MONTAJE DE FACHADAS DE HORMIGÓN ARQUITECTÓNICO

anfharq
ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE FACHADAS DE HORMIGÓN ARQUITECTÓNICO

IECA
INSTITUTO ESPAÑOL DEL CEMENTO Y SUS APLICACIONES

Índice

Presentación **02**

1. Introducción **04**

2. Criterios de diseño y fabricación **04**
2.1. Algunas directrices de diseño
2.2. Planificación
2.3. Fabricación
2.3.1. Generalidades
2.3.2. Control
2.3.3. Anclajes

3. Transporte, manipulación y acopio **06**
3.1. Transporte
3.2. Manipulación y acopio
3.3. Recomendaciones de seguridad

4. Ejecución **11**
4.1. Características propias de la ejecución
4.1.1. Rapidez
4.1.2. Economía
4.1.3. Planificación
4.1.4. Limpieza y Seguridad en Obra
4.2. Proceso de montaje
4.3. Condiciones de puesta en obra
4.3.1. Medios humanos
4.3.2. Máquinas y otros equipos
4.3.3. Seguridad
4.4. Uniones de paneles
4.4.1. Consideraciones en la ejecución
4.4.2. Uniones secas
4.4.3. Uniones húmedas
4.4.4. Estanquidad: elementos de sellado
4.4.4.1. Generalidades
4.4.4.2. Ejecución
4.4.4.3. Materiales
4.4.4.4. Fondos de junta
4.5. Reparaciones

5. Colección de detalles constructivos **18**

6. Bibliografía **19**

PRESENTACIÓN

Desde que en 2005 una serie de fabricantes de dilatada trayectoria en la fabricación de fachadas de hormigón arquitectónico nos reuniéramos y decidiéramos constituir ANfhARQ*, el principal objetivo de la Asociación ha sido poner al servicio del resto de agentes (proyectistas, constructores, estudiantes, proveedores de materias primas, etc) nuestro conocimiento y experiencia, con el fin último de que el mercado conozca y valore una solución constructiva que hoy ya no es sólo apreciada por su alto potencial estético, en términos de acabados o versatilidad de diseño, sino también por sus grandes cualidades funcionales, presentándose como una combinación idónea por la sinergia entre el hormigón (capacidades térmica, acústica o de resistencia al fuego) con la técnica de la prefabricación (rapidez de ejecución, calidad o mayor control sobre costes y plazos) y que constituye una verdadera solución industrializada.

El siguiente documento surge en un contexto en el que la sostenibilidad en la construcción comienza a coger forma, estando orientado fundamentalmente a marcar unas pautas adecuadas de trabajo a los instaladores de fachada, para que el resultado final sea acorde con lo que el proyectista concibió en origen.

Pero también hemos querido añadir algunos criterios que están vinculados con la propia ejecución, y que también deben ser considerados en las fases de diseño, fabricación y transporte. Esperemos que sea de su agrado.

D. Luis Ruano del Caz
Presidente de ANfhARQ

** ANfhARQ la componen actualmente las empresas ESCOFET 1886 [+], INDAGSA [+], PREHORQUISA [+] y PREINCO[+].*

La rápida evolución de la edificación en España en los últimos tiempos es un hecho gracias al desarrollo tecnológico generado en campos tan importantes como la seguridad y la durabilidad (especialmente en las actuales estructuras), en materia de prestaciones (sobre todo en eficiencia energética) y en materia de calidad (de todos los materiales y componentes). Sin embargo, a diferencia de otros países, se ha mantenido cierto conservadurismo en la estética exterior del edificio, salvo en casos singulares donde la concepción arquitectónica de la fachada ha supuesto un gran cambio con respecto a la tradicional fachada de ladrillos cerámicos, mayoritaria en edificación residencial.

No obstante, cada vez más clientes vienen demandando soluciones diferenciadas que conviertan su edificio en una construcción singular. En este ámbito, la versatilidad del hormigón, tanto en colores como en formas, convierte a las fachadas de hormigón arquitectónico en una solución capaz no sólo de mejorar la estética del edificio, sino de cumplir también con cierta función estructural que permita a su vez reducir la demanda energética.

A pesar de los múltiples beneficios de los paneles prefabricados de hormigón arquitectónico para fachadas, el peso de la tradición y cierto desconocimiento han impedido que este tipo de soluciones se utilicen de manera masiva en España.

Sirva este documento como guía técnica, que aporte cierta información sobre la ejecución de este tipo de paneles y suficientes detalles constructivos para que sea de gran utilidad para los proyectistas, constructores y todo el sector implicado.

D. Jesús Díaz Minguela
Director de IECA Tecnología

1. Introducción

La constante evolución en el diseño, tecnología y conocimiento de los fabricantes de paneles prefabricados de hormigón arquitectónico para fachadas, ha motivado que el grupo de empresas que formamos ANfhARQ, en este caso en colaboración con el IECA, desarrollemos una serie de documentos ilustrativos que reúnan toda la información básica sobre características y aplicaciones que esta solución constructiva, de reconocidos valores estético y funcional, ofrece al mercado.

Si bien este cuaderno técnico se va a centrar principalmente en cómo se ejecuta una fachada de hormigón arquitectónico, también se apuntan sugerencias, directrices y normas básicas que son consideradas por arquitecto e industrial, siempre en colaboración conjunta, en otras fases del proceso constructivo como el diseño y la fabricación.

Las fachadas de hormigón arquitectónico destacan por su alto grado de industrialización, aplicándose una organización del proceso productivo que, de forma racional y automatizada, implica la aplicación de tecnologías avanzadas al proceso integral de diseño, fabricación, transporte y puesta en obra, bajo la perspectiva de una lógica y que empleando materiales, medios de transporte y técnicas mecanizadas en serie permite obtener una mayor productividad global. Al contrario que la construcción convencional, en que cada etapa suele ser independiente del resto, la prefabricación es un concepto amplio que tiene en consideración todas las etapas del proceso de forma cohesionada, buscando la máxima optimización y compatibilidad entre cada una de ellas con lo que el resultado final debe adecuarse a las exigencias establecidas en proyecto en términos de costes, plazos, estética y prestaciones.

2. Criterios de diseño y fabricación

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 vuelva a repetir.

2.1. Algunas directrices en el diseño

El procedimiento habitual para el diseño inicial de fachadas de hormigón arquitectónico es el siguiente:

- En primer lugar, se establece la apariencia arquitectónica del alzado del edificio, sin prestar demasiada atención a los detalles en esta etapa.

- Habiendo llegado a un esbozo del diseño de los alzados, ha de ser determinado el papel que han de representar las juntas entre paneles, pudiendo quedar vistas u ocultas dentro del patrón elegido, teniendo en cuenta donde son aceptables las juntas desde un punto de vista arquitectónico y dónde no.

- A continuación, la fachada se divide en piezas individuales para dar la orden de fabricación. La subdivisión depende de las posibles posiciones de juntas, cambios en material de revestimiento, detalles arquitectónicos salientes, tamaño y peso de las unidades, y la relación entre la estructura interna y la fachada con respecto a la planificación y fijación de paneles, etc.

Las dimensiones máximas de los paneles son particulares de cada fabricante y vienen fundamentalmente limitadas por el transporte, siendo las máximas de 12,00 x 3,20 m. aprox.

El espesor de los paneles es función de su superficie, siendo generalmente de 10 y 12 cm en el caso de los paneles autoportantes (se limitan a cumplir una función de cerramiento) y de 14 cm. o más en el caso de los paneles portantes (además de servir de cerramiento del edificio, forman parte de la estructura principal sustituyendo a los pilares). Nos podemos encontrar con mayores espesores en el caso de paneles sándwich, en que el aislamiento térmico va incorporado entre las dos capas exteriores de hormigón.

Contamos con dos criterios básicos para lograr una optimización en el diseño de las FHArq:

- Repetitividad de los paneles: cuanto mayor número de paneles iguales se fabriquen, ya sea en las dos o en una de las dimensiones, se obtendrá una mayor rentabilidad de los moldes necesarios para fabricarlos (mayor relación superficie fabricada / número de moldes).

- 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 será el rendimiento de ejecución. Como recomendación, la superficie media de panel deberá ser ≥ 10 m^2.

En la medida que estos criterios se cumplan, se reducirán los costes de diseño y fabricación y los plazos de montaje.

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

2.2. Planificación

Una vez aprobada la modulación y el anclaje de la fachada, la oficina técnica del fabricante deberá preparar los planos de taller de los paneles. Estos planos son necesarios para poder una fabricación correcta y deberán indicar lo siguiente:

- Dimensiones de los paneles.

- Armado de los paneles.

- Elementos metálicos para su manejo.

- Elemento metálico para el anclaje a la estructura portante en obra, si se trata de paneles autoportantes.

Su fabricación deberá estar planificada en coordinación con los intervinientes en la ejecución de la fachada.

El fabricante deberá conocer:

- La fechas de inicio y final de suministro.

- Orden del montaje de la fachada.

El orden de montaje marcará en principio la fabricación y el acopio de los paneles en la obra.

Es fundamental que estos criterios se mantengan durante toda la ejecución de la fachada. Una vez definida la planificación, se procederá a la fabricación de los paneles.

2.3. Fabricación

2.3.1. Generalidades

No es objeto de este documento profundizar en aspectos relativos a la fabricación de los paneles. Simplemente nos vamos a detener en dos particularidades que tendrán una influencia directa posteriormente en el montaje: el control en planta y los anclajes.

2.3.2. Control

Los elementos prefabricados de hormigón en general, y los paneles prefabricados en particular, destacan entre otras características por ser productos muy normalizados lo que conlleva un aseguramiento mínimo de la calidad del producto. Los paneles para cerramientos y divisiones interiores están exigidos a disponer de marcado CE conforme a la Norma Europea UNE-EN 14992. Entre otros aspectos, el marcado CE establece que el fabricante deberá tener implantado un control de producción en fábrica, lo que implica un control continuo en todo el proceso sobre más de cincuenta parámetros que van desde la recepción de las materias primas con que se

fabrica el hormigón; el control sobre los equipos de medida, almacenamiento y producción que se utilizan; el control sobre las diversas variables del proceso productivo (resistencia característica; dosificación; parámetros de durabilidad; curado; etc.); y finaliza con la inspección dimensional de los paneles fabricados.

Todo este control presupone un riesgo ínfimo de rechazo de las piezas que se enviarán a la obra (+Info en: http://www.panelarquitectonico.org/normativa).

2.3.3. Anclajes

Los anclajes (también llamados insertos) constituyen un elemento clave ya que servirán posteriormente de elementos de enganche en todos los procesos de manipulación de los paneles: transporte, descarga en obra y montaje en la estructura. Consiste en elementos metálicos que se colocan durante la fabricación de los paneles, quedando embebidos en el hormigón y en la posición idónea para que sirvan de mecanismo de enganche posterior con los medios de elevación disponibles en cada fase (por ejemplo, en la fase de ejecución con el elemento de izado que tenga la grúa que haya en la obra).

Pueden ser elementos patentados y comercializados por determinadas firmas o propios de cada fabricante. En cualquier caso, su dimensionamiento y colocación tienen una importancia notable, ya que además de ser suficientemente resistentes para poder manipular los paneles, no deben causar efectos indeseados en los mismos.

3. Transporte, manipulación y acopio

3.1. Transporte

Además de las exigencias derivadas de la reglamentación vigente en materia de transporte, en el caso de los elementos prefabricados se deberán tener en cuenta, al menos, las siguientes condiciones:

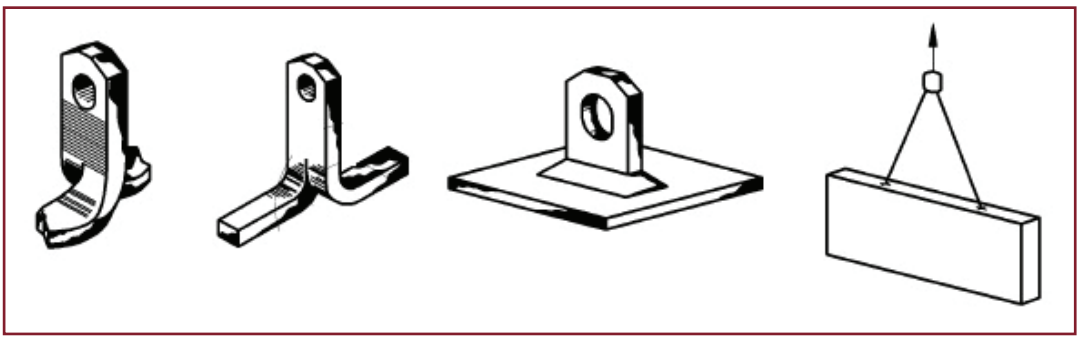
- El apoyo de los paneles sobre las cajas del camión no deberá transmitirles esfuerzos para los cuales no hayan sido dimensionados.
- La carga deberá estar correctamente atada para evitar movimientos indeseados de la misma.

El transporte de los paneles se hará, habitualmente, en vertical, apoyados lateralmente en un caballete, por medio de un camón de madera o rastreles con protección de neopreno 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.



Algunos tipos de mecanismos de anclaje embebidos en el hormigón

Carga de paneles en el camión antes de su transporte a obra

3.2. Manipulación y acopio

Para su descarga y manipulación en la obra, el personal encargado del montaje deberá emplear los medios de descarga adecuados a las dimensiones y peso de los elementos, cuidando especialmente que no se produzcan pérdidas de alineación o verticalidad que pudieran producir tensiones inadmisibles en el mismo. En cualquier caso, se seguirán las instrucciones indicadas por el fabricante para la manipulación de los elementos. Si alguno de ellos resultara dañado, pudiendo afectarle estructuralmente, se procederá a un análisis a realizar por el fabricante.

La manipulación de los paneles se realizará mediante elementos de izado que se embeben en el hormigón ya en la fabricación, y 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 ≤ 7	3
≥ 7	4

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

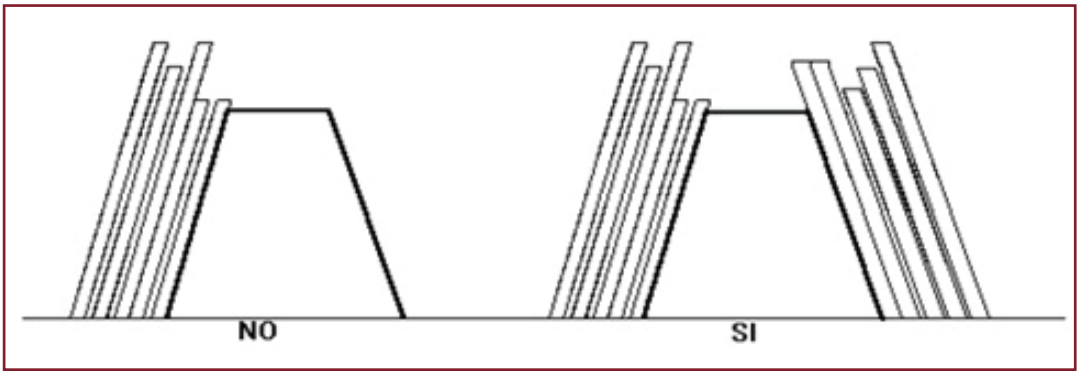
Para el izado de los paneles se utilizan también: balancines, eslingas, cadenas y útiles de diversas formas. Se debe comprobar previamente que estén en buenas condiciones y sean adecuados para los trabajos a realizar.

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

El acopio en obra se realiza habitualmente en vertical, en peines metálicos y caballetes, de la misma tipología que los existentes en fábrica, en zonas de fácil acceso a camiones y grúa.

La base de apoyo, se preparará en una cama de arena o similar; y si fuese necesario tablones de madera, convenientemente dispuestos.

Al acopiar en caballetes es muy importante el realizarlo alternando los paneles a ambos lados.



Al acopiar en peines es muy importante mantener la verticalidad de los paneles así como el acuñado de los mismos, o en su defecto apoyo ligeramente inclinado.

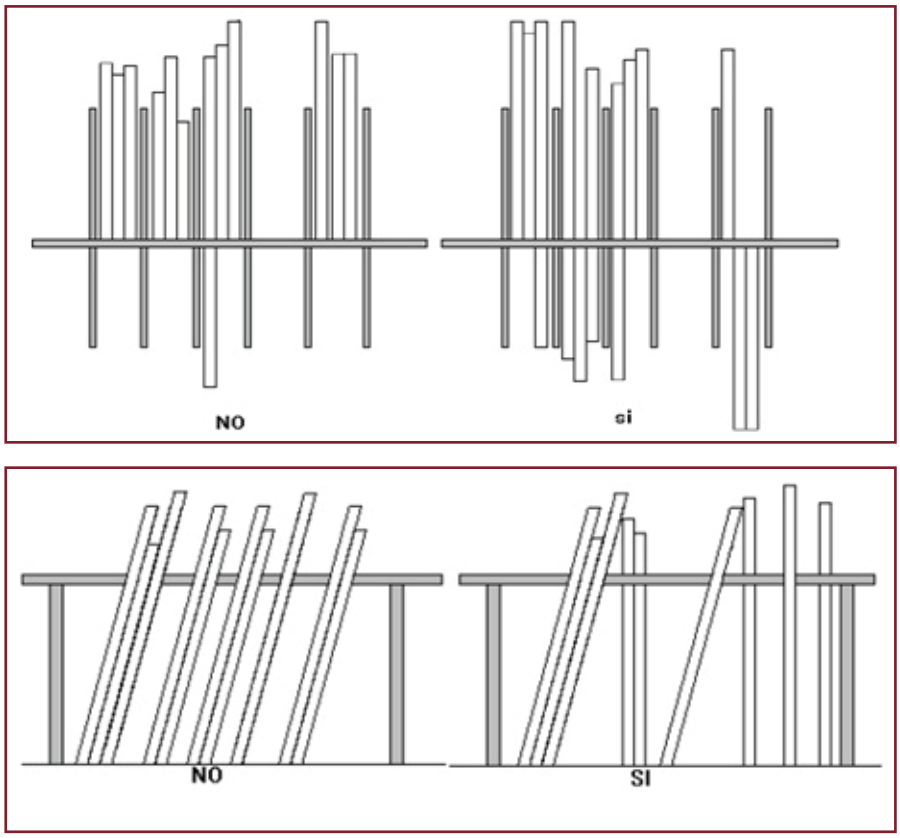
En este caso, hay que mantener especial cuidado en no acumular las cargas hacia un mismo extremo, ni en el mismo lado del peine.

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

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

En el caso de paneles de longitud > 7 m, si no se aploman y acuñan convenientemente, es necesario apuntalar en el otro extremo suelto.

Acopio de paneles en obra



Ejemplo de cómo acopiar correctamente los paneles en obra

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

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

En el caso de paneles de longitud > 7 m, si no se aploman y acuñan convenientemente, es necesario apuntalar en el otro extremo suelto.

3.3. Recomendaciones de seguridad

Además de las prevenciones de carácter general correspondientes a las zonas de acopio, maquinaria, equipos de izado o elevación, deben considerarse las siguientes medidas preventivas correspondientes a los riesgos identificados en el proceso de ejecución de la fachada:

3.3.1. Caídas a distinto nivel

- Previsión de los anclajes y líneas de vida de seguridad, sobre pilares y vigas y uso del arnés de seguridad.
- Uso de plataformas elevadoras para los trabajos de fijación y anclaje de los paneles, así como para soltar las sujeciones de las grúas. Para grandes alturas, cuando no existan soluciones alternativas y con permiso previo del coordinador de Seguridad y Salud, los operarios podrán alojarse en la cesta colgada del gancho de la grúa. La cesta irá provista de puntos para el anclaje de los arneses de los operarios y se deberá controlar que la velocidad máxima del viento es admisible para realizar los trabajos.

3.3.2. Caída del elemento

- La descarga, elevación y colocación de las placas se realizará empleando únicamente los sistemas y útiles especificados por el fabricante, siguiendo sus instrucciones de uso y manipulación.
- Las eslingas y útiles de elevación se revisarán diariamente.

- Siempre que sea posible, los trabajos de fijación y anclaje del cerramiento así como la liberación de sujeciones a las grúas, se realizarán desde el interior de la estructura que se está cerrando, aproximándose al borde con la protección de la línea de vida anclada a dicha estructura.

- En los movimientos de las placas, la dirección del tiro siempre debe formar un ángulo mayor de 60º con la horizontal.

- El movimiento se realizará sin balanceos ni movimientos bruscos.

- El manejo de las grúas será realizado por personal especializado.

- No se deberá soltar el panel de la grúa hasta que no se haya asegurado su estabilidad.

3.3.3. Golpes y atrapamientos

- Los paneles se apilarán de acuerdo a las instrucciones de manipulación suministradas por el fabricante. Por ejemplo, si las condiciones (espacio de la obra, pendiente y estabilidad del terreno, etc.) lo permiten, se colocarán ordenadamente pudiéndose realizar el apoyo sobre durmientes, con un máximo de 5 niveles, o bien sobre borriquetas.

  Esta última opción es recomendable en el caso de paneles verticales; dichos paneles deberán anclarse a las borriquetas, y éstas a su vez deberán anclarse al terreno.

- En todo caso, se seguirán las indicaciones del plano de montaje y de las instrucción de montaje suministradas por el fabricante.

- Los paneles deberán ser dirigidos mediante cuerdas auxiliares.

3.3.4. Caídas a distinto nivel en trabajos de fijación y anclaje

- Los trabajos de soldadura y montaje deberán realizarse siempre desde plataformas estables de trabajo, sobre estructuras tubular o desde plataformas móviles elevadoras y, cuando las condiciones de montaje lo permitan, se hará uso del arnés de seguridad para lo que se habrán previsto puntos de anclaje y líneas de vida.

3.3.5. Caídas de los elementos metálicos

- Antes de desenganchar un elemento de sus vigas, se habrá asegurado su estabilidad mediante anclaje o soldadura.

- Durante la ejecución de un corte, habrá que prevenir que el mismo no pueda caer sobre un lugar inadecuado.

- No se deberá trabajar durante el montaje en suelos superpuestos en los que la actividad realizada por los operarios situados en un nivel suponga un riesgo para los operarios que realizan en otro nivel, una actividad diferente e independiente de la anterior.

3.3.6. Quemaduras y explosiones derivadas de trabajos de soldadura

- Antes de empezar el trabajo de soldadura, deberá señalizarse o balizarse la zona de proyección de chispas o utilizarse mantas ignifugas.

- El traslado de las botellas de oxigeno y acetileno, se hará siempre con su correspondiente caperuza y sobre el carro portabotellas.

- No se deberán exponer las botellas al sol o a temperaturas extremas.

- Los mecheros irán provistos de válvulas antirretroceso de llama.

4. Ejecución

4.1. Características propias de ela ejecución

4.1.1. Rapidez

Es una propiedad inherente a la construcción con cualquier tipo de elemento prefabricado de hormigón, pues a diferencia de lo que sucede con la construcción in situ donde fábrica y obra coinciden en el mismo emplazamiento, los elementos ya vienen de planta y su gestión en obra se reduce a su colocación definitiva en la fachada.

Esto repercute en una realización mucho más veloz y permite obtener unos rendimientos muy superiores a otras soluciones constructivas del mercado (mayores superficies cubiertas por día).

4.1.2. Economía

A veces los proyectistas se limitan a valorar el coste de suministro del material, olvidándose del coste relativo a la colocación en obra. En el caso de las FHArq, hay tres factores que minimizan significativamente el impacto de este valor de coste incierto en el proyecto: la rapidez de ejecución, la reducción del número de operarios que intervienen y la eliminación de materiales auxiliares (como encofrados, andamios, apuntalamientos, etc.).

4.1.3. Planificación

Otra de las características propias de la construcción con elementos prefabricados de hormigón es el cumplimiento formal de las actividades planeadas, ya que la fachada se resuelve mediante el ensamble de piezas que se van colocando sucesivamente. Este es un factor importante pues permite a proyectistas y directores de obra tener un control preciso sobre esta partida de la obra, además de no penalizar otras tareas distintas con las que pudiese incidir, con las consecuentes desviaciones de costes (tiempos y recursos). En este sentido, los fabricantes de ANFHARQ ponen a disposición de los instaladores de la fachada de toda su experiencia práctica para ejecutarla correctamente, y resolver cualquier imprevisto que pudiera producirse.

No obstante, uno de los inconvenientes (erróneos) que se le atribuyen al uso de elementos prefabricados de hormigón es que son poco “amigos” del cambio, es decir, que son poco flexibles para poder ajustarse a cualquier imprevisto o modificación que se requiera una vez esté en

Secuencia de montaje del cerramiento de fachada

marcha la obra. La filosofía de la construcción de FHArq es que la ejeución se defina y planifique en el proyecto, pues es la única forma que se garanticen el cumplimiento de los plazos y costes previstos, en contra de la construcción más tradicional que acepta el cambio sobre la marcha como algo lógico, aún a pesar de que este otro enfoque suponga que resultado final y proyecto tengan poco en común, y que costes y plazos acaben disparándose de lo esperado inicialmente.

4.1.4. Limpieza y seguridad en obra

Uno de los grandes problemas habituales de las obras es ese caos habitual donde personas, máquinas y materiales interaccionan constantemente, lo que repercute negativamente en la ejecución de cualquier actividad de la obra. Al prescindir, por ejemplo, de encofrados y de sistemas de andamios, se reducen un gran número de riesgos que nos encontramos habitualmente en las obras. Todas estas actividades de riesgo que en otros casos se realizan en obra, son ahora realizadas en instalaciones ajenas a ella, y en condiciones de confort sustancialmente mejores (protección frente a las inclemencias meteorológicas, procesos predominantemente automáticos donde la intervención humana se limita al control, etc.). Por tanto, en la construcción de FHArq son necesarias menos personas y menos máquinas en la obra, y las piezas vienen ya fabricadas, con lo que el impacto con el resto de la obra se minimiza, la posibilidad de escombros es a priori nula, mejorando en definitiva a lograr unas condiciones de trabajo mucho más seguras.

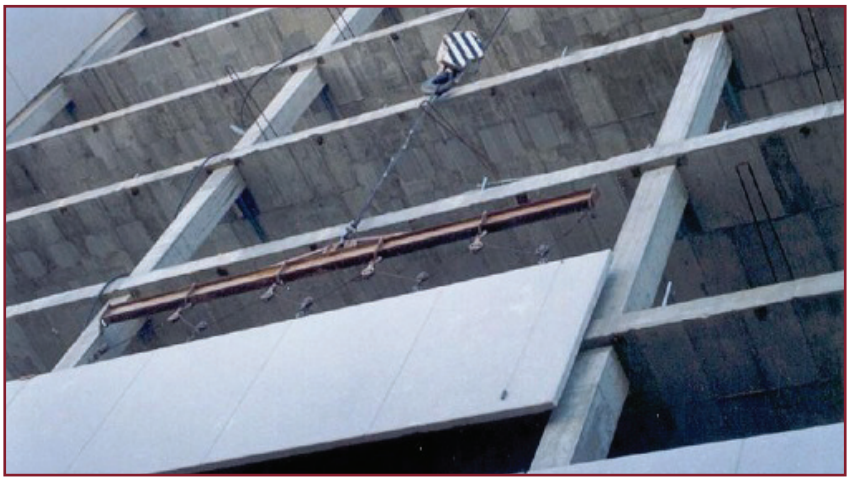
Las obras construidas con elementos prefabricados de hormigón destacan entre otros aspectos por el orden y la limpieza, al convertirse en simplemente eso, una obra donde llegan los materiales y se ensamblan, en contraposición de la construcción no industrializada donde la obra se transforma además en una fábrica y un almacén, saturando los espacios e impidiendo el ritmo normal de todas las actividades constructivas.

4.2. Proceso de 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".



Izado de un panel en obra para su colocación

Izado de un panel en obra para su colocación

El montaje se realizará de la siguiente forma:

1. Traslado del panel a su zona de montaje y posicionamiento en planta

2. Establecemos la cota superior del panel y nivelamos a su borde superior

3. Realizar el aplomado transversal de las caras

4. Verificar el aplomado en los cantos

5. Anclaje mediante soldadura o atornillado

Una vez montada toda la planta, y admitiendo tener otra planta completa encima, se procede a la ejecución de todos los cordones de soldadura, limpieza e imprimación para protección de anclajes y mortero de cemento, cuando proceda.

El montaje 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	± 12
Panel visto respecto al adyacente (b)	± 6
Desplome total (d)	± 25
Ancho de juntas (g)	Entre 5 y 25

4.3. Condiciones de la puesta en obra

4.3.1. Medios humanos

La puesta en obra del sistema debe ser realizada por empresas especializadas y cualificadas, las cuales garantizarán que la utilización de todos los elementos se efectúa en las condiciones y campos de aplicación recomendados por las empresas de ANfhARQ.

Requiere un especial cuidado preservar el acabado de las caras exteriores de los paneles, durante la manipulación por lo que los operarios deberán contar con un grado mínimo de especialización, evitando que las piezas se golpeen ya que cualquier desperfecto impedirá su colocación, pues su reparación resulta dificultosa.

Como dato orientativo, los equipos de montaje contarán con un oficial de primera, un ayudante y un oficial soldador.

4.3.2. Máquinas y otros equipos

Grúa Autopropulsada, para el montaje de los paneles, en función al peso de los mismos. Como valor orientativo, una grúa telescópica de camión de 36 Tn. es más que suficiente.

Plataformas elevadoras, para el trabajo de los operarios en la realización de las juntas de sellado. Se podrá optar por otro método de elevación según las condiciones de la obra.

El manejo en proceso de fabricación de las piezas se pueden realizar mediante:

- Eslingas o puente-grúa
- Mesas abatibles

El acopio de los paneles en obra se realiza normalmente en vertical sobre estructuras metálicas que pueden ser:

- Caballetes
- Peines-jácenas

4.4. Uniones de los paneles

4.4.1. Consideraciones en la ejecución

Las uniones entre paneles son necesarias por razones de resistencia estructural de la fachada, en especial a la acción del viento, y tienen una influencia importante respecto a la velocidad de construcción.

Cada fabricante suele utilizar sus propios tipos de uniones y anclajes debido a la variedad en el mercado. Además, las fachadas de hormigón arquitectónico se presentan en numerosos tamaños y formas, dando lugar a una gran cantidad de diferentes detalles arquitectónicos.

Las uniones pueden ser secas o húmedas.

4.4.2. Uniones secas

Es el sistema habitual de anclaje de los paneles de fachada a la estructura.

Las uniones secas en paneles no portantes no necesitarán hormigón ni mortero para su ejecución.

La unión se realizará entre la placa metálica embebida en el trasdós de la pieza prefabricada y el elemento metálico en la estructura (pilares, forjados, vigas, estructuras auxiliares, etc.).

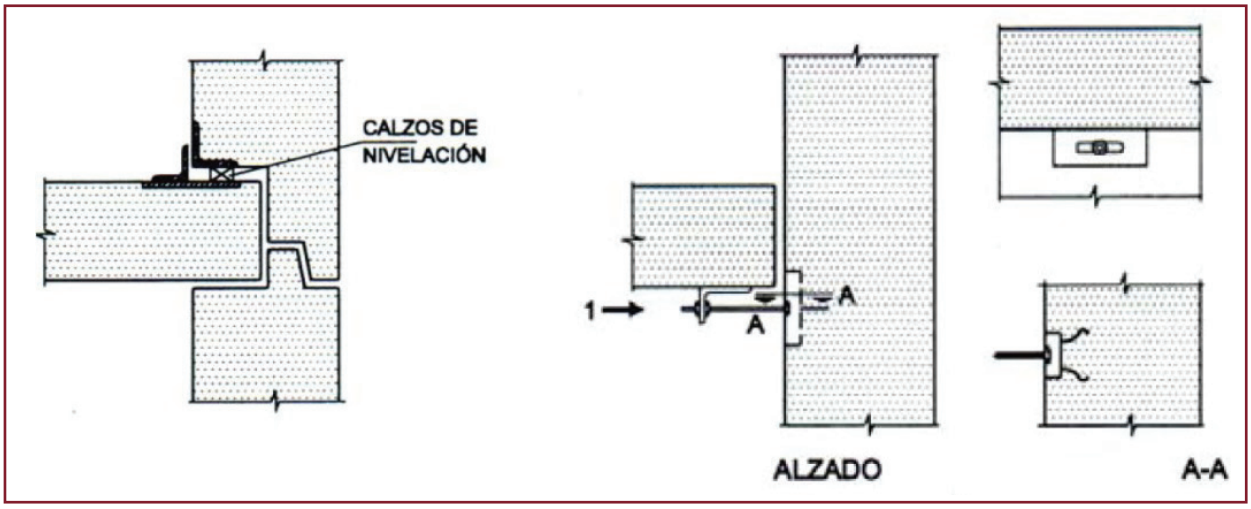
La unión puede ser:

- mediante soldadura
- atornillada

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

En las uniones atornilladas, los perfiles y conectores metálicos deberán ser galvanizados o preferiblemente de acero inoxidable.

En caso de anclaje de soldadura se harán en acero negro y luego habrá que proteger convenientemente



Detalle de uniones secas. INTEMAC

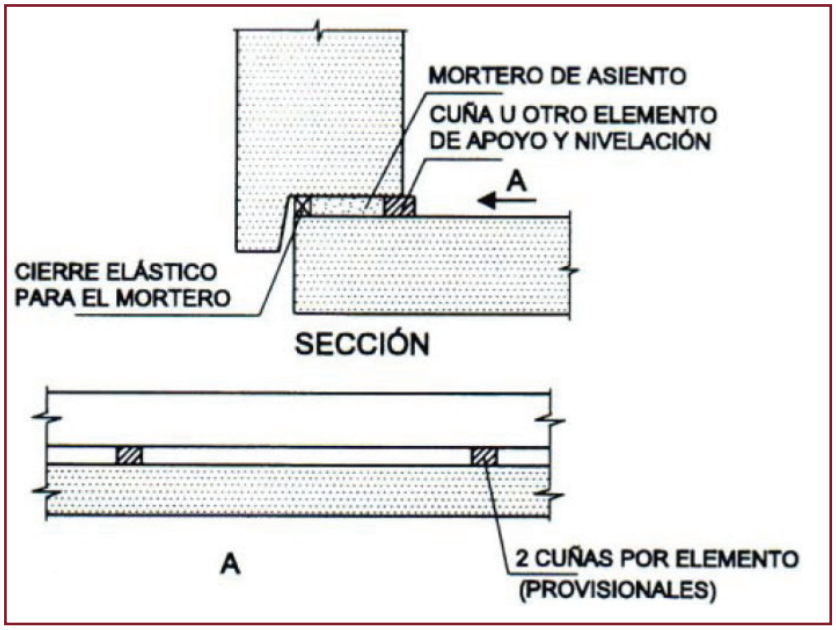
los casquillos metálicos mediante una imprimación. Se deberá evitar la soldadura en puntos de difícil acceso.

4.4.3. Uniones húmedas

Son las realizadas con mortero, donde se utiliza previamente una cuña o elemento de apoyo y nivelación que facilita la unión y el hormigonado posterior del conjunto.

Para el cálculo de las uniones se tendrá en cuenta que:

- Todos los elementos de sujeción de los paneles deben estar amparados por el cálculo estructural. 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.
- Las uniones deben estar ejecutadas por personal cualificado.



Detalle de unión húmeda. INTEMAC

4.4.4. Estanqueidad: sellado

4.4.4.1. Generalidades

Las juntas entre paneles representan un elemento crítico, ya que de su correcto sellado dependerá la estanqueidad al agua y viento de la fachada.

Además, deberán permanecer inalterables y adaptarse a los posibles movimientos por dilatación o contracción térmica de los paneles o de la estructura portante.

4.4.4.2. Ejecución

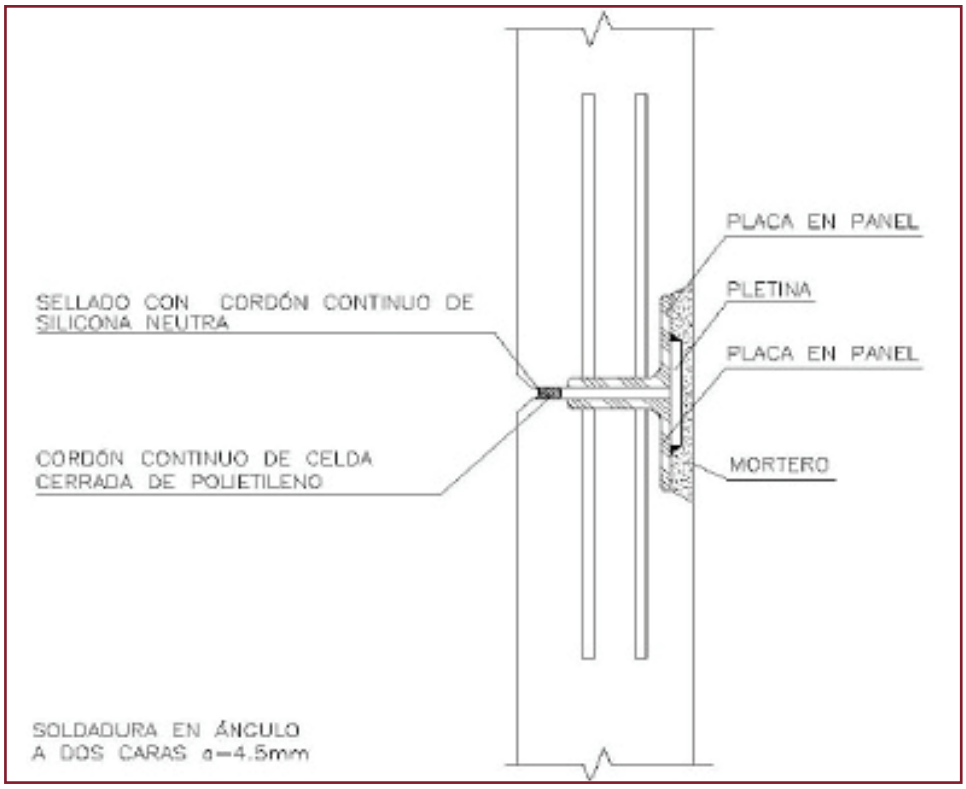
El sellado siempre se debe realizar por la cara exterior de los paneles. En ningún caso se debe confiar la estanqueidad de las fachadas mediante el sellado de los paneles por su cara interior.

La dimensión de estas juntas viene determinada por el tamaño de los paneles, siendo 10 mm. el espesor más habitual. En general, en los paneles arquitectónicos autoportantes, el sellado tanto de las juntas verticales como de las horizontales, se aplica normalmente mediante elementos elásticos que permitan absorber las dilataciones, realizándose de la siguiente forma:

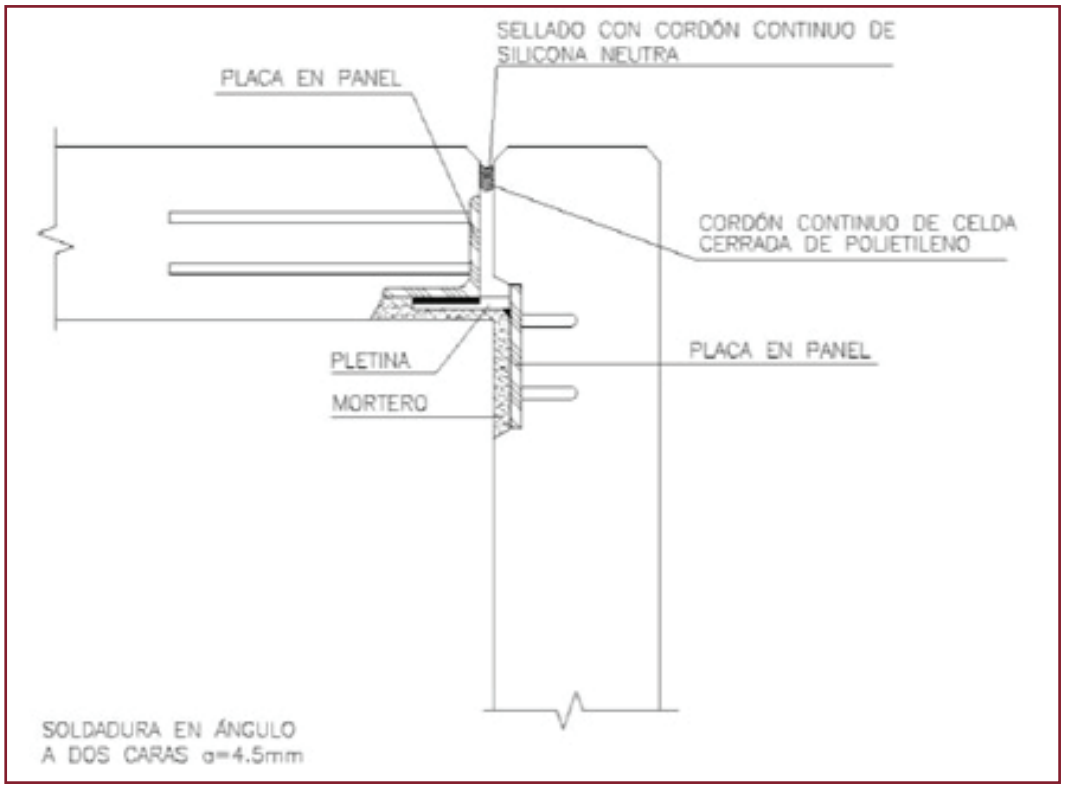
- Se limpia la junta de impurezas y se aplica con brocha en los bordes una imprimación para garantizar su adherencia.
- Se introduce un cordón obturador de fondo de neopreno de celda cerrada para que funcione de tope.
- Se aplica el elemento sellante en la junta.

En los paneles arquitectónicos portantes, se realiza como se indica a continuación:

- juntas horizontales: se sitúan entre paneles realizadas con mortero de retracción controlada; esta junta debe cumplir con los requisitos de estanqueidad y transmitir las cargas verticales.
- juntas verticales: se ubican entre paneles sellándose con siliconas, o poliuretanos.



Junta vertical entre paneles.



Junta vertical en esquina.

También se recomienda un grado de especialización y experiencia importante en la persona que se encargue de aplicar el sellado, de forma que este se coloque de forma adecuada y garantice una mayor durabilidad del mismo y lograr un cumplimiento efectivo de la impermeabilidad de la fachada.

4.4.4.3. Materiales

Como hemos indicado, los materiales de relleno de juntas deben ser elásticos para poder adaptarse a las dilataciones/contracciones que se produzcan. Esta capacidad se denomina "Factor de acomodo del movimiento" (FAM) y depende de las características del material; por ejemplo, un sellante típico debe tener un FAM del 25%,es decir, en una junta de 12 mm. debería tener una capacidad de movimiento de 3 mm.

En el mercado se dispone de una amplia variedad de materiales sellantes como son la silicona neutra y el poliuretano, incluso disponibles con determinadas tonalidades con las que el proyectista de la fachada pueda jugar en combinación con el acabado de los paneles y lograr el efecto formal deseado.

4.4.4.4. Fondos de junta

En el interior de las juntas se puede disponer de un perfil que haga de fondo para el relleno del material sellante. Además de servir de guía para el propio montaje de los paneles, permite el control de profundidad del sellado optimizando el consumo del mismo y logrando un relleno eficaz y completo.

4.5. Reparaciones

Se trata de la reparación puntual de las zonas que se encuentren con pérdida de volumen por rotura, desprendimiento o dañados en general.

- Saneado y repicado manual de la zona de actuación
- Encofrado de la misma
- Humectación del soporte

- Aplicación de puente de unión de resina epoxi, cementosas o resinas sintéticas.

- Confección y aplicación de un mortero con áridos y cementos en dosificación similar a la del panel de hormigón, y con fibra de polipropileno monofilamentada para evitar fisuraciones en el hormigón, para impedir la rotura por retracción, enrasado totalmente con el soporte.

- Posteriormente se realizará un pulido y abujardado de la aplicación hasta conseguir una textura y acabado similar al conjunto de los paneles.

5. Colección de detalles constructivos

Este apartado recoge una colección de detalles constructivos de fachadas resueltas con panel de hormigón arquitectónico.

Los detalles que se presentan pretenden ilustrar de forma orientativa una ejecución razonable y avalada por la experiencia de las empresas que formamos ANfhARQ.

No obstante, cada proyecto u obra deberá contar con una resolución ajustada a los condicionantes existentes que permitan una resolución óptima.

UNIONES PANEL - FORJADO

UPF-01 placa anclaje atornillada [+]

UPF-02 panel apoyado – placa anclaje atornillada [+]

UPF-03 forjado cubierta – placa anclaje atornillada [+]

UPF-04 pletina doblada – placa anclaje atornillada [+]

UPF-05 placa anclaje embebida [+]

UPF-06 panel apoyado – placa anclaje embebida [+]

UPF-07 forjado cubierta – placa anclaje embebida [+]

UPF-08 pletina doblada – placa anclaje embebida [+]

UPF-09 panel antepecho – apoyo y antivuelco [+]

UPF-10 panel antepecho – alineación de paneles [+]

UPF-11 panel ciego – placa anclaje atornillada [+]

UNIONES PANEL – PILAR

UPP-01 pilar hormigón – placa anclaje atornillada [+]

UPP-02 pilar hormigón – placa anclaje embebida [+]

UPP-03 pilar metálico – unión soldada [+]

UPP-04 panel antepecho – pletina anclaje atornillada [+]

UNIONES ENTRE PANELES

UPH-01 unión atornillada [+]

UNIONES PANEL – ESTRUCTURA AUXILIAR

UPE-01 panel ciego – apoyo y antivuelco [+]

OTROS DETALLES DE UNIONES

DU-01 remates [+]

DU-02 juntas de sellado [+]

6. Bibliografía

[1] Fachadas de Hormigón Arquitectónico. ANFHARQ. 2007

[2] Monografía "Hormigones vistos para elementos prefabricados". ACHE. 2013

[3] Montaje de Paneles Prefabricados de Hormigón. INDAGSA

[4] Prefabricación de Edificios y Naves Industriales. Nº 4. INTEMAC. 1999

[5] Sistema de Anclaje y Sustentación de Paneles Arquitectónicos de Fachadas. ILDANT

[6] Detalles de anclajes PREHORQUISA

[6] Detalles de anclajes PREINCO

[8] La Prefabbricazione in calcestruzzo. Enrico Dassori. 2001.

[9] Monografía "Recomendaciones relativas a Seguridad y Salud para la ejecución de estructuras de hormigón. –Puentes y Estructuras de Edificación Convencional". ACHE. 2011

[10] CAST IN CONCRETE A guide to the design of precast concrete and reconstructed Stone. Architectural Cladding Association. 2003

Asociación Nacional de Fabricantes de Fachadas
de Hormigón Arquitectónico
Pº. de la Castellana 226, Entrep. A
28046 Madrid - TeL.: 91 323 82 75
info@panelarquitectonico.org

Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones
C/ José Abascal, 53 - 1º
28003 Madrid - TeL.: 91 401 41 12
tecnologia@ieca.es