

## EL HORMIGÓN ESTRUCTURAL Y LA SOSTENIBILIDAD

### LOS ÍNDICES ICES E ISMA DE LA EHE-08 DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL FABRICANTE DE HORMIGÓN PREPARADO Y DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

*José María Merino Thomas  
Ingeniero de Minas  
Dpto. de Calidad – CEMEX ESPAÑA, S.A.*

En la actualidad, en los países desarrollados apenas quedan campos de la actividad económica que no se hayan visto afectados por la creciente preocupación social y política por Sostenibilidad.

La Construcción es un sector que genera un importante impacto ambiental, y que hace uso de grandes cantidades de energía y de recursos materiales.

Estamos asistiendo en el sector a diversas manifestaciones de esta preocupación por la sostenibilidad: comienzan a surgir etiquetas ecológicas para muchos productos y soluciones constructivas, las empresas constructoras y proveedoras de materiales adoptan certificaciones medioambientales, se desarrollan en diversos países herramientas objetivas que permiten valorar la sostenibilidad de las edificaciones tanto existentes como de nueva construcción...

El **Código Técnico de la Edificación**, aprobado en España en 2.006, eleva las exigencias para las construcciones en materia de aislamiento térmico, como estrategia para disminuir la demanda energética de los edificios.

El **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios RITE**, aprobado en 2.007, establece exigencias y valores mínimos para la eficiencia energética de las instalaciones de los edificios con objeto de satisfacer su demanda energética de la forma más eficiente posible.

#### **Hormigón y sostenibilidad: la EHE-08.**

Por lo que respecta a la industria del hormigón preparado y de los prefabricados, se ha producido un importante hito en la consideración de la sostenibilidad.

Desde el pasado 1 de diciembre de 2.008 está en vigor la nueva **Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08**. Uno de los aspectos más novedosos de esta Instrucción, cuya versión anterior databa de 1.998, es sin lugar a dudas la consideración de criterios de sostenibilidad en el diseño y ejecución de las estructuras. Se trata de la primera vez que una Instrucción de Hormigón contempla estos aspectos, no sólo en España, sino a nivel internacional.

La consideración de criterios de sostenibilidad está presente a lo largo del articulado de la Instrucción. Es significativo que ya en sus Principios Generales, la Instrucción señala unos valores mínimos para la **vida útil nominal** de la estructura, que para los edificios de viviendas deberá ser como mínimo de 50 años. La “vida útil” es un concepto directamente asociado a la durabilidad de las estructuras, pero que tiene una importante derivada en términos de sostenibilidad: cuanto más largo es el periodo de vida útil de una edificación, más rápido se “amortizan” los impactos producidos durante su construcción y los insumos energéticos y consumos de recursos materiales asociados. Como bien se ha dicho, “no hay estructura menos sostenible que aquella que no es durable... “.

### **El anejo 13 de la EHE: índices ISMA y ICES**

Las consideraciones sobre Sostenibilidad de la Instrucción se condensan y ordenan en su Anejo 13, “**Índice de Contribución de la Estructura a la Sostenibilidad**”.

El anejo define dos índices, “ICES” e “ISMA”, que cuantifican respectivamente la “Contribución de la Estructura a la Sostenibilidad” y la “Sensibilidad Medioambiental de la Estructura”. El primero de ellos, el ICES, se calcula a partir del segundo, el ISMA, según la expresión:

$$\text{ICES} = a + (b \times \text{ISMA})$$

siendo los valores a y b función de dos características del proyecto:

**a: coeficiente de contribución social**, que tiene en cuenta la aplicación de métodos innovadores resultado de proyectos de I+D+i, la formación de los trabajadores, las medidas voluntarias de seguridad y salud adicionales a las reglamentarias, la elaboración de una página web pública de información sobre la obra, y la declaración de la obra como de interés general por la Administración.

**b: coeficiente de contribución por extensión de la vida útil**: valora la extensión de la vida útil nominal de la estructura por encima del valor mínimo especificado en la Instrucción.

La Propiedad, si lo estima oportuno, puede imponer un nivel mínimo del ICES al redactor del proyecto, (ICES Propiedad).

El ICES definido por la Propiedad deberá ser superado por el ICES en el Proyecto, (ICES Proyecto). Y éste a su vez deberá ser superado en su valoración tras la ejecución de la obra, (ICES ejecución).

Se pone de esta forma a disposición del promotor / propietario un criterio objetivo y cuantitativo de valoración de la sostenibilidad de la estructura. Será potestad de la propiedad por lo tanto, a partir de ahora, hacer uso de este criterio y exigir un nivel determinado de cumplimiento. Esto servirá además para comparar dos soluciones estructurales que se propongan para una misma obra.

### **Cálculo del ISMA**

La expresión matemática que define el índice ISMA se obtiene como sumatorio de varios criterios, cada uno de los cuales lleva asignado un peso a la hora del cómputo final.

Estos criterios son los siguientes:

1. Características medioambientales del hormigón.
2. Características medioambientales de las armaduras.
3. Optimización del armado de los elementos.
4. Optimización ambiental del acero.
5. Nivel de control de la ejecución.
6. Empleo de áridos reciclados.
7. Optimización del cemento.
8. Optimización del hormigón.
9. Medidas específicas para control de los impactos.
10. Medidas específicas para gestionar los residuos.
12. Medidas específicas para gestionar el agua.

Como se observa, estos criterios afectan a todas las partes involucradas en la obra: la Propiedad, el redactor del proyecto, la Dirección Facultativa, el suministrador de hormigón ó de productos prefabricados, el suministrador de ferralla, el laboratorio de control...

El peso del bloque de los ocho primeros criterios es del 60%, mientras que el de los tres últimos es del 40%.

### **El ISMA y el suministrador de hormigón preparado / productos prefabricados.**

A continuación se va a explicar el contenido de aquellos criterios en los cuales tiene incidencia en el papel del fabricante de hormigón preparado, de la planta de hormigón en obra y del fabricante de los productos prefabricados de hormigón que se incorporen a la estructura.

Estos criterios son los nº 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 y 10 de la relación anterior.

### **Criterio 1. “Criterio ambiental de caracterización del hormigón”.**

El criterio valora la sensibilidad medioambiental de la central de fabricación de hormigón, así como la de los procedimientos de puesta en obra del mismo. Concretamente se tiene en cuenta:

- La posesión de un distintivo ambiental o en su caso el “Compromiso medioambiental”.

*Se entiende que una instalación presenta distintivo de carácter medioambiental cuando está en posesión de un distintivo de calidad conforme a UNE-EN ISO 14001 ó un EMAS. En caso de no estar en posesión de estos distintivos, se considera que la instalación dispone de un “compromiso ambiental” cuando:*

*En el caso de una central de hormigón preparado:*

- controlan y registran los procesos de gestión o reciclado de residuos, (por ejemplo, mediante uso de contenedores, planes de gestión de residuos, etc).
- disponen de dispositivos para minimizar los impactos en el entorno, tales como filtros, silenciadores, amortiguadores, pantallas de retención de polvo, etc.

*En el caso de una instalación de prefabricación:*

- dispone de dispositivos para minimizar los impactos en el entorno, tales como filtros, silenciadores, amortiguadores, pantallas de retención de polvo, etc.
- controlan y registran los procesos de gestión o reciclado de residuos, (por ejemplo mediante el uso de contenedores, planes de gestión de residuos, etc).
- contemplan medidas específicas para optimizar las dosificaciones empleadas,
- utilizan armaduras procedentes de instalaciones de ferralla que estén en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, ó bien elaboradas en la propia instalación de prefabricación con sistemas de gestión de los residuos producidos y medidas específicas para la reducción del ruido producido en los procesos de ferralla.

*En el caso de una central de hormigón de obra:*

- incorpora dispositivos para disminuir los impactos en el entorno, tales como silenciadores, barreras antipolvo, tolvas con trompas de goma, etc.
- aseguran un adecuado control de los residuos generados, mediante contenedores,
- contemplan medidas específicas para optimizar las dosificaciones empleadas.

- y la distancia máxima de transporte, según sea inferior ó superior a 45 km para el caso del hormigón, y a 300 km para el caso de los elementos prefabricados.

## **Criterio 2. “Criterio ambiental de caracterización de las armaduras”.**

De la misma forma que en el criterio anterior, se valora la sensibilidad medioambiental con la que se desarrollan los procesos de ferralla para la elaboración de las armaduras, así como la de los procedimientos de montaje en obra de la misma. Se tiene en cuenta en este criterio:

- La posesión de un distintivo ambiental, ó en su caso un compromiso medioambiental, en la instalación de ferralla ya sea ajena a la obra, en la obra, instalación de prefabricación ó empresa constructora.
- Y análogamente la distancia máxima de transporte, según sea inferior ó superior a 45 km en el caso de las armaduras, y 300 km en el caso de los elementos prefabricados.

## **Criterio 4. “Criterio ambiental de optimización del acero para armaduras”.**

El criterio valora la contribución medioambiental asociada al reciclado de residuos férricos (chatarra) y la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> en la fabricación del acero, así como el aprovechamiento de los subproductos producidos en el proceso..

Son valorados positivamente:

- el porcentaje de acero empleado en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
- si la planta de origen dispone de certificación según norma ISO 14001,
- si la planta de origen dispone de registro EMAS.
- si la producción del acero procede de chatarra al menos en un 80%, lo que debe estar acreditado en el distintivo de calidad oficialmente reconocido correspondiente.
- si la planta de producción del acero está sometida a las exigencias del protocolo de Kyoto.
- si la planta acredita que realiza un aprovechamiento de sus escorias superior al 50%.
- y por último, si el acero acredita que sus materias primas y los productos de acero se han sometido a controles de emisión radiológicos verificables y documentados.

Cada uno de estos aspectos se valora con una puntuación, obteniéndose como suma de todas ellas un valor entre cero (0) y cien (100).

### **Criterio 5. “Criterio ambiental de sistemática del control de ejecución”.**

Este criterio valora la contribución medioambiental asociada a la disminución de los recursos consumidos para la elaboración de la armadura, como consecuencia de un nivel de control de ejecución intenso y del empleo de productos en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

Se valora el % de hormigón preparado ó fabricado en central / prefabricado con distintivo de calidad, y en cada caso se tiene en cuenta si se aplica ó no se aplica la modificación (reducción) del coeficiente de seguridad del acero, por darse al menos dos de las tres condiciones que especifica el artículo 15.3.1 de la Instrucción.

Los prefabricados que disponen de distintivo de calidad oficialmente reconocido con nivel de garantía conforme al apartado 5 del anejo 19 de la Instrucción, facilitan la posibilidad de reducir el coeficiente de seguridad del acero.

### **Criterio 6. “Reciclado de áridos”**

Dado que la Instrucción contempla la posibilidad de utilización de hasta un 20% de árido grueso reciclado en los hormigones estructurales y en los elementos prefabricados, se valora y cuantifica el porcentaje real de árido reciclado empleado y se le asigna un valor numérico, de cero (0% de árido reciclado) a 100 (20 % de árido reciclado), tanto a los elementos de hormigón ejecutados in situ como a los elementos prefabricados.

### **Criterio 7. “Optimización del cemento”**

Para cada uno de los cementos empleados en los hormigones ó productos prefabricados que se incorporen a la estructura, se tiene en cuenta:

- si la planta de origen dispone de certificación según norma ISO 14001,
- si la planta de origen dispone de registro EMAS.
- si los cementos contienen adiciones en porcentajes superiores o inferiores al 20%,
- si disponen de una marca de calidad oficialmente reconocida,
- si la planta está sometida a las exigencias del protocolo de Kyoto,
- si se emplean materias primas que producen menos emisiones de CO<sub>2</sub> ó emplean combustibles alternativos (no fósiles) o se valorizan residuos de cualquier tipo.

Cada uno de estos aspectos se valora con una puntuación, obteniéndose como suma de ellas un valor entre cero (0) y cien (100).

El nuevo reglamento de la marca de calidad AENOR para cementos introduce entre las características objeto de certificación la valoración de este criterio, que se traduce en un valor numérico para cada cemento, (“ISMA” del cemento).

### **Criterio 8. “Optimización del hormigón”**

Se valoran en este punto:

- El empleo de cemento CEM I ó tipo I.
- La posesión de certificación ISO 14001, y en tal caso, mejor valoración en función porcentaje de adición de cenizas volantes ó de humo de sílice al hormigón.

### **Criterio 10. “Gestión de los residuos”**

El criterio valora la minimización de los residuos de azufre generados por el empleo de probetas cúbicas en el control del hormigón, en lugar de las cilíndricas refrentadas con mortero de azufre.

### **Programa MIVES**

Para facilitar la comprensión y el cálculo de estos índices, la Comisión Permanente del Hormigón ha publicado en su web ([www.cph.es](http://www.cph.es)) el programa MIVES. Esta herramienta, de fácil manejo, permite no sólo calcular estos índices de forma automática, sino también valorar el efecto en el resultado final de la modificación de cualquier variable, lo que ayuda a comprender y estimar la importancia y el peso de cada una de ellas en el cómputo final.

### **Conclusión**

A partir de la entrada en vigor de la nueva EHE-08, el Promotor/Propietario dispone de una herramienta para especificar el nivel de sostenibilidad de la estructura de hormigón. Esta herramienta cuantitativa se define en el anejo 13, “Contribución de la Estructura a la Sostenibilidad”, de la EHE, índices ISMA e ICES.

Desde el punto de vista del fabricante de hormigón preparado ó de productos prefabricados de hormigón, deben tenerse en cuenta los siguientes puntos para facilitar la obtención del mejor ISMA en la estructura:

- la posesión de un distintivo ambiental, ó por lo menos de un compromiso medioambiental, ya se trate de una central de hormigón preparado, central de hormigón en obra, instalación de prefabricación ó empresa constructora...
  - la cercanía a la obra de la planta ó instalación, (<45 km en el suministro de hormigón preparado, y < 300 km en el suministro de elementos prefabricados).
  - el empleo de aceros con alto valor del criterio ambiental “optimización del acero para armaduras”.
  - el empleo de prefabricados en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
  - el empleo de áridos reciclados en el hormigón/ prefabricado.
  - el empleo de cementos con alto valor del criterio ambiental “optimización del cemento”, coloquialmente “ISMA del cemento”.
  - el empleo de adiciones en el hormigón, siempre con cementos tipo I y en posesión del distintivo ISO 14001.
  - la minimización de residuos de azufre por el empleo de probetas cúbicas, (probablemente se admita también la probeta cilíndrica pulida).
-