de los paneles
- Elementos metálicos para su manejo
- Elemento metálico para el anclaje en obra

La fabricación de los paneles debe estar planificada en coordinación con los intervinientes en la ejecución de la fachada. El fabricante debe conocer:

- Fecha de inicio de suministro
- Fecha final de suministro
- Orden del montaje de la fachada

El orden de montaje marca la fabricación y el acopio de los paneles.

Es fundamental que estos criterios se mantengan durante toda la ejecución de la fachada

Una vez terminada la planificación, se procede a la fabricación de los paneles.

PROCESO

Los moldes deben ser estancos y resistentes a la deformación, siendo preferiblemente metálicos o de madera, con o sin bases de goma.

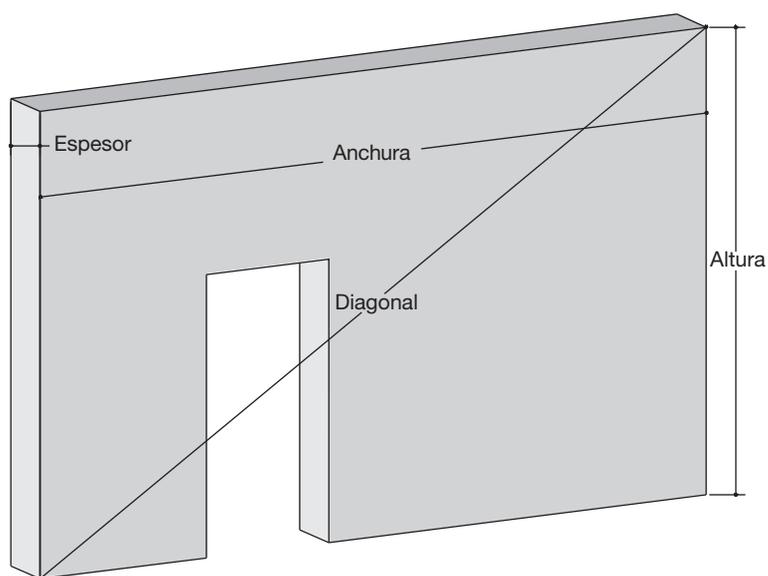
En los moldes se realiza el negativo de los relieves y formas que van a tener las caras vistas de los paneles.

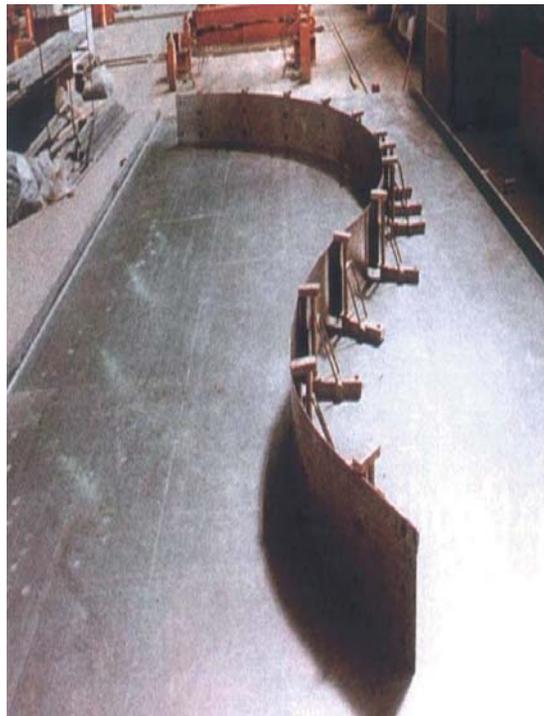
Con la ejecución de un buen molde se consigue un buen producto

Las tolerancias de fabricación son las siguientes:

Medidas	Tolerancias (mm)
Altura, anchura, espesor y diagonales (a)	
0,5 m o menos	± 3
Desde 0,5 m a 3 m	± 5
Desde 3 m a 6 m	± 6
Desde 6 m a 10 m	± 8
Más de 10 m	± 10

El armado de cada uno de los paneles viene dimensionado en el plano de taller acorde con su cálculo.





Se recomienda un recubrimiento mínimo de 20 mm en el fondo del molde para lograr un buen acabado del panel.

Una vez ejecutado el molde, se aplica el desencofrante de manera uniforme. A continuación se coloca la armadura y los elementos metálicos de elevación y anclaje.

Se procede al hormigonado y vibrado de los paneles de manera uniforme y posteriormente a su curado para evitar la pérdida del agua de hidratación.

Una vez la pieza alcanza la resistencia necesaria, se procede al desmoldeo y traslado del panel a la zona de acopio y/o tratamiento.

Se recomienda una resistencia mínima del hormigón de 10 N/mm² para que no se produzcan deformación en los paneles durante su acopio.

El acopio de los paneles en fábrica se realiza con elementos rígidos que impiden su deformación. Estos elementos son caballetes y peines-jácanas.

CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad en la fabricación de los paneles de hormigón arquitectónico comienza por exigirle a las materias primas (áridos, cementos, agua, armaduras, adiciones y pigmentos) además de los requisitos reglamentarios una serie de especificaciones que permitan obtener los resultados deseados.

El proceso de dosificación se realiza de manera automática mediante equipos calibrados, aplicándose unas rigurosas tolerancias de dosificación.

La colocación de los elementos de armado se realiza cumpliendo en todo momento con los recubrimientos marcados por el fabricante para asegurar la durabilidad del producto. Tras el hormigonado, los paneles se someten a un curado controlado y, una vez han alcanzado la resistencia necesaria, se procede a su desmoldeo evitando en todo momento su deterioro hasta el acopio.

Cada panel es sometido a una inspección visual y estadísticamente a una inspección dimensional.



*“Señor Van der Rohe, ¿cómo consigue hacer esas cubiertas planas tan grandes...?
– Pues... ¡con goteras!”*

RUEDA DE PRENSA

Para transportar, acopiar y montar las piezas es fundamental un correcto manejo de los paneles, debiéndose tener unos conocimientos adecuados.

Se deben seguir las siguientes recomendaciones para garantizar las óptimas condiciones de los paneles:

MANIPULACIÓN, TRANSPORTE Y ACOPIO

La manipulación de los paneles se realiza mediante elementos de izado embebidos, que pueden ser de varios tipos, como bulones y casquillos roscados.

Se debe consultar al fabricante para realizar el tiro transversal de los paneles.

En la siguiente tabla se indica el número mínimo de elementos de izado necesarios en función del tamaño de los paneles.

Longitud del panel (m)	Elementos de izado
≤ 4	2
$4 < L \leq 7$	3
≥ 7	4

Se debe utilizar durante toda la obra la misma solución de izado

Para el izado de los paneles se utilizan también: balancines, eslingas, cadenas y útiles de diversas formas. Se debe comprobar previamente que estén en buenas condiciones y sean adecuados para los trabajos a realizar.

Hay que prestar especial atención al viento mientras se manipulan los paneles, utilizando siempre todos los puntos de izado existentes en dichas piezas.

El transporte de los paneles se realiza, generalmente en vertical, apoyados lateralmente en un caballete metálico y su borde inferior en madera o rastreles, con protecciones de goma o similar.

Se deben respetar las restricciones actuales de transporte en cuanto a carga y dimensiones, esto es un peso máximo orientativo de 24 t y un gálibo máximo de 4,5 m.

Se debe prestar atención a las pendientes longitudinales y transversales durante el transporte, al estado del terreno, a posibles concentraciones de agua y a la existencia de bordillos.

En obra es fundamental que los accesos sean adecuados para el paso de camiones y grúas

El acopio de los paneles en obra se realiza normalmente en vertical sobre elementos metálicos diseñados específicamente para ello, que son de dos tipos:





- Caballetes. Los paneles se colocan apoyados en el canto inferior sobre maderas y unas gomas para su protección. Se evita su movimiento mediante cuñas. Los caballetes se deben cargar con paneles a ambos lados para compensar y evitar su vuelco



- Peines-jácenas. Los paneles se mantienen verticales o ligeramente inclinados apoyados en los travesaños o jácenas metálicas. Entre cada panel y travesaño se coloca una cuña.

Se debe tener cuidado con acumular cargas hacia un mismo extremo o en un mismo lado del peine.

Los dos sistemas anteriores deben estar preparados para que los paneles no sufran ninguna deformación durante su acopio.

En el acopio de paneles de grandes longitudes para evitar deformaciones se tienen que:

- Aplomar
- Acuñar convenientemente
- Apuntalar el extremo suelto, si es necesario



MONTAJE

Antes del inicio del montaje se procede a

- Replantear los paneles sobre la estructura ya ejecutada según los planos de montaje y proyecto de ejecución. Estos planos deben reflejar las cotas de replanteo y la modulación y nomenclatura de los paneles.
- Establecer un reparto de juntas que permita absorber pequeños errores de ejecución de la obra "in situ".

Es importante que la estructura esté correctamente ejecutada.

El montaje se realizará de la siguiente forma:

- a) Traslado del panel a su zona de montaje
- b) Posicionamiento
- c) Nivelado y aplomado
- d) Anclaje mediante soldadura o atornillado

Se realiza, generalmente, con grúa autopropulsada en función del peso de los paneles.

Se recomiendan las siguientes tolerancias de montaje:

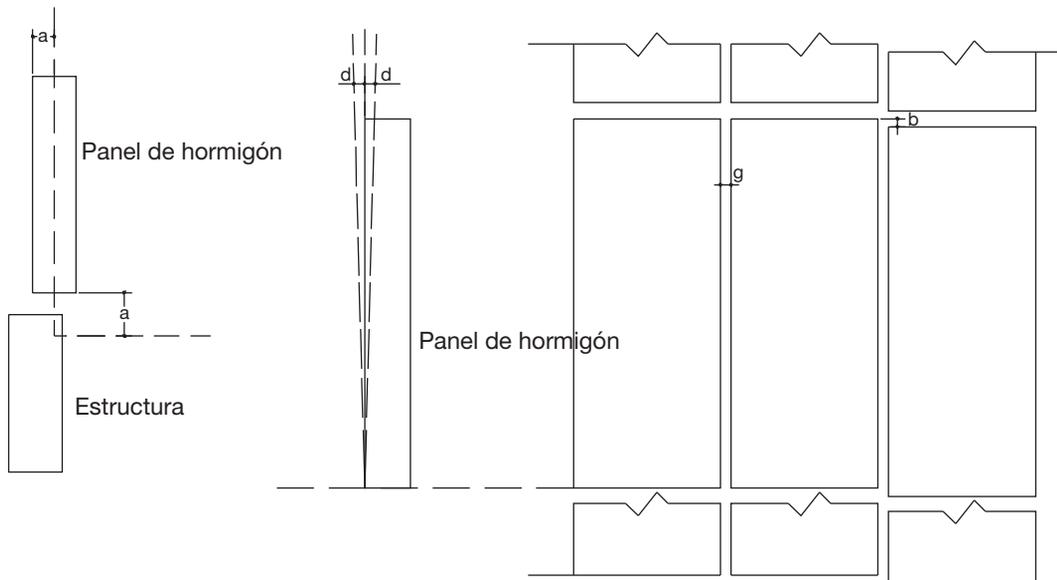
Medidas	Tolerancias (mm)
Posición en planta respecto a ejes de referencia (a)	± 12
Panel visto respecto al adyacente (b)	± 6
Desplome total (d)	± 25
Ancho de juntas (g)	Entre 5 y 25

SELLADO

El proceso de sellado de las juntas de desarrollo vertical y horizontal entre paneles es el siguiente:

- 1) Colocación de un elemento de elevación acorde con las condiciones de la obra en ese momento, teniendo en cuenta que el sellado se realiza desde el exterior de la fachada
- 2) Limpieza de los bordes de las juntas
- 3) Imprimación de las juntas con puente de unión
- 4) Instalación de un cordón obturador de polietileno del diámetro adecuado al ancho de junta
- 5) Sellado final por extrusión con silicona neutra o masilla de poliuretano de color a elegir

Puntualmente puede haber zonas que presenten pequeñas roturas o desconchones ocasionados durante la manipulación, que serán corregidas realizando las correspondientes reparaciones.



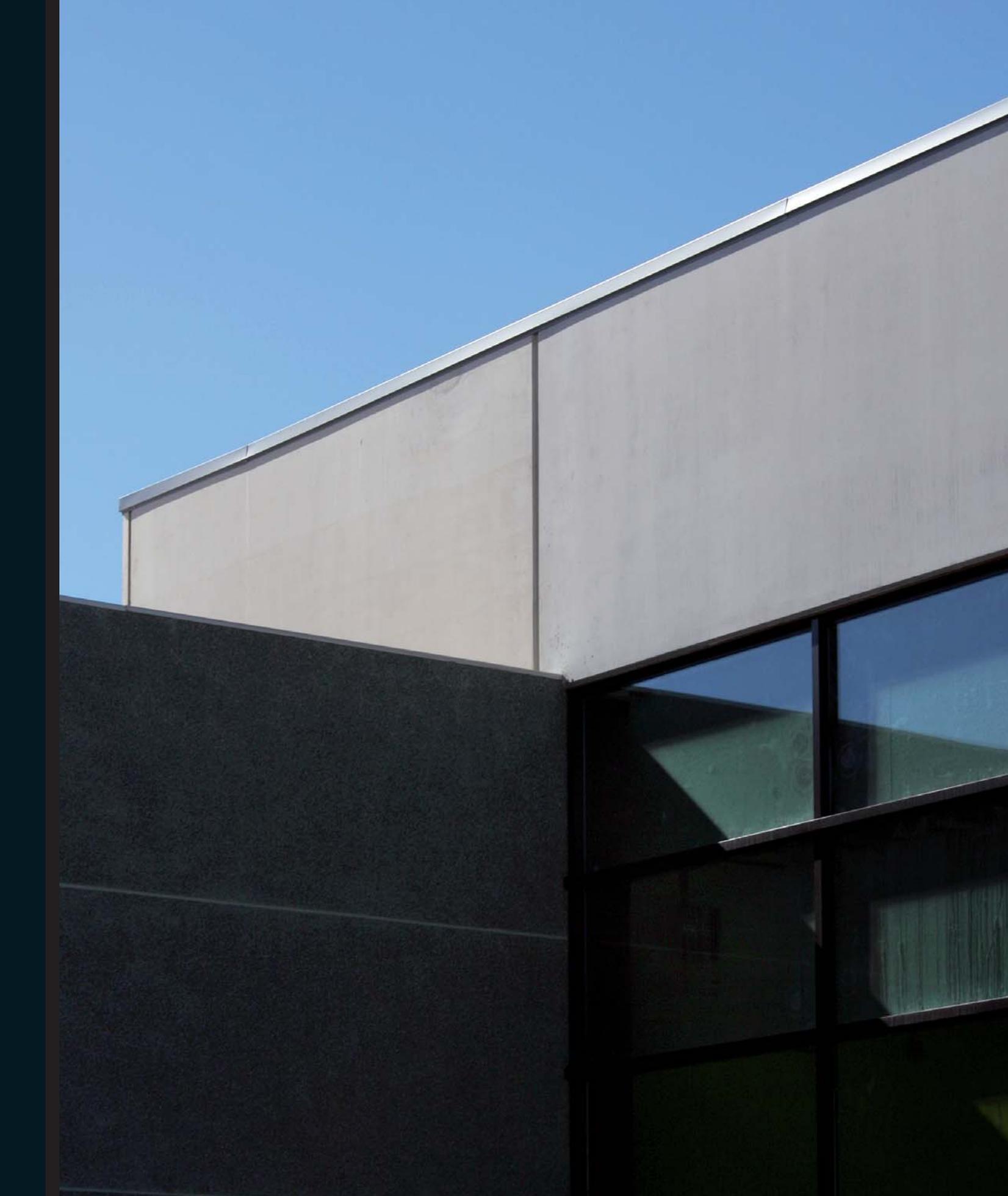
RENDIMIENTOS

En condiciones normales y dependiendo del tipo de obra, los rendimientos de montaje suelen ser de 6 a 8 paneles diarios por equipo.

SEGURIDAD

En líneas generales el uso de paneles de fachadas de hormigón arquitectónico aporta seguridad a la obra a partir de:

- Reducción de personal
- Ejecución desde el interior del edificio con personal cualificado
- Reducción del plazo de cierre de la fachada con eliminación de riesgo de caída en altura
- Eliminación de andamios
- Inexistencia de escombros



*“La Arquitectura es el
testigo menos sobornable de
la historia”*

VICTOR HUGO

Para mantener las prestaciones de los paneles de hormigón arquitectónico durante la vida de la fachada, además de los criterios que se han tenido en cuenta en el proyecto y las características propias del hormigón, se deben tener en cuenta unas sencillas recomendaciones.

A corto plazo (de 0 a 5 años)

Las fachadas de hormigón arquitectónico no requieren mantenimiento.

A medio plazo (de 5 a 10 años)

Se recomienda una limpieza de la fachada y, puede ser aconsejable, una inspección visual del sellado de las juntas

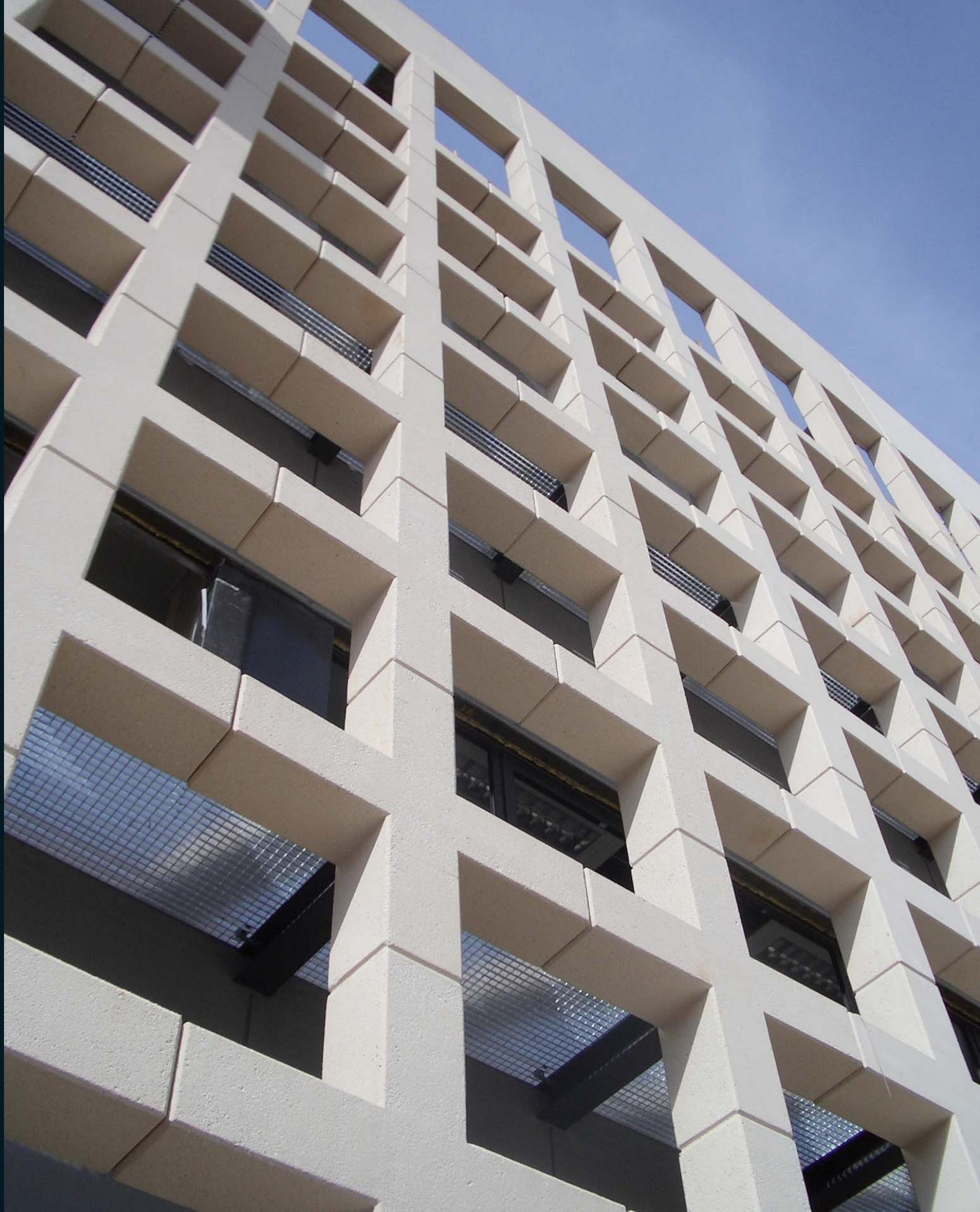
A largo plazo (más de 10 años)

Se deben realizar inspecciones visuales del sellado de las juntas entre paneles.

En caso de deterioro se procede de la siguiente manera:

- 1) Retirada del sellado
- 2) Limpieza de los bordes
- 3) Aplicación del nuevo sellado

En casos necesarios, se puede realizar una limpieza de las fachadas con agua a presión o productos químicos para evitar los efectos de las condiciones ambientales a las que se encuentran sometidas las fachadas.



“Arquitectura, es un reflejo del estado espiritual del hombre en su tiempo”

MATHIAS GOERITZ

Las fachadas de hormigón arquitectónico constituyen una solución contra el derroche energético que caracteriza a las sociedades avanzadas de nuestro tiempo.

El ahorro energético que implica la utilización de paneles de hormigón arquitectónico tiene lugar desde su fabricación hasta su demolición.

Desde la fabricación hasta el montaje

La energía que consume la confección de elementos de hormigón es la suma de la que ha consumido la producción de sus componentes más la necesaria en el proceso de fabricación y montaje. Aproximadamente esta magnitud en términos de coste, en euros del año 2006 es 5,50 €/m² de fachada arquitectónica.

Comportamiento del producto instalado

El comportamiento aislante de la fachada de hormigón arquitectónico de cara al ahorro de energía a lo largo del tiempo es el siguiente:

CONSIDERACIONES:

Resistencia térmica superficial del aire exterior para cerramientos verticales

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Panel de hormigón armado

$$e_{\text{hormigón - armado}} = 0,100 \text{ m}$$

$$\lambda_{\text{hormigón - armado}} = 1,6 \text{ W/mK}$$

Aislante

$$e_{\text{aislante}} = 0,050 \text{ m}$$

$$\lambda_{\text{aislante}} = 0,026 \text{ W/mK}$$

Cámara de aire

$$R_{\text{cámara - aire}} = 0,16 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Ladrillo hueco simple

$$e_{\text{ladrillo-hueco-simple}} = 0,05 \text{ m}$$

$$\lambda_{\text{ladrillo-hueco-simple}} = 0,49 \text{ W/mK}$$

Cartón yeso

$$e_{\text{cartón-yeso}} = 0,01 \text{ m}$$

$$\lambda_{\text{cartón-yeso}} = 0,19 \text{ W/mK}$$

Resistencia térmica superficial del aire interior para
cierre vertical

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

RESISTENCIA TÉRMICA ($\text{m}^2 \text{ K/W}$):

$$R_{se} + R_{\text{hormigón-armado}} + R_{\text{aislante}} + R_{\text{camara-aire}} + R_{\text{ladrillo-hueco-simple}} + R_{\text{yeso-cartón}} + R_{si} =$$

$$= 0,040 + \frac{0,100}{1,6} + \frac{0,050}{0,026} + 0,160 + \frac{0,05}{0,49} + \frac{0,01}{0,19} + 0,130 = 2,47 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

CONCLUSIÓN:

Las FHArc permiten alcanzar con gran facilidad altos niveles de aislamientos.

Demolición

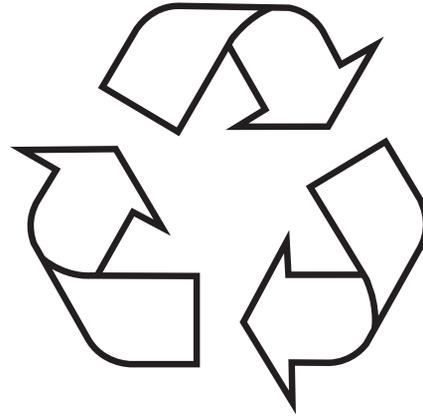
Es importante la facilidad de desconstrucción del hormigón arquitectónico, reciclando hasta convertirlo en áridos limpios y clasificados, con costes muy moderados mediante máquinas móviles y autónomas.



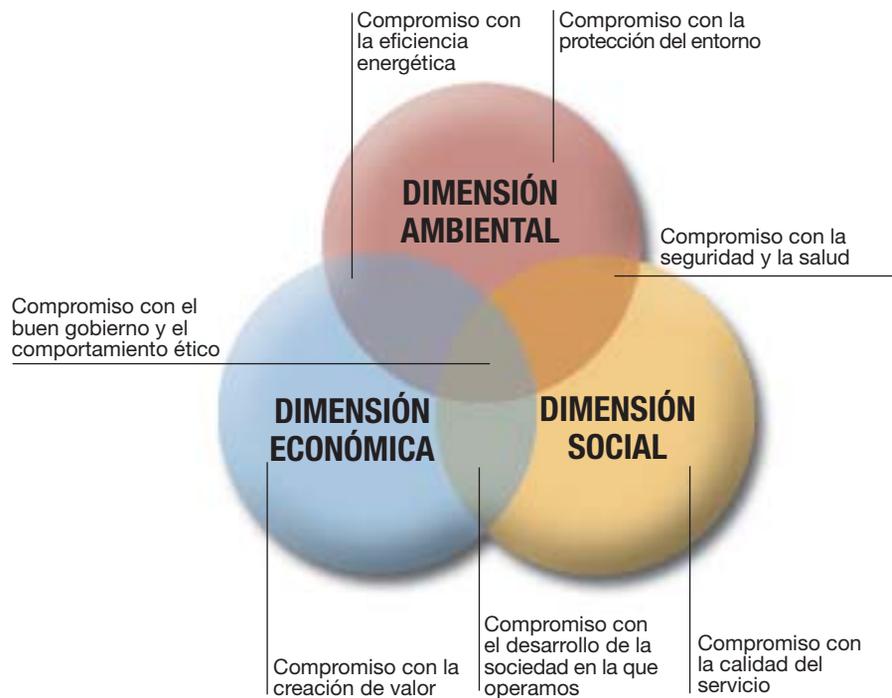
Las operaciones de reciclado pueden realizarse en fábrica y en las proximidades de realización de la fachada de hormigón arquitectónico.

Se considera que el costo del triturado resultante, con granulometrías adecuadas a su reutilización como áridos para hormigones, se sitúa en 0,80 €/t.

Por todo lo anterior, concluimos que las FHArq utilizadas en la construcción de edificios sostenibles, cumplen con los requisitos exigidos a éstos.



Las tres dimensiones de la sostenibilidad





“Es necesario alternar la reflexión y la acción, que se complementan y corrigen la una con la otra”

ANTONIO GAUDÍ

Las fachadas de hormigón arquitectónico al ser productos de construcción que se fabrican para su incorporación permanente a las obras de edificación, su situación normativa viene liderada por el Código Técnico de la Edificación (CTE) y por el Mercado CE.

El CTE es el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

Para el cumplimiento de las exigencias básicas, el CTE establece los Documentos Básicos que contienen la caracterización de las exigencias básicas y su cuantificación, así como unos procedimientos cuya utilización acredita el cumplimiento de las exigencias básicas, concretados en forma de métodos de verificación o soluciones sancionadas por la práctica.

El cumplimiento por parte de los productos de construcción del CTE se articula mediante el Mercado CE de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción. En determinados casos los Documentos Básicos establecen las características técnicas de los productos sin perjuicio del Mercado CE.

La norma armonizada europea que establecerá en su anexo ZA los requisitos a cumplir por los paneles prefabricados de hormigón, aún no ha sido publicada en la fecha de publicación de este documento.

Referencias

- Código técnico de la edificación (CTE)
- PNE-EN 14992 Productos prefabricados de hormigón. Elementos de muro
- UNE-EN 13369 Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón
- Recomendaciones para la protección adicional contra el fuego de elementos estructurales; EHE-07
- Durabilidad; EHE-07
- Recomendaciones para el proyecto, ejecución y montaje de elementos prefabricados; ache

ASOCIADOS



www.dinescon.com



www.prainsa.es



www.drace.com



www.prehorquisa.com



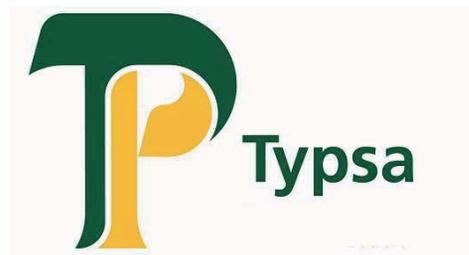
www.escofet.com



www.preinco.com



www.indagsa.com



www.typsa.es



www.cemex.es



www.es.graceconstruction.com



www.jp-anclajes.com



www.omya.com



www.sika.es



www.fym.es



**Sede Social de la Asociación Nacional de Fachadas:
Pº de la Castellana, 226 Ent. A 28046 Madrid**

www.panelarquitectonico.org



Edificio Hotel Tryp (Madrid)

