

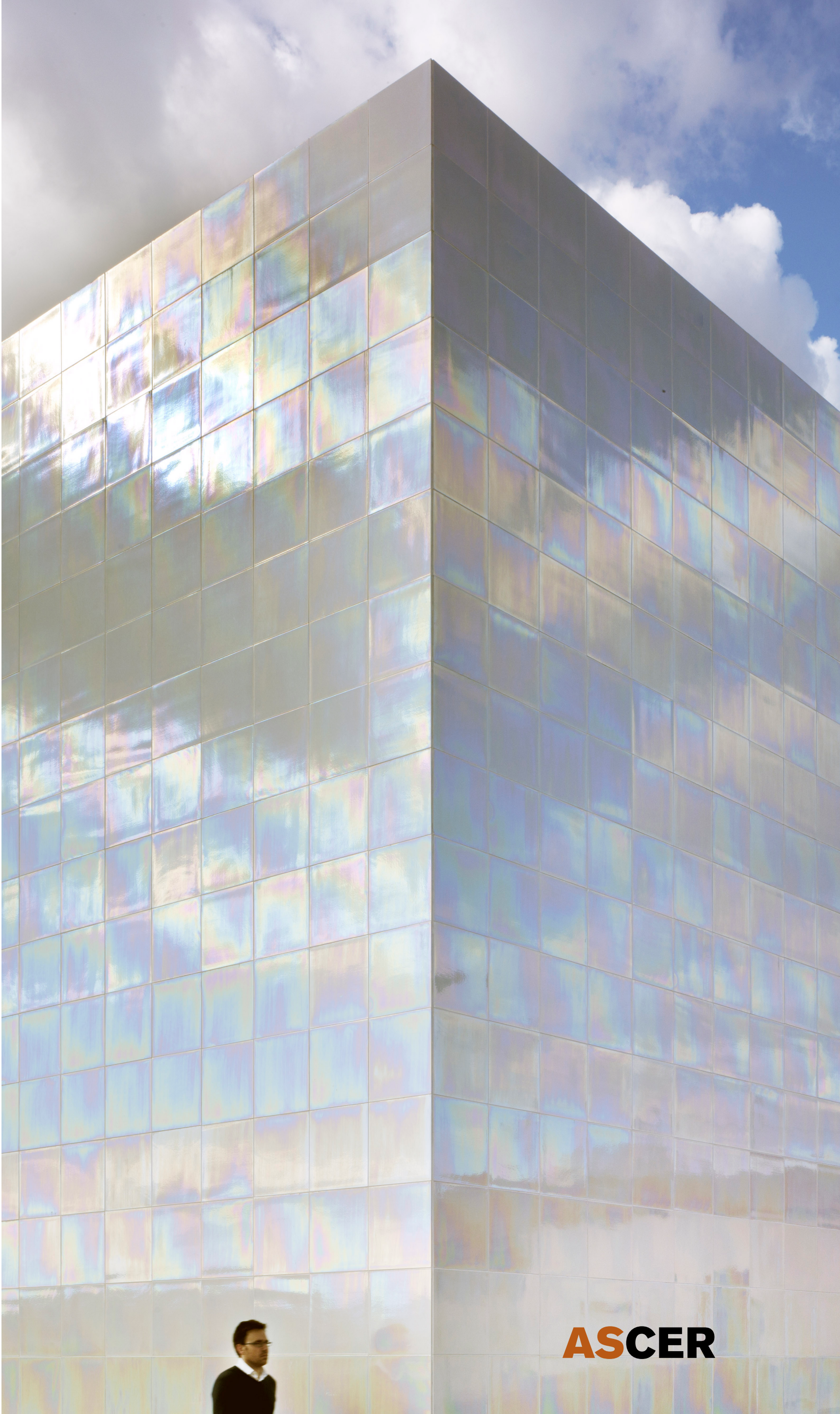


Análisis medioambiental y circular de las baldosas cerámicas españolas

Información relevante para arquitectos, diseñadores
y otros profesionales técnicos

Contenido

1. Introducción	03
- La industria española de baldosas cerámicas y su comportamiento medioambiental	05
- Características de la baldosa cerámica	08
2. Los distintos escenarios de futuro de la baldosa cerámica	10
- Puntos críticos de impacto	14
- Estrategias de reducción de emisiones en el sector cerámico	16
- Estudio comparativo de escenarios de futuro de la baldosa cerámica	17
- Conclusiones del estudio comparativo de escenarios de futuro de la baldosa cerámica	21
3. Ranking de revestimientos en el sector de la construcción	23
- Comparativa de revestimientos	30
- Resultados de la comparativa	32
- Conclusiones del ranking	37
4. La baldosa cerámica en las certificaciones de construcción sostenible	38
5. La baldosa cerámica en las certificaciones de producto	55
6. Alineamiento de la industria cerámica española con la Agenda ONU 2030	68
- Notas metodológicas	71
- Glosario de siglas y términos	73
- Referencias	75



1. Introducción

Este informe ha sido desarrollado con el objetivo de posicionar al sector español de baldosas cerámicas en el mercado internacional desde la perspectiva de la economía circular, considerando aspectos sobre todo de su impacto a la calidad del aire interior y su ciclo del carbono.

Se ha realizado una revisión bibliográfica de distintas literaturas al respecto de la industria de las baldosas cerámicas española e internacional.



Con base a esta revisión bibliográfica, se ha analizado la baldosa cerámica en distintos aspectos :

- Las características intrínsecas del material;
- El ciclo del carbono de la baldosa cerámica y el análisis del ciclo de vida de este material comparado a otros tipos de revestimientos;
- La contribución de la baldosa cerámica a los programas de edificación sostenible;
- La posición de la baldosa cerámica en los programas de certificación de producto;
- El alineamiento de la industria española de baldosas cerámicas a los Objetivos del Desarrollo Sostenible para 2030.

Este análisis es reflejo del empeño del sector español de baldosas cerámicas en estar alineado con el cambio de paradigma hacia una economía circular y con impacto positivo en los ámbitos social, económico y medioambiental.

La industria española de baldosas cerámicas y su comportamiento medioambiental



137
empresas



16.100
ocupados



3.842M€
ventas totales



2.941M€
(76%) exportaciones



187
países

Datos 2020

Determinado a adaptar sus procesos productivos para conseguir un nivel neto de cero emisiones de gases de efecto invernadero para el año de 2050, el sector de las baldosas cerámicas viene adoptando mejoras tecnológicas e innovadoras en sus procesos productivos para conseguir resultados que van más allá de la reducción de su huella de carbono y optimizar procesos en otros ámbitos, como en la materia prima y en la gestión del agua.

Reducción de la huella de carbono

La industria española de baldosas cerámicas desde hace décadas ha estado aplicando medidas de eficiencia energética y mejores tecnologías disponibles para la reducción de la huella de carbono y el descenso en las emisiones de CO₂ del sector. De las medidas adoptadas más representativas figuran:

- Recuperación del calor residual
- Sustitución de quemadores más eficientes en los hornos y la consiguiente reducción en el consumo de gas
- Hornos de alta eficiencia
- Sistemas de cogeneración de alta eficiencia
- Uso del gas natural (combustible más limpio disponible actualmente).

Debido a las constantes aplicaciones de mejoras tecnológicas e innovadoras en el ámbito de la eficiencia energética, las emisiones totales de CO₂ de la industria cerámica por tonelada de producto cocido se han reducido un 60% desde el año de 1980.

Reaprovechamiento de los residuos del proceso productivo

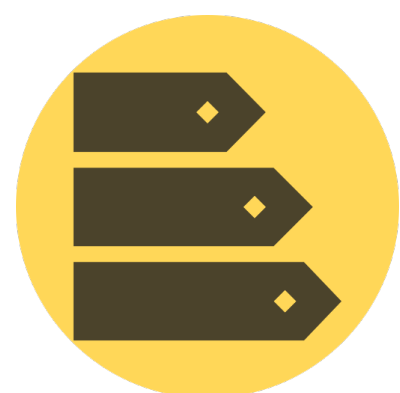
Se incentiva el uso de material reciclado en el ciclo productivo, convirtiendo los sobrantes del proceso productivo en materia prima para nuevos productos a fin de reducir desperdicios. Se estima que en el sector se consigue reutilizar el 100% de los residuos de arcilla antes de ser cocida y hay un esfuerzo en recuperar gran parte del tiesto cocido, permitiendo conseguir la reducción del impacto ambiental del uso de materias primas vírgenes.

Consumo y gestión del agua

El sector realiza un consumo eficiente de los recursos hídricos para poder minimizar el consumo de agua por metro cuadrado de producto fabricado. Un 80% del consumo materia de prima hídrica se destina al uso en atomizadores, en cuyo proceso se evapora casi totalmente. El otro 20% del consumo hídrico forma parte de un ciclo cerrado en el proceso productivo, en el cual se recicla y se reutiliza las aguas residuales en su totalidad. Eso hace que el vertido del agua residual en el proceso productivo de la baldosa cerámica sea igual a cero.

Declaración Ambiental de Producto (DAP)

La industria española de baldosas cerámicas ha sido una de las pioneras en el desarrollo de una DAP sectorial de la cerámica a nivel europeo, la cual se ha desarrollado en base a una muestra representativa de producción española de baldosas. La Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos (ASCER) ha sido la entidad promotora de dicha etiqueta ecológica sectorial, desarrollada en 2019. Adicionalmente un numero importante de fabricantes de baldosas cerámicas han desarrollado DAP's para sus productos.



Hornos de alta eficiencia



100% (aprox.) de las materias primas se preparan con el calor de la cogeneración



100% de los residuos del proceso productivo reciclado



Reducción del uso de materias primas



100% de reciclaje y recuperación del agua residual

Características de la baldosa cerámica



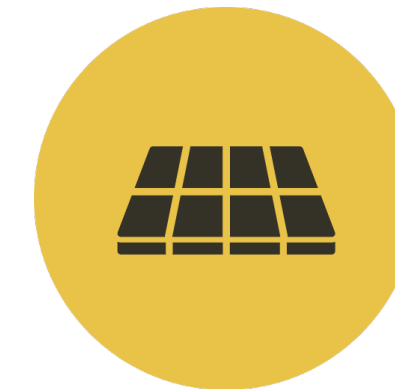
Natural, sin plásticos y libre de sustancias tóxicas

Compuesta mayormente de materiales minerales inorgánicos, agua y fuego, y libre de COV's.



Local

La materia prima (arcilla) es encontrada en la naturaleza de forma abundante, muchas veces a nivel local.



Higiénica, antialérgica y aséptica

Material impermeable, inocuo, no transmite olores y no confiere alérgenos.



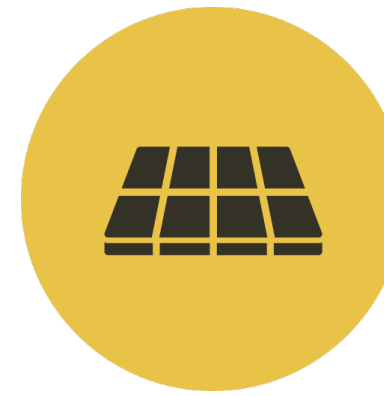
Fácil mantenimiento

Fácil limpieza, sin la necesidad del uso de productos químicos fuertes, favoreciendo la calidad del aire interior.



Ignífuga

Material naturalmente ignífugo y libre de emisiones de humos tóxicos cuando expuesto al fuego.



Resistente y duradera

Resistente a las altas y bajas temperaturas, al agua y a la humedad y al contacto con químicos agresivos. Es duradera en el tiempo.



Eficiente energéticamente

Confiere protección de la capa de aislamiento y ventilación del cerramiento, presenta propiedades de aislamiento acústico y tiene capacidad de conducción e inercia térmica.

2. Los distintos escenarios de futuro de la baldosa cerámica

La Unión Europea quiere ser climáticamente neutra para el año 2050 y uno de sus primeros objetivos para lograrlo es reducir el 55% de las emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2030.



El sector de la construcción es el responsable de más del 35% de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) que se emiten en Europa, por lo tanto, utilizar materiales que sean bajos o neutrales en carbono, será un requisito clave para el futuro de este sector. Los proyectos de nueva construcción y los proyectos de renovación tendrán que priorizar los criterios ambientales para poder cumplir las metas establecidas por la Unión Europea.

En 2020 la Comisión Europea definió un plan de acción para la economía circular a fin de promover productos y procesos circulares, e identificó sectores estratégicos en su implementación, como la construcción y la edificación.

Bajo esta premisa, España ha establecido su propia estrategia de Economía Circular; “España Circular 2030”, donde bajo los mismos principios, se establecen las actuaciones necesarias para implementar la circularidad en el ámbito estatal.

En este contexto, la baldosa cerámica se plantea como un pro-

ducto alineado con los objetivos europeos y estatales, gracias a su potencial de circularidad y su capacidad para reducir los impactos ambientales negativos. Es un material hecho de materias primas 100% naturales y abundantes en la naturaleza y está diseñada para ser duradera, ya que cuenta con una vida útil estimada de 50 años. Es por todo ello que tiene el potencial de acompañar a los edificios durante todo su ciclo de vida. Además, es resistente a abrasiones químicas e ignífuga y sus componentes al final de su ciclo de vida útil pueden ser fácilmente reutilizados, reciclados o recuperados, siempre y cuando se proporcionen las condiciones necesarias.

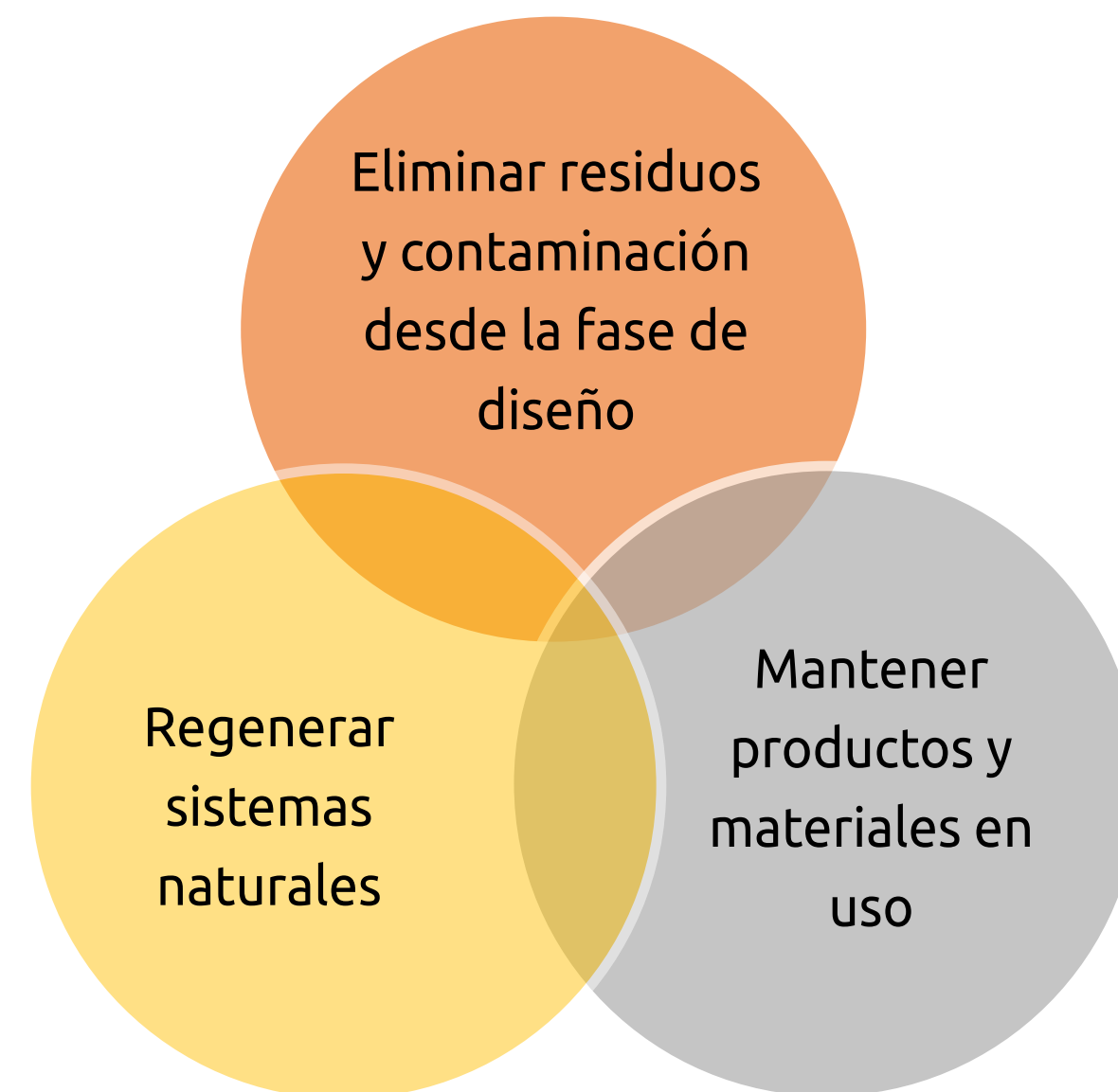
A continuación se presenta un estudio que pretende ofrecer una perspectiva de la situación actual del impacto de este material de construcción y compararlo con distintos escenarios futuros. Esto servirá para testar, en términos de emisiones de CO₂ equivalente, los beneficios que presenta cada una de las alternativas propuestas.

¹ New Circular Economy Action Plan – EU Green Deal – European Commission. March, 2020

Pasos previos al estudio comparativo

Potencial de circularidad

La economía circular establece un modelo de producción y consumo más sostenible, basado en los siguientes principios:

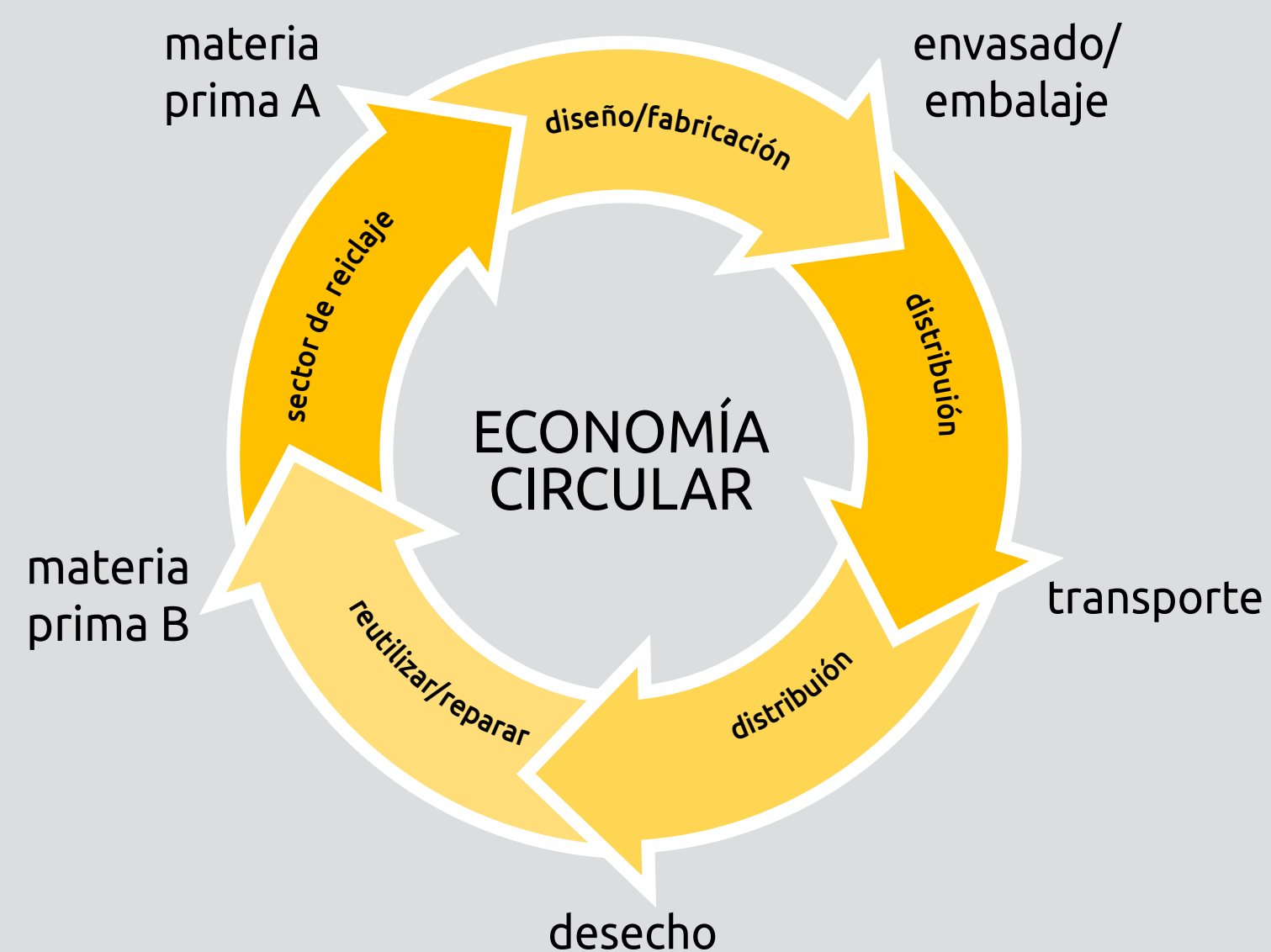


Este modelo busca diseñar productos perdurables, en los que cuando acaba el ciclo de vida de un producto, este pueda entrar a otro ciclo de vida, como materia prima para generar nuevos productos. En este contexto, la baldosa cerámica tiene un elevado potencial de circularidad.

En la actualidad, el material cerámico recuperado al final de la vida útil de la baldosa puede utilizarse para rellenar carreteras, entre otros usos. Pero el sector ya está trabajando activamente para poder mantener sus materiales por más tiempo en la fase de uso y darles una segunda vida. En consecuencia, se están realizando estudios que tienen como objetivo el desarrollo de baldosas cerámicas con hasta el 70-85% de materiales reciclados.

3 Rambaldi, E. (2021). Pathway towards a High Recycling Content in Traditional Ceramics. *Ceramics*, 4(3), 486–501.

4 Zanelli, C., Conte, S., Molinari, C., Soldati, R., & Dondi, M. (2021). Waste recycling in ceramic tiles: a technological outlook. In *Resources, Conservation and Recycling* (Vol. 168)



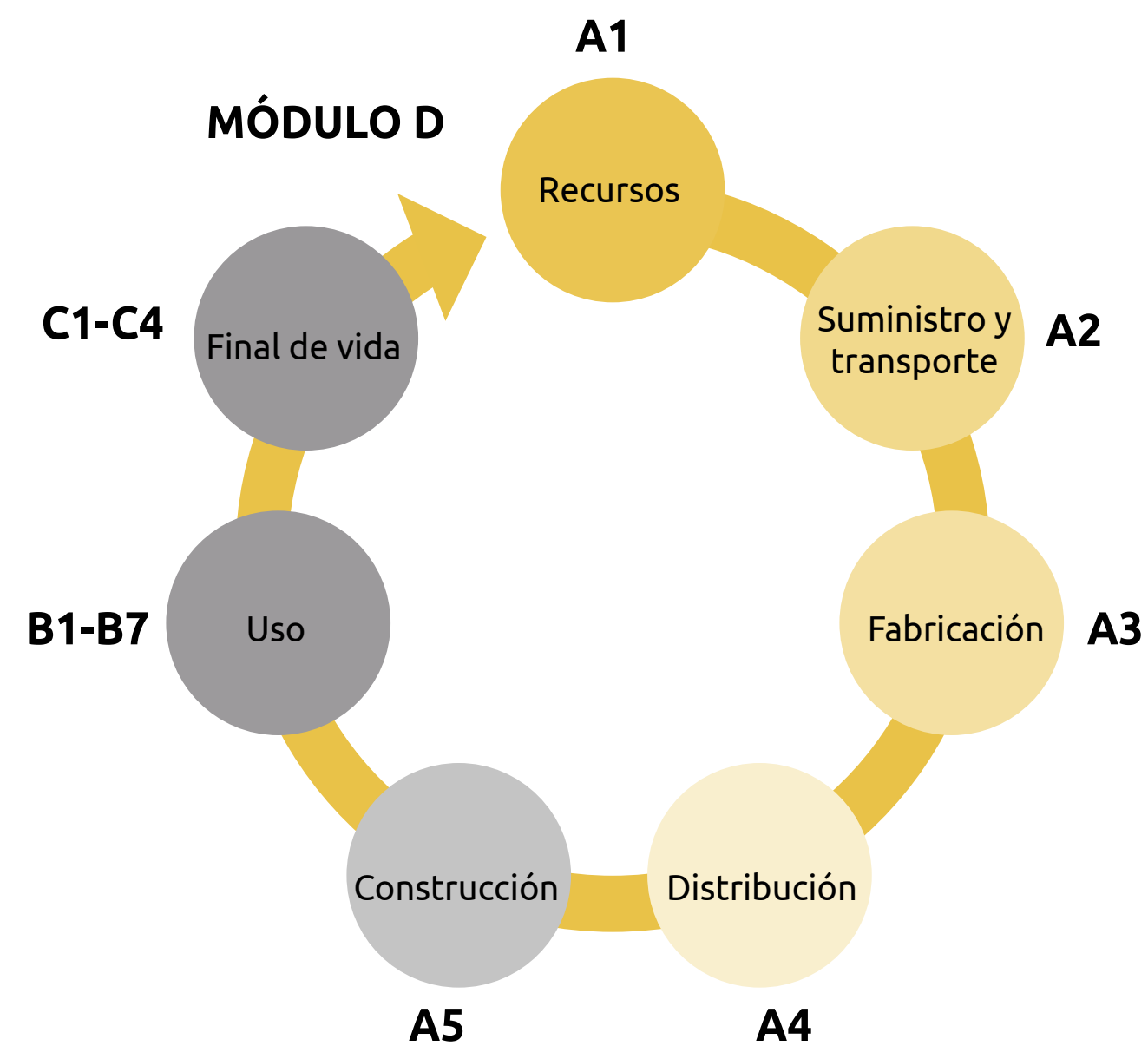
Es importante destacar que la calidad y la cantidad de material cerámico susceptible a ser recuperado dependerá de como de eficiente sea su recolección, clasificación y separación del resto de desechos de la construcción, polvo y residuos. Los altos contenidos de sulfato o cal provenientes de otros materiales de construcción, pueden representar un impedimento para su posible reutilización. Por lo tanto, implementar medidas que permitan mejorar la separación de las fracciones cuando un edificio es demolido y consolidar un mercado de subproductos, son factores clave para conseguir explotar el potencial de circularidad de la baldosa cerámica.

Apoyar y potenciar este tipo de acciones, permite no solo aumentar el potencial de circularidad de la baldosa cerámica, si no que también aumentar el potencial de todo el sector de la construcción.

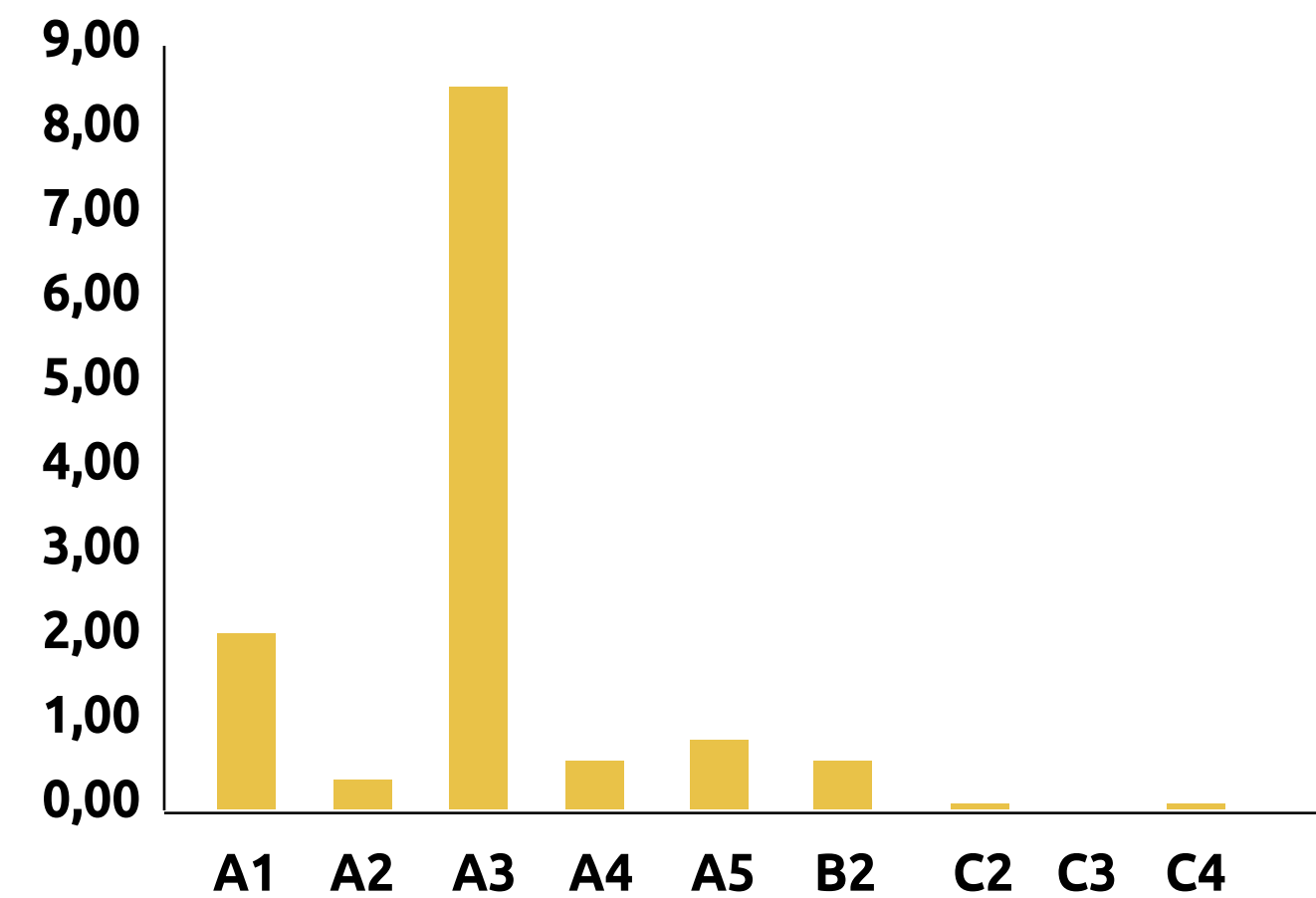
La extensa vida útil de la baldosa cerámica, estimada en 50 años, encaja perfectamente con este requisito. Durante este período de vida, hay productos que tienen usos equivalentes al de la baldosa, que completan su ciclo de vida 5 veces. Es decir, que su potencial de calentamiento global se multiplica por 5. Por lo tanto, **escoger materiales fabricados para ser duraderos es un factor clave para cumplir con los compromisos europeos en materia de economía circular y descarbonización.**

Puntos críticos de impacto

Etapas del ciclo de vida de un producto



Potencial calentamiento global de la baldosa cerámica durante su ciclo de vida.



El análisis de **puntos críticos de impacto** permite evaluar los puntos que son de especial interés para la salud humana y ambiental, durante las distintas etapas del ciclo de vida de un producto.

**Extracción Materias Primas,
Transporte y Fabricación
del Producto (A1- A3)**

Impactos medioambientales y consumo energético más elevados de todo el ciclo de vida de la baldosa cerámica.

El 17% de las emisiones de GEI totales del ciclo de vida de la baldosa se produce en extracción de materias primas (A1).

El 90% de las emisiones de CO₂ de la fase de fabricación del producto (A3) proviene principalmente de la combustión del gas natural en los equipos para la cocción de piezas (hornos) y el secado de materias primas y de piezas conformadas.

**Fase de Distribución
e instalación (A4-A5)**

Mayores emisiones de la fase de transporte del producto acabado (A4) debidas a la exportación de las baldosas cerámicas, ya que solo el 35% de su producción total se comercializa en España.

El impacto en la fase de instalación es mínimo, pero está asociado al uso de morteros o colas para la colocación del producto que, además, dificultan la recuperación de la baldosa al final de su ciclo de vida.

Su colocación en seco, o alternativas de cemento cola más respetuosas con el medio ambiente pueden ayudar a disminuir el impacto en esta fase.

Fase de Uso (B1-B7)

Las emisiones de CO₂ que se generan dependen exclusivamente del uso y frecuencia de la limpieza.

Durante la vida útil de la baldosa prácticamente no se requiere mantenimiento.

Final de Vida (C1-C4)

Impacto ambiental directamente relacionado con el tipo de tratamiento que reciba.

Su destino más frecuente en la actualidad es el vertedero, con el resto de residuos de la construcción.

Estrategias de reducción de emisiones en el sector cerámico

La industria cerámica lleva décadas trabajando en disminuir el impacto ambiental de sus productos. Durante este período ha conseguido reducir en un 60% las emisiones de CO₂ por m² producido, respecto a las emitidas por el sector en el año de 1980 y ha reducido un 24% las emisiones totales de CO₂ respecto al año 1990. Todos estos avances han sido posibles gracias a las **medidas de eficiencia energética aplicadas por el sector**.

Para cumplir con las metas de la Unión Europea, en el futuro será necesario alinear la producción con el uso de combustibles de origen 100% renovable. Bajo esta premisa, algunas de las alternativas que se plantean para el sector de la baldosa cerámica son las siguientes:

- **Sustituir el gas natural utilizado en el proceso de cocción y secado por combustibles bajos en emisiones de carbono.** Combustibles como el hidrógeno verde o los biocombustibles son una de las opciones más contempladas a futuro, pues su implementación requeriría menor transformación de los equipos que si se quisiera electrificar todo el sistema de producción. En este aspecto, el biometano obtenido del biogás, presenta grandes ventajas, ya que se podrían aprovechar los mismos circuitos que se utilizan para el gas natural y el proceso de producción no requeriría ningún tipo de adaptación.

Sin embargo, todavía no es considerada una opción realista a corto plazo, debido a su baja disponibilidad, capacidad productiva limitada y carencia de un impulso político suficiente para su despliegue a nivel nacional.

- **Incrementar la implementación de energías renovables in situ para la autogeneración de energía que cubra los requisitos de electricidad necesarios de todo el proceso.** Una opción a corto plazo sería comprar electricidad de origen renovable 100% certificada.

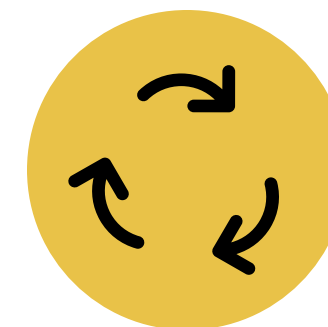
Estudio comparativo de escenarios de futuro de la baldosa cerámica

Para el desarrollo del estudio comparativo se han definido 3 escenarios y se han comparado con el Análisis del Ciclo de vida inicial (Escenario 0).



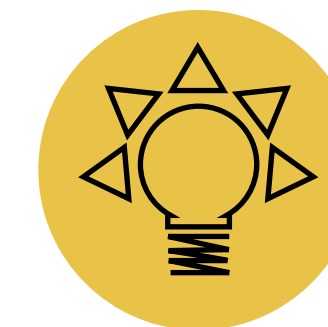
Escenario A

Medidas de optimización energética en el proceso de fabricación. Escenario ideal, donde toda la energía consumida será de origen renovable.



Escenario B

Medidas de optimización de los materiales y sus flujos. Escenario teórico.

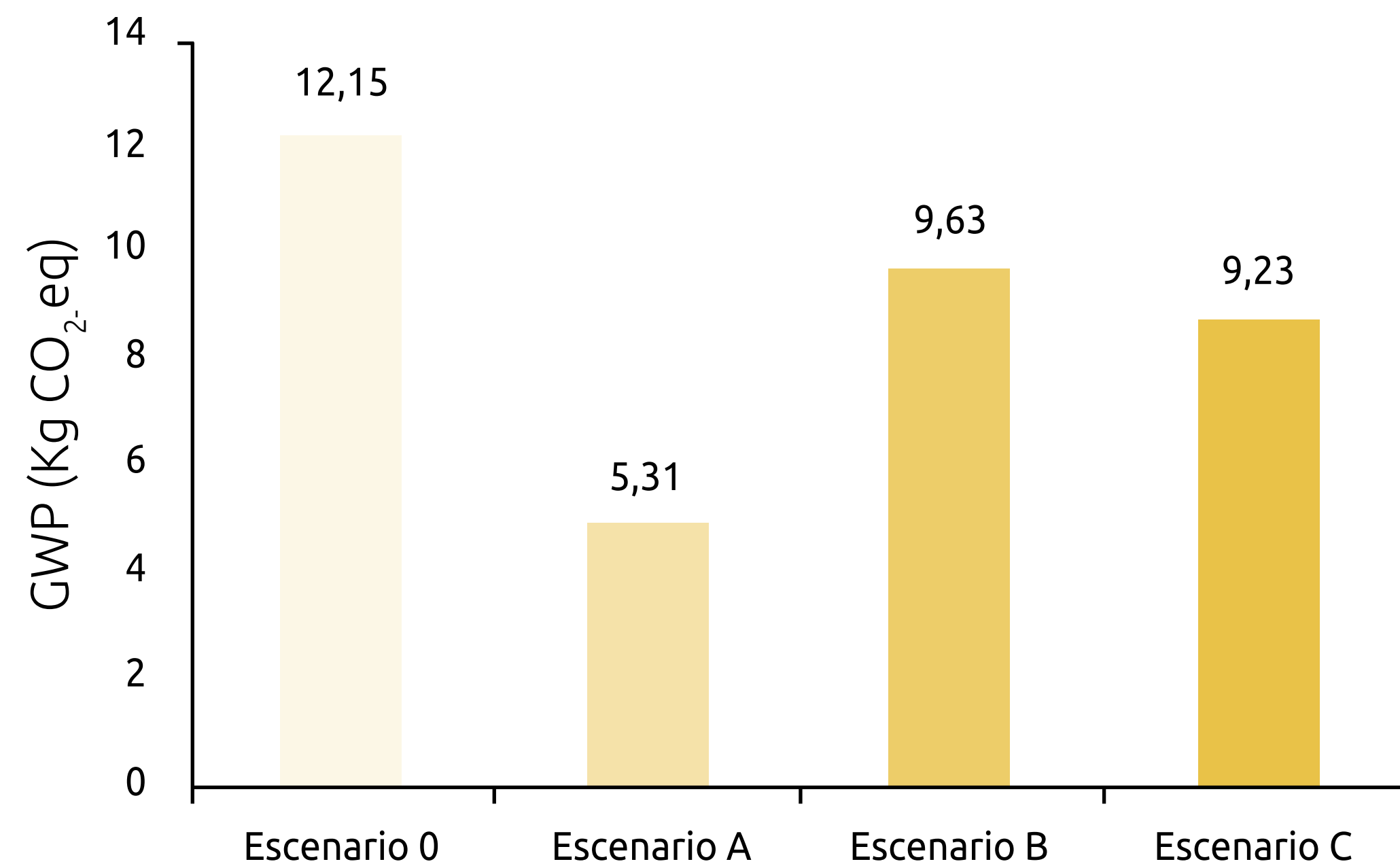


Escenario C

Medidas de descarbonización y eficiencia energética combinadas con el uso más circular de los materiales. Escenario más realista, en el que se combina una implementación moderada de los escenarios anteriores.

	Escenario 0 Situación actual	Escenario A Eficiencia energética y energías renovables	Escenario B Circularidad	Escenario C Prácticas combinadas
Acciones aplicadas en la demanda energética del proceso de fabricación	• Demanda energética descrita por la DAP sectorial. • La fuente de energía principal es el gas natural. Se utiliza principalmente para las etapas de atomización, secado y cocción. • Para el consumo eléctrico se ha utilizado el mix eléctrico español de 2017.	• Substitución del consumo del gas natural por un 20% de biometano y un 80% de hidrógeno verde. • Sustitución de la electricidad utilizada por electricidad de origen renovable. • 30% de ahorro energético debido a las mejoras tecnológicas y medidas de eficiencia.	• Mismas condiciones que las contempladas en el Escenario 0.	• Substitución de un 10% del consumo de gas natural por biometano. • Sustitución de la electricidad utilizada por electricidad de origen renovable. • 10% de ahorro energético debido a las mejoras tecnológicas y medidas de eficiencia.
Acciones aplicadas en el consumo y flujo de materiales	• En el escenario inicial propuesto en la DAP, se contempla: • 7% de material reciclado que entra al ciclo de vida junto con las materias vírgenes. • Se ha estimado un 75% de reciclaje de los residuos generados durante el ciclo de vida. • Los residuos de la baldosa son depositados en vertedero como material inerte.	Mismas condiciones que las contempladas en el Escenario 0.	• Substitución del 100% de las materias vírgenes por material de origen reciclado. Se ha cuantificado un coste de transformación, de los materiales para ser reintroducidos en el ciclo, y su transporte. • El 50% de los materiales utilizados en el esmalte se han sustituido por material reciclado. • Sustitución del film y el fleje del embalaje por embalaje en papel reciclado y adhesivo libre de polietileno. • Sistema de cajas de cartón retornables. • 80% de recuperación del producto al final de su ciclo de vida. • 95% de eficiencia en el reciclaje de todos los embalajes utilizados durante el proceso.	• Entrada del 50% de material del soporte de origen reciclado. Transporte de las materias primas adaptado en consecuencia. • Sustitución de los films y flejes utilizados para el embalaje por embalaje de papel reciclado. • 20% de recuperación del producto al final de su ciclo de vida.

Resultados e interpretación



En la gráfica se muestran los resultados obtenidos por escenario después de modificar los distintos parámetros.

- 0** Situación Actual
- A** Medidas de eficiencia energética y energías renovables
- B** Estrategia de materiales circulares
- C** Prácticas combinadas

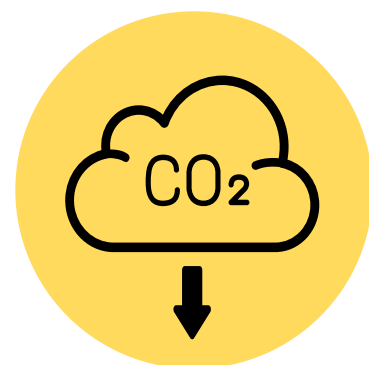
Escenario	A1 kg co ₂ eq	A2 kg co ₂ eq	A3 kg co ₂ eq	A4-A5 kg co ₂ eq	B1-B7 kg co ₂ eq	C2-C4 kg co ₂ eq	MÓDULO D kg co ₂ eq	TOTAL
Baldosa cerámica	2,07	0,30	8,32	0,94	0,52	0,11	-0,26	12,15
Vinilo de Lujo	2,07	0,30	1,63	0,94	0,52	0,11	-0,26	5,31
Moqueta	0,68	0,13	8,32	0,91	0,52	0,11	-1,05	9,63
Madera	1,05	0,19	6,92	0,94	0,52	0,11	-0,50	9,23

Comparando los resultados del potencial de calentamiento global en los diferentes escenarios, observamos:

- **Escenario A:** implementando una optimización energética en la fase de producción se consigue disminuir en un 56% el potencial de calentamiento global de la baldosa cerámica. La eliminación de las emisiones asociadas a la fabricación no es total dado que hay emisiones debidas a los procesos de descarbonatación de la arcilla o el uso de embalajes utilizados en esta etapa, entre otros.
- **Escenario B:** aplicando estrategias basadas en el uso de materiales se consigue una disminución de las emisiones de CO₂eq. del 21%. Este descenso se debe principalmente a las estrategias aplicadas al principio y al final del ciclo de vida. En esta etapa también se consiguen más beneficios ambientales al final de ciclo de vida de la baldosa, por recuperar parte del material y por optimizar los procesos de reciclaje de todo el proceso.
- **Escenario C:** descenso de la huella de carbono del producto en 24% debido, principalmente, a la substitución del 10% de gas natural por biometano, a la optimización de la fase de fabricación aplicando un ahorro energético del 10% y a utilizar un 50% de material reciclado en la producción del soporte de la baldosa. Los materiales del esmalte se han mantenido 100% vírgenes. Este escenario se podría aplicar con la mayoría de técnicas y tecnologías disponibles en la actualidad.

Conclusiones del estudio comparativo de escenarios de futuro de la baldosa cerámica

La industria de baldosas cerámicas es un sector comprometido con disminuir el impacto ambiental de sus productos y está realizando grandes esfuerzos para conseguirlo. Pero para alcanzar el objetivo de la Unión Europea de reducción de las emisiones de CO₂ para el 2050, necesitará combinar diversas estrategias que no se centren únicamente en la etapa de fabricación del producto, si no también a lo largo de todo el ciclo de vida de la baldosa.



El estudio muestra la necesidad de descarbonizar la baldosa cerámica desde el ámbito energético principalmente, pero también reporta una visión muy positiva en cuanto a la disminución del impacto ambiental generado, únicamente incrementando el porcentaje de material reciclado o aplicando mejoras en el reciclaje y recuperación de los materiales.

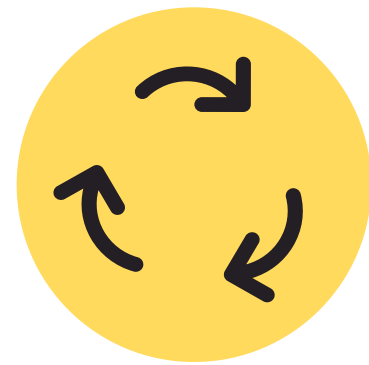
Asimismo, incrementar el consumo de la baldosa cerámica a nivel estatal, permitiría reducir su huella ambiental en la fase de distribución del producto.

En términos de energía, será necesario seguir aplicando estrategias para mejorar la eficiencia energética de sus procesos, disminuir la demanda energética, utilizar energías renovables y mejorar las instalaciones y tecnologías ya existentes.



100% reciclaje

Para potenciar la ciclabilidad de la baldosa será necesario centrarse en su cadena de valor y su ciclo de vida completo. Para obtener resultados que se asemejen a los obtenidos en este estudio, será necesario generar un ecosistema que incluya a todos los actores relevantes del sector, como los productores, fabricantes, proveedores, clientes, recuperadores y gobiernos y desarrollar una estrategia de compromiso a largo plazo entre ellos. La actuación se debería realizar tanto en la fase de extracción y adquisición de la materia primera, como en realizar una correcta gestión de los residuos generados durante el proceso de producción y la posterior recuperación del material cerámico al final de su ciclo de vida.



Gran potencial
de circularidad

La colaboración de todos los actores implicados es crucial para lograr la descarbonización en el sector y potenciar la circularidad del producto. Los beneficios serán múltiples y a gran escala.

3. Ranking de revestimientos en el sector de la construcción

El impacto de los materiales usados en el sector de la construcción es muy variable en función del tipo de producto. Las personas, de media, pasan el 90% del tiempo en espacios interiores, por lo que el uso de materiales saludables es fundamental para salvaguardar su salud. Además, existen múltiples estudios que relacionan directamente la salud de los espacios con la productividad de los trabajadores.



Está claro que las características técnicas de los productos y su precio son aspectos muy importantes a la hora de su elección, pero también es de suma importancia valorar la huella de carbono de su ciclo de vida, su potencial de circularidad y su toxicidad.

Para poder tener esta visión global de los productos, el uso de herramientas como el Pasaporte de Materiales se hace imprescindible, ya que permite realizar comparativas de todos estos impactos entre materiales y productos y facilita la toma de decisión informada.

Pasaporte de Materiales

The screenshot displays the Material Passport software interface, which is organized into three main panels. The top panel, titled "1. GENERAL INFORMATION", contains fields for "Product name" (DALLE MOQUETTE - Turku - DESSO TWEED GOLD), "Generic name" (DALLE MOQUETTE), "Name of the manufacturer" (Turku), "Trade name of the product" (DESSO TWEED GOLD), and "Product reference (if different from the trad...)". It also includes a "Main photo" section with a placeholder image and a "Category" dropdown menu set to "Revêtements de sol". The "Unit" is set to "m²" and the "Conversion" is shown as "1 m² = 4,5 kg". A "Next step" button is located at the bottom right of this panel. The middle panel, titled "2. COMPOSITION", shows a table for "Materials and components" with columns for "Material", "Recycled content", and "Weight of the product". It lists "PP / Polypropylene" with a recycled content of 75% and a weight of 30. The bottom panel, titled "3. USE(S) AND CYCLE", includes a "First life" section with a "Description" field containing "Soluble (Ecodessert) - Contient au moins 75% de contenu recyclé dans le revêtement". It also has a "Next lives" section with a "Description" field and a "Supporting documents" section. The interface features a top navigation bar with icons for information, composition, and cycle, and a "Short version" / "Long version" toggle.

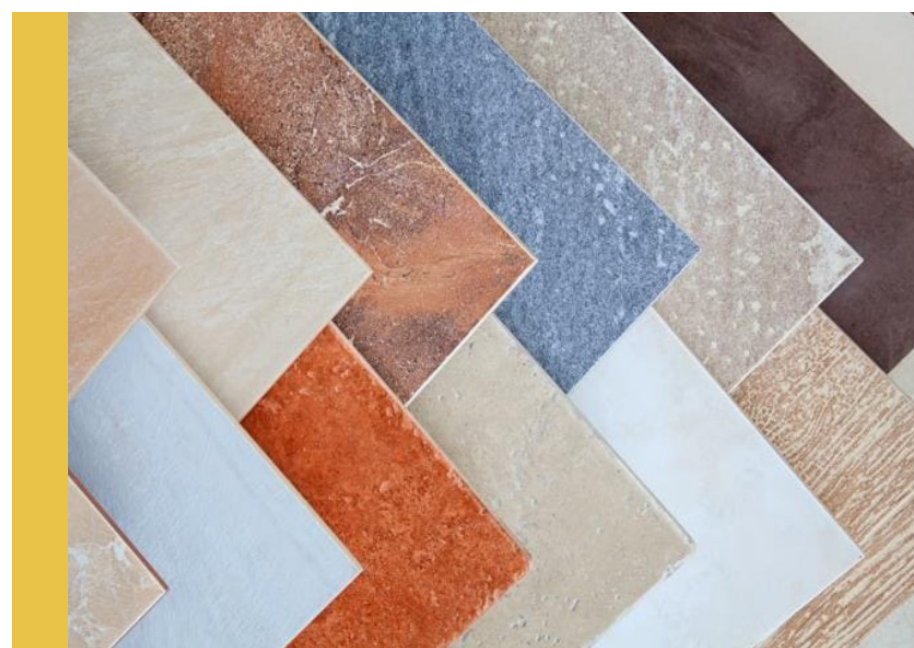
El pasaporte de materiales o *Material Passport* es el documento de identidad de un producto o, dicho de otra manera, un duplicado digital del producto utilizado en un edificio. Su función es facilitar la caracterización de los productos utilizados en un edificio y asegurar su trazabilidad.

En él se puede encontrar toda la información sobre la composición, la proporción de materiales reciclados y nuevos materiales, sus posibles usos futuros, la huella de carbono en la fase de producción y sus impactos medioambientales y sociales.

Pasaporte de Materiales analizados

Se ha realizado un comparativo pasaportes circulares de los distintos materiales objeto de este estudio para comprobar cuál es el impacto total de 1m2 de baldosa cerámica, moqueta, madera y vinilo.

Para la comparativa se han utilizado pasaportes de producto de la plataforma MyUpcyclea, todos ellos certificados C2C y/o considerados de alta gama. A continuación, se muestra un resumen de los tipos de materiales comparados:



Baldosa Cerámica

Categoría: Revestimiento de suelo

Material: Arcilla, Feldespato, Cerámica habitual, Arenas aluviales, Agua

Unidad: m2 / Versión: 2021



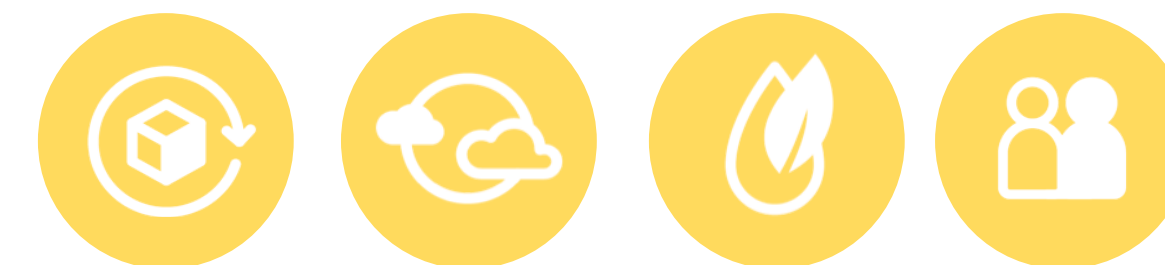


Baldosa Vinílica

Categoría: Revestimiento de suelo

Material: PVC / Cloruro de polivinilo,
Carbonato de calcio, Tratamientos

Unidad: m2 / Versión: 2021



Suelo de madera (parquet)

Categoría: Revestimiento de suelo

Material: Madera maciza en bruto Roble,
Madera maciza en bruto Pino.

Unidad: m2 / Versión: 2020



Moqueta

Categoría: Revestimiento de suelo

Material: Polímeros (plásticos y elastómeros),
PA 6 / Nylon 6, Carbonato.

Unidad: m2 / Versión: 2021



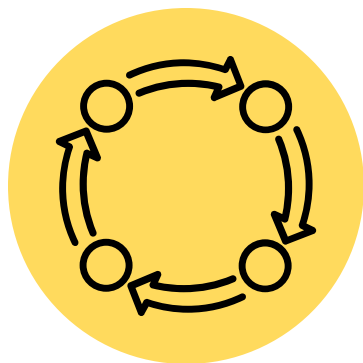
Indicadores comparativos

Conocer los productos que se utilizan en un proyecto y saber cómo son instalados es fundamental para evaluar el nivel de salud de un espacio y su potencial de circularidad. El Pasaporte de Materiales de la plataforma myUpcyclea permite evaluar los productos instalados en un edificio a través de 3 indicadores:



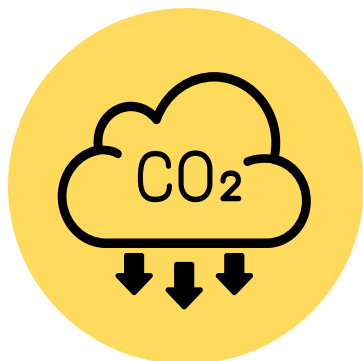
Salud de los Materiales

El indicador de salud de materiales está basado en el análisis de toxicidad de los productos utilizados en los edificios. El análisis se realiza de acuerdo con los criterios básicos de salud del programa Cradle to Cradle Certified®. Los productos con información de mayor calidad, reciben un rating más alto, promoviendo la transparencia.



Circularidad

El indicador considera tanto la vida anterior de los materiales integrados en los productos considerados, como los próximos usos posibles de estos productos. A su vez, considera la desmontabilidad de los productos con respecto al edificio.



Huella de carbono

La huella de carbono mide las emisiones de gases de efecto invernadero asociados a la etapa de fabricación de los productos y materiales que se utilizan en los edificios.

Estos indicadores son generados una vez se asignan los Pasaportes de Materiales a un edificio en específico, con sus respectivas cantidades e indicaciones de ciclos de rotación y grados de recuperabilidad de cada producto o sistema constructivo. El resultado final es la Firma Circular del edificio, o inventario digital del edificio, donde se refleja los resultados de estos indicadores y **permite la trazabilidad de los materiales aplicados, permitiendo su correcta gestión a futuro.**

Comparativa de revestimientos

Para realizar el ranking de revestimientos, se han utilizado los resultados obtenidos por el pasaporte de materiales y se han incorporado otros indicadores que permiten ofrecer una visión más global de las ventajas e inconvenientes de cada producto. Los parámetros escogidos han sido los siguientes:



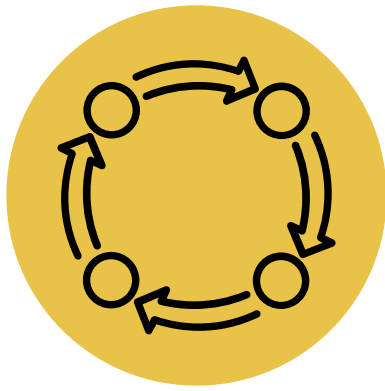
Durabilidad

Potencial vida útil del producto, directamente ligada a su impacto ambiental y a su circularidad. Cuanto más tiempo dure un material, menor será su impacto ambiental.



Impacto Ambiental

Huella de carbono calculada para cada material durante su ciclo completo de vida, se elige como indicador para esta categoría.



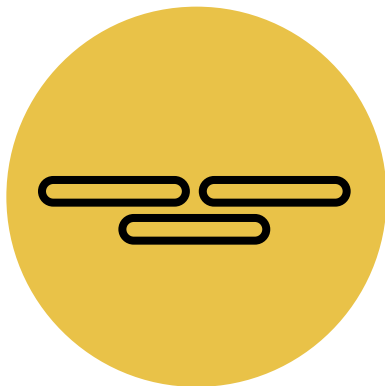
Potencial de ciclabilidad

Análisis del potencial de cada material para ser ciclable, siguiendo los principios de la economía circular.



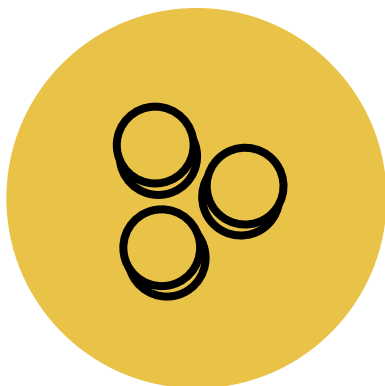
Toxicidad

Material libre de sustancias tóxicas para la salud humana y ambiental, uno de los parámetros claves para que un material sea circular.



Fase de uso

Facilidades e inconvenientes que el producto presenta durante su fase de uso e instalación. No se tienen en cuenta las características estéticas de cada revestimiento, pues se considera una cualidad completamente subjetiva y diferente para cada usuario.



Coste

Factor que muchas veces resulta decisivo cuando se escogen los materiales que se van a utilizar en una construcción. Enfrentar este parámetro a criterios ambientales puede ayudar al consumidor a elegir alternativas más saludables sin incrementar demasiado su presupuesto.

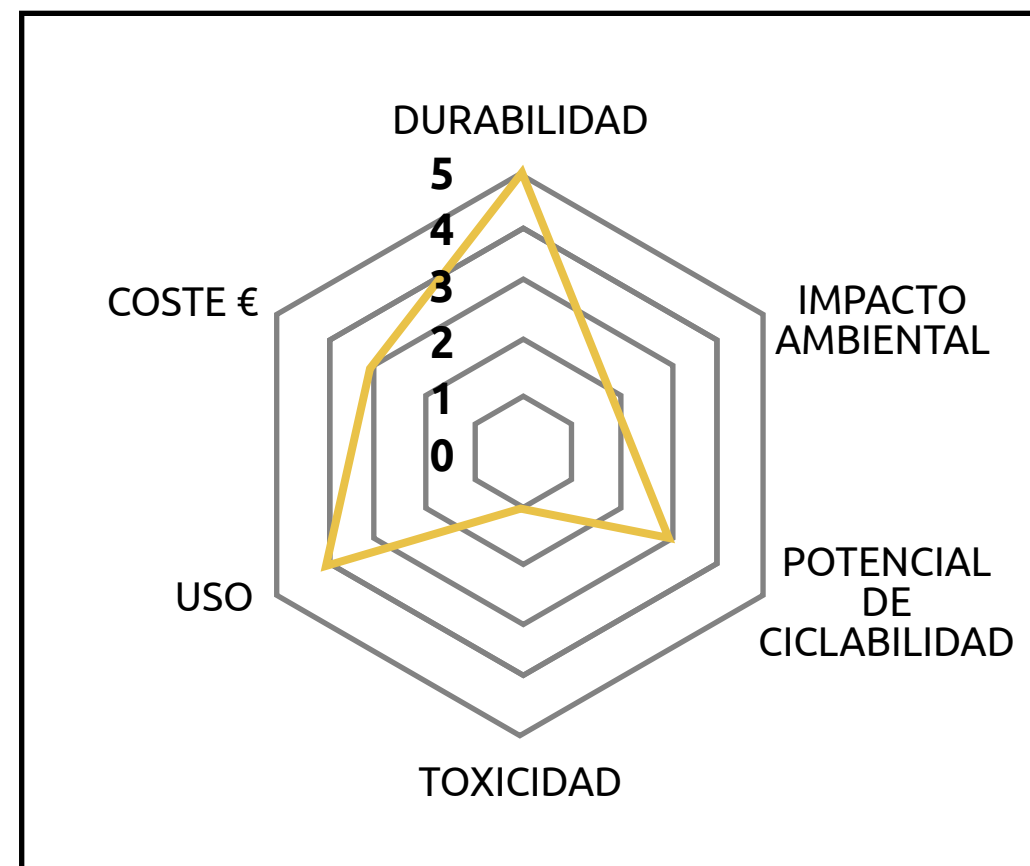
Para cada criterio se otorgarán puntos del 1 al 5, según los materiales cumplan en mayor o menor medida con el criterio. El 5 indicará que se trata de un producto con mucho impacto ambiental o con un gran potencial de circularidad, o muy tóxico o muy duradero. El 1 indicará todo lo contrario. En el apartado de notas metodológicas de los anexos, se detallan los criterios utilizados para otorgar los puntos a cada material para cada indicador

Resultados

Criterio	Baldosa cerámica	Baldosa vinilica de lujo	Suelo de madera	Moqueta
Durabilidad	★★★★★	★★	★★	★
Impacto Ambiental	★★	★★★★★	★	★★★★
Circularidad	★★★	★★★	★★★★	★★★★★
Toxicidad	★	★★★★	★	★
Uso	★★★★	★★★★	★★★	★★★
Coste (€)	★★	★★	★★★★★	★★★★

Interpretación de los resultados

Baldosa cerámica



Ventajas

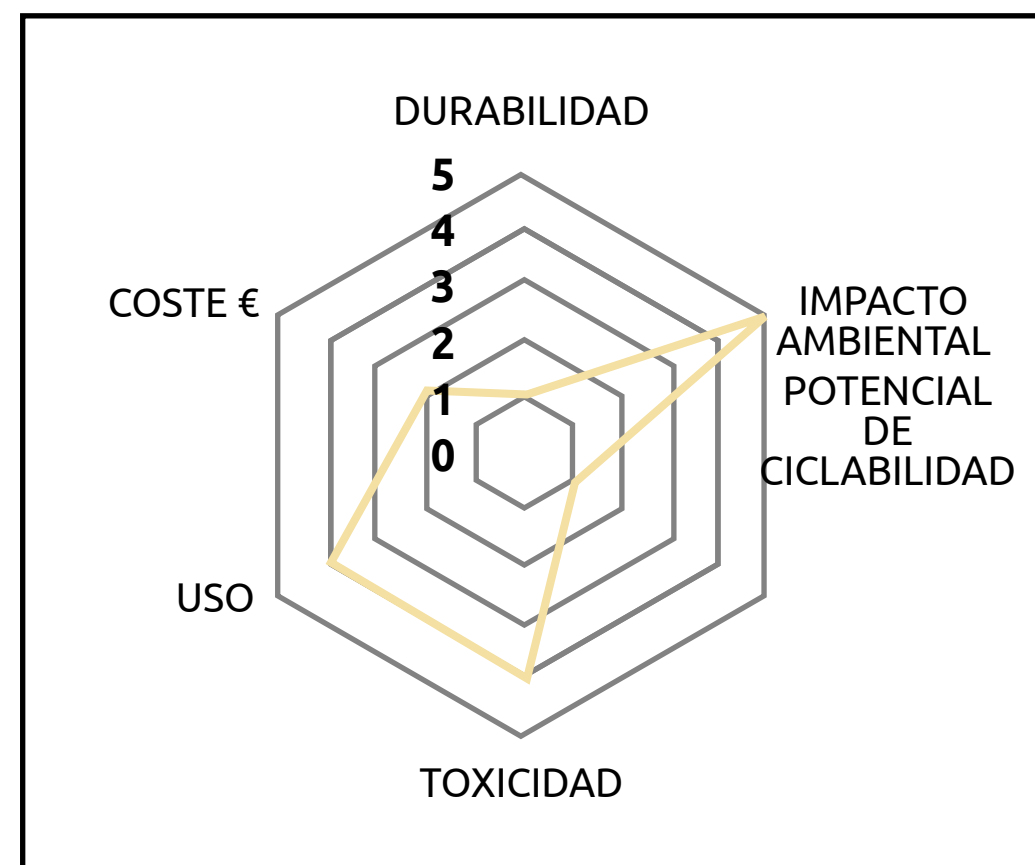
- **Posibilidad de customización:** diferentes espesores, tamaños, formatos y acabados que incluso imitan otros materiales.
- **Libre de emisiones de sustancias tóxicas:** material naturalmente libre de emisiones de COV's.
- **Material resistente y duradero:** de las 4 alternativas de suelo, es la que tiene el ciclo de vida más largo. Esto influye en su impacto ambiental, pues si se tiene en cuenta el factor tiempo, durante la vida útil de una baldosa, se pueden producir hasta 4 o 5 ciclos de vida útil de otros materiales con sus correspondientes emisiones de efecto invernadero
- **Fácil de limpiar y bajo mantenimiento:** baja manutención con agua y detergente. No mancha y es un material resistente.
- **Proporciona inercia térmica:** característica inherente del material.

- **Potencial de circularidad:** extensa vida útil. Se mantiene en circulación, o en uso, durante un largo periodo de tiempo.
- **Idónea para la reutilización y reciclaje:** si se separa correctamente del resto de residuos de la construcción, puede utilizarse como subproducto, por ejemplo, como árido para el hormigón o como substrato para plantas. Como no contiene materiales tóxicos perjudiciales a la salud humana que puedan ser liberados durante su uso, cumple también con un requisito indispensable para ser ciclable.

Desventajas:

- **Material percibido como frío.**
- **Aplicación con morteros y colas:** dificulta la recuperación del material y aumenta su impacto negativo si son materiales no libres de sustancias tóxicas. Sin embargo, se puede utilizar alternativas de colas y morteros más saludables o priorizar su colocación en seco.

Baldosa de vinilo de lujo (LVT)



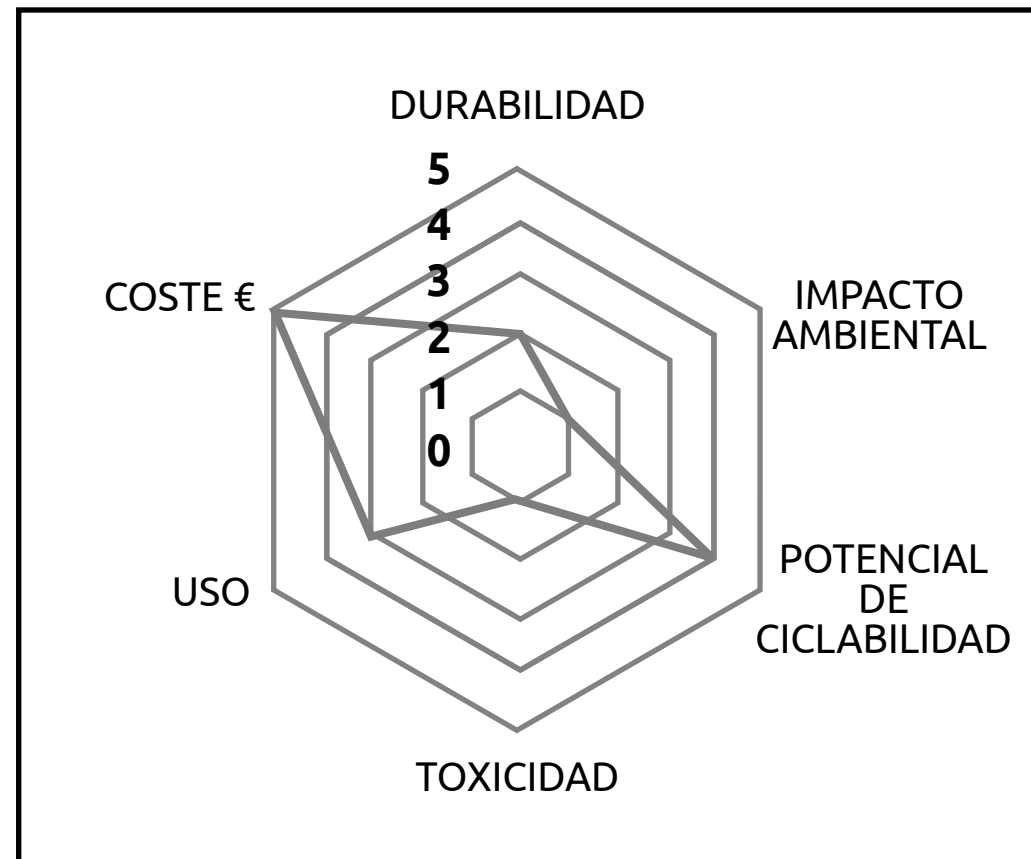
Ventajas

- **Posibilidad de customización:** diferentes espesores, tamaños, formatos y acabados que pueden imitar otros materiales.
- **Material fácil de limpiar y de mantener:** limpia fácil.
- **Instalación sencilla:** fácil de instalar, sin la necesidad de obras.
- **Material económico.**

Desventajas:

- **Potencial toxicidad a las personas y al medio ambiente:** está compuesta por PVC, material compuesto por sustancias altamente nocivas para el medioambiente y para la salud de las personas, como el cloruro de vinilo, dicloruro de etileno y dioxinas.
- **No resistente a detergentes más agresivos:** puede dañarse con el uso de detergentes más agresivos.
- **Imposibilidad de reciclaje:** su potencial de ciclabilidad se ve afectado, ya que en general el material vinílico no puede reciclarse debido a su composición química.
- **No otorga puntos a las certificaciones de construcción sostenible:** es muy difícil obtener puntos por utilizar este material como pavimento.

Suelo de madera (parquet)



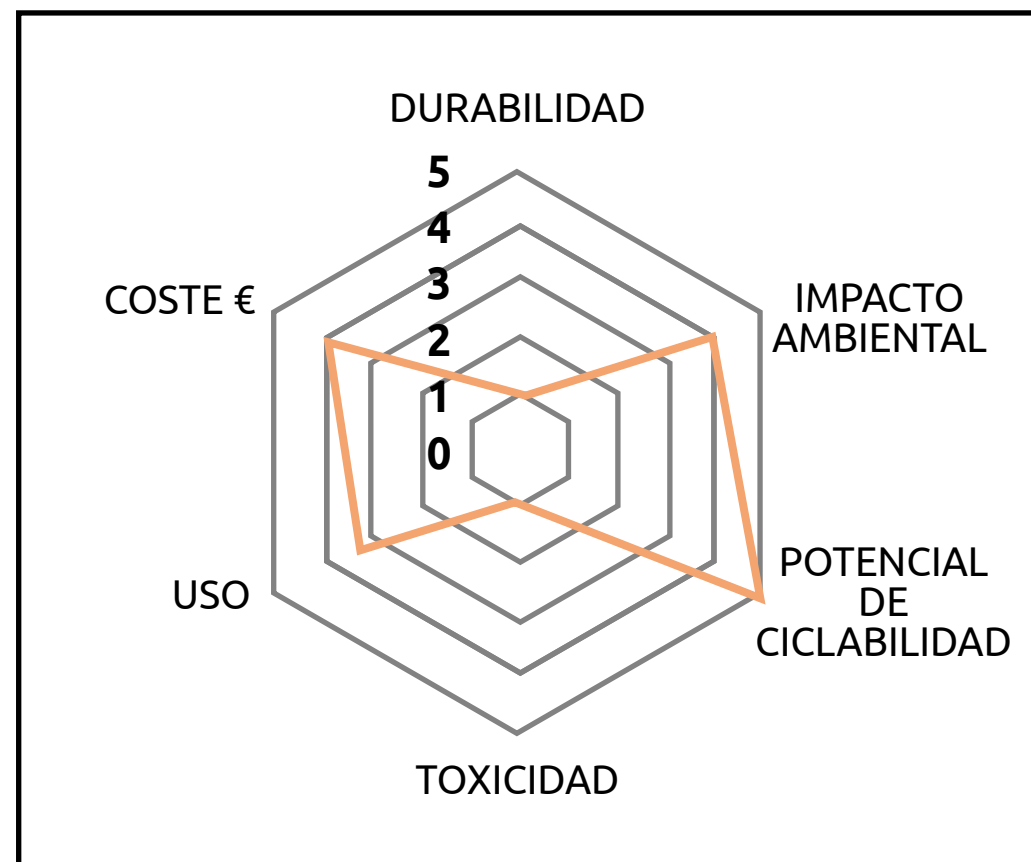
Ventajas

- Material natural con baja toxicidad, dependiendo del tipo de tratamiento que recibe: puede variar según el tipo de colas y barnices que se le aplica.
- Proporciona confort e higiene: es agradable al tacto y no acumula ácaros de polvo ni alérgenos.
- Aislante natural del frío y calor.
- Idóneo para la reutilización y reciclaje.
- Reciclable y sumidero de CO₂: presenta grandes ventajas medioambientales respecto a los demás recubrimientos. Es un material reciclable y si proviene de gestión forestal sostenible también puede considerarse como renovable. Además, su capacidad como sumidero de CO₂ la convierte en un material con potencial de reducción del efecto invernadero

Desventajas:

- Baja posibilidad de customización: sobre todo si es natural.
- Material delicado y de difícil mantenimiento: es un material más delicado y su mantenimiento requiere cuidados con productos específicos. Los suelos pueden durar mucho tiempo, pero esta durabilidad estará directamente relacionada con el tipo de mantenimiento que se le proporcione.
- Vulnerable a impactos físicos, químicos biológicos: muy vulnerable a golpes, arañazos, productos químicos, humedades, exposición solar e insectos.
- Precio elevado: cuanta más cantidad de madera tenga, más elevado será su coste. Dentro de la comparativa, es el producto con el coste más elevado.

Moqueta



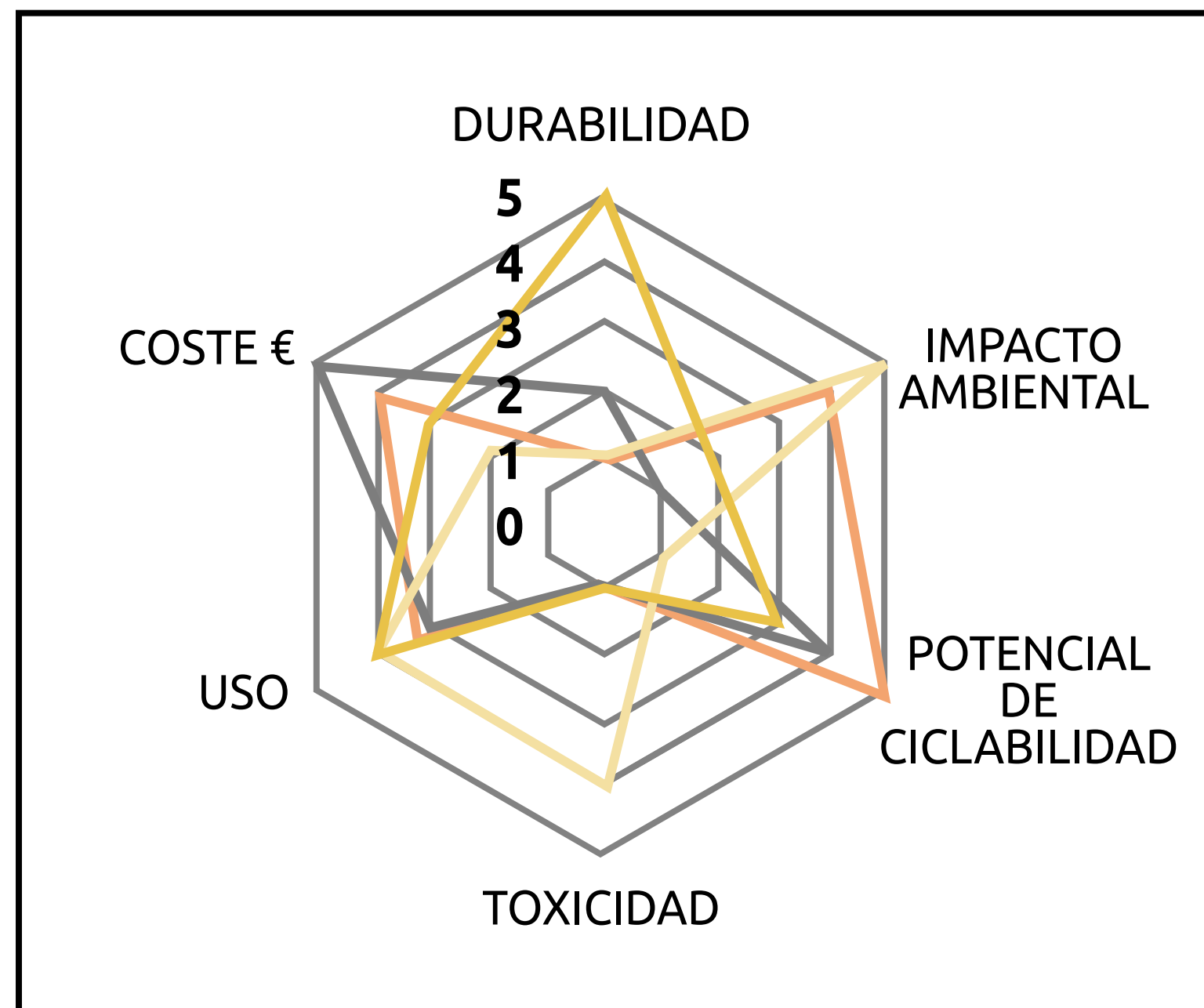
Ventajas

- **Posibilidad de customización:** diferentes tamaños, formatos y estampas.
- **Proporciona sensación de calidez y confort:** para el invierno se presenta como la alternativa más reconfortante de todas. Sin embargo, en verano puede contribuir a aumentar la sensación de calor en las estancias.
- **Instalación sencilla:** fácil de instalar, sin la necesidad de obras.
- **Propiedades aislantes y antideslizantes:** funciona como amortiguadoras para golpes y caídas.

Desventajas:

- **Acumula ácaros y alérgenos en su fase de uso:** requiere mucho mantenimiento y limpieza.
- **Puede provocar la aparición de moho:** retiene la humedad y su exceso puede provocar la aparición de moho.
- **Vulnerabilidad a químicos, manchas, humedad y al fuego:** material no ignífugo y dificultad de limpiar.
- **Puede estar compuesta de materiales con impacto negativo a la salud de las personas y del medioambiente:** si están compuestas por fibras naturales, como el algodón, la lana o el yute, sí que es posible que sus materiales sean reutilizados o reciclados. Sin embargo, si están compuestas por materiales más económicos como el polipropileno, poliéster o nailon, su potencial de ciclabilidad se reduce debido al impacto ambiental y en la salud humana negativo de estos materiales. El poliéster, por ejemplo, a partir de su desgaste puede generar microplásticos y no es un producto fácilmente biodegradable.

Conclusiones del ranking



Cada uno de los pavimentos analizados presentan virtudes y desventajas en los distintos criterios analizados, pero está en manos del profesional orientar a sus clientes la priorización de un criterio u otro.

Cuando se elige un material de recubrimiento para una obra de construcción, generalmente se priorizan criterios estéticos y económicos sobre otro tipo de criterios. Esta tendencia está empezando a cambiar debido a las normativas impuestas por Europa, y que tienen como objetivo descarbonizar el sector de la construcción e implementar la economía circular para disminuir su impacto negativo y propiciar la regeneración de los ecosistemas. En este contexto, cambiar los criterios por los cuales se elige un tipo de recubrimiento u otro será necesario para poder asumir todos los retos que plantea el sector de la construcción. Apostar ahora por opciones saludables y sostenibles, aunque puedan significar un coste económico superior o una característica estética diferente, permitirá adelantarse a las demandas y requisitos legales futuros del sector. Apostar por productos sostenibles y con bajos impactos ambientales es un valor seguro a largo plazo y generará espacios saludables que puedan ser habitables durante mucho tiempo por las personas.

Elegir materiales duraderos, no tóxicos y con un bajo impacto ambiental durante su ciclo de vida es una decisión atemporal.

4. La baldosa cerámica en las certificaciones de construcción sostenible

Como reflejo del aumento de la sensibilidad y concienciación de la sociedad para vivir y trabajar en espacios más saludables y sostenibles, se observa un aumento de la demanda y oferta de espacios que disponen de certificaciones de construcción sostenible. Actualmente existe una gran variedad de certificaciones de construcción sostenible para diferentes tipologías de edificios (residencial, oficinas, *retail*, reformas integrales, nueva construcción, etc.).



Programas de construcción sostenible tales como LEED, BREEAM, VERDE, DGNB, tienen un enfoque más global, analizando múltiples aspectos sobre la sostenibilidad de los edificios. Otras certificaciones están centradas en aspectos ambientales más específicos, tales la eficiencia energética, como puede ser el estándar PASSIVHAUS, o WELL centrado en mejorar la salud y bienestar de los ocupantes de los edificios. Estos estándares están promovidos por institutos y organizaciones privadas sin ánimo de lucro.

Por otro lado, la Comisión Europea ha promovido la iniciativa Level(s) para crear un marco de trabajo común para el diseño de edificios sostenibles. Es probable que esta iniciativa, junto con la Economía Circular, tengan un alto impacto en el futuro desarrollo de la construcción sostenible.

En este capítulo se explica como las baldosas cerámicas pueden contribuir con el cumplimiento de los requisitos de los diferentes programas de certificación.

La Circularidad en las certificaciones de construcción sostenible.

En los últimos años, estándares de referencia tales como LEED o BREEAM están desarrollando nuevos programas para adaptarse e incluir también criterios de circularidad. Aunque en las guías actualmente en vigor no se incluyen propiamente, sí que empiezan a ser valorados como créditos de innovación.

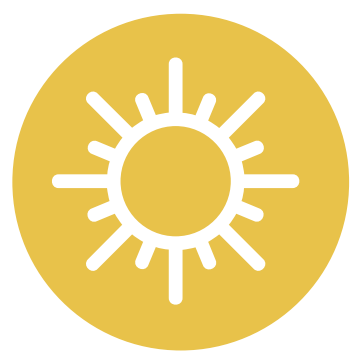
Otros programas desarrollados más recientemente, como Level(s) ya incluyen criterios de circularidad desde sus inicios.



La Economía Circular es un marco de desarrollo de productos de futuro. Ampliamente apoyado por la Unión Europea, a través del European Green Deal y otras iniciativas, se recomienda el uso de productos y la construcción de espacios alineados con la Economía Circular, ya que se prevé un amplio crecimiento de la demanda en este sentido.

La Economía Circular crea un modelo más perdurable en el tiempo preservando los recursos naturales, evita la generación de residuos, y ayuda en la lucha contra el cambio climático.

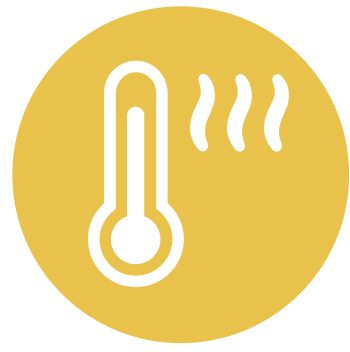
LEED es uno de los programas de certificación más ampliamente utilizados a nivel mundial y con mayor reconocimiento. Crea un marco de trabajo para diseñar y construir diferentes tipologías de espacios (barrios o vecindarios, escuelas, viviendas, edificios de nueva construcción, Core & Shell, data centers, edificios logísticos, hospitales, etc.). El uso de productos cerámicos en los proyectos LEED puede ayudar a obtener puntos en diferentes ámbitos de análisis:



Reducción del efecto isla de calor

Analiza el sobrecalentamiento en zonas urbanizadas con efectos perjudiciales sobre el microclima, y el hábitat de especies.

Las baldosas cerámicas para cubiertas y pavimentos de colores claros con un alto *Solar Reflection Index* (SRI) contribuye a mitigar el Efecto Isla de Calor.



Mínima performance energética. Optimización comportamiento energético

Además de ser un prerequisite de obligado cumplimiento, es el crédito que más puntos otorga en la certificación.

El uso de baldosas cerámicas en la envolvente puede contribuir a la mejora del comportamiento energético del edificio. La cerámica es un material con gran inercia térmica, que contribuye a retrasar las pérdidas energéticas y a regular la temperatura interior, lo cual puede ser ventajoso en climas con grandes variaciones térmicas. Su uso en fachadas ventiladas, con aislamientos, permite dotar de soluciones en la envolvente libres de puentes térmicos, que ayudan a disminuir la demanda energética del edificio. También puede contribuir el uso de sistemas con baldosas cerámicas radiantes, suelos sobreelevados cerámicos para cubiertas planas o protecciones solares con celosías cerámicas.



Reducir el Impacto del edificio en su ciclo de vida

Además de ser un prerequisite de obligado cumplimiento, es el crédito que más puntos otorga en la certificación.

El uso de baldosas cerámicas en la envolvente puede contribuir a la mejora del comportamiento energético del edificio. La cerámica es un material con gran inercia térmica, que contribuye a retrasar las pérdidas energéticas y a regular la temperatura interior, lo cual puede ser ventajoso en climas con grandes variaciones térmicas. Su uso en fachadas ventiladas, con aislamientos, permite dotar de soluciones en la envolvente libres de puentes térmicos, que ayudan a disminuir la demanda energética del edificio. También puede contribuir el uso de sistemas con baldosas cerámicas radiantes, suelos sobreelevados cerámicos para cubiertas planas o protecciones solares con celosías cerámicas.



Gestión de los residuos de construcción y demolición

Premia aquellos proyectos en los que se minimizan los residuos generados en las obras y los producidos que se envíen a plantas de reciclaje, evitando que acaben en vertederos o plantas de incineración.

Las baldosas cerámicas son materiales ignífugos y son fácilmente reciclables para obtener nuevos áridos que podrán ser utilizados como materia prima para otros productos, como es el caso de los aglomerados de carreteras, etc.



Declaración y optimización de los productos del edificio – Declaración Ambiental de Producto (DAP / EPD)

Promueve el uso de productos y materiales que dispongan de información relativa a los impactos ambientales asociados a su ciclo de vida, y premia el uso de aquellos que sean mejores.

Muchas baldosas cerámicas cuentan con una Declaración Ambiental de Producto verificada por un tercero (Tipo III), que permite justificar fácilmente el cumplimiento de este crédito. El sector español de la baldosa cerámica también cuenta con una DAP sectorial impulsada por ASCER.



Declaración y optimización de los productos del edificio – Origen de las materias primas

Promueve el uso de productos con mejor impacto ambiental, social y económico en todo su ciclo de vida, premiando el uso de productos que sean procedentes de fuentes responsables, según los siguientes criterios:

1. Productos que dispongan de informe público sobre las materias primas utilizadas y su origen, preferiblemente verificadas por un tercero independiente, tales Global Reporting Initiative (GRI), UN Global Compact, ISO 26000, entre otros.
2. Uso de productos con materias primas de características ambientales relevantes, tales como la “Responsabilidad Extendida de Producto”, el material reciclado pre y/o post consumo, los materiales reutilizados, etc.

La transparencia en cuanto al origen de las materias primas es una práctica cada vez más extendida en el sector y muchos fabricantes hacen pública esta información de sus productos.



Declaración y optimización de los productos del edificio – Ingredientes

Promueve el uso de productos y materiales que hagan, publiquen y/o verifiquen por terceros la composición química de los productos, con el fin de minimizar la presencia de sustancias peligrosas en los edificios.

Los fabricantes de baldosas cerámicas, generalmente bajo petición, disponen de Inventarios de Ingredientes, declaraciones REACH y otras herramientas que permiten dar cumplimiento al propósito de este crédito.



Materiales con bajas emisiones

Promueve el uso de productos que no emitan contaminantes (Compuestos Orgánicos Volátiles, COV's) que perjudiquen la calidad del aire en el interior de los espacios.

Las baldosas cerámicas, en todas sus aplicaciones, cumplen con los requisitos definidos en este crédito al ser consideradas por el sistema LEED como materiales no emisivos, libres de COV's. Además, el sector cerámico ha desarrollado soluciones integrales, con morteros, pastas de agarre y juntas, y otros materiales, que cumplen con los límites definidos por LEED.

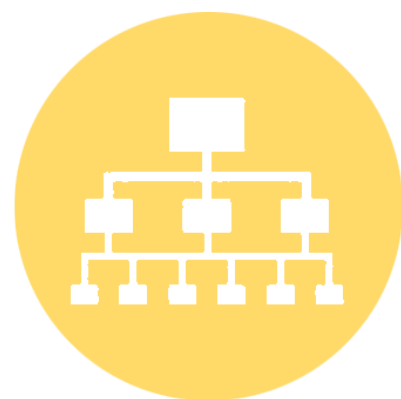


Productos Circulares

Premia la implementación de estrategias innovadoras a través unos créditos voluntarios de Innovación o Créditos Piloto. Actualmente, existe un crédito Piloto de Productos Circulares.

El sector cerámico está implementando estrategias para mejorar la circularidad de los productos. Cabe destacar que, en el proceso de fabricación de las baldosas cerámicas, el reciclaje de los residuos es muy alto, por tanto se puede justificar fácilmente el cumplimiento con el requisito de *Zero Waste Manufacturing* requerido.

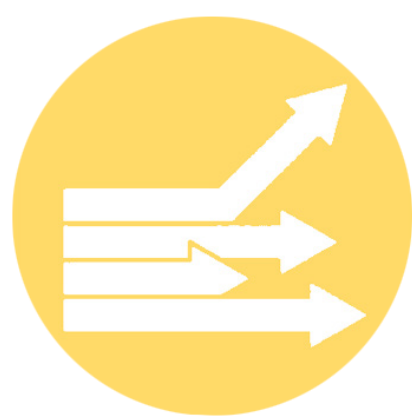
BREEAM es una certificación creada por Building Research Establishment (BRE), en UK en 1990. Está presente de más de 90 países con más de 500 mil edificios certificados. Hay diferentes versiones adaptadas al idioma y normativa de diferentes países. El uso de baldosas cerámicas en los proyectos puede ayudar a obtener puntos en los diferentes ámbitos de análisis. A continuación se presentan los resultados agregados por categorías de análisis para la guía BREEAM_ES Vivienda y Nueva Construcción:



Coste del ciclo de vida y planificación de la vida útil

Promueve el cálculo del coste del ciclo de vida del edificio, con el fin de mejorar su diseño, su funcionamiento y mantenimiento. Para ello propone analizar la información sobre los costes de inversión en aras de promover una economía sostenible.

La alta durabilidad de los materiales cerámicos frente a otros materiales alternativos reduce significativamente el impacto ambiental y los costes asociados a su uso y mantenimiento.



Puesta en servicio y entrega

Promueve la planificación adecuada de la entrega y puesta en marcha de las instalaciones, incluyendo un requisito de la envolvente. En relación a la envolvente térmica, se requiere “La integridad de la envolvente del edificio, incluyendo la continuidad del aislamiento, los puentes térmicos y las posibles fugas de aire se asegura mediante un test de permeabilidad al aire y una inspección termográfica post-construcción”. Para ello, se tiene que realizar un test de permeabilidad al aire de la envolvente y una inspección termográfica.

La fachada ventilada cerámica puede ayudar a cumplir los requisitos de este crédito, ya que confiere resistencia a la humedad, al agua y a grandes variaciones térmicas.



Calidad del aire interior

Incentiva un espacio interior saludable a través de diferentes estrategias. Una de ellas exige bajos niveles de emisión de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's) en productos y se exige la medición de formaldehído y COV's Totales en la post construcción.

Las baldosas cerámicas están exentas de emisión de formaldehído y de COV's, por lo que su uso contribuye a la consecución del propósito de estos requisitos. Además, existen soluciones integrales con materiales auxiliares de bajas emisiones que garantizan el cumplimiento del sistema completo.



Confort Térmico

Promueve edificios que garanticen el confort térmico para los ocupantes del edificio.

Las propiedades térmicas de las baldosas cerámicas, en combinación con sistemas de distribución de calor por inercia como los suelos, paredes o techos radiantes, pueden contribuir a mejorar el confort térmico de los espacios. La alta inercia térmica de las baldosas cerámicas permite que el calor se transfiera superficialmente de manera uniforme, permitiendo una temperatura estable a lo largo del tiempo.



Eficiencia Acústica

Garantiza que la eficiencia acústica del edificio cumple con los estándares adecuados según su uso.

Los revestimientos cerámicos son compatibles con los sistemas de pavimentos técnicos y pavimentos sobreelevados, los cuales permiten la instalación de láminas anti-impacto y contribuyen con la eficiencia acústica de los espacios.



Eficiencia energética

Promueve edificios con mínima demanda energética, a fin de disminuir el consumo de energía primaria y las emisiones de CO₂.

El uso de baldosas cerámicas en soluciones como fachadas ventiladas, protecciones solares, suelos sobreelevados cerámicos para cubiertas, entre otros contribuye a la mejora energética debido, sobre todo, a su inercia térmica característica. Además, las baldosas cerámicas no requieren el uso de energía en su mantenimiento, lo que permite un alto ahorro energético en su fase de uso.



Impactos del ciclo de vida

Impulsa el análisis del ciclo de vida del edificio y la especificación de materiales de construcción con un impacto ambiental bajo en todo el ciclo de vida del edificio.

Entre los distintos tipos de pavimentos encontrados en el mercado, la baldosa cerámica es la que demuestra mejores resultados en los impactos de Potencial de Calentamiento Global (GWP), Acidificación (AP), Agotamiento de Recursos Abióticos (ADP), Eutrofización (EP) y Formación de Ozono Troposférico (ODP), sobre todo debido a su alta durabilidad (50 años).
hacen pública esta información sobre sus productos.



Aprovisionamiento responsable de materiales o productos de la construcción

Impulsa el aprovisionamiento responsable de los productos de construcción.

- *Materiales de origen reutilizado o reciclado,*
- *Sistema de gestión ambiental (SGA),*
- *BES6001 Framework Standard for Responsible Sourcing.*

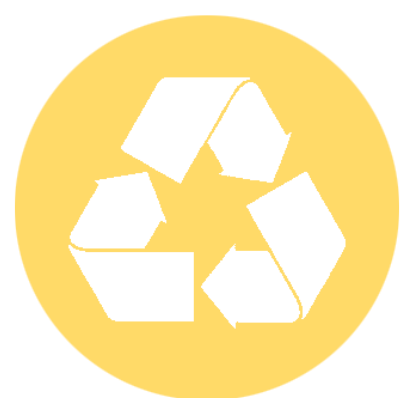
La transparencia en cuanto al origen de las materias primas es una práctica cada vez más extendida en el sector y muchos fabricantes hacen pública esta información sobre sus productos.



Diseño orientado a la durabilidad y resiliencia o Diseño orientado a la protección contra el impacto

Incentivar la protección de los elementos del edificio y del paisajismo para minimizar la frecuencia de sustitución.

Incentiva la alta durabilidad y la resistencia de las baldosas cerámicas es una evidencia contrastada. El uso de pavimentos cerámicos para zonas muy transitadas garantiza que los suelos sean resistentes y de fácil lavado.



Gestión de residuos de construcción y demolición

Promover una gestión eficaz y apropiada de los residuos de construcción.

Las baldosas cerámicas pueden ser fácilmente separables en la obra para ser reutilizada o reciclada. Aunque le queden vestigios de morteros o colas, pueden ser recicladas para obtener nuevos áridos que serán materia prima para otros tipos de materiales, como aglomerados de carretera, entre otros.

WELL Building Standard™ dispone de diferentes esquemas de evaluación y certificación en función de la tipología y uso del edificio. El uso de baldosas cerámicas en los proyectos puede ayudar a obtener puntos en los diferentes créditos WELL:



A01 Calidad del aire (Obligatorio)

Requiere niveles aceptables de calidad del aire. La calidad del aire se ve afectada por la exposición a contaminantes del aire como los Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs), el ozono, las micropartículas, el monóxido de carbono, entre otros.

Los materiales cerámicos son productos inertes y no emisivos que no emiten COV's durante su fase de uso. Hay que prestar atención a los morteros, sellantes y adhesivos necesarios para su instalación. Actualmente en el mercado existen morteros a base de cal, sellantes y adhesivos para productos cerámicos con bajos niveles de emisiones COV's.



A05 Calidad del aire mejorada

Proporciona niveles mejorados de calidad del aire que se han relacionado con una mejora en la salud y el rendimiento humanos según la OMS, la agencia Cal/EPA y la división OEHHA.

En este crédito las baldosas cerámicas pueden ser de especial interés, ya que son productos no emisivos y que, por lo tanto, contribuyen con la calidad de los espacios interiores. Se destaca también el uso de cerámicas fotocatalíticas y otras innovaciones para el control de bacterias, moho y suciedad.



A08 Monitoreo y conciencia de la calidad del aire

Promueve la medición continua de los contaminantes para educar y capacitar a los ocupantes sobre su calidad ambiental.

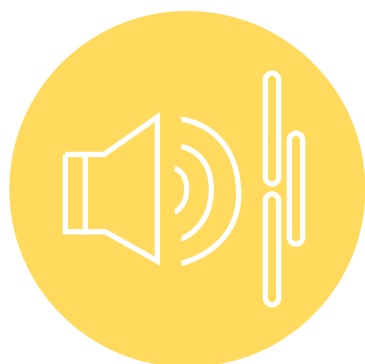
Las nuevas tecnologías cerámicas permiten una mejora de la calidad del aire y, por lo tanto, puede formar parte de la educación y conciencia sobre la calidad ambiental. Las baldosas cerámicas, al ser productos no emisivos, si se instalan con materiales acordes, impactan de manera positiva en la calidad del ambiente interior de los espacios.



T05 Confort térmico radiante

Requiere que los proyectos utilicen sistemas radiantes y sistemas de ventilación controlados de forma independiente.

Las baldosas cerámicas presentan grandes propiedades y ventajas térmicas en relación a otros materiales, especialmente cuando utilizados en combinación con sistemas de distribución por inercia, como los suelos, paredes o techos radiantes. La alta inercia térmica de las baldosas cerámicas permite que el calor se transfiera superficialmente de manera uniforme, permitiendo una temperatura estable a lo largo del tiempo.



S03 Barreras de sonido

S03 Barreras de sonido

Garantiza un confort acústico adecuado en los espacios mediante la interposición de barreos de sonido adecuadas.

Los acabados cerámicos, por su elevada densidad y compacidad, son elementos que funcionan muy bien para el tratamiento acústico en las frecuencias más bajas del rango de la baja frecuencia (por debajo de los 85 Hz). Estos acabados cerámicos han de ir acompañados de aislamientos acústicos para configurar un elemento que funcione como una adecuada barrera acústica en diferentes frecuencias.



S07 Gestión del ruido de impacto

Requiere que los proyectos gestionen los niveles de ruido de fondo mediante el diseño de suelos resilientes y otras técnicas de mitigación del ruido de impacto.

Las baldosas cerámicas son compatibles con los sistemas de pavimentos técnicos y pavimentos sobreelevados, los cuales permiten la instalación de láminas anti-impacto. La reducción del ruido está fuertemente influenciada por el tipo de instalación (recubrimiento adherido o flotante) y por los materiales acoplados a las baldosas.



X05 Restricciones de material mejoradas

Minimiza la exposición a ciertos químicos, limitando la presencia de los retardantes de llama halogenados (HFR), las sustancias per y polifluoroalquiladas (PFAS) y los ortoftalatos.

Las baldosas cerámicas ayudan a cumplir con este crédito, ya que por su propia naturaleza son materiales ignífugos, haciendo con que el uso de retardantes de llama sea innecesario.



X06 Restricciones de COV's

Busca minimizar el impacto de los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's) emitidos por los productos en la calidad del aire interior.

Las baldosas cerámicas son productos naturalmente libres de COV's, por eso cumple automáticamente con este crédito.



M07 Espacios restaurativos

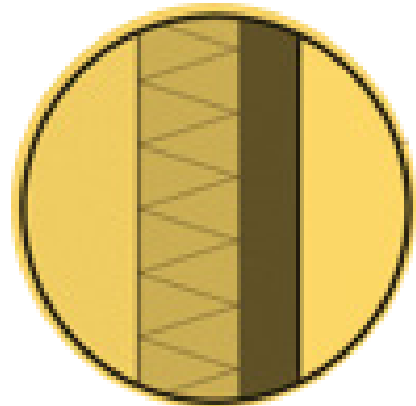
Apoya el acceso a espacios que promueven el alivio de la fatiga mental y el estrés a través de un ambiente interior o exterior con determinadas características, dentro de las cuales se destaca la incorporación de materiales con colores, texturas y formas que promuevan el bienestar.

Las baldosas cerámicas cuentan con una amplia posibilidad de customización, permitiendo diseños, colores, texturas y formas que imitan los patrones de la naturaleza y promuevan el bienestar en las personas.

Passivhaus



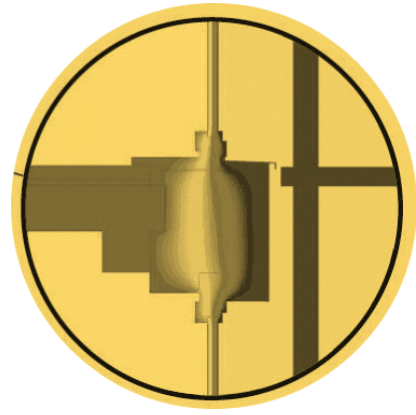
El estándar Passivhaus está enfocado en reducir al máximo el consumo de energía de las edificaciones manteniendo altos niveles de confort en su interior. El uso de productos cerámicos en los proyectos puede ayudar a conseguir un edificio certificado Passivhaus:



Alto aislamiento e inercia térmica

Permite lograr una envolvente con una transmitancia térmica muy baja.

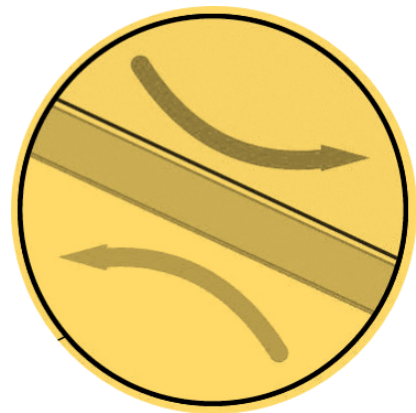
La cerámica es un material que, a pesar de no contar con una transmitancia térmica especialmente baja, sí es un material de gran inercia térmica. El uso de baldosa cerámica en acabados interiores y exteriores de la envolvente contribuirá a retrasar las pérdidas energéticas y a regular la temperatura interior, especialmente interesante para climas con grandes variaciones térmicas. Asimismo, su elevada inercia térmica hace que funcione muy bien en combinación con sistemas de climatización con distribución radiante, tales como suelos, techos y paredes radiantes, permitiendo la distribución homogénea y pausada del calor en los interiores.



Soluciones sin puentes térmicos

Los puentes térmicos son puntos de la envolvente donde la transmitancia térmica es mayor, produciéndose en ellos una pérdida energética considerable.

Los acabados cerámicos verticales, tanto interiores como exteriores, son lo suficientemente ligeros como para colocarse habitualmente sin subestructura portante, la cual es habitualmente causante de puentes térmicos que reducen la eficiencia de la envolvente. Cuando estos acabados cerámicos van integrados en fachadas ventiladas que sí requieren de subestructura portante, se pueden integrar con soluciones estructurales específicas que reducen casi por completo estos puentes térmicos: son sistemas de clips de fibra de vidrio, clips con ruptura de puente térmico o sistemas de montantes de acero galvanizado colocados sobre el aislamiento y sujetos al paramento a través de anclajes puntuales que apenas interrumpen la barrera térmica del edificio.



Soluciones estancas

Para lograr una edificación de máximo rendimiento energético es fundamental garantizar la estanqueidad al aire exterior, es decir, minimizar las infiltraciones.

Los acabados cerámicos, por su composición y tratamiento superficial, son habitualmente materiales estancos al paso del aire que pueden contribuir a la composición de la barrera presurizada del edificio. Para lograr tal efecto es preferible utilizar grandes elementos cerámicos que minimicen la presencia de juntas en el despiece. Las juntas han de ser estancas al aire y se recomienda acompañar este tipo de solución con una barrera de aire.

5. La baldosa cerámica en las certificaciones de producto

La certificación de productos permite demostrar que un fabricante produce productos que cumplen con determinados requisitos de calidad, seguridad y medioambientales.

Tener la acreditación de una entidad certificadora permite distinguir el producto para generar más confianza en la marca y en la calidad que representan.



Además, cuando un fabricante apuesta por la certificación de un producto, demuestra su compromiso con la transparencia de información en la industria de los materiales de construcción y permite a los profesionales y consumidores finales la toma de decisión de una manera informada.

Para valorar los requisitos que las certificaciones de producto exigen a las baldosas cerámicas, se han revisado los estándares más reconocidos y con mayor implementación a nivel mundial: Cradle to Cradle Certification, EU Ecolabel, Greenguard Certification e Indoor Air Quality Product Performance Standard for Building Interiors.

Todas estas certificaciones de producto son reconocidas y pueden otorgar puntos a diferentes programas de certificación de edificación sostenible.

Cradle to Cradle Certified®



Se trata de un programa multi-atributo de reconocimiento internacional desarrollado por el Cradle to Cradle Products Innovation Institut. Evalúa los productos y su proceso de fabricación dentro de las perspectivas de la salud, circularidad y responsabilidad corporativa. Está considerado como preferente en programas de compra pública y otorga puntos en las principales certificaciones de edificación verde, como LEED, BREEAM y DGNB. El C2C Certified® evalúa el producto dentro de 5 categorías: Salud de los materiales, Circularidad del producto, Aire limpio y protección del clima, Gestión del agua y del suelo y Justicia social. Cada una de las categorías puede ser valorada en Bronce, Plata, Oro y Platino y el nivel de certificación global coincide con la puntuación más baja alcanzada en cualquiera de las categorías.



Salud de los materiales

Evalúa el impacto de los ingredientes de los productos en la salud humana y en el medio ambiente.

Al ser un material natural compuesto por minerales inorgánicos y agua y cocido a altas temperaturas, las baldosas cerámicas están libres de emisiones COV's, de toxicidad y de cualquiera sustancia restringida del programa. En cuanto a los esmaltes, tintas y fritas, se analiza caso a caso sobre todo las posibles concentraciones de metales pesados. Si bien, la industria española de la baldosa cerámica cumple con las normas más exigentes respecto al uso de sustancias tóxicas en los acabados de sus productos.



Circularidad del producto

Evalúa el diseño de los productos para que puedan ser degradados (nutrientes biológicos) o reciclados (nutrientes técnicos) en ciclos continuos.

El sector presenta altas tasas de reciclabilidad de la materia prima en el proceso productivo y la baldosa cerámica puede ser fácilmente reutilizada o reciclada al final de su vida útil. La gestión de este material al final de su vida útil dependerá principalmente de si está libre de colas y morteros. Si la reutilización no es posible, se puede utilizarla como materia prima para otros tipos de materiales, como los aglomerados de carreteras, etc.



Aire limpio y protección del clima

Evalúa el uso de los recursos energéticos con los que se fabrica el producto y sus respectivas emisiones de GEI.

La industria apuesta por medidas de eficiencia energética y optimización del uso de combustibles en la fabricación de las baldosas cerámicas. Además, muchos fabricantes cuentan con Declaraciones Ambientales de Producto (DAP), lo que aporta en la valoración de este requisito.



Gestión del Agua y del Suelo

Evalúa si los procesos están diseñados para considerar el agua y el suelo como recursos valiosos para todos.

El sector cuenta con el tratamiento y recuperación de prácticamente un 100% del agua que se mantiene en el ciclo de producción, no generando impacto negativo en la contaminación del suelo ni de las aguas.



Justicia Social

Mide el desempeño de la empresa con relación a su compromiso con los derechos humanos y los posibles riesgos.

Las empresas demostrarán que fomentan un entorno de trabajo diverso, inclusivo y comprometido con la equidad social. En este caso, cabrá a cada fabricante del sector de las baldosas cerámicas debe comprobar que cumple con este requisito.

EU Ecolabel



Programa de certificación desarrollado por la Comisión Europea para reconocer los productos diseñados de forma sostenible. Tiene el objetivo de fomentar la innovación, la economía circular y la contribución hacia la neutralidad climática de la Unión Europea para 2050. Las baldosas cerámicas son evaluadas dentro de la categoría “revestimientos rígidos”, formulada para cumplir con los criterios más relevantes de los principales programas de edificación verde internacionales y aplicados en Europa, tales como LEED, BREEAM, HQE, DGNB y VERDE.

Los criterios evaluados contemplan los principales impactos ambientales generados a lo largo del ciclo de vida de los productos. En la categoría de productos “revestimientos rígidos” se incluyen criterios obligatorios y criterios optativos que, juntos, pueden alcanzar la puntuación máxima de 100, siendo la mínima aceptable de 50.

Criterios Generales

El cumplimiento de los criterios generales está relacionado con la conformidad normativa del Parlamento Europeo, regulaciones locales de las actividades del fabricante relativas al producto que se quiera certificar y pautas específicas de la certificación EU Ecolabel. Son analizados tópicos como:

Extracción de minerales industriales y de construcción,

Sustancias restringidas,

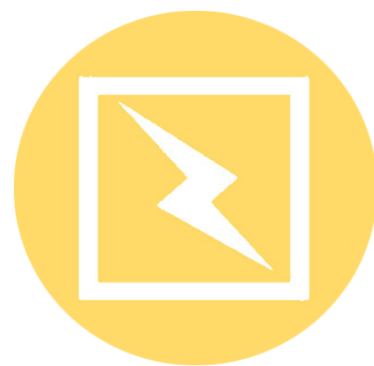
Emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's),

Aptitud para el uso,

Información para los usuarios.

Por tratarse de criterios básicos y esenciales para la certificación, se considera que, tanto las baldosas cerámicas como el fabricante que busca la certificación de su producto, cumplen o cumplirán sustancialmente con cada uno de ellos.

Criterios Específicos



Consumo de combustible para el secado y la cocción – hasta 20 puntos

Establece restricciones al uso de combustibles fósiles como el coque de petróleo, fuel ligero ni fuelóleo pesado, así como límites para el consumo de otros combustibles.

El sector español de las baldosas cerámicas usa el gas natural como combustible desde 1985 y cuenta con hornos de alta eficiencia y sistema de cogeneración de energía a fin de reducir su consumo.



Emisiones de CO₂ – hasta 25 puntos

Establece límites para las emisiones de CO2 asociadas a los procesos de combustión y de secado y cocción.

Las medidas de adopción de hornos de alta eficiencia, de la cogeneración de alta eficiencia y del uso de combustibles más limpios facilitan el cumplimiento de este criterio.



Consumo de agua de proceso

Exige un sistema de reciclado completo de aguas residuales en circuito cerrado, suprimiendo los vertidos líquidos.

El sector ya cuenta con un sistema de tratamiento y recuperación de 100% del agua no evaporada remanente en el proceso productivo.



Emisiones atmosféricas de polvo, HF, NOx y Sox – hasta 40 puntos

Establece límites y evalúa las medidas para reducir las emisiones de polvo de las operaciones específicas.

La industria de la baldosa cerámica se adapta a los rigurosos estándares que exigen la minimización de las emisiones de polvo asociados a sus procesos productivos.



Gestión de aguas residuales

Requiere que las aguas residuales del proceso de fabricación sean tratadas in situ y reutilizadas o vertidas localmente de modo seguro.

Como explicado anteriormente, el sector ya cuenta con un sistema de tratamiento y recuperación de 100% del agua no evaporada remanente en el proceso productivo, alcanzando el “vertido cero”.



Reutilización de residuos de proceso – hasta 10 puntos

Analiza el tipo y la cantidad de los residuos generados durante el proceso productivo. Al menos 90% de los residuos deben reincorporarse a procesos de producción.

La industria de la baldosa cerámica ya reutiliza el 100% de los residuos de arcillas no quemadas y gran parte de los de arcillas cocidas y también recupera lodos y polvos del proceso productivo.



Esmaltes y tintas

Analiza la formulación del esmalte o la tinta aplicado sobre la baldosa cerámica y se establecen límites de contenido de metales pesados.

El sector se empeña en reducir el uso de plomo y cadmio en las formulaciones de esmaltes y tintas desde hace años, así que normalmente ya cuentan con bajo contenido de estos metales.

Desde hace años, en las formulaciones de esmaltes y tintas se cuenta con bajo contenido de metales pesados, como el plomo y el cadmio.

Greenguard Certification



Programa de certificación promovido por UL, multinacional de consultoría y certificación que evalúa los productos a fin de comprobar que cumplen con rigurosos estándares de seguridad y calidad. Tiene el objetivo de reconocer los productos que ayudan a reducir la contaminación del aire interior y el riesgo a la exposición química y es reconocido por los programas de edificación verde como LEED v4, WELL, BREEAM. La baldosa cerámica es analizada dentro de la categoría de “Materiales de construcción y acabados interiores”, donde se evalúan los niveles de emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV’s), carcinógenos y toxinas reproductivas. El programa está dividido en dos niveles de certificación, el GREENGUARD y el GREENGUARD GOLD, cuya diferencia consiste básicamente en los límites y tiempos de emisiones de estas sustancias químicas.



Greenguard

- Evalúa el producto dentro de una gama de más de 75.000 químicos, incluidos los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's), carcinógenos y toxinas reproductivas.
- Se exige la realización de un test de emisiones de COV's en el que los valores límites de emisiones establecidos por el programa para el periodo de 168 horas (7 días) se cumplan.



Greenguard Gold

- Se incluyen criterios basados en la salud para productos químicos adicionales y también requiere niveles más bajos de emisiones totales de COV's para ayudar a garantizar que los productos sean aceptables para su uso en entornos como escuelas e instalaciones médicas.
- Se exige la realización de un test de emisiones de COV's en el que los valores límites de emisiones establecidos por el programa se cumplan en un periodo entre 168 horas (7 días) y 336 horas (14 días). El cumplimiento puede lograrse en puntos de tiempo anteriores a 336 horas, siempre que se demuestre que las emisiones ya han alcanzado su punto máximo. Todos los productos deben cumplir con los requisitos de GREENGUARD antes de ser elegibles para GREENGUARD Gold.

La composición de materias primas naturales de las baldosas cerámicas sumada a la neutralidad de emisiones COV's, hace con que este material cumpla fácilmente con los criterios más estrictos de esta certificación. La atención mayor recae sobre el uso de metales pesados en los productos esmaltados y decorados.

Indoor Air Quality Product Performance Standard for Building Interiors



Se trata de un estándar desarrollado por el SCS Global Services y se dedica a evaluar en qué nivel tanto los materiales de construcción como los muebles para espacios interiores afectan a la calidad del aire interior (IAQ). Tiene el objetivo de promover espacios seguros y saludables para las personas y de conferir transparencia y credibilidad a los fabricantes que priman por productos que contribuyen con la calidad del aire interior.

El estándar es reconocido por programas de edificación verde como LEED v4, WELL, BREEAM, CHPS y Green Globes.

Dentro del análisis del impacto de los materiales de construcción a la calidad del aire interior, las baldosas cerámicas son contempladas en dos certificaciones diferentes del SCS Global Services: el FloorScore y el Indoor Advantage™ Gold – Building Materials, ambos basados en el Método Estándar V1.2 del CDPH/EHLB (California Department of Public Health / Environmental Health Laboratory Branch).



FloorScore

Evalúa las emisiones COV's de los pavimentos para interiores con base en lo que se establece en el Método Estándar V1.2 CDPH/EHLB para los escenarios de oficinas y aulas escolares.



Indoor Advantage™ Gold – Building Materials

Evalúa las emisiones COV's de los materiales de construcción para interiores con base en lo que se establece en el Método Estándar V1.2 CDPH/EHLB para los escenarios de oficinas, aulas escolares y/o viviendas.

Considerando que los productos cerámicos son materiales naturalmente libre de emisiones COV's, la evaluación según los criterios de ambas certificaciones es bastante plausible. Por reconocer esta característica intrínseca de la cerámica, tanto la certificación FloorScore®, como la Indoor Advantage™ Gold exigen un test de emisiones COV's cada cuatro años para este material, en vez de dos, como para los demás. El factor diferencial para estas certificaciones está en el análisis del control de calidad del fabricante y en la auditoría in situ del proceso de fabricación del producto que se desea certificar

6. Alineamiento de la industria cerámica española con la Agenda ONU 2030





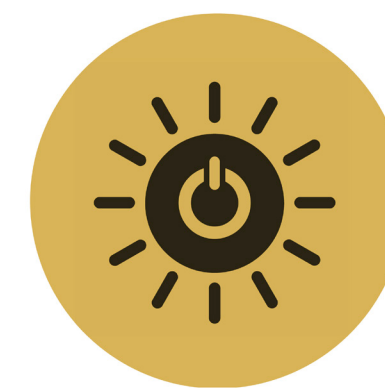
Salud y bienestar

Material naturalmente libre de toxicidad y de emisiones COVs. No transmite olores y su carácter impermeable e inocuo le hace más higiénico, antialérgico y aséptico.



Agua limpia y saneamiento

Recurso usado como materia prima, refrigerante y agente de limpieza en el proceso de fabricación de baldosas cerámicas. Se reutiliza el 100% del agua residual, alcanzando el “vertido cero”.



Energía asequible y no contaminante

Gas natural usado como principal combustible en el proceso productivo, sumado a la cogeneración de energía de alta eficiencia, redundando en la reducción de las emisiones globales de CO₂.



Trabajo decente y crecimiento económico

El sector cuenta con casi un 90% de sus plantillas con contrato laboral indefinido y baja temporalidad. Para cada empleo directo generado, se aporta 2,8 empleos adicionales a la economía española.



Industria, Innovación e Infraestructura

Apuesta por la tecnología y por la realización de proyectos basados en la I+D+i, sumada a la constante inversión de proyectos sectoriales impulsados por instituciones especializadas.



Producción y consumo responsables

Reintroducción de cerca del Re-introducción de cerca del 100% de los residuos generados en el proceso de fabricación, posibilitando la valorización de los remanentes y la reducción de la necesidad de materia prima virgen. Su durabilidad y largo ciclo de vida evita reposiciones y el consumo innecesario.



Acción por el clima

Reducción de las emisiones del
Reducción de las emisiones del sector cerámico español en un 60% respecto al año 1980 principalmente gracias a la adopción del gas natural como combustible y del sistema de cogeneración de energía. Adicionalmente, innovaciones para utilizar menos material posible manteniendo las mismas características (baldosas finas de gran formato).

Notas metodológicas

Estudio comparativo:

Para el desarrollo de este estudio se ha utilizado el Análisis de Ciclo de Vida realizado para la producción de 1m² de baldosa cerámica cubierta por la Declaración Ambiental de Producto Ambiental de Producto sectorial de recubrimientos cerámicos españoles con una validez hasta el 2024.

Como punto de partida se ha establecido el escenario 0, el cual contiene los datos del Análisis de Ciclo de vida inicial, y a partir de aquí se han construido el resto de escenarios. Se han creado los modelos de los distintos escenarios con el software Simapro 9.1, y se han ido modificando los parámetros según las condiciones descritas a continuación para cada escenario. Esto permite obtener las emisiones de gases de efecto invernadero equivalentes a cada uno de ellos y ofrece una idea de que estrategia generará un mayor ahorro de CO₂ al sector y por lo tanto, permitirá alcanzar antes los objetivos propuestos por la Unión Europea.

A continuación se muestran los criterios se asignación de puntos para cada indicador

Material	Circularidad	Puntos	Vida útil estimada	Puntos	Factor de emisión [tn CO2 eq/ tn producto]	Puntos	Coste (€)	Puntos
Baldosa cerámica	41%	3	50	5	0,613	2	37€/m2	2
Vinilo de Lujo						5		
Moqueta	93%	5	10	1	1,50	4	95€/m2	4
Madera	70%	4	20	2	0,242	1	118€/m2	5

Años de vida útil	Puntos
Entre 10-15	1
Entre 16-20	2
Entre 21-25	3
Entre 26-30	4
Más de 30	5

Años de vida útil	Puntos
Entre 0-5	1
Entre 6-10	2
Entre 11-15	3
Entre 16-20	4
Mayor de 20	5

Circularidad	Puntos
Entre 0-20%	1
Entre 21-40%	2
Entre 41-60%	3
Entre 61-80%	4
Mayor de 80%	5

Glosario de siglas y términos

Análisis de ciclo de vida: La evaluación del ciclo de vida (ACV) es una herramienta para la evaluación sistemática de los aspectos ambientales de un producto o sistema de servicio en todas las etapas de su ciclo de vida.

Best Available Technology (BAT) o Mejor tecnología disponible (MTD): la mejor tecnología disponible para lograr un alto nivel general de protección ambiental, desarrollada a una escala que permite la implementación en la clase de actividad relevante en condiciones económicamente viables.

Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's): Hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiente normal o que son muy volátiles a dicha temperatura. Se clasifican en tres niveles de peligrosidad para la salud de las personas y para el medioambiente, desde extremadamente peligrosos hasta con menor impacto. Pueden entrar en el organismo humano a través de las vías respiratorias o de la piel y se bioacumulan en el organismo. Sus efectos a la salud se reflejan en problemas respiratorios, irritación de ojos y garganta, mareos, irritabilidad, dificultad de concentración, etc. A largo plazo pueden causar daños renales, al hígado o al sistema nervioso central o incluso tener efecto cancerígeno.

Declaración Ambiental de Producto (DAP): Ecoetiqueta tipo III, según la norma ISO 14020. Proporciona información cuantificada, relevante, objetiva y verificada sobre los impactos ambientales que comporta un producto a lo largo de su Ciclo de Vida (ACV).

Gases de Efecto Invernadero (GEI): Componentes gaseosos de la atmósfera, naturales o antropogénicos, que absorben y emiten radiación por la atmósfera y por las nubes, ocasionando efecto invernadero. Los gases de efecto invernadero primarios de la atmósfera terrestre son el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y el ozono (O₃). Además del CO₂, N₂O y CH₄ añadidos por la actividad humana, la atmósfera contiene cierto número de gases de efecto invernadero de origen enteramente antropogénico, como los halocarbonos u otras sustancias que contienen cloro y bromo, junto con el hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC).

REACH: Reglamento de Registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias químicas es un reglamento comunitario europeo de 18 de diciembre de 2006.

Referencias

- A European Green Deal: Striving to be the first climate-neutral continent. (n.d.). Retrieved November 30, 2021, from https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
- ASCER (Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos). (n.d.). Cerámica y construcción sostenible.
- ASCER (Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos). (2021a). El sector azulejero español desarrolla una etiqueta ecológica (DAP) sectorial.
- ASCER (Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos). (2021b). Evolución de las emisiones de CO2 del sector español de baldosas cerámicas.
- BREEAM ES Nueva Construcción 2015. Edificios no residenciales: Manual Técnico, (2015).
- BREEAM ES Vivienda 2020: Manual técnico, (2020).
- Cerame-Unie A.I.S.B.L (European Ceramic Industry Association). (2020). Circular Economy & Sustainability: Best practices from the ceramic industry.

- Cerámica en la construcción: La investigación, el futuro. (2021). Promaterials, 58–71.
- Cradle to Cradle Certified® Product Standard Cradle to Cradle Certified® Product Standard, Version 4.0, Cradle to Cradle Products Innovation Institute, 1 July 2021, released 16 March 2021.
- Cradle to Cradle User Guidance Cradle to Cradle Certified® Product Standard, Version 4, User Guidance – Draft, Cradle to Cradle Products Innovation Institute, last revised on 18 October 2019.
- Decisión (UE) 2021/476 de la Comisión de 16 de marzo de 2021 por la que se establecen los criterios para la concesión de la etiqueta ecológica de la UE a revestimientos rígidos, Diario Oficial de la Unión Europea L99/37 (2021).
- Diputació de Castelló, AICE, ITC, & Universitat Jaume-I. (2020). El sector cerámico frente a la transición ecológica.
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). Circularity Indicators: An Approach to Measuring Circularity. Ellen MacArthur Foundation.
- EC-JRC. (2012). Product Environmental Footprint (PEF) Guide. European Commission Joint Research Centre.
- Ecoinvent ecoinvent, Zurich, Switzerland, database version.
- EN 15804 Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products; German version EN 15804:2012+A2:2019.
- Informe de tecnologías de descarbonización para la Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos. Mayo 2021

- International WELL Building Institute (IWBI). The WELL Certification guidebook (2014).
- ISO 14040 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework,
- ISO 14040:2006-2007 ISO 14025 Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations - Principles and procedures (ISO 14025:2006); German and English version EN ISO 14025:2011.
- La industria cerámica consigue reducir hasta un 24% las emisiones de CO2 gracias al empleo de nuevas tecnologías. (2021). CIC Construcción, 6.
- Levasseur, A., Lesage, P., Margni, M., Deschênes, L., & Samson, R. (2010). Considering time in LCA: Dynamic LCA and its application to global warming impact assessments. Environmental Science and Technology. <https://doi.org/10.1021/es9030003>.
- Spain Green Building Council. LEED v4 para diseño y construcción de edificios, (2014).
- Martin Bechthold, Anthony Kane, & Nathan King. (2015). Material Flows: Life Cycle Aspects. In A. Müller (Ed.), Ceramic Material Systems: in Architecture and Interior Design (pp. 56–61).
- Martins, F. F., & Castro, H. (2020). Raw material depletion and scenario assessment in European Union – A circular economy approach. Energy Reports. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2019.08.082>.
- Moraga, G., Huysveld, S., De Meester, S., & Dewulf, J. (2021). Development of circularity indicators based on the in-use occupation of materials. Journal of Cleaner Production. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123889>.

- Passivhaus Institut. Criterios y algoritmos para componentes certificados Passivhaus: Sistemas constructivos opacos, (2016).
- Passivhaus Institut. Información, criterios y fórmulas para Certificación de Componentes Passivhaus: Componentes transparentes y elementos practicables en la envolvente térmica., (2017).
- PEF Pilot Guidance Guidance for the implementation of the EU Product Environmental Footprint (PEF) during the Environmental Footprint (EF) pilote phase, version 5.2, European Commission, February 2016.
- Plaza, M. (n.d.). El nuevo escenario energético para la industria cerámica. Nuevo Azulejo, 214, 28–31.
- Recubrimientos cerámicos españoles. Declaración Ambiental de Producto. Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos (ASCER).
- Ros-Dosdá, T., Celades, I., Vilalta, L., Fullana-i-Palmer, P., & Monfort, E. (2019). Environmental comparison of indoor floor coverings. Science of the Total Environment, 693. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.325>
- Santiago, E., General, M.-S., Hispalyt, D., Ribas, A., & Técnico De Hispalyt, S.-A. (n.d.). Artículo Técnico Arquitectura con cerámica: ambiente saludable y confortable.
- SCS Global Services. Indoor Air Quality Product Performance Standard for Building Interiors, v4.0 (2017).
- TCNA (Tile Concil of North America, Inc.). (2019). Tile is the natural choice. www.TileTheNaturalChoice.com/LEED.html.

- UL. UL 2818. GREENGUARD Certification Program For Chemical Emissions For Building Materials, Finishes And Furnishings (2013).
- UL. UL 2821. GREENGUARD Certification Program Method for Measuring and Evaluating Chemical Emissions From Building Materials, Finishes and Furnishings (2013).
- New Circular Economy Action Plan – EU Green Deal – European Commission. March, 2020
- Rambaldi, E. (2021). Pathway towards a High Recycling Content in Traditional Ceramics. *Ceramics*, 4(3), 486–501.
- Zanelli, C., Conte, S., Molinari, C., Soldati, R., & Dondi, M. (2021). Waste recycling in ceramic tiles: a technological outlook. In *Resources, Conservation and Recycling* (Vol. 168).

