

Evaluación del Anejo 13 de la EHE-08. Índice de colaboración de la estructura a la sostenibilidad, mediante su aplicación a dos estructuras de edificación.

Vargas-Yáñez, Antonio

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Málaga, UMA, antoniovy@uma.es

Resumen La importancia de la innovación normativa del anejo 13 de la EHE-08 ha quedado manifiesto en diferentes artículos y tenido su secuela en el anejo 11 de la Instrucción de Acero Estructural, EAE-11. En esta comunicación se analiza la validez del procedimiento propuesto en dicho anexo a la vista de la evaluación de dos estructuras construidas recientemente, al tiempo que se comparan los resultados obtenidos con en trabajos anteriores. Aunque las evaluaciones arrojan resultados inicialmente diferentes, el análisis de los datos manejados demuestra que dicha circunstancia responde más a la capacidad de obtener la documentación acreditativa que a las características específicas de la estructura. Como conclusión final se pone de manifiesto la baja puntuación que obtienen las estructuras actuales, la necesidad de revisar la formulación matemática del procedimiento, buena parte de los criterios de evaluación considerados por el procedimiento propuesto en el anejo y la unificación del método con el propuesto para la estructuras de acero por la EAE-11.

Palabras clave: sostenibilidad; estructuras; hormigón; indicadores

1 Introducción

El anejo 13 de la EHE-08 constituye una innovación normativa a nivel internacional para impulsar una edificación más sostenible. Esta aportación ha tenido su secuela en el anejo 11 de la Instrucción de Acero Estructural, EAE-11, siendo previsible que en un futuro se produzcan nuevas aportaciones. Inicialmente, la importancia de la iniciativa fue expuesta en sendos artículos (Aguado de Cea, 2007, Aguado de Cea, 2008) en los que se describió el proceso de evaluación de la estructura con un doble enfoque: el medioambiental y el de la sostenibilidad de manera global. Proceso que responde “*al planteamiento de análisis de valor im-*

plícito con procesos de Análisis Jerárquico de Procesos (AHP)” (Ormazabal Sánchez, 2002, Manga Conte, 2005, Garrucho, 2006).

Su operatividad ha sido testeada por diferentes autores. En 2008, la revista *Cemento Hormigón* publicó una evaluación comparada de dos edificios con el objetivo de poner de manifiesto su viabilidad (Palacios Álvarez and Martos, 2008). En aquel caso, se trató de “calibrar la metodología” del procedimiento propuesto mediante su aplicación a dos edificios desarrollados por diferentes agentes y con diferentes soluciones estructurales cuyas características se recogen en la Tabla 1. Ambas estructuras correspondieron a edificios de un tamaño considerable que debieron requerir del concurso de una constructora de tipo medio como mínimo.

Tabla 1 Resumen de las características principales de las estructuras evaluadas por Palacios y Martos

	Edificio 166 VPO	Edificio docente
Municipio	Parla (Madrid)	Ermua (Vizcaya)
Promotor	Consorcio urbanístico Parla Este	Privado
Constructor	--	--
Superficie construida	--	--
Plantas construidas	Sótano+PB+4	PB+1
Criterio de sostenibilidad seguido	Orden 1369/2006 Comunidad de Madrid	--
Tipo de cimentación	Zapatasy muros de hormigón armado in situ	Zapatasy muros de hormigón armado in situ
Forjado	Encofrado metálico modular para estructura de hormigón innovadora	Placas alveolares sobre vigas de hormigón in situ
Pilares	Hormigón armado	Acero laminado

-- Indica la falta de datos en el artículo

Ocho años después, esta comunicación vuelve a analizar el método de evaluación mediante el chequeo dos estructuras construidas a lo largo de 2015, comparando los resultados con los de aquel primer análisis.

2 Objetivos

Esta investigación contempla dos objetivos:

- Determinar las dificultades del procedimiento evaluador
- Identificar los aspectos que deberían matizar en su futura revisión para lograr una mayor eficiencia y operatividad.

3 Metodología

La evaluación de Palacios y Martos se fijó en dos edificios que, por sus características y promotores, debieron gozar de cierta calidad en el proceso constructivo. Elección que sesga las conclusiones sobre la viabilidad del método en el caso de edificaciones domésticas, de menor superficie y presupuesto, o realizadas por constructoras de cierta entidad.

Con el objeto de paliar esta carencia, una de las obras elegidas para el estudio ha sido una vivienda unifamiliar en régimen de autopromoción mientras que la otra responde a las características del estudio de referencia para permitir la comparación de los resultados.

Las estructuras elegidas fueron proyectadas y dirigidas a lo largo de 2015 por el autor de esta comunicación (Tabla 2). Si bien es cierto que este criterio de elección sesga el análisis al fijarse en el trabajo de un arquitecto concreto, también elimina la distorsión que supondrían dos enfoques proyectuales diferentes.

Tabla 2 Resumen de las características principales de las dos estructuras evaluadas

	Vivienda unifamiliar	Instituto de investigación
Municipio	Mijas (Málaga)	Málaga (Málaga)
Promotor	Particular para uso propio	Universidad de Málaga
Constructor	Autopromovida*	Constructora de ámbito internacional
Superficie construida	492.10 m ²	12,375.15 m ²
Planta construidas	PB+2	Sótano+PB+3
Criterio de sostenibilidad	Ninguno específico	Previsión de evaluación con LEED
Tipo de cimentación	Zapatas y muros de hormigón armado in situ	Losa de hormigón armado in situ
Forjado	Forjado reticular y losa maciza	Forjado reticular y losa maciza
Pilares	Hormigón armado	Hormigón armado y acero laminado

* El promotor actúa como en la práctica como el constructor contratando directamente los diferentes oficios según cree que puede resultarle más beneficioso económicamente

Ninguna de las estructuras fue proyectada ateniéndose a los requisitos del anejo. Durante la redacción del proyecto del instituto de investigación se procuró seguir los criterios de sostenibilidad del procedimiento de evaluación LEED-NC v.3.0. Pero, las únicas indicaciones que este método contempla respecto a las estructuras son su protección con pinturas sin cromatos ni compuestos de plomo y estos aspectos no son valorados en el anejo. En la memoria, mediciones y pliego de condiciones técnicas se incluyeron numerosas referencias a criterios específicos de sostenibilidad.

Ninguno de los proyectos contemplaba que el constructor contase con alguna

acreditación específica de sostenibilidad o medioambiental. No obstante, los aspectos de sostenibilidad contemplados en el proyecto del instituto fueron valorados positivamente en la resolución del concurso para su redacción y en el de adjudicación de la obra. Lamentablemente, cuando se inició su construcción tras un fuerte reajuste presupuestario, el control tuvo que centrarse en los aspectos económicos, normativos y de calidad, abandonando la posibilidad de una certificación homologada de la sostenibilidad. En el caso de la vivienda, la preocupación del promotor se centró en el coste de la obra.

Tabla 3 Resumen de certificaciones y documentación acreditativa aportada en cada obra

		Vivienda unifamiliar	Instituto de investigación
Empresa constructora	Distintivo de calidad	No	Sí
	Compromiso medioambiental	No	Sí
Cemento	Distintivo de calidad en el cemento CEM I	No	No
Hormigón	EMAS	No	No
	ISO 14.001	No	No
	Certificado del porcentaje de adiciones	No	Sí
	Certificación de las exigencias del protocolo de Kyoto	No	No
	Certificado de emisión de CO ₂ en su fabricación	No	No
	Distintivo de calidad	No	Sí
	Certificado de adiciones de escorias y humo de sílice	No	Sí
Central de hormigón	Certificación medioambiental de producción	No	No
	Certificación de las exigencias del protocolo de Kyoto	No	No
	Distintivo de calidad	No	Sí
Acero	EMAS	No	No
	ISO 14.001	No	Sí
	Certificado de procedencia de reciclado	No	Sí
	Certificación de las exigencias del protocolo de Kyoto	No	No
	Certificado de aprovechamiento de las escorias	No	Sí
	Certificado de control de emisiones	No	Sí
Instalación de ferralla	Distintivo de calidad	No	Sí
	Certificación medioambiental de producción	No	No
	Certificación de las exigencias del protocolo de Kyoto	No	No
	Elaboración conforme UNE 36831	No	No

Las sustanciales diferencias existentes tanto en tamaño, uso, promotor, constructor

y niveles de control entre las obras elegidas en esta ocasión, permiten afirmar que el análisis del método de evaluación y la sostenibilidad de las estructuras actuales se ha realizado desde la valoración de dos situaciones extremas.

Finalizadas las estructuras, se requirió a la contrata que ejecutó la estructura de la vivienda y a la constructora del instituto que aportasen la documentación necesaria para realizar la evaluación. El resultado obtenido se ha reflejado en la Tabla 3 y arroja como primera conclusión la dificultad que representa obtener estos certificados para una constructora menor.

Tabla 4. Expresión de la función ISMA en forma de tabla con los valores resultantes de dar a P_i los valores mínimos contemplados por la instrucción. Fuente: elaboración propia.

Estructura con ISMA pésimo

	Criterio	K_i	m_i	n_i	A_i	P_i	V_i	α	β	γ	Pro- ducto
1	Criterio medioambiental de caracterización del hormigón	1,02	-0,50	50	3,00	0	0	0,60	0,22	0,50	0,00000
2	Criterio medioambiental de caracterización de las armaduras	1,02	-0,50	50	3,00	0	0	0,60	0,22	0,50	0,00000
3	Criterio medioambiental de optimización del armado	1,06	-0,45	35	2,50	16	0,0653	0,60	0,33	0,17	0,00220
4	Criterio medioambiental de optimización del acero para armaduras	10,50	-0,001	1	1,00	0	0	0,60	0,33	0,33	0,00000
5	Criterio medioambiental de sistemática del control de ejecución	1,05	-1,80	40	1,20	0	0	0,60	0,33	0,50	0,00000
6	Criterio medioambiental de reciclado de áridos	1,10	-0,20	2	1,10	0	0	0,60	0,45	0,33	0,00000
7	Criterio medioambiental de optimización del cemento	10,50	-0,001	1	1,00	0	0	0,60	0,45	0,50	0,00000
8	Criterio medioambiental de optimización del hormigón	10,50	-0,001	1	1,00	0	0	0,60	0,45	0,17	0,00000
9	Criterio medioambiental de control de los impactos	10,50	-0,001	1	1,00	0	0	0,40	0,25	1,00	0,00000
10	Criterio medioambiental de gestión de los residuos	1,21	-0,40	40	1,60	8	0,0363	0,40	0,75	0,67	0,00730
11	Criterio medioambiental de gestión del agua	1,10	-0,40	50	2,60	0	0	0,40	0,75	0,33	0,00000

ISMA 0,00949

Tras obtener los diferentes certificados acreditativos, se realizó la evaluación mediante la herramienta electrónica MIVES_EHE_08_V01 (Gómez et al.). No obstante, se debe poner de manifiesto que la formulación matemática desarrollada presenta ligeras incongruencias consecuencia de su propia formulación en el anejo. Hecho que la propia versión MIVES-EHE-08mod V02 (Gómez et al.) reconoce en la hoja *Notas Técnicas*. Este desajuste provoca que, aunque el valor de los criterios considerados debe oscilar entre 0 y 1 (función V_i), en ningún caso se ob-

tenga el valor 1 aunque se cumplan todos los requisitos (Tabla 4). Situación que también se produce a la inversa. El criterio medioambiental de optimización del armado no puede alcanzar nunca el valor 0 por la formulación de V_i y el criterio de gestión medioambiental de residuos sólo puntúa cero si se incumple la normativa sobre residuos (Tabla 5).

Tabla 5. Expresión de la función ISMA en forma de tabla con los valores resultantes de dar a P_i los valores máximos contemplados por la instrucción. Fuente: elaboración propia.

Estructura con ISMA óptimo

	Criterio	K_i	m_i	n_i	A_i	P_i	V_i	α	β	γ	Pro- ducto
1	Criterio medioambiental de caracterización del hormigón	1,02	-0,5	50	3	100	1,0013	0,6	0,22	0,5	0,06609
2	Criterio medioambiental de caracterización de las armaduras	1,02	-0,5	50	3	100	1,0013	0,6	0,22	0,5	0,06609
3	Criterio medioambiental de optimización del armado	1,06	-0,45	35	2,5	100	1,0571	0,6	0,33	0,17	0,03561
4	Criterio medioambiental de optimización del acero para armaduras	10,5	-0,001	1	1	100	0,9992	0,6	0,33	0,33	0,06529
5	Criterio medioambiental de sistemática del control de ejecución	1,05	-1,8	40	1,2	100	1,0451	0,6	0,33	0,5	0,10348
6	Criterio medioambiental de reciclado de áridos	1,1	-0,2	2	1,1	20	1,0113	0,6	0,45	0,33	0,09011
7	Criterio medioambiental de optimización del cemento	10,5	-0,001	1	1	100	0,9992	0,6	0,45	0,5	0,13489
8	Criterio medioambiental de optimización del hormigón	10,5	-0,001	1	1	100	0,9992	0,6	0,45	0,17	0,04586
9	Criterio medioambiental de control de los impactos	10,5	-0,001	1	1	100	0,9992	0,4	0,25	1	0,09992
10	Criterio medioambiental de gestión de los residuos	1,21	-0,4	40	1,6	100	0,9961	0,4	0,75	0,67	0,20022
11	Criterio medioambiental de gestión del agua	1,1	-0,4	50	2,6	100	1,0027	0,4	0,75	0,33	0,09927

ISMA 1,00682

En la práctica, las consecuencias de estas incongruencias no son trascendentes en

la estimación final del ICES, y se traducen a que los valores máximo y mínimo del ISMA no son 0 y 1, sino 0,00949 y 1,00682.

4 Resultados y discusión

4.1 Índices de sostenibilidad medioambiental de las estructuras

4.1.1 Criterio medioambiental de caracterización del hormigón

Las diferencias entre ambas constructoras establece la primera desigualdad en la calificación de las estructuras. La carencia de un distintivo y compromiso medioambiental por parte de las subcontratas y el promotor de la vivienda penaliza la valoración del hormigón, las armaduras y la gestión del agua.

En ambos casos, el 100% del hormigón proviene de central ajena a la obra sin certificación ISO 14001 o de compromiso ambiental. Pero mientras que en la vivienda simplemente no se aportó, en el instituto se confirmó que carecían de ellos.

En contra del criterio de las autoras de la evaluación de referencia, obtener hormigones certificados es difícil en estos momentos. Su prescripción mejoraría la evaluación del ISMA_{proyecto} mientras que el ISMA_{ejecución} permanecía igual. El mercado del hormigón de planta es bastante monopolístico desde su condicionamiento por la distancia máxima de suministro a obra.

4.1.2 Criterio medioambiental de caracterización de las armaduras

El criterio medioambiental de producción del acero requiere que el productor posea una certificación EMAS o de implantación de un sistema de producción conforme a los criterios de la ISO 14001.

Las únicas certificaciones obtenidas fueron las de los aceros del instituto de investigación. Aunque dado que la procedencia de los aceros empleados suele ser nacional, es probable que el de la vivienda esté certificado pese a que no se puede asegurar. Con este criterio, sólo se consideró certificado el del instituto, aunque es muy probable que lo estuvieran los dos.

4.1.3 Criterio medioambiental de optimización del armado

Ambas estructuras carecen de armaduras activas, no emplean mallazo electrosoldado en el armado de las losas y tienen atadas las armaduras mediante procedimientos mecánicos. Aspectos cuya evaluación no presenta problema.

Distinto es la adecuación de la ejecución de la ferralla a los criterios de la UNE 63831, cuya valoración positiva sólo puede responder a una ejecución certificada. Situación que no se dio en ninguno de los casos. Este criterio difiere del de Palacios y Martos, que entienden que se cumple la norma UNE cuando el proyecto recoge la ejecución conforme a la EHE-08. Según este criterio todas las estructuras siguen la norma porque todas deben cumplir la EHE, de obligado cumplimiento.

En cualquier caso, este criterio medioambiental obliga a una reflexión. Aunque el anejo 2 de la EHE-08 reconoce que la Instrucción establece una serie de comprobaciones conforme a las normas UNE, la UNE 36831:1997 sólo se menciona en el comentario del artículo 69.3.1. Allí se recomienda el seguimiento de sus consideraciones, que por otro lado se incorporan en buena medida en el articulado. No obstante, algunas de ellas pueden ser algo más exigentes que en la EHE o simplemente estar formuladas de manera distinta, por lo que no se puede afirmar que cumplir la EHE signifique seguir la UNE.

Conforme a esta valoración, es conveniente que la futura revisión del anejo valore la idoneidad de este criterio de sostenibilidad en función del plus que aporta sobre el simple cumplimiento de la Instrucción.

4.1.4 Criterio medioambiental de optimización del acero para armaduras

Los certificados conseguidos corresponden a la obra del instituto. Mediante ellos se certifica el contenido de material reciclado empleado en la fabricación del acero conforme a la ISO 14021 y se realiza una declaración ambiental del producto conforme a la ISO 14025.

El empleo de material reciclado en la fabricación del acero no se puede dar por hecho. Sin embargo, la producción conforme a criterios medioambientales es normal en las acerías nacionales, por lo que es probable que el acero empleado en la vivienda esté en posesión de ellos.

4.1.5 Criterio medioambiental de sistemática del control de ejecución

Ninguna de las dos estructuras contempló un nivel de control de calidad que permitiese la reducción del coeficiente de seguridad del acero, γ_s , conforme al artículo 15.3.1 de la EHE. Aunque en la práctica, la contratación y ejecución de la estructura del instituto de investigación lo habría permitido.

4.1.6 Criterio medioambiental de reciclado de áridos

Pese a que no se barajó inicialmente el empleo de áridos reciclados, al comienzo de la ejecución del instituto se valoró su empleo que finalmente fue descartada ante la imposibilidad de suministro por parte de las centrales hormigoneras locales y el precio ofertado por el grupo cementero internacional ubicado en la provincia. En el fondo, el problema radica en el sobre coste que origina la necesidad de emplear más cemento en la elaboración del hormigón para mantener la relación agua/cemento cuando el árido reciclado demanda más aporte de agua.

4.1.7 Criterio medioambiental de optimización del cemento y del hormigón

En tanto que estos criterios se encuentran relacionados en la evaluación, se analizan de manera conjunta.

En ninguno de los dos casos se obtuvo una certificación de adiciones de cenizas volantes o humo sílice por parte de la central hormigonera.

No obstante, por el conocimiento de la dificultad del empleo de las primeras en las

centrales hormigoneras (más fácil en el proceso de fabricación del cemento), el coste de las segundas (reservadas para hormigones de alta resistencia) y la constancia de que en otras obras realizadas con el mismo grupo hormigonero en Málaga no se usaron, es posible afirmar que no fueron empleadas. Práctica habitual en las obras de edificación.

4.1.8 Criterio medioambiental de control de los impactos

Aunque la ejecución de ambas obras fue distinta, en ninguno de los casos se adoptaron las medidas recogidas en el anejo.

4.1.9 Criterio medioambiental de gestión de los residuos

Conforme a la normativa, los residuos de la construcción generados durante la ejecución de la estructura (que no fueron especialmente voluminosos) fueron llevados a vertedero.

El tratamiento de los productos de excavación fue diferente, aunque en los dos casos se consideraron “reciclados”. En la obra del Instituto se vendieron a un tejedor cercano y en la vivienda se emplearon para redefinir la topografía de la parcela.

En ambos casos, las probetas de control del hormigón fueron cilíndricas, tal y como indica la normativa vigente, impidiendo la puntuación de este criterio.

4.1.10 Criterio medioambiental de gestión del agua

Ninguna de las constructoras empleó técnicas de curado eficiente del hormigón en relación al consumo de agua ni dispositivos de ahorro o recogió el agua de lluvia. La única diferencia se encontró en la posesión del distintivo medioambiental de la constructora del instituto de investigación, que vuelve a valorarse en este criterio.

4.2 Índices de contribución de la estructuras a la sostenibilidad

Ninguna estructura se proyectó o ejecutó con métodos innovadores resultado de proyectos de I+d+i desarrollados en los tres años anteriores.

Tampoco se pudo acreditar que el 30% del personal hubiera recibido cursos de formación específica en aspectos técnicos, de calidad o medioambientales. En el caso de la vivienda unifamiliar no se habían realizado, y en el del instituto de investigación fue imposible obtener el dato entre las subcontratas que intervinieron.

En lo que se refiere a las medidas de seguridad y salud, ambos proyectos contaron con sus estudios de seguridad y salud adecuados a la normativa. Iniciadas las obras, sus desarrollos difirieron. En el Instituto se siguieron diligentemente y se atendió cualquier requerimiento del coordinador de seguridad. Lo que permitió una valoración positiva de este criterio. Por el contrario, la aplicación de las condiciones de seguridad fue el punto flaco de la ejecución de la vivienda, condicionada por la ausencia de un constructor real.

Ninguna de las dos obras contó con una página web en la que se le informase al ciudadano ni fue declarada de interés social por la administración.

El periodo de vida útil contemplado en el cálculo de ambas estructuras fue el fijado por la normativa vigente: 50 años.

4.3 ISMA e ICSE de las dos estructura

El resultado de la evaluación del instituto (Fig. 1) es mejor que el de la vivienda (Fig. 2), aunque no sea especialmente bueno: ISMA = 0,36 y un ICES_{proyecto}=0,36 que sube hasta 0,40 en la ejecución. Lo que supone una D dentro de una escala que oscila entre la E y la A. En el caso de la vivienda, el resultado es aún peor: tanto el ISMA como el ICSE se quedan en un 0,08, condicionados por la capacidad de obtener la documentación acreditativa de los requisitos evaluados.

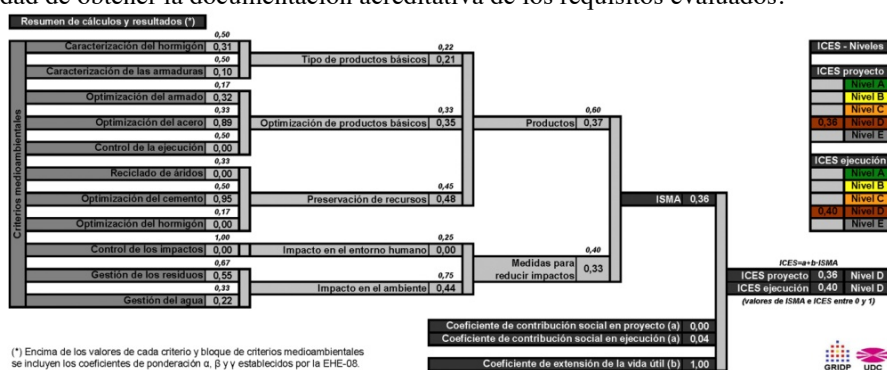


Fig. 1 Resultado de la evaluación de la sostenibilidad de la estructura del instituto de investigación

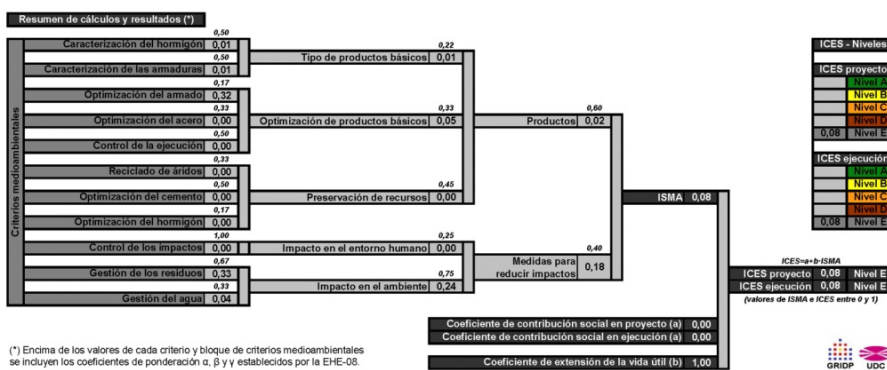


Fig. 2 Resultado de la evaluación de la sostenibilidad de la estructura de la vivienda

Resultados no difieren sustancialmente de los alcanzados en la evaluación de referencia, en la que el ICES_{ejecución} de las estructuras fue 0,44 y 0,17 respectivamente. La disparidad de los resultados se reduce notablemente si se evalúa la vivienda considerando que el acero y el cemento disponen de los certificados acreditativos

no se pudieron obtener, pero que, por las características del sector en la zona, es muy probable que posean. En este caso, los ISMA e ICES de proyecto y ejecución se elevan hasta 0,27 (Fig. 3). Valor superior al obtenido en uno de los ejemplos de referencia, también muy condicionado por la documentación conseguida para su evaluación.

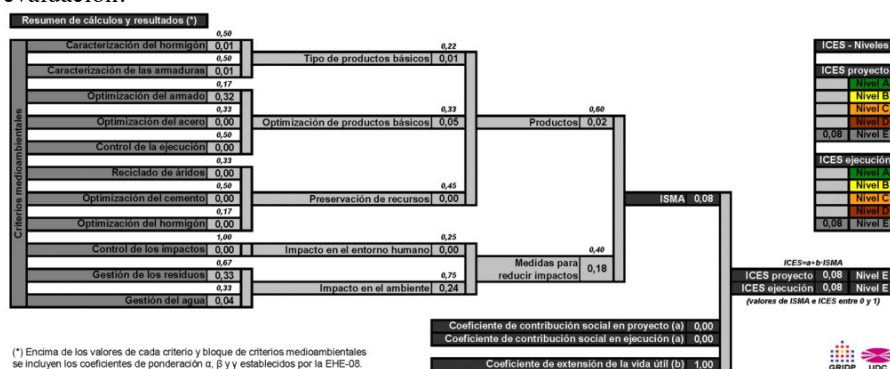


Fig. 3 Resultado de la evaluación de la sostenibilidad de la estructura de la vivienda considerando las características probables de los materiales empleados

5 Conclusiones

Las conclusiones que pueden extraerse de esta investigación son las siguientes:

- Por lo general, las estructuras de edificación que actualmente se desarrollan en España obtienen una evaluación de sostenibilidad baja, D.
- El método de evaluación propuesto está muy condicionado por la capacidad para obtener certificados de las condiciones de producción de los diferentes materiales, y en última instancia, la capacidad de gestión de la constructora.
- La existencia de dos métodos de evaluación diferenciados en función de los materiales (acero u hormigón) no responde a las características de las estructuras, donde se suelen combinar. Más bien parece una consecuencia de la estructura de la administración.
- La formulación matemática del sistema de evaluación puede mejorarse, del mismo modo que su planteamiento conceptual.
- En tanto que las condiciones del sector no varíen, sería oportuno revisar los siguientes criterios en la línea que se indica :
 - Empleo de adiciones en la fabricación de hormigones, muy poco frecuente.
 - Eliminación del criterio de bonificación del armado conforme a la norma UNE 36831:1997
 - Corrección de la valoración del empleo de áridos reciclados

- Eliminación de la puntuación por llevar los residuos al vertedero por ser la obligación mínima.
- Eliminación del criterio sobre el tipo de probetas empleadas
- Eliminación del criterio de uso de dispositivos de ahorro en los puntos de consumo de agua
- Eliminación del criterio de empleo de contenedores para la recogida del agua de lluvia
- Eliminación de la limitación del coeficiente b a 1,25, cuando sistemáticamente alcanza 2 si se considera una vida útil superior al de la norma.
- Las limitaciones del $ICES < 1$ e $ICES \leq 2$ \square SMA deberían ser revisados desde un punto de vista conceptual (Vargas Yáñez and Barrios Corpa, 2016)
- Introducción de un criterio de valoración del uso de pinturas con cromatos y compuestos de plomo.

8 Citas y referencias

- AGUADO DE CEA, A. 2007. El índice de la contribución de las estructuras a la sostenibilidad (ICES). *Congreso Nacional de Ingeniería Civil*, 49-49.
- AGUADO DE CEA, A. A. B. M., RESMUNDO 2008. Razón de ser del anejo ICES de la EHE y características del mismo. *Cemento Hormigón*, 913, 8.
- GARRUCHO, I. 2006. *Desarrollo de una metodología para el proceso de diseño sostenible de edificaciones industriales bajo requerimientos medioambientales*. San José, Tomás Tesis doctoral, Universidad del País Vasco.
- GÓMEZ, D., DEL CAÑO, A. & DE LA CRUZ, P. Herramienta informática MIVES-EHE-08 mod V02
La Coruña: Grupo de Ingeniería y Dirección de Proyectos (GRIDP) de la Universidad de la Coruña.
- GÓMEZ, D., DEL CAÑO, A. & DE LA CRUZ, P. Herramienta informática MIVES-EHE-08 V01. La Coruña: Grupo de Ingeniería y Dirección de Proyectos (GRIDP) de la Universidad de la Coruña.
- MANGA CONTE, R. 2005. *Una nueva metodología para la toma de decisión en la gestión de la contratación de proyectos constructivos*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña.
- ORMAZABAL SÁNCHEZ, G. 2002. *El IDS: Un nuevo sistema integrado de toma de decisiones para la gestión de proyectos constructivos*. Tesis doctoral, U.P.C.
- PALACIOS ÁLVAREZ, A. & MARTOS, G. 2008. Estimación del índice de contribución de la estructura a la sostenibilidad en ejemplos de edificación. *Cemento Hormigón*, 913, 70-83.
- VARGAS YÁÑEZ, A. J. & BARRIOS CORPA, J. 2016. Objetivos de sostenibilidad contemplados por la norma española en el desarrollo de estructuras de hormigón armado. In: 2016, R. (ed.) *REHABEND 2016 6º Congreso Euroamericano sobre Construcción, Patología Rehabilitación, Tecnología y Gestión del Patrimonio*. Burgos.