

COMPARATIVA AMBIENTAL Y ECONÓMICA DEL CICLO DE VIDA DE CUBIERTAS PLANAS

Septiembre de 2013

**AUTOR
Héctor Fayos Ortega**

**DIRECTORA
María Dolores Bovea Edo**

**Máster en Eficiencia Energética y Sostenibilidad en Instalaciones
Industriales y Edificación**



Universitat Jaume I

ÍNDICE

1.- ANTECEDENTES	3
2.- OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.....	5
2.1.- Objetivos del proyecto	5
2.2.- Metodología	5
3.- ESTADO DEL ARTE	7
3.1.- Marco normativo de la evaluación ambiental de producto	7
3.2.- Metodología de Análisis del Ciclo de vida (ACV).....	8
3.2.1.- Definición de ACV	8
3.2.2.- Etapas del ACV.....	9
3.2.2.1 Etapa I: Definición de objetivos y alcance	9
3.2.2.2 Etapa II: Análisis de inventario	10
3.2.2.3 Etapa III: Evaluación del impacto ambiental	12
3.2.2.4 Etapa IV: Interpretación de los resultados.....	17
3.3.- Revisión bibliográfica	19
3.3.1.- Fichas de artículos	19
3.3.2.- Clasificación de artículos	34

4.-	SISTEMAS CONSTRUCTIVOS A ESTUDIO	37
4.1.-	Introducción	37
4.2.-	Cumplimiento del Código Técnico de la Edificación	38
4.3.-	Descripción de las tipologías a analizar	41
5.-	ANÁLISIS AMBIENTAL. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ACV.....	60
5.1.-	Etapa I. Definición de objetivos y alcance	60
5.2.-	Etapa II. Análisis de inventario	63
5.2.1.-	Justificación de datos de inventario.....	63
5.2.2.-	Modelado del inventario	90
5.3.-	Etapa III. Evaluación del impacto ambiental.....	105
5.3.1.-	Elementos obligatorios.....	105
5.3.2.-	Elementos opcionales	139
5.4.-	Etapa IV. Interpretación de los resultados	147
6.-	ANÁLISIS ECONÓMICO	154
6.1.-	Justificación de datos económicos.....	154
6.2.-	Evaluación económica.....	168
7.-	CONCLUSIONES	172
8.-	LÍNEAS FUTURAS	176
9.-	ANEXOS	178
9.1.-	Materiales	178
9.2.-	Transporte	190
9.3.-	Colocación	191
10.-	BIBLIOGRAFÍA	192

1.- ANTECEDENTES

Las sociedades industrializadas tienen una deuda pendiente con el medio ambiente debido al impacto que en éste ha producido la industria de la Construcción, en el marco de la Revolución Industrial. Es cierto que esta revolución ha supuesto un cambio importante en la fabricación de materiales de construcción, ya que antiguamente los materiales eran naturales, procedentes del entorno, simples y adaptados a las condiciones climatológicas del territorio donde se realizaba la edificación.

Como consecuencia de este cambio, ha aumentado la distancia entre la obtención de materias primas y la ubicación de su fabricación o construcción, se ha producido un agotamiento de los recursos naturales próximos y ha aumentado la emisión de contaminantes derivados de la industria de la Construcción.

Igualmente, debido a la gran demanda de materiales de construcción a mediados del siglo XX, ha sido necesario extraer y procesar gran cantidad de materias primas, elaborar nuevos materiales y tratar una mayor cantidad de residuos de construcción y demolición, con el debido coste energético.

Sin embargo, la industria de la Construcción tiene como reto prioritario el uso de materiales de construcción de bajo impacto ambiental, puesto que son los que más repercuten en el medio natural, sin olvidar por ello otros impactos relacionados con el consumo de energía o los residuos. El Reglamento Europeo 305 / 2011 de Productos de la Construcción, fija condiciones para la introducción en el mercado o comercialización de los productos de construcción

estableciendo reglas armonizadas sobre como expresar las prestaciones de los productos de construcción en relación con sus características esenciales y sobre el uso del marcado CE en dichos productos. Los Estados miembros han establecido disposiciones, con inclusión de requisitos, relativas no solo a la seguridad de los edificios y otras obras de construcción, sino también a la salud, durabilidad, economía energética, protección del medio ambiente, aspectos económicos y otros aspectos importantes para el interés público.

La cubierta es el elemento constructivo del edificio, que en general está formada por más materiales diferentes. La cubierta contemporánea está compuesta por diversas capas, principalmente de: acabado y protección, de aislamiento térmico, de estanqueidad, y de formación de pendientes. En la práctica habitual, estas exigencias se resuelven con materiales que tienen un alto grado de independencia y heterogeneidad entre sí.

Normalmente, las pendientes se forman con materiales tradicionales; los aislamientos con materiales plásticos o de origen mineral; la estanqueidad con membranas plásticas o bituminosas; y los materiales de pavimento y acabado son muy variados. Respecto a los materiales de estanqueidad y de aislamiento térmico, la industria que transforma derivados del petróleo tiene una participación muy activa que origina un alto impacto ambiental. Por todo ello, se plantea este proyecto para estudiar los efectos ambientales de seis tipologías constructivas de cubiertas, así como desde un punto de vista económico.

2.- OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1.- Objetivos del proyecto

- Objetivo general:

- Comparar diferentes tipologías desde el punto de vista ambiental y económico de seis tipologías constructivas de cubiertas.

- Objetivos específicos:

- Revisión del estado del arte relativo a metodologías de análisis ambiental aplicados a sistemas constructivos.
- Planteamiento de seis tipologías constructivas de cubiertas, justificando su cumplimiento con la normativa vigente de aplicación técnica y composición de cada uno de los materiales que la componen.
- Análisis y comparativa ambiental y económica de las seis tipologías constructivas de cubierta planteadas.

2.2.- Metodología

Para conseguir estos objetivos, la metodología de investigación que se va a seguir en este Proyecto Fin de Máster es la que se muestra en la Figura 2.1.



Figura 2.1. Metodología de investigación a seguir en el presente PFM.

3.- ESTADO DEL ARTE

3.1.- Marco normativo de la evaluación ambiental de producto

La familia de normas ISO 14000 agrupa un conjunto de normas destinadas a estudiar los aspectos medioambientales en las empresas/productos. Estas normas permiten que cualquier organización industrial o de servicios, de cualquier sector y a nivel mundial, pueda tener control sobre el impacto de sus actividades sobre el ambiente. Esta familia puede clasificarse en dos bloques temáticos, según muestra la Tabla 3.1.

Las normas ISO 14001/04 y las series ISO 14010 e ISO 14030 son normas utilizadas por las empresas para organizar su gestión medioambiental, mientras que las series ISO 14020 e ISO 14040 son normas aplicables a productos y servicios.

Las normas de la serie ISO 14040, relativa a las metodologías de Análisis del Ciclo de Vida (ACV), se centran en el estudio de los aspectos ambientales y los posibles impactos a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto, desde la adquisición de las materias primas hasta su eliminación o recuperación al final de su vida útil, pasando por sus fases de transporte de materias primas, producción, distribución, uso y mantenimiento.

Las normas de la serie ISO 14020 diferencian tres tipos de etiquetado ambiental, cuyo objetivo es estimular la demanda y el suministro de aquellos productos que afectan menos al medio

ambiente, mediante la comunicación de información verificable, precisa y no engañosa relativa a los aspectos ambientales de los mismos.

Tabla 3.1. Estructura de la familia de normas ISO 14000.

ORGANISMOS	PRODUCTOS Y SERVICIOS
<p>Sistemas de Gestión Ambiental</p> <p>14001 Especificaciones y directivas para su uso</p> <p>14004 Directivas sobre principios, sistemas y técn. apoyo</p> <p>Auditorías Ambientales</p> <p>14010 Principios generales</p> <p>14011 Procedimientos auditorías sistemas de gestión ambiental</p> <p>14012 Criterios para certificación de auditores</p> <p>Evaluación del desempeño ambiental</p> <p>14031 Lineamientos</p> <p>14032 Ejemplos de evaluación de desempeño ambiental</p>	<p>Análisis del ciclo de vida</p> <p>14040 Principios y marco de referencia</p> <p>14044 Requisitos y directrices</p> <p>14047 Ejemplos de la aplicación de ISO14044</p> <p>14048 Formato de documentación de datos del análisis</p> <p>Etiquetado ambiental de producto</p> <p>14020 Principios generales</p> <p>14021 Declaraciones ambientales (Tipo II)</p> <p>14024 Etiquetas ecológicas (Tipo I)</p> <p>14025 Autodeclaraciones ambientales (Tipo III)</p>
<p>Términos y definiciones: 14050 Vocabulario</p>	

3.2.- Metodología de Análisis del Ciclo de vida (ACV)

3.2.1.- Definición de ACV

La primera definición consensuada del ACV y más utilizada internacionalmente es la propuesta por la SETAC (Consoli *et al.*, 1993): *ACV es un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando el uso de materia y energía y los vertidos al entorno, para determinar lo que ese uso de recursos y esos vertidos producen en el medio ambiente, y para evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental.*

Posteriormente, con la publicación de la serie de normas ISO 1404X, la norma UNE-EN-ISO 14040 (2006) definió el ACV como una técnica para evaluar los aspectos medioambientales y los potenciales impactos asociados con un producto, mediante:

- La recopilación de inventario de las entradas y salidas relevantes de un sistema.
- La evaluación de los potenciales impactos medioambientales asociados con esas entradas y salidas.
- La interpretación de los resultados de las fases de análisis de inventario y evaluación de impacto de acuerdo con los objetivos del estudio.

El ACV estudia los aspectos medioambientales y los impactos potenciales a lo largo de la vida del producto (de la cuna a la tumba) desde la adquisición de las materias primas hasta la producción, uso y eliminación. El esquema que propone la norma se refleja en la Figura 3.1.

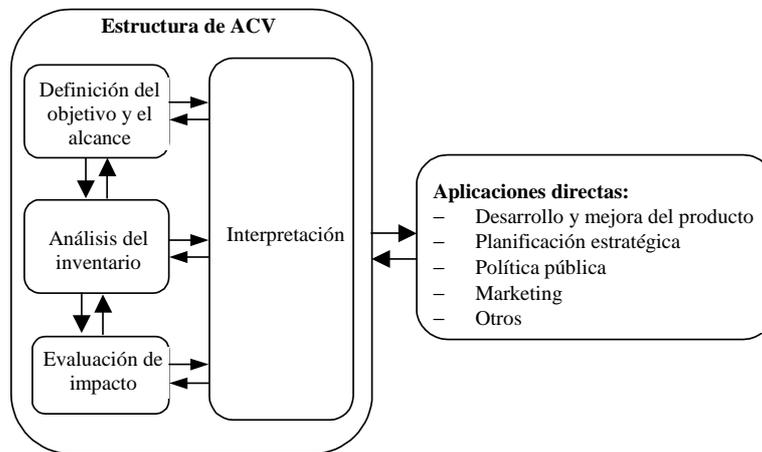


Figura 3.1. Esquema de un ACV según la norma UNE-EN-ISO 14040 (2006).

3.2.2.- Etapas del ACV

3.2.2.1 Etapa I: Definición de objetivos y alcance

La primera etapa en todo ACV es determinar los objetivos y el alcance del estudio. Esta etapa a su vez puede subdividirse en las siguientes fases:

- Definición de objetivos. La definición de objetivos debe incluir de forma clara, cuál es la razón que nos lleva a realizar un estudio de este tipo y el uso que se pretende dar a los resultados. Del mismo modo, esta fase debe establecer la aplicación prevista, las razones para realizar el estudio, el público previsto (las personas a las que se prevé comunicar los resultados del estudio) y si se prevé utilizar los resultados en aseveraciones comparativas que se divulgarán en público.

- Definición del alcance. El alcance define el sistema del producto a estudiar, las funciones del sistema del producto o en caso de estudios comparativos, los sistemas, la unidad funcional, los límites del sistema, los procedimientos de asignación, las categorías de impacto seleccionadas y la metodología de evaluación del impacto, y la subsecuente interpretación a utilizar, los requisitos relativos a los datos, las suposiciones, las limitaciones, los requisitos iniciales de calidad de los datos, el tipo de revisión crítica (si la hay) y el tipo y formato del informe requerido para el estudio. El alcance debe definirse de forma que se asegure que la profundidad del estudio es compatible con los objetivos definidos inicialmente.
- Definición de la unidad funcional. La unidad funcional es aquélla a la que irán referidas todas las entradas y salidas del sistema. La unidad funcional define la cuantificación de las funciones identificadas (características de desempeño) del producto. El propósito fundamental de una unidad funcional es proporcionar una referencia con la cual se relacionan las entradas y salidas. Se necesita esta referencia para asegurar que los resultados del ACV son comparables.
- Definición de un procedimiento que garantice la calidad de los datos. La calidad de los datos de un ACV se define como el grado de fiabilidad de los datos de entrada y salida, tanto de forma individual como global, y por tanto, de las decisiones que se tomarán a partir de los resultados. Los datos deben tratar: tiempo, geografía, tecnología., precisión, integridad, representatividad, coherencia, reproducibilidad, fuentes de los datos e incertidumbre de la información (datos, modelos y suposiciones).

3.2.2.2 Etapa II: Análisis de inventario

La etapa de inventario, básicamente, consiste en contabilizar los distintos impactos medioambientales que el sistema en estudio ejerce sobre el medio. Por tanto, cada una de las etapas o procesos individuales se considera como un subsistema. Para cada uno de los subsistemas se especifican las materias primas, materias auxiliares, energía utilizada y emisiones medioambientales.

Un análisis de inventario completo (Figura 3.2.) comienza con la adquisición de materia prima y finaliza con la retirada del producto una vez finalizada su vida útil, pasando por la producción, embalaje y distribución del producto acabado y por la etapa de uso, reutilización y mantenimiento.

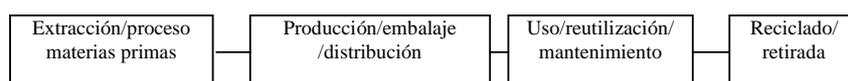


Figura 3.2. Etapas del ciclo de vida.

Para cada una de estas etapas intermedias se realiza una búsqueda de datos en forma de entradas (materia y energía) y en forma de salidas (productos, emisiones gaseosas, líquidas y sólidas) siguiendo el diagrama de flujo como el mostrado en la Figura 3.3.



Figura 3.3. Esquema de la etapa de inventario del ciclo de vida.

Los datos de entrada necesarios para realizar un inventario, en cada una de las etapas en que puede dividirse el ciclo de vida completo de un producto, son:

- Extracción y proceso de materia prima: actividades requeridas para la obtención de la materia prima y el consumo energético necesario para su obtención. Se incluye en esta etapa el transporte de la materia prima hasta el punto de fabricación del producto final.
- Producción, transporte y distribución: incluye las etapas de transformación de la materia prima en producto final, con el gasto energético que conlleva, su embalaje y el transporte hasta los puntos de destino del producto.
- Uso, reutilización y mantenimiento: esta etapa comienza después de la distribución del producto e incluye cualquier actividad en la vida útil del producto y su embalaje, así como su mantenimiento, posible extensión de la vida, etc.
- Reciclado y retirada del residuo: esta etapa comienza después de la vida útil del producto, para entrar en una nueva etapa de reciclaje o de gestión del residuo.

El resultado que se obtiene del inventario es la cuantificación de las emisiones al medio ambiente, diferenciando entre emisiones atmosféricas, vertidos líquidos y residuos sólidos.

Existen diferentes bases de datos comerciales que incorporan los resultados de estudios de inventario del ciclo de vida aplicados a diferentes materiales y procesos, de forma que pueden ser utilizadas como fuente de información de elementos minoritarios en otros inventarios. Algunos ejemplos de bases de datos comerciales son: BUWAL250 (Spriensma, 2004), Eco-invent (Frischknecht R., Jungbluth N., et.al. , 2007), Franklin (Sylvatica, 2004), etc.

Cualquier análisis del ciclo de vida que se realice requiere la utilización de un gran número de datos individuales procedentes de diferentes fuentes/bases de datos. Por tanto, la calidad y credibilidad de los resultados del estudio dependerán en gran medida de la calidad de los datos tomados como partida. Algunos ejemplos de indicadores de calidad de los datos de inventario son: fuente de información, nivel de agregación, método de recolección de los datos, edad de los datos, etc.

Debido a la gran cantidad de factores que pueden influir en el resultado final del análisis, es necesario analizar la calidad de los datos con los que se va a trabajar o la influencia que puede tener la calidad de los mismos sobre el resultado final del estudio.

3.2.2.3 Etapa III: Evaluación del impacto ambiental

La fase de evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV) tiene por objeto evaluar la importancia de los impactos ambientales utilizando los resultados obtenidos en la etapa de inventario. El objetivo de esta etapa no es determinar el valor real de los impactos, sino más bien, relacionar los datos de las emisiones cuantificadas en la etapa de inventario con una serie de categorías de impacto definidas previamente, y cuantificar la magnitud relativa de la contribución de cada contaminante a la categoría de impacto correspondiente. Los resultados de una EICV pueden utilizarse para identificar oportunidades de mejora, caracterizar o comparar variaciones de un sistema de productos en el tiempo, comparar sistemas diferentes de producto e identificar variables medioambientales críticas.

Según la norma UNE-EN ISO 14044 (2006), el análisis de impacto puede realizarse a dos niveles:

- con **elementos obligatorios**, que permiten obtener un indicador para cada una de las categorías de impacto,
- con **elementos opcionales**, que permiten obtener un único indicador que engloba toda la información del inventario mediante la aplicación de un método de evaluación del impacto.

Elementos obligatorios: Análisis por categoría de impacto

En esta fase del EICV se seleccionan las categorías de impacto, los indicadores de categoría y los modelos de caracterización que se van a considerar. A continuación se asignan los resultados del ICV a las categorías de impacto (clasificación) y se calculan los resultados de los indicadores de categoría (caracterización) obteniendo así el perfil de la EICV del sistema en estudio.

Selección de categorías de impacto:

Cuando en un ACV se seleccionan las categorías de impacto, los indicadores de categoría y los modelos de caracterización, debe referenciarse la información y las fuentes correspondientes. Deben proporcionarse los nombres exactos y descriptivos para las categorías de impacto y los indicadores de categoría.

Para cada categoría de impacto, los componentes necesarios para un EICV incluyen:

- la identificación de los puntos finales de categoría,
- la definición del indicador de categoría para cada punto final de categoría dado,
- la identificación de los resultados de ICV adecuados que se pueden asignar a la categoría de impacto, teniendo en cuenta el indicador de categoría elegido y los puntos de categoría final identificados, y
- la identificación del modelo de caracterización y los factores de caracterización.

El indicador de categoría puede elegirse en cualquier punto a lo largo del mecanismo ambiental entre los resultados del ICV y los puntos finales de categoría (véase la figura 3.4).

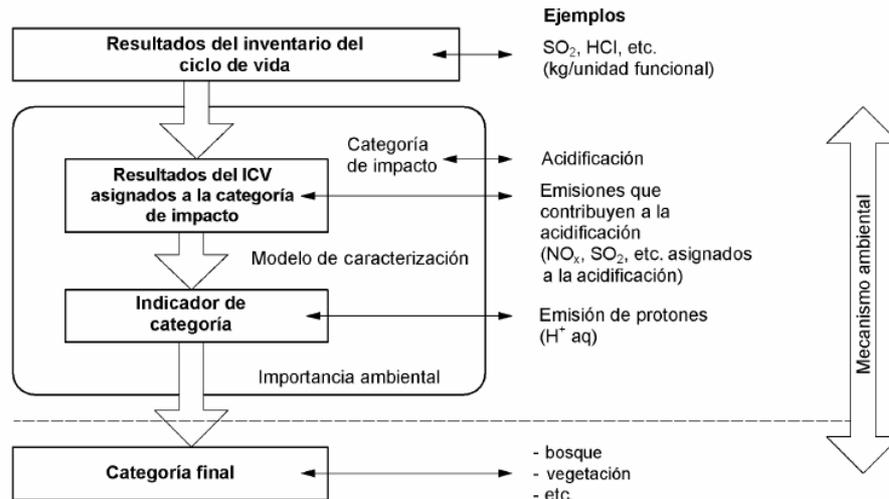


Figura 3.4. Concepto de indicadores de categoría

Asignación de los resultados del ICV a las categorías de impacto (clasificación):

La asignación de los resultados del ICV a las categorías de impacto debería considerar lo siguiente, a menos que el objetivo y el alcance requieran lo contrario:

- la asignación de los resultados del ICV exclusivos a una categoría de impacto;
- la identificación de los resultados del ICV que se refieren a más de una categoría de impacto, incluyendo:
 - la distinción entre mecanismos paralelos
 - la asignación de mecanismos en serie

Cálculo de los resultados del indicador de categoría (caracterización)

El cálculo de los resultados del indicador (caracterización) implica la conversión de los resultados del ICV a unidades comunes y la suma de los resultados convertidos dentro de la misma categoría de impacto. Esta conversión utiliza los factores de caracterización. La salida del cálculo es el resultado numérico de un indicador.

El método para calcular los resultados del indicador debe identificarse y documentarse, incluyendo los juicios de valor y las suposiciones utilizadas.

Si los resultados del ICV no están disponibles o si los datos son de calidad insuficiente para que la EICV cumpla con el objetivo y el alcance del estudio, se requiere de una recopilación iterativa de datos o un ajuste del objetivo y el alcance.

Las categorías de impacto que más suelen utilizarse en la bibliografía son las propuestas por el método CML 2001 (Frischknecht R., Jungbluth N. et al. 2007), que se muestran en la Tabla 3.2 junto con sus unidades.

Tabla 3.2. Categorías de impacto y unidades en que se expresan.

Categoría de impacto	Unidades
Agotamiento de recursos naturales	Kg Sb eq
Efecto invernadero	Kg CO ₂ eq
Destrucción de la capa de ozono	Kg CFC-11 eq
Smog fotoquímico	Kg C ₂ H ₄ eq
Acidificación	Kg SO ₂ eq
Eutrofización	Kg PO ₄ ³⁻ eq

Agotamiento de recursos naturales (abióticos):

Esta categoría de impacto se refiere a la protección del bienestar humano, la salud humana y la salud del ecosistema. Esta categoría indicador impacto se relaciona con la extracción de minerales y combustibles fósiles debido a las entradas en el sistema. El factor de agotamiento abiótico (ADF) se determina para cada extracción de minerales y combustibles fósiles (kg equivalentes de extracción de antimonio / kg) sobre la base de reservas de concentración y el ritmo de desacumulación. El ámbito geográfico de este indicador es a escala global.

Acidificación:

Las sustancias acidificantes causan una amplia gama de impactos sobre el suelo, las aguas subterráneas, las aguas superficiales, los organismos, los ecosistemas y los materiales (edificios). El potencial de acidificación (AP) para las emisiones a la atmósfera se calculan con el modelo RAINS 10 adaptado que describe el destino y el depósito de sustancias acidificantes. La acidificación potencial se expresa como kg equivalentes de SO₂ de emisión / kg. La escala geográfica varía entre la escala local y escala continental.

Eutrofización:

La eutrofización incluye todos los impactos debido a los niveles excesivos de macronutrientes en el medio ambiente causados por las emisiones de nutrientes al aire, agua y suelo. El potencial de eutrofización (NP) se basa en el procedimiento estequiométrico de Heijungs (Heijungs 1992), y se expresa como kg PO₄ equivalentes / kg de emisiones. El destino y la exposición no está incluido, el período de tiempo es la eternidad, y la escala geográfica varía entre la escala local y continental.

Calentamiento global:

El cambio climático es causado por la liberación de los "gases de efecto invernadero" como el dióxido de carbono (CO₂). El modelo de caracterización se basa en los factores desarrollados por el Panel Intergubernamental de la ONU sobre el Cambio Climático (IPCC). Los factores se expresan como potencial de calentamiento global en el horizonte temporal de 100 años (GWP100), medida en la unidad de referencia, en kg de CO₂ equivalente.

Destrucción de la capa de ozono:

A causa del agotamiento de la capa de ozono, el nivel de radiación UV-B que llega a la superficie de la tierra aumenta considerablemente. Esto puede tener efectos nocivos sobre la salud humana, la salud animal, los ecosistemas terrestres y acuáticos, los ciclos bioquímicos y los materiales. Esta categoría está relacionada con los resultados a escala global. El modelo de caracterización ha sido desarrollado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el potencial de agotamiento del ozono se define en diferentes gases (kg CFC-11 equivalente / kg de emisiones). El ámbito geográfico de este indicador es a escala global.

Oxidación fotoquímica:

La oxidación fotoquímica es la formación de sustancias reactivas (principalmente ozono) que son perjudiciales para la salud humana y los ecosistemas, y que también pueden dañar los cultivos. Este problema también se indica con "smog de verano". El smog de invierno se encuentra fuera del ámbito de aplicación de esta categoría. El Potencial de Creación de Ozono Fotoquímico (POCP) para la emisión de sustancias a la atmósfera se calcula con el modelo de trayectoria UNECE (incluido el destino), y se expresa en kg equivalentes de etileno / kg de emisiones (Ministerio de Medio Ambiente, 2006). El lapso de tiempo es de 5 días y la escala geográfica varía entre la escala local y continental.

Elementos opcionales: Descripción de los métodos de valoración del impacto

La aplicación de un método de evaluación de impacto permite expresar la carga medioambiental del sistema analizado en un único indicador. De forma simplificada, el proceso seguido hasta obtener un único valor del impacto ambiental pasa por agrupar los resultados obtenidos para cada una de las categorías de impacto, dependiendo del daño o efecto que producen. Este paso es altamente subjetivo, pero necesario si se desea obtener un único indicador, de ahí la existencia de diferentes métodos de evaluación de impacto. La norma UNE-EN ISO 14044 (2006) e ISO/TR 14047 (2003) recomienda comparar los resultados obtenidos por varios métodos de evaluación. A continuación se describen los métodos con mayor aceptación a nivel internacional.

– Eco-Indicador'95

El método del Eco-Indicador'95 (Goedkoop, 1995 y 1996) es el método que reproduce de forma más fiel la metodología recomendada por la familia de normas ISO 1404X y SETAC para realizar un análisis del Ciclo de Vida. Considera todas las etapas incluidas en la fase de

análisis del impacto: clasificación, caracterización, normalización y valoración final. Su estructura se muestra en la Figura 3.5.

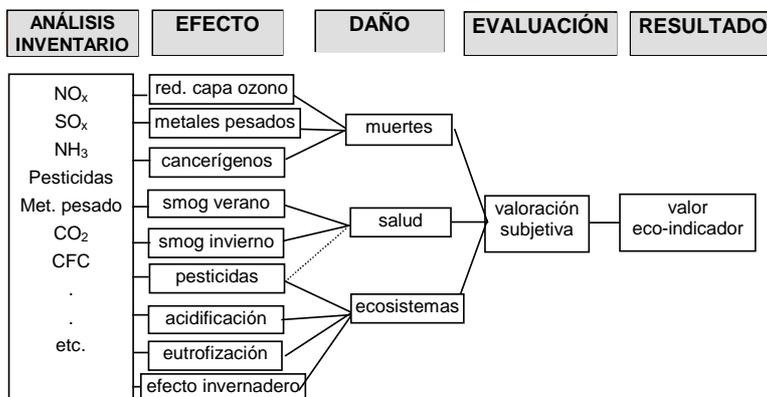


Figura 3.5. Diagrama esquemático del Eco-Indicador 95 (Goedkoop, 1995 y 1996).

– Eco-Indicador '99

El Eco-Indicador '99 es una actualización del Eco-Indicador'95, que ha sido promovida por el VROM (*Dutch Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment*) y presentada por Goedkoop & Spriensma (1999). Este método considera tres categorías de daño relacionadas directamente con el resultado del inventario: salud humana, calidad del eco-sistema y agotamiento de recursos. Este método utiliza las siguientes categorías de impacto: cancerígenos, efectos respiratorios debidos a agentes orgánicos, efectos respiratorios debidos a agentes inorgánicos, cambio climático, radiación, ozono, ecotoxicidad, acidificación/eutrofización, uso del suelo, minerales y combustibles fósiles. La Figura 3.6 muestra la relación entre las categorías de daño y los efectos considerados:

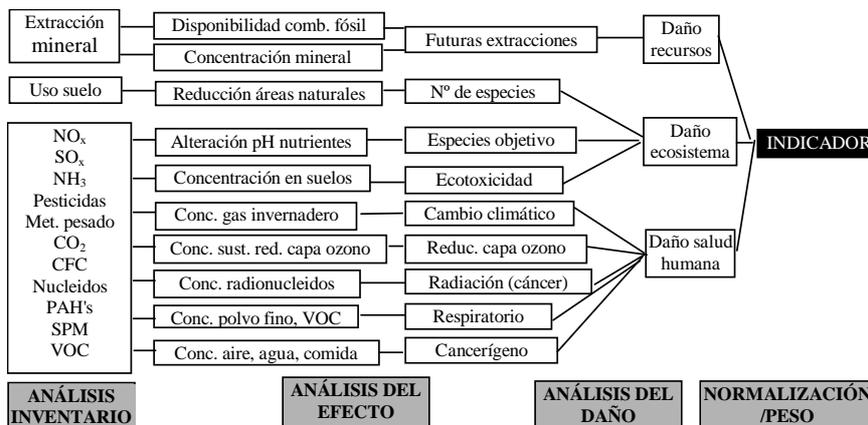


Figura 3.6. Diagrama esquemático del Eco-Indicador 99 Goedkoop & Spriensma (1999).

– Environmental Priority System (EPS)

El método EPS fue desarrollado inicialmente como una herramienta conceptual para realizar ACVs en 1991 para Volvo Car Corporation en Suecia por el IVL (Swedish Environmental Research Institute), y posteriormente fue revisado por Steen (1995). Últimamente se ha desarrollado una nueva versión del método: EPS 2000 (Steen, 1999) basado en el mismo esquema que las versiones anteriores, pero ampliando el conjunto de factores de peso calculados para diversos contaminantes. EPS define cinco áreas de protección: salud humana, capacidad de producción de los ecosistemas, recursos, biodiversidad y valores culturales y recreativos (estas áreas han sufrido pequeñas variaciones con las sucesivas versiones).

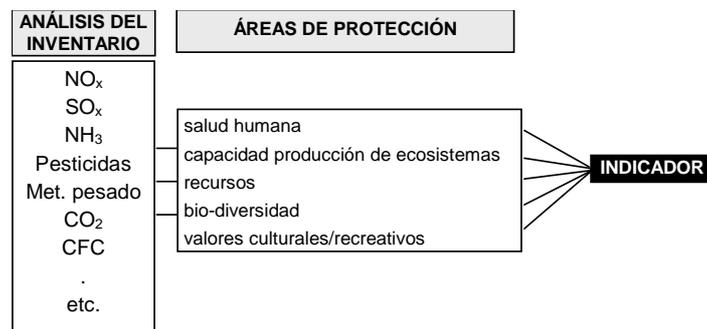


Figura 3.7. Diagrama esquemático del EPS 2000 (Steen, 1999^{a,b}).

El método de valoración económica utilizado es el de disposición a pagar para evitar un determinado cambio en el ambiente en cada una de las cinco áreas de protección que definen. Como unidad monetaria se utiliza el ELU (*Environmental Load Unit*). La Figura 3.7 muestra la metodología utilizada en el método EPS, hasta conseguir un único indicador ambiental:

3.2.2.4 Etapa IV: Interpretación de los resultados

Según la norma UNE-EN ISO 14044 (2006), en esta última etapa de un ACV se combina la información obtenida en la fase de inventario y evaluación del impacto para llegar a identificar las variables significativas teniendo en cuenta los análisis de sensibilidad realizados. Los resultados de esta interpretación pueden adquirir la forma de conclusiones y recomendaciones para la toma de decisiones de acuerdo con los objetivos y el alcance del estudio.

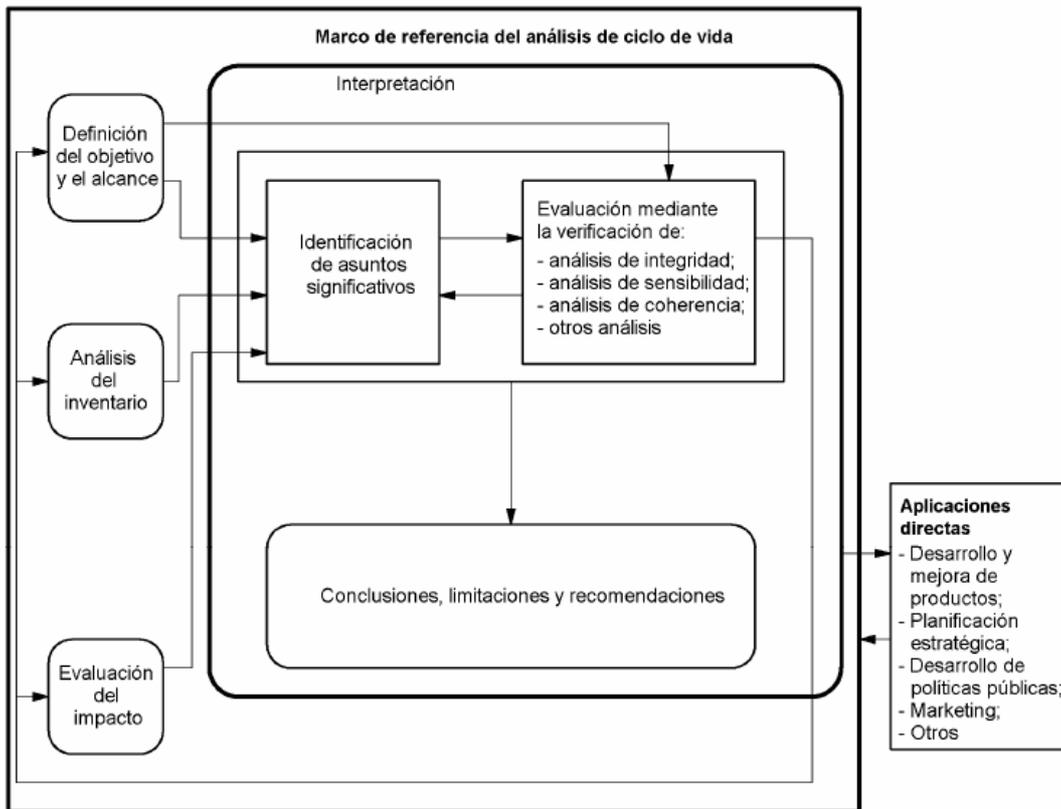


Figura 3.8. Relaciones entre los elementos en la fase de interpretación con las otras fases del ACV

La fase de interpretación de un estudio del ACV o de un estudio de ICV comprende varios elementos, tal y como se ilustra en la figura 3.8 según lo siguiente:

- identificación de los asuntos significativos basados en los resultados de las fases del ICV y la EICV de un ACV;
- una evaluación que considere las verificaciones de los análisis integridad, sensibilidad y coherencia;
- conclusiones, limitaciones y recomendaciones.

Los resultados de las fases de ICV o EICV deben interpretarse de acuerdo al objetivo y el alcance del estudio y la interpretación debe incluir una evaluación y verificación del análisis de sensibilidad de las entradas, salidas y elecciones metodológicas significativas para entender la incertidumbre de los resultados.

La interpretación debe considerar también lo siguiente en relación con el objetivo del estudio:

- la adecuación de las definiciones, de las funciones del sistema, la unidad funcional y los límites del sistema;

– las limitaciones identificadas por la evaluación de la calidad de los datos y el análisis de sensibilidad.

Se debe verificar la documentación de la evaluación de la calidad de los datos, análisis de sensibilidad, conclusiones y cualquier recomendación de los resultados del ICV y EICV.

Se debería interpretar cuidadosamente los resultados del ICV porque se refieren a datos de entrada y salida y no a impactos ambientales. Además se introducen incertidumbres en los resultados de un ICV debido a los efectos compuestos de incertidumbres de entradas y variabilidad de datos. Un enfoque consiste en caracterizar la incertidumbre en resultados mediante rangos y/o distribuciones probabilísticas. Cuando sea factible, se debería realizar este análisis para explicar mejor y apoyar las conclusiones del ICV.

3.3.- Revisión bibliográfica

Además de una revisión del marco normativo que afecta a metodología del Análisis del Ciclo de Vida, el estado del arte se ha completado con una revisión bibliográfica de los principales trabajos de investigación publicados recientemente sobre la aplicación de la metodología ACV al sector de la construcción.

3.3.1.- *Fichas de artículos*

A continuación, a modo de fichas, se describe el contenido de cada uno de los trabajos revisados.

Nombre del Artículo	<i>An LCA-based environmental impact assessment model for construction process</i> , Building and Environment, Vol 45, pp 766 - 775
Año de publicación	2010
Autor	Xiaodong L, Yimin Z. , Zhihui Z.
Resumen	<p>El documento presenta un modelo integrado del impacto de ciclo de vida ambiental que es aplicable a las fases constructivas de un edificio donde los factores se examinan según dos aspectos del proceso constructivo: equipamiento constructivo y materiales auxiliares. Los impactos medioambientales se categorizan en 3 áreas: ecosistemas, recursos naturales y salud humana.</p> <p>En China, el BEPAS (building environmental performance analysis system) analiza el impacto ambiental de los procesos de fabricación y operación. En este artículo, no se considera el proceso constructivo. Este documento presenta el modelo del proceso constructivo para un caso de demolición y movimiento de tierras.</p>
Materiales utilizados	Hormigón, acero, caliza
Etapas del ciclo de vida (fases)	Limpieza del solar, retirada de agua, excavación, talud, relleno.
Categorías de impacto	Global warming GWP, Acidificación, Eutroficación, Partículas en suspensión,
Indicadores de impacto	Ecoindicador 99 (recursos, salud humana y ecosistema)

Nombre del Artículo	<i>Assessing environmental impact of green buildings through LCA methods: a comparison between reinforced concrete and wood structures in the European context</i> , Procedia Engineering, Vol 21, pp 1199 - 1206
Año de publicación	2011
Autor	Guardiglia L., Monaria F.
Resumen	<p>En este documento se realiza una comparativa entre dos tecnologías constructivas a través de Análisis de Ciclo de Vida, intentando comprender los potenciales y limitaciones de las herramientas disponibles. A pesar de que los resultados pueden ser limitados al contexto europeo, se intenta extrapolar el ejemplo tomado a un método general. La comparativa comprende dos soluciones constructivas para dos edificios ecológicos: uno que presenta estructura de madera y otro con hormigón armado, con tecnología puntera. Se consultó la base de datos Ecoinvent, NREL, ELCD , y se utilizaron los programas openLCA y SimaPro. El impacto medioambiental de la madera sobre la salud humana es menor que la del hormigón. Hay que considerar el daño de la tala de madera.</p>
Materiales utilizados	Madera, hormigón, poliestireno, mortero de cemento, acero, tablero OSB (virutas)
Etapas del ciclo de vida	Extracción de materiales, transporte, construcción
Categorías de impacto	Climate change (CO2), land use, acidif/eutrof. Agua se añadió a Minerales (puesto que había mucho consumo de agua). Gravilla, arena y uranio en Minerales. COD (Chemical Oxygen Demand) y BOD (Biochemical Oxygen Demand) en Acid/Eutrof. Iron en Carcinogens. CED se añadió a EI 99.
Indicadores de impacto	EI 99

Nombre del Artículo	<i>Building energy performance: A LCA case study of kenaf-fibres insulation board</i> , Energy and Buildings, Vol 40, pp 1 - 10
Año de publicación	2008
Autor	Ardente F., Beccali M., Cellura M., Mistretta M.
Resumen	<p>El documento presenta el análisis del ciclo de vida de paneles de aislamiento de fibras kenaf según la norma ISO 14040. Se ha realizado una comparativa entre varios tipos de aislamientos. El kenaf (<i>hibiscus cannabinus</i>) es un composite con fibra reforzada con fibras vegetales en una matriz poliéster, que crece más de 3 metros en 3 meses en condiciones moderadas.</p> <p>Es un material de baja densidad, no abrasivo durante su procesado, con grandes propiedades ,mecánicas y biodegradable. La unidad funcional considerada es 1 m2. El uso de fibras naturales conlleva una reducción significativa de los impactos ambientales derivadas del uso de materiales aislantes sintéticos, manteniendo altas propiedades termo-fisicas y acústicas (contra el ruido).</p>
Materiales utilizados	Kenaf, lana de roca, PUR, fibra de vidrio, lana mineral.
Etapas del ciclo de vida	Fabricación del kenaf, transporte, fabricación del panel de aislamiento, uso y retirada
Categorías de impacto	GWP, acidificación, eutrificación, creación fotoquímica ozono, consumo de agua
Indicadores de impacto	-

Nombre del Artículo	<i>Evaluation of the environmental impact of experimental buildings with different constructive systems using Material Flow Analysis and Life Cycle Assessment</i> , Applied Energy, Vol 109, pp 544 - 552
Año de publicación	2013
Autor	Rincón L. , Castell A. , Pérez G. , Solé C. , Boer D. , Cabeza L. F.
Resumen	<p>En el artículo se analizan cinco cubículos con soluciones constructivas distintas: Ladrillo convencional, Ladrillo convencional con aislante de poliuretano, Ladrillo convencional con aislante de poliuretano y PCM (parafinas), Ladrillo alveolar y Ladrillo alveolar con PCM (sal hidrato). Se han evaluado con ACV y MFA para compararlos desde un punto de vista medioambiental. Los sistemas constructivos se han monitorizado en un puesto en el Mediterráneo con clima continental, registrando consumos de energía para verano e invierno. MFA: Se mide en unidad de masa el TMR (total material requirement) y el residuo generado (DPO), que da visión física de los materiales extraídos y descargados al medioambiente. La masa de materiales está medida por input y output de ecoinvent 2006. El consumo de agua es un input en este análisis.</p>
Materiales utilizados	Ladrillo alveolar, poliuretano, yeso, mortero de cemento, acero, hormigón, cerámico, asfalto, aluminio, parafinas.
Etapas del ciclo de vida	Fabricación (Manufacture) , Retirada (Disposal)
Categorías de impacto	-
Indicadores de impacto	Ecoindicador 99

Nombre del Artículo	<i>Evaluation of whole life cycle assessment for heritage buildings in Australia</i> , Building and Environment, Vol 47, pp 138 - 149
Año de publicación	2012
Autor	Iyer-Raniga U. , Pow Chew Wong J.
Resumen	<p>En el artículo se integra el marco de ciclo de vida desarrollado combinando con software de simulación de eficiencia energética. Se ha aplicado a 8 viviendas residenciales en Victoria (Australia). Las viviendas estudiadas se presentaban con diferentes envolventes, estructura, construcción, edad y zonas climáticas. No siempre menor consumo primario de energía conlleva menor emisiones de carbono puesto que la reducción del carbono depende de una combinación de consumo de energía primaria, magnitud de calentamiento y refrigeración, perfil de fuel y eficiencia.</p> <p>El programa utilizado era el AccuRate. Se concluye que no existen estudios de ciclo de vida para edificios de patrimonio en Australia ni hay estudios para comprender los componentes embebidos de los edificios. Este estudio desarrolla una contribución significativa desarrollando un modelo de ciclo de vida integrado para edificios de patrimonio y desarrollando y comprendiendo todos los componentes con un inventario detallado. Los resultados dependen de la tipología constructiva, ubicación , etc. Las cargas térmicas influyen en el consumo primario puesto que conduce a las emisiones de carbono. Las intervenciones de techo, cubierta y fachadas son las más efectivas en los edificios. Conllevan el mayor ahorro energético, y reducen emisiones de ciclo de vida primarias de carbono.</p>
Materiales utilizados	Madera, hierro, terracota, ladrillo, hormigón, cemento, pizarra, acero
Etapas del ciclo de vida	Extracción, fabricación, transporte, colocación , retirada
Categorías de impacto	GWP, Oxidación fotoquímica, Eutroficación, uso del terreno, uso de agua (embebido)
Indicadores de impacto	-

Nombre del Artículo	<i>LCA of low-energy flats using the Eco-indicator 99 method: Impact of insulation materials</i> , Energy and Buildings, Vol 47, pp 68 - 73
Año de publicación	2012
Autor	Audenaerta A. , H. De Cleynb S. , Buylea M.
Resumen	<p>En el presente artículo se ha utilizado el EcoIndicador99 para el Análisis de Ciclo de Vida de un edificio de 19 plantas de bajo consumo de energía. Se utiliza el Ecoindicador99 con el método orientado a daño (end point). Se calcula el daño que causa a la salud humana, la salud del ecosistema y los recursos. Estas tres categorías se combinan en un solo resultado. Se consideran "weightfactors" . Recursos: 20% Salud humana: 40% Ecosistema: 40%.</p> <p>Se estudian en este sistema: variaciones en aislamiento de cubiertas, suelos y fachadas y otros materiales. Se compara la configuración básica con una o unas cuantas alternativas.</p> <p>Configuración básica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - carpintería de madera - aislamiento PUR cubierta - aislamiento PUR suelo - fachada de fibra con lana de roca - particiones con aislamiento de lana de roca
Materiales utilizados	Madera, PUR, lana de roca, fibra de vidrio, vermiculita, bloque de yeso, poliestireno, OSB,
Etapas del ciclo de vida	-
Categorías de impacto	-
Indicadores de impacto	EcoIndicador 99

Nombre del Artículo	<i>Life cycle analysis in the construction sector: Guiding the optimization of conventional Italian Buildings</i> , Energy and Buildings, Vol 64, pp 73 - 89
Año de publicación	2013
Autor	Asdrubalia F. , Baldassarria C., Fthenakis V.
Resumen	<p>El documento aplica el análisis del ACV en tres edificios en Italia. Una vivienda aislada, un edificio multifamiliar y un edificio de oficinas. El análisis incluye todas las etapas del ciclo de vida. Se destaca que la fase de uso tiene la mayor contribución del impacto total (77% en la vivienda, 85% en la oficina) , mientras que el impacto de la fase de construcción abarca desde el 14% hasta el 21%. La unidad funcional es de 1 m2.</p> <p>Se han llevado posteriores análisis para evaluar la influencia de varias optimizaciones de los edificios, como envolventes e instalaciones más eficientes. Se propone un enfoque más metodológico, que contribuya a la aceptación del ACV como una herramienta en la fase de diseño de los edificios, especialmente en aquellos donde el impacto medioambiental cobra mucha importancia, como es el caso de Edificios de Consumo Casi Cero.</p>
Materiales utilizados	Hormigón, ladrillo cerámico, yeso, cobre, aluminio, acero, mortero de cemento, vidrio, teja cerámica, caliza, nylon, pintura acrílica
Etapas del ciclo de vida	Producción de los materiales, transporte, colocación, uso, y retirada
Categorías de impacto	Carcinógeno, Ecotoxicidad, Resp orgánico, Acid/Eutrofi, Resp inorgánico, Uso del terreno, Cambio climático, Mineral, Radiación, Uso fósiles, Capa de ozono
Indicadores de impacto	EI 99, CED y GWP100

Nombre del Artículo	<i>Life Cycle Assessment of a Building Integrated Concentrated Photovoltaic scheme</i> , Applied Energy, Vol 111 , pp 505 - 514
Año de publicación	2013
Autor	Menoufi K. , Chemisana D. , Rosell J.I.
Resumen	<p>En el artículo se simula un edificio con integración arquitectónica de concentradores fotovoltaicos a través de un modelo experimental que se ha realizado en la Universidad de Lleida. La evaluación del Análisis de Ciclo de vida se ha realizado con el Ecoindicador 99, el cual se considera como referente. Además, el impacto se reevalúa con el EPS 2000. Se observan las ventajas de utilizar un edificio con concentradores fotovoltaicos.</p> <p>A pesar de que ambas metodologías empleadas (EI99 y EPS 2000) muestran conclusiones equivalentes, se pueden destacar ciertas diferencias en la contribución del impacto en ambas metodologías. El artículo concluye que es recomendable utilizar concentradores fotovoltaicos en vez de captadores convencionales.</p>
Materiales utilizados	Hormigón, poliestireno, yeso, mortero de cemento, asfalto, cerámico , madera, silicona, aluminio, vidrio, cobre, acero, plástico, polivinil butiral,
Etapas del ciclo de vida	-
Categorías de impacto	Carcinógeno, Ecotoxicidad, Resp orgánico, Acid/Eutrofi, Resp inorgánico, Uso del terreno, Cambio climático, Mineral, Radiación, Uso fósiles, Capa de ozono
Indicadores de impacto	EI 99, CED y EPS2000

Nombre del Artículo	<i>Life cycle assessment applied to the comparative evaluation of single family houses in the French context</i> , Energy and Buildings, Vol 33, pp 443 - 450
Año de publicación	2001
Autor	Peuportier B.L.P.
Resumen	<p>Se ha desarrollado una herramienta de simulación (EQUER) unida a una simulación térmica (COMFIE) . La base de datos utilizada ha sido el inventario Oekoinventare además del proyecto Regener para evaluar el impacto ambiental de la fabricación y resto de procesos. Se han analizado tres viviendas: una construcción estándar ubicada en Francia, una vivienda solar y una vivienda de madera.</p> <p>Los resultados de la comparación de bloques de hormigón y de madera se reflejan en los inventarios de producción y final de ciclo de vida (desmontaje). Se observa por ejemplo que una estructura de madera permite un almacenaje de CO2 durante su vida útil y reduce el nivel de residuos producido durante la fase de demolición. Se recomienda un estudio de confort para un análisis más profundo de los resultados. El uso de aislamiento y energía renovable se muestran como medidas apropiadas para reducir el impacto ambiental del edificio.</p>
Materiales utilizados	Hormigón, poliestireno, arcilla, cerámica, lana de roca, cemento, vidrio, madera,
Etapas del ciclo de vida	Fabricación, transporte, colocación, uso y retirada.
Categorías de impacto	Consumo de energía, consumo de agua, agotamiento de recursos, creación de residuos, calentamiento global, deterioro de la capa de ozono, acidificación, eutroficación, ecotoxicidad acuática, ecotoxicidad humana, oxidación fotoquímica.
Indicadores de impacto	CML

Nombre del Artículo	<i>Life cycle assessment in buildings: State-of-the-art and simplified LCA methodology as a complement for building certification</i> , Building and Environment, Vol 44, pp 2510 - 2520
Año de publicación	2009
Autor	Zabalza I. , Aranda A. , Scarpellini S.
Resumen	<p>El documento propone una metodología de ACV aplicada a un edificio ubicado en España. El estudio se acompaña además de la simulación térmica realizada con los instrumentos de limitación de demanda energética (LIDER) y calificación energética (CALENER) de la normativa vigente en dicho país.</p> <p>Dicho enfoque permite la comparación entre las emisiones de los materiales del edificio y la energía que se consume y las emisiones asociadas durante su fase de uso.</p> <p>Los resultados muestran que la energía incorporada representa el 30% de los requerimientos de energía primaria durante la vida útil de un edificio de 222 m² (utilizado en el ensayo) con aparcamiento para un turismo. La contribución de los materiales al edificio disminuye si el edificio no incluye aparcamiento, puesto que éste aumenta el porcentaje de la superficie calentada.</p>
Materiales utilizados	EPS, asfalto, teja cerámica, yeso, arcilla, acero, hormigón, policarbonato, vidrio, aluminio, cemento, granito.
Etapas del ciclo de vida	Fabricación de materiales, uso
Categorías de impacto	Uso de combustibles fósiles (Emisiones de CO ₂)
Indicadores de impacto	-

Nombre del Artículo	<i>Life-cycle assessment of a house with alternative exterior walls: Comparison of three impact assessment methods</i> , Energy and Buildings, Vol 47, pp 572 - 583
Año de publicación	2012
Autor	Monteiro H. , Freire F.
Resumen	<p>En este artículo se ha realizado un ACV en viviendas Portuguesas unifamiliares. Se han estudiado siete tipos de cerramientos de la misma vivienda para identificar la solución ambiental preferible. Además se pretende comparar los resultados de tres metodologías de ciclo de vida (CED, CML 2001 y EI 99).</p> <p>Los resultados de CML presentan resultados mayores para impactos en fase de uso mientras que los resultados de EI 99 lo hacen para la fase de fabricación de materiales. Se han representado dos escenarios de uso y ocupación en la vivienda. Para viviendas portuguesas con nivel de climatización reducido, la fase de fabricación se convierte en el proceso más importante. Esto contradice muchos estudios de ACV realizados para edificios convencionales, puesto que estos estudios se han realizado para climas fríos, asumiendo ocupación permanente en altos niveles de confort.</p> <p>Los resultados CED también presentan una correlación con CML 2001 y EI 99.</p>
Materiales utilizados	Mortero de cemento, yeso, poliestireno extruido, poliestireno expandido, gravilla, polietileno, bituminoso, hormigón, acero, madera
Etapas del ciclo de vida	Fabricación, transporte, colocación, uso y desmontaje
Categorías de impacto	Agotamiento abiótico, acidificación, eutroficación, GWP, oxidación fotoquímica, toxicidad humana, toxicidad de agua, toxicidad marina, toxicidad terrestre.
Indicadores de impacto	CML 2001, EI 99, CED (para energía primaria)

Nombre del Artículo	<i>Life cycle assessment of high-technology buildings: Energy consumption and associated environmental impacts of wafer fabrication plants</i> , Energy and Buildings, Vol 56, pp 126- 133
Año de publicación	2013
Autor	Hu S.C. , Shiue A. , Chuang H.C., Xu T.
Resumen	<p>El estudio intenta cuantificar el uso de energía y el impacto ambiental asociado a cuatro edificios tecnológicos para fabricación de obleas en una zona subtropical de Asia utilizando herramientas de ciclo de vida.</p> <p>La fabricación de obleas y su consumo se asociaron con niebla, metales pesados y acidificación del medio. Todas las fábricas utilizan gas natural, diesel, vapor de agua que suman el 5% del consumo total de energía. El resultado del proceso de fabricación eran módulos de memoria DRAM para ordenadores.</p> <p>Se concluye que el efecto invernadero, la acidificación, los metales pesados, el agotamiento de recursos de energía y la niebla invernal son los impactos más significativos. El principal impacto ambiental provenía de la electricidad, mientras que el vapor de agua moderaba las cifras tan elevadas. El indicador de impacto empleado en este ensayo es el EcoIndicador 95.</p>
Materiales utilizados	Silicio, gases, productos químicos y combustibles
Etapas del ciclo de vida	Fabricación, montaje, uso y desmontaje
Categorías de impacto	Efecto invernadero, capa de ozono, acidificación, eutroficación, metales pesados, carcinógenos, niebla, residuos
Indicadores de impacto	EI 95

Nombre del Artículo	<i>Life-cycle assessment of residential buildings in three different European locations, case study</i> , Building and Environment, Vol 51, pp 402 - 407
Año de publicación	2012
Autor	Rossi B. , Marique A.F. , Reiter S.
Resumen	<p>El artículo presenta la comparativa entre resultados de evaluación de ciclo de vida de un edificio residencial con dos sistemas constructivos en Bruselas y una vivienda con estructura de acero en tres ciudades europeas diferentes: Bruselas, Coimbra y Lulea. Se demuestra que en términos de emisiones de CO₂, la fase de uso era la más perjudicial durante la vida útil en la climatología de Coimbra. Se tomó un escenario diferente de ciclo de vida para el edificio con estructura de acero para las tres ubicaciones establecidas, donde las temperaturas, el mix eléctrico y los sistemas de refrigeración variaban.</p> <p>Los resultados muestran que para los tres tipos de climatologías, la fase de uso es el período más perjudicial durante el ciclo de vida del edificio y que el mix eléctrico del país influencia a las emisiones de CO₂ equivalentes relacionadas con la fase de uso y puede revertir las conclusiones sobre la huella de carbono sobre el ciclo de vida del edificio.</p>
Materiales utilizados	XPS, EPS, mortero de cemento, yeso, lana de roca, acero, hormigón, madera, cerámico, arcilla
Etapas del ciclo de vida	-
Categorías de impacto	GWP, (kg/m ² , kwh/m ²)
Indicadores de impacto	-

Nombre del Artículo	<i>Life cycle of buildings, demolition and recycling potential: A case study in Turin, Italy</i> , Building and Environment, Vol 44, pp 319 - 330
Año de publicación	2009
Autor	Blengini G.A.
Resumen	<p>Este documento presenta los resultados de un programa de investigación que se realizó en un edificio residencial en Turín, demolido en 2004 por voladura controlada.</p> <p>Los resultados demuestran que, mientras los residuos son aprovechables, es sostenible desde un punto de vista medioambiental y energético. Los requisitos de calidad para las comodidades utilizadas en actividades de construcción no permiten el uso de material reciclado.</p> <p>Por lo tanto, para poder alcanzar la mejor solución ambiental para definir la proporción correcta entre recursos naturales y reciclados que son necesarios para el desarrollo de la naturaleza, se deben estudiar todas las fases del ciclo de vida, desde al nacimiento hasta la tumba (conocido como "Cradle to Tomb").</p>
Materiales utilizados	Hormigón, acero, ladrillo, cemento, yeso, pintura, lana de roca, madera, vidrio, cerámico, PVC, aluminio, cobre.
Etapas del ciclo de vida	Fabricación, transporte, uso , demolición
Categorías de impacto	Recursos energéticos, calentamiento global, agotamiento de ozono, acidificación, eutroficación, smog fotoquímico
Indicadores de impacto	Ecoindicador 99

3.3.2.- Clasificación de artículos

Como resultado de esta revisión bibliográfica, se ha realizado una clasificación de los artículos en función de los siguientes criterios:

- Si el artículo se centra en el análisis del conjunto de una vivienda, de un proceso industrial o de una solución constructiva de un edificio.
- Los materiales constructivos que analiza el documento (hormigón, silicio, acero, caliza, etc)
- Las etapas del ciclo de vida que se desarrollan en el artículo (Fabricación, Transporte, Colocación, Demolición y si además comprende también su vida útil).
- Las categorías de impacto que se describen en los artículos, en función de los elementos obligatorios. CML 2001 (Frischknecht R., Jungbluth N. et al. 2007).
- Los métodos de evaluación de impacto de los elementos opcionales, tales como el Ecoindicador 99.

Tabla 3.3. Referencias bibliográficas

Referencia	Autor	Vivienda	Factoría	Solución constructiva
1 An LCA-based environmental impact assessment model for construction process	Li et al (2010)	X		
2 Assessing environmental impact of green buildings through LCA methods:acomparison between reinforced concrete and wood structures in the European context	Guardiglia et al (2011)	X		
3 Building energy performance: A LCA case study of kenaf-fibres insulation board	Ardente et al (2008)			X
4 Evaluation of the environmental impact of experimental buildings with different constructive systems using Material Flow Analysis and Life Cycle Assessment	Rincón et al (2013)	X		
5 Evaluation of whole life cycle assessment for heritage buildings in Australia	Iyer-Raniga et al (2012)	X		
6 LCA of low-energy flats using the Eco-indicator 99 method: Impact of insulation materials	Audenaerta et al (2012)	X		X
7 Life cycle analysis in the construction sector: Guiding theoptimization of conventional Italian Buildings	Asdrubalia et al (2013)	X		
8 Life Cycle Assessment of a Building Integrated Concentrated Photovoltaic scheme	Menoufi et al (2013)	X		X
9 Life cycle assessment applied to the comparative evaluation of single family houses in the French context	Peupartier (2001)	X		
10 Life cycle assessment in buildings: State-of-the-art and simplified LCA methodology as a complement for building certification	Zabalza et al (2009)	X		
11 Life-cycle assessment of a house with alternative exterior walls: Comparison of three impact assessment methods	Monteiro, Freire (2012)	X		X
12 Life cycle assessment of high-technology buildings: Energy consumption and associated environmental impacts of wafer fabrication plants	Hu et al (2013)		X	
13 Life-cycle assessment of residential buildings in three different European locations, case study	Rossi et al (2012)	X		X
14 Life cycle of buildings, demolition and recycling potential: A case study inTurin, Italy	Blengini (2009)	X		

Tabla 3.4. Materiales analizados (I)

Autor	Material													
	Hormigón	Silicio	Acero	Plásticos (PVC, PP, PE)	Caliza	Silicona	Nylon	Madera	Arcilla	Poliestireno	Nylon	Pizarra	Hierro	Yeso
1 Li et al (2010)	X		X		X									
2 Guardiglia et al (2011)	X		X				X		X					
3 Ardente et al (2008)														
4 Rincón et al (2013)	X		X											X
5 Iyer-Raniga et al (2012)	X		X				X				X	X		
6 Audenaerta et al (2012)							X							X
7 Asdrubalia et al (2013)	X		X		X		X			X				X
8 Menoufi et al (2013)	X		X	X		X	X		X					X
9 Peuportier (2001)	X								X	X				
10 Zabalza et al (2009)	X			X					X	X				X
11 Monteiro, Freire (2012)	X		X	X			X		X					X
12 Hu et al (2013)		X												
13 Rossi et al (2012)	X		X				X	X						X
14 Blengini (2009)	X		X	X			X							X

Tabla 3.5. Materiales analizados (II)

Autor	Material												
	Pintura acrílica	Cemento	Vidrio	Poliestireno	Cobre	Tablero OSB	PUR	Lana de roca	Fibra de vidrio	Lana mineral	Cerámico	Aluminio	Bituminoso
1 Li et al (2010)													
2 Guardiglia et al (2011)		X				X							
3 Ardente et al (2008)							X	X	X	X			
4 Rincón et al (2013)		X					X				X	X	X
5 Iyer-Raniga et al (2012)		X									X		
6 Audenaerta et al (2012)				X		X	X	X	X				
7 Asdrubalia et al (2013)	X	X	X		X						X	X	
8 Menoufi et al (2013)		X	X		X						X	X	X
9 Peuportier (2001)		X	X					X			X		
10 Zabalza et al (2009)		X	X								X	X	X
11 Monteiro, Freire (2012)		X											X
12 Hu et al (2013)													
13 Rossi et al (2012)		X						X			X		
14 Blengini (2009)	X	X	X		X			X			X	X	

Tabla 3.6. Categorías de impacto , etapas e indicadores

	Autor	Etapa ciclo de vida					Categorías de impacto (CML)					Metodo de evaluacion de de impacto				
		Fabricación	Transporte	Colocación en obra	Uso	Demolición	Global Warming G	Agotamiento recur	Acidificación	Eutroficación	Capa de ozono	Oxidación fotoquím	Ecoindicador 99	CED	EPS 2000	Ecoindicador 95
1	Li et al (2010)						X		X	X			X			
2	Guardigli et al (2011)	X	X	X					X	X			X	X		
3	Ardente et al (2008)	X	X	X	X	X	X		X			X				
4	Rincón et al (2013)			X		X							X			
5	Iyer-Raniga et al (2012)	X	X	X	X	X	X			X		X				
6	Audenaerta et al (2012)												X			
7	Asdrubalia et al (2013)							X	X	X	X		X	X		
8	Menoufi et al (2013)							X	X	X	X		X	X	X	
9	Peuportier (2001)	X	X	X	X	X	X		X	X		X				
10	Zabalza et al (2009)			X	X			X								
11	Monteiro, Freire (2012)	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X			
12	Hu et al (2013)	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X				X
13	Rossi et al (2012)						X									
14	Blengini (2009)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				

4.- SISTEMAS CONSTRUCTIVOS A ESTUDIO

4.1.- Introducción

Se han considerado seis tipologías de cubiertas planas para el Análisis de Ciclo de Vida. Las tipologías se clasifican en:

- Cubierta de solado fijo
- Cubierta invertida de solado flotante aislante
- Cubierta invertida de solado flotante sobre soportes
- Cubierta verde extensiva
- Cubiera aljibe
- Cubiera con solado de madera invertida

Las cubiertas se han extraído de la base de datos de CYPE Ingenieros, y se ha comprobado su cumplimiento mediante la normativa vigente del Código Técnico de la Edificación (R.D. 314/2006) para las humedades y condensaciones.

Para el estudio de las cubiertas, se ha considerado su emplazamiento en Castellón de la Plana.

4.2.- Cumplimiento del Código Técnico de la Edificación

Para el cumplimiento del Código Técnico, se garantizará el cumplimiento del Documento Básico de Salubridad (CTE DB-HS) y el Documento Básico de Ahorro de Energía (CTE DB-HE).

CTE DB-HS

El CTE DB-HS marca las siguientes directrices en las soluciones constructivas:

2.4.2 Condiciones de las soluciones constructivas

Las cubiertas deben disponer de los elementos siguientes:

- a) un sistema de formación de pendientes cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y su soporte resistente no tenga la pendiente adecuada al tipo de protección y de impermeabilización que se vaya a utilizar;*
- b) una barrera contra el vapor inmediatamente por debajo del aislante térmico cuando, según el cálculo descrito en la sección HE1 del DB "Ahorro de energía", se prevea que vayan a producirse condensaciones en dicho elemento;*
- c) una capa separadora bajo el aislante térmico, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles;*
- d) un aislante térmico, según se determine en la sección HE1 del DB "Ahorro de energía";*
- e) una capa separadora bajo la capa de impermeabilización, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles o la adherencia entre la impermeabilización y el elemento que sirve de soporte en sistemas no adheridos;*
- f) una capa de impermeabilización cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y el sistema de formación de pendientes no tenga la pendiente exigida en la tabla 2.10 o el solape de las piezas de la protección sea insuficiente;*
- g) una capa separadora entre la capa de protección y la capa de impermeabilización, cuando
 - i) deba evitarse la adherencia entre ambas capas;*
 - ii) la impermeabilización tenga una resistencia pequeña al punzonamiento estático;*
 - iii) se utilice como capa de protección solado flotante colocado sobre soportes, grava, una capa de rodadura de hormigón, una capa de rodadura de aglomerado asfáltico dispuesta sobre una capa de mortero o tierra vegetal; en este último caso además debe disponerse inmediatamente por encima de la**

capa separadora, una capa drenante y sobre ésta una capa filtrante; en el caso de utilizarse grava la capa separadora debe ser antipunzonante;

h) una capa separadora entre la capa de protección y el aislante térmico, cuando

i) se utilice tierra vegetal como capa de protección; además debe disponerse inmediatamente por encima de esta capa separadora, una capa drenante y sobre ésta una capa filtrante;

ii) la cubierta sea transitable para peatones; en este caso la capa separadora debe ser antipunzonante;

iii) se utilice grava como capa de protección; en este caso la capa separadora debe ser filtrante, capaz de impedir el paso de áridos finos y antipunzonante;

i) una capa de protección, cuando la cubierta sea plana, salvo que la capa de impermeabilización sea autoprotegida;

j) un tejado, cuando la cubierta sea inclinada, salvo que la capa de impermeabilización sea autoprotegida;

k) un sistema de evacuación de aguas, que puede constar de canalones, sumideros y rebosaderos, dimensionado según el cálculo descrito en la sección HS 5 del DB-HS.

CTE DB-HE

El CTE DB-HE marca las siguientes directrices en términos de ahorro energético:

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, cada uno de los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica tendrán una transmitancia no superior a los valores indicados en la tabla 2.1 en función de la zona climática en la que se ubique el edificio.

La zona climática de cualquier localidad en la que se ubiquen los edificios se obtiene de la tabla D.1 en función de la diferencia de altura que exista entre dicha localidad y la altura de referencia de la capital de su provincia. Si la diferencia de altura fuese menor de 200 m o la localidad se encontrase a una altura inferior que la de referencia, se tomará, para dicha localidad, la misma zona climática que la que corresponde a la capital de provincia.

Obtenemos que la vivienda ubicada en Castellón de la Plana pertenece a la zona B3, siendo la B la severidad en invierno y 3 la severidad para verano. La vivienda se encuentra a una altura de 10 metros sobre el nivel del mar, por lo tanto no existe desnivel entre la altura de referencia de la zona climática y la propia de la vivienda (Tabla 4.1.).

Tabla 4.1. Zonas climáticas CTE

Capital de provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <800	≥800 <1000	≥1000 <1500	≥1500
Albacete	D3	577	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Alicante	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ciudad real	D3	530	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1
J León	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	375	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Mérida	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1
Palmas de Gran Canaria (las)	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Santa Cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1
Segovia	D2	1013	E1	E1	E1	E1	E1
Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	E1
Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Teruel	D2	995	E1	E1	E1	E1	E1
Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1
Valencia	B3	8	C2	C1	D1	D1	E1
Valadolid	D2	704	E1	E1	E1	E1	E1
Vitoria-Gasteiz	D1	512	E1	E1	E1	E1	E1
Zamora	D2	517	E1	E1	E1	E1	E1
Zaragoza	D3	207	D2	E1	E1	E1	E1

Transmitancia térmica

Puesto que nos encontramos en zona B3, consultamos en la tabla 2.1 del CTE DB-HE la transmitancia máxima de la cubierta para la vivienda (Tabla 4.2.).

Tabla 4.2. Transmitancia térmica máxima de cerramientos de la envolvente térmica (W/m2k)

<i>Cerramientos y particiones interiores</i>	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios <i>no habitables</i> , primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos ⁽²⁾	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas ⁽³⁾	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

La transmitancia térmica máxima para la cubierta en Castellón de la Plana es 0,59 W/m2k.

Condensaciones

- Condensaciones superficiales

La comprobación de la limitación de condensaciones superficiales se basa en la comparación del factor de temperatura de la superficie interior f_{Rsi} y el factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{Rsi,min}$ para las condiciones interiores y exteriores correspondientes al mes de enero.

Para la comprobación de la limitación de condensaciones superficiales en las cubiertas debe comprobar que el factor de temperatura de la superficie interior es superior al factor de temperatura de la superficie interior mínimo. Este factor se podrá obtener a partir de la Tabla 4.3 en función del tipo de espacio. Puesto que la vivienda es de uso residencia, se considera una clase de higrometría 3 (no se prevé una alta producción de humedad).

Tabla 4.3. Factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{Rsi, min}$

Categoría del espacio	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Clase de higrometría 5	0.80	0.80	0.80	0.90	0.90
Clase de higrometría 4	0.66	0.66	0.69	0.75	0.78
Clase de higrometría 3 o inferior a 3	0,50	0.52	0.56	0.61	0.64

- Condensaciones intersticiales

El procedimiento para la comprobación de la formación de condensaciones intersticiales se basa en la comparación entre la presión de vapor y la presión de vapor de saturación que existe en cada punto intermedio de un cerramiento formado por diferentes capas, para las condiciones interiores y exteriores correspondientes al mes de enero.

Para comprobar que no se produzcan condensaciones intersticiales se debe verificar que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación.

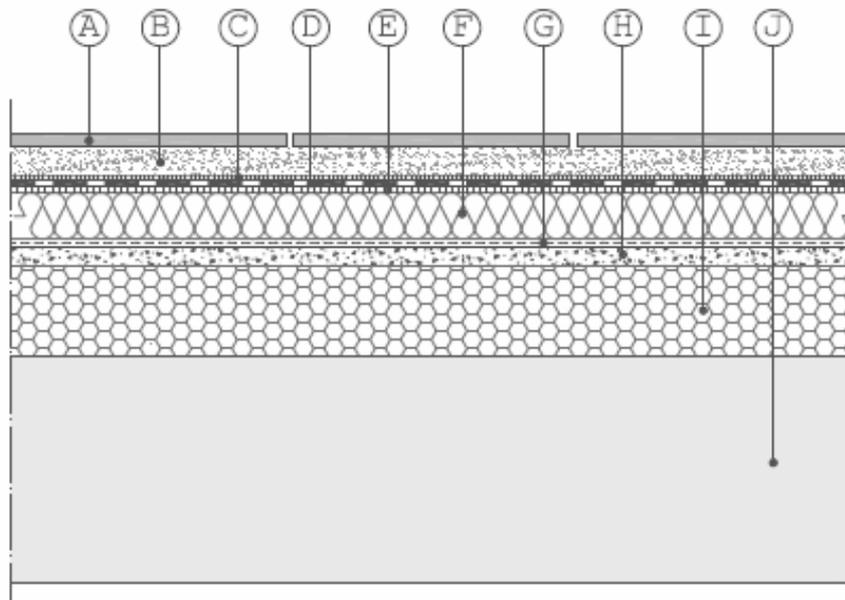
4.3.- Descripción de las tipologías a analizar

A continuación se detallan las tipologías de cubiertas estudiadas en el presente proyecto. Se incluyen cada una de las capas que la componen así como su justificación higrotérmica para determinar el aislamiento térmico necesario para el cumplimiento de la normativa vigente.

Cubierta de solado fijo

Esta tipología se considera la más tradicional. Este tipo de cubiertas posee una capa de protección que las hace aptas para la circulación normal de personas, pudiendo tener tránsito tanto público como privado, lo que las permite ser usadas como terrazas, ya que además están niveladas para la evacuación de aguas de desagüe. Presenta una disposición del aislamiento convencional, colocándose la lámina impermeabilizante por encima del aislamiento de poliestireno extruido.

La configuración de la cubierta es la siguiente (Figura 4.1):



- A. Pavimento**
Baldosa de gres rústico e:1.5cm
- B. Mortero de agarre**
Adhesivo cementoso
- C. Capa separadora**
Poliéster 200g/m²
- D. Impermeabilización**
Betún con elastómero SBS 4kg/m²
- E. Capa separadora**
Poliéster 150g/m²
- F. Aislamiento térmico**
Panel poliestireno extruido e:5cm
- G. Barrera de vapor**
Oxiasfalto (Chova o similar) 3kg/m²
- H. Capa de regularización**
Mortero de cemento M-5 e:2cm
- I. Formación de pendientes**
Hormigón celular. Densidad 350kg/m³ e:10cm
- J. Soporte resistente**

Figura 4.1. Esquema de la cubierta. Solado fijo

Justificación de transmitancia térmica y condensaciones

Para satisfacer las necesidades térmicas, la cubierta necesita un aislamiento térmico mínimo de 2 cm. Puesto que no existe un aislamiento térmico comercial de esas dimensiones, se calcula la transmitancia con el aislamiento térmico mínimo comercial posible; 3 cm. Se obtiene por tanto, un margen mayor en el cumplimiento de la transmitancia y de las condensaciones (Tabla 4.4 y Figura 4.2).

Tabla 4.4. Transmitancia térmica de la cubierta. Solado fijo

Aislamiento (cm)	Transmitancia (W/m2k)	
0	0,918	NO CUMPLE
2	0,529	CUMPLE
3	0,437	CUMPLE

Solado Fijo						Comprobación condensaciones						
Posición del cerramiento y sentido del flujo del calor						Cerramiento horizontal / Flujo ascendente						
e lamda R						R	T ^a	Psat	H Relativa ext	68%		
metros W/mK m2K/W						m2K/W	10,1	1235		Pn		
Rse						0,040	10,3	1249		839,5		
Plaqueta o baldosa de gres	65	0,010	2,3		0,004	10,3	1250	30	0,30	839,7		
MORTERO DE CEMENTO 1800<d<2000	93	0,010	1,3		0,008	10,3	1253	10	0,10	839,7		
BETUN	28	0,015	0,17		0,088	10,7	1286	50000	750,00	1267,9		
Aislante XPS Extruido con hidrofluorcarbonos HFC	9	0,030	0,025		1,200	15,9	1804	100	3,00	1269,6		
BARRERAS DE VAPOR	18	0,010	0		0,000	15,9	1804	0	0,00	1269,6		
HORMIGON A.EXPANDIDA. 500kg/m3	82	0,100	0,12		0,833	19,5	2264	15	1,50	1270,5		
MORTERO DE CEMENTO 1800<d<2000	93	0,020	1,3		0,015	19,6	2273	10	0,20	1269,7		
FORJADO UNIDIRECCIONAL BOV HORMIGÓN 30cm	95	0,300	0		0,000	19,6	2273	80	24,00	1283,4		
	0	0,000	0		0,000	19,6	2273	1	0,00	1283,4		
	0	0,000	0		0,000	19,6	2273	1	0,00	1283,4		
					0,100	20,0	2335			1283,4		
Resistencia térmica	Rt = Suma Ri			0,495	m2K/W	2,289	20,0	2335		779	1284,3	
Transmitancia	U = 1 / Rt				W/m2K	0,437						
	CUMPLE TRANSMITANCIA MÁXIMA				U max	0,59				Clase Higrotérmica 3		
Espacio interior	no se prevea una altaproducción de humedad. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edific										H Relativa int	55%
Condensaciones intersticiales Psat ≥ Pn						INTERSTICIALES CUMPLE						
Condensaciones superficiales fRsi = 1-U·0,25 ≥ fRsimin						0,89	≥	0,520	SUPERFICIALES CUMPLE			

Figura 4.2. Justificación del cumplimiento del cálculo higrotérmico. Solado fijo

Observamos que en todo momento se cumple que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación (Figura 4.3).

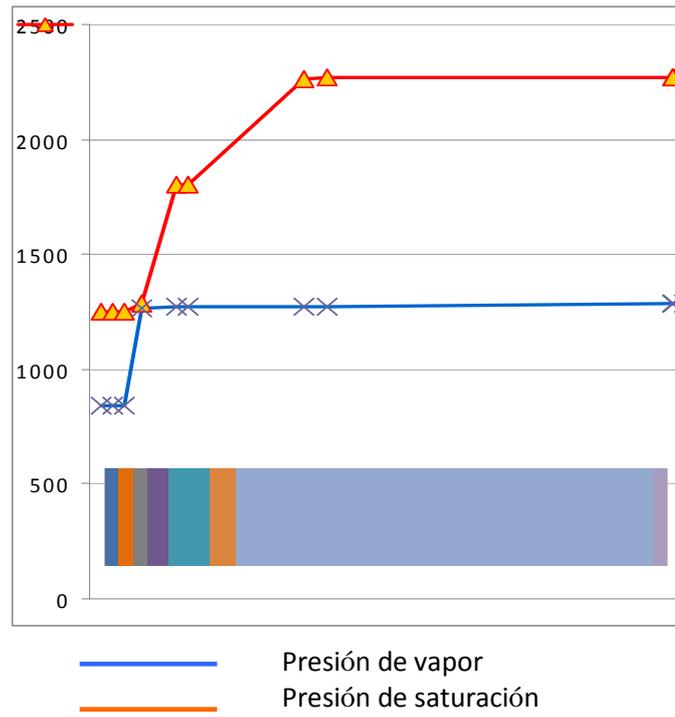


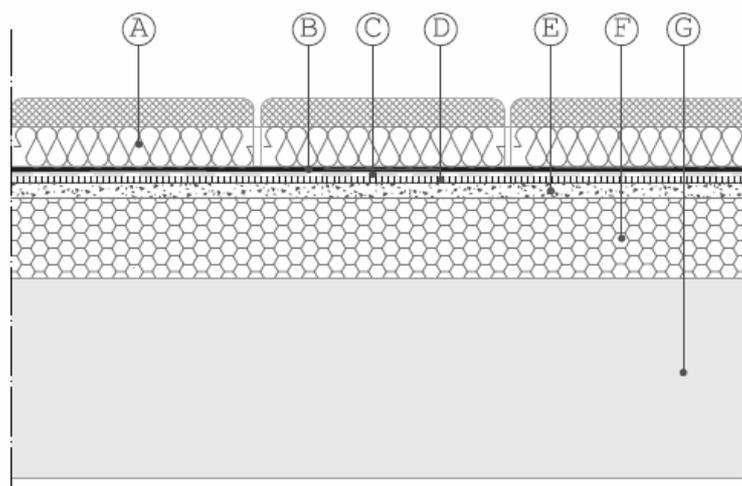
Figura 4.3. Cumplimiento de las condensaciones. Solado fijo

Cubierta invertida de solado flotante aislante

Esta tipología consta de pavimento con aislamiento incorporado. Su capa de protección las hace aptas para la circulación normal de personas, y también pueden ser utilizadas como terrazas, ya que además están niveladas para la evacuación de aguas de desagüe. La ventaja fundamental de estas cubiertas es que necesitan de menor aislante adicional para satisfacer las necesidades de transmitancia térmica de la misma.

Puesto que es una cubierta invertida, el aislante térmico protege a la lámina impermeabilizante. El nombre proviene de que esta disposición de capas es opuesta a la tradicional, en la que el impermeabilizante protegía el aislante. De esta manera conseguimos una disminución de las dilataciones en la lámina impermeabilizante, una protección de la lámina impermeabilizante frente a agresiones mecánicas y frente a la degradación de los rayos ultravioleta; la eliminación de condensaciones en el aislante (al no estar colocada la lámina impermeabilizante, que es una barrera de vapor, en la cara fría del elemento constructivo); una mayor separación entre las juntas de dilatación, que además quedan mejor protegidas de la incidencia de la lluvia o la nieve directas y por último un mantenimiento más cómodo.

La configuración de la cubierta es la siguiente (Figura 4.4):



- A. Pavimento**
Loseta filtrante de hormigón poroso e:8cm
con aislamiento de poliestireno
- B. Capa separadora**
Poliéster 200g/m²
- C. Impermeabilización**
Betún con elastómero SBS 4kg/m²
- D. Capa separadora**
Poliéster 150g/m²
- E. Capa de regularización**
Mortero de cemento M-5 e:2cm
- F. Formación de pendientes**
Hormigón celular. Densidad 350kg/m³ e:10cm
- G. Soporte resistente**

Figura 4.4. Esquema de la cubierta. Solado flotante aislante

Justificación de transmitancia térmica y condensaciones

Gracias a las características aislantes del pavimento aislante, la cubierta cumple la transmitancia térmica sin colocar una capa adicional de aislamiento. El espesor de la losa filtrante que lleva incluido poliestireno extruido es suficiente para satisfacer las exigencias higrotérmicas (Tabla 4.5 y Figura 4.5).

Tabla 4.5. Transmitancia térmica de la cubierta. Solado flotante aislante

Aislamiento (cm)	Transmitancia (W/m2k)	
0	0,382	CUMPLE

Invertida solado flotante						Comprobación condensaciones								
Posición del cerramiento y sentido del flujo del calor						Cerramiento horizontal / Flujo ascendente								
						e	lamda	R	R	Tª	Psat	H Relativa ext	68%	
						metros	W/mK	m2K/W	m2K/W			µ	Sdn	Pn
Rse								1	0,040	10,1	1235			839,5
Losa filtrante						72	0,080	0,06	1,333	10,3	1247			839,5
BETUN						31	0,000	0	0,000	15,3	1735	10	0,80	839,9
HORMIGON A.EXPANDIDA. 500kg/m3						28	0,015	0,17	0,088	15,6	1772	50000	750,00	1269,5
MORTERO DE CEMENTO 1800<d<2000						82	0,100	0,12	0,833	18,8	2163	15	1,50	1270,4
FORJADO UNIDIRECCIONAL BOV HORMIGÓN 30cm						93	0,020	1,3	0,015	18,8	2171	10	0,20	1270,5
						95	0,300	1,429	0,210	19,6	2281	80	24,00	1284,3
						0	0,000	-	0,000	19,6	2281	1	0,00	1284,3
						0	0,000	-	0,000	19,6	2281	1	0,00	1284,3
Rsi								1	0,100	20,0	2335			1284,3
Resistencia térmica Rt = Suma Ri						0,515		m2K/W	2,620	20,0	2335		777	1284,3
Transmitancia U = 1 / Rt								W/m2K	0,382					
CUMPLE TRANSMITANCIA MÁXIMA								U max	0,59					Clase Higrotérmica 3
Espacio interior						no se prevea una altaproducción de humedad. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edific.						H Relativa int	55%	
Condensaciones intersticiales Psat ≥ Pn												INTERSTICIALES CUMPLE		
Condensaciones superficiales fRsi = 1-U·0,25 ≥ fRsimin						0,90	≥	0,520						SUPERFICIALES CUMPLE

Figura 4.5. Justificación del cumplimiento del cálculo higrotérmico. Solado flotante aislante

Observamos que en todo momento se cumple que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación (Figura 4.6).

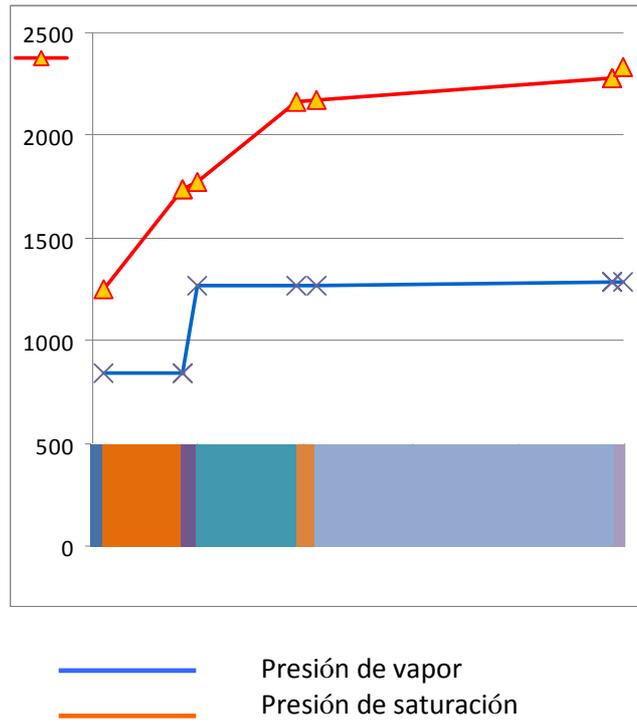


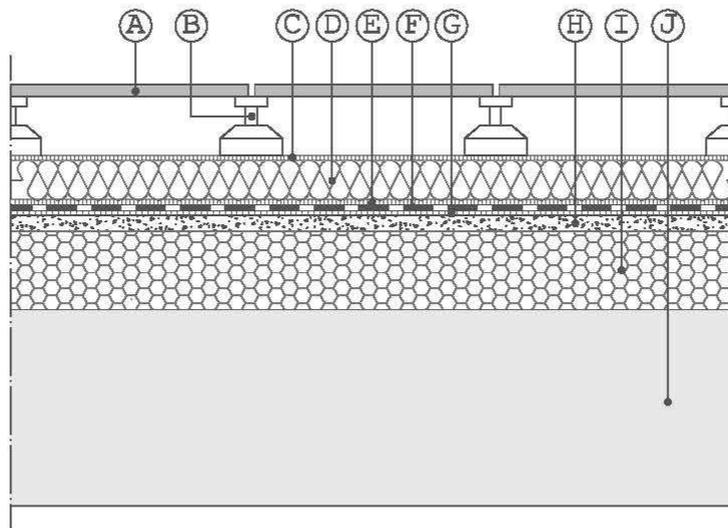
Figura 4.6. Cumplimiento de las condensaciones. Solado flotante aislante

Cubierta invertida de solado flotante sobre soportes

Esta tipología consta de pavimento de baldosas de cemento sobre plots de plástico (dispositivos de elevación del pavimento). Son también aptas para la circulación en lugares no muy transitados, debido a que si hay un tráfico elevado de peatones, las juntas se obstruyen de suciedad y no drenan correctamente.

Las ventajas de este tipo de cubiertas son el pavimento horizontal de la cubierta, que le confiere un mayor confort al tránsito. Debido a los pequeños huecos de junta entre las baldosas, no se acumula el agua por rápido que caiga. Puesto que el pavimento es ventilado, se seca y enfría rápido y no existen problemas de retracciones por cambio de temperatura y por último, es registrable, lo cual nos permite colocar las arquetas y sumideros con facilidad y son accesibles en caso de mantenimiento.

La configuración de la cubierta es la siguiente (Figura 4.7):



- A. Pavimento**
Baldosa de cemento. Acabado en garbancillo
- B. Soporte regulable**
De 70 a 120 cm
- C. Capa separadora**
Poliéster 200g/m²
- D. Aislamiento térmico**
Panel poliestireno extruido e:5cm
- E. Capa separadora**
Poliéster 150g/m²
- F. Impermeabilización**
Betún con elastómero SBS 4kg/m²
- G. Capa separadora**
Poliéster 150g/m²
- H. Capa de regularización**
Mortero de cemento M-5 e:2cm
- I. Formación de pendientes**
Hormigón celular. Densidad 350kg/m³ e:10cm
- J. Soporte resistente**

Figura 4.7. Esquema de la cubierta. Solado flotante sobre soportes

Justificación de transmitancia térmica y condensaciones

Para satisfacer las necesidades térmicas, la cubierta necesita un aislamiento térmico mínimo de 2 cm. Puesto que no existe un aislamiento térmico comercial de esas dimensiones, se calcula la transmitancia con el aislamiento térmico mínimo comercial posible; 3 cm. Se obtiene por tanto, un margen mayor en el cumplimiento de la transmitancia y de las condensaciones (Tabla 4.6 y Figura 4.8).

Tabla 4.6. Transmitancia térmica de la cubierta. Solado flotante sobre soportes

Aislamiento (cm)	Transmitancia (W/m2k)	
0	0,775	NO CUMPLE
2	0,478	CUMPLE
3	0,402	CUMPLE

Invertida solado flotante sobre soportes						Comprobación condensaciones					
Posición del cerramiento y sentido del flujo del calor						Cerramiento horizontal / Flujo ascendente				68%	
Rse						T ^a Psat		H Relativa ext		Pn	
Plaqueta o baldosa cemento						10,1	1235			839,5	
Aislante XPS Extruido con hidrofluorcarbonos HFC						10,3	1248			839,5	
BETUN						10,3	1249	10	0,06	839,5	
HORMIGON A.EXPANDIDA. 500kg/m3						15,0	1708	100	3,00	841,2	
MORTERO DE CEMENTO 1800<d<2000						15,4	1747	50000	750,00	1269,6	
FORJADO UNIDIRECCIONAL BOV HORMIGÓN 30cm						0,833	18,7	2155	15	1,50	1270,4
						0,015	18,8	2163	10	0,20	1270,6
						0,210	19,6	2278	80	24,00	1284,3
						0,000	19,6	2278	10	0,00	1284,3
						0,000	19,6	2278	10	0,00	1284,3
Rsi						20,0	2335			1284,3	
Rt = Suma Ri						2,490	20,0	2335		779	1284,3
Transmitancia U = 1 / Rt						0,402					
CUMPLE TRANSMITANCIA MÁXIMA						U max				0,59	
Espacio interior						no se prevea una altaproducción de humedad. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edific				Clase Higrotérmica 3	
Condensaciones intersticiales Psat ≥ Pn										INTERSTICIALES CUMPLE	
Condensaciones superficiales fRsi = 1-U·0,25 ≥ fRsimin						0,90 ≥ 0,520				SUPERFICIALES CUMPLE	

Figura 4.8. Justificación del cumplimiento del cálculo higrotérmico. Solado flotante sobre soportes

Observamos que en todo momento se cumple que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación (Figura 4.9).

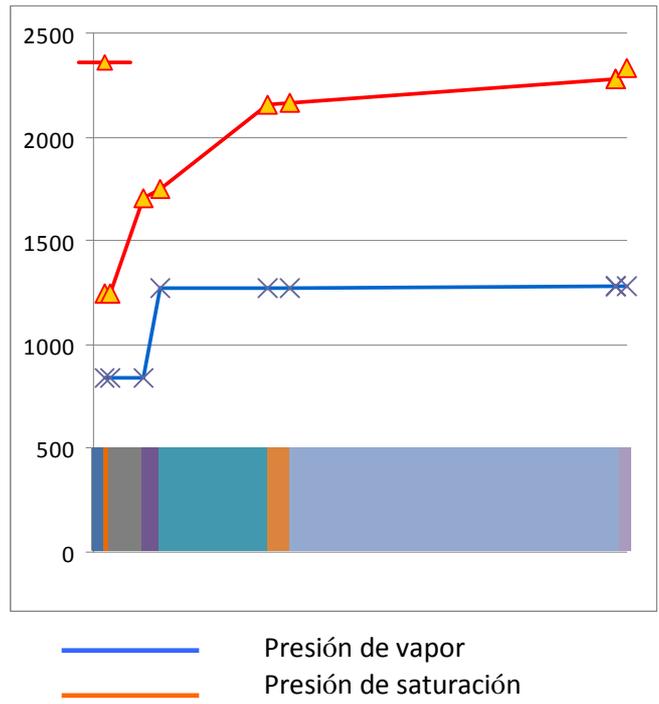


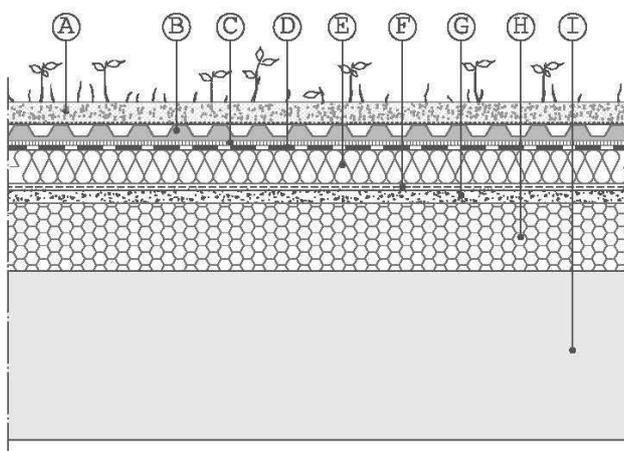
Figura 4.9. Cumplimiento de las condensaciones. Solado flotante sobre soportes

Cubierta verde extensiva

Esta tipología de cubierta está preparada para acomodar vegetación y/o para el uso humano, ya sea como terraza, patio, zona de recreo, zona de juegos infantiles, etc.

Además de proporcionar un espacio vital adicional, la cubierta verde tiene otras muchas ventajas ecológicas y económicas, como la prolongación de la vida útil de la cubierta, la reducción del ruido y la contaminación, la retención de agua, el ahorro energético o la mejora del clima y del paisaje urbano. La cubierta extensiva es aquella cuya vegetación la constituyen plantas tapizantes de muy bajo mantenimiento. Generalmente se instala como protección adicional de la cubierta y permite maximizar las ventajas ecológicas. Las plantas deben ser resistentes, ya que las cubiertas pueden estar sometidas a fuertes vientos, heladas o excesiva radiación solar, especialmente en la época estival. También deben ser regenerables y capaces de soportar épocas de escaso riego por precipitaciones naturales o por riego artificial (por goteo).

La configuración de la cubierta es la siguiente (Figura 4.10).



- A. Protección**
Sustrato orgánico e: 6cm
Árido poroso roca volcánica e:3cm
- B. Drenaje filtrante**
Lámina drenante y retenedora de agua
+ geotextil 160g/m²
- C. Capa separadora**
Poliéster 200g/m²
- D. Impermeabilización**
Betún con elastómero SBS 5kg/m²
- E. Aislamiento térmico**
Panel rígido de lana de roca soldable
hidrofugada, de alta densidad, revestido
con oxiasfalto y film de polipropileno
termofusible e:5cm
- F. Barrera de vapor**
Oxiasfalto (Chova o similar) 3kg/m²
- G. Capa de regularización**
Mortero de cemento M-5 e:2cm
- H. Formación de pendientes**
Hormigón celular. Densidad 350kg/m³ e:10cm
- I. Soporte resistente**

Figura 4.10. Esquema de la cubierta. Verde extensiva

Justificación de transmitancia térmica y condensaciones

Para satisfacer las necesidades térmicas, la cubierta necesita un aislamiento térmico mínimo de 2 cm. Puesto que no existe un aislamiento térmico comercial de esas dimensiones, se calcula la transmitancia con el aislamiento térmico mínimo comercial posible; 5 cm. Se obtiene por tanto, un margen mayor en el cumplimiento de la transmitancia y de las condensaciones (Tabla 4.7 y Figura 4.11).

Tabla 4.7. Transmitancia térmica de la cubierta. Verde extensiva

Aislamiento (cm)	Transmitancia (W/m2k)	
0	0,742	NO CUMPLE
2	0,534	CUMPLE
5	0,468	CUMPLE

Verde extensiva						Comprobación condensaciones								
Posición del cerramiento y sentido del flujo del calor						Cerramiento horizontal / Flujo ascendente								
Rse						e	lamda	R	R	T ^a	Psat	H Relativa ext	Pn	
						metros	W/mK	m2K/W	m2K/W			μ	Sdn	
Tierra vegetal						145	0,060	1	0,040	10,1	1235			839,5
BETUN						28	0,015	0,17	0,060	10,5	1266	0	0,00	839,5
Lana de Roca LM-5 (111-160 ka/m3)						14	0,050	0,038	0,088	10,8	1294	50000	750,00	1269,5
BARRERAS DE VAPOR						18	0,100	0	1,316	15,7	1780	1	0,05	1269,5
HORMIGON A.EXPANDIDA. 500kg/m3						82	0,100	0,12	0,000	15,7	1780	0	0,00	1269,5
MORTERO DE CEMENTO 1800<d<2000						93	0,020	1,3	0,833	18,8	2166	15	1,50	1270,4
FORJADO UNIDIRECCIONAL BOV HORMIGÓN 30cm						95	0,300	1,429	0,015	18,8	2174	10	0,20	1270,5
						0	0,000	-	0,210	19,6	2282	80	24,00	1284,3
									0,000	19,6	2282	10	0,00	1284,3
Resistencia térmica						Rt = Suma Ri	0,645	m2K/W	2,663	20,0	2335		776	1284,3
Transmitancia						U = 1 / Rt		W/m2K	0,376					
						CUMPLE TRANSMITANCIA MÁXIMA			U max	0,59				Clase Higrotérmica 3
Espacio interior						no se prevea una altaproducción de humedad. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edific						H Relativa int	55%	
Condensaciones intersticiales						Psat ≥ Pn				INTERSTICIALES CUMPLE				
Condensaciones superficiales						fRsi = 1-U·0,25 ≥ fRsimin	0,91	≥	0,520	SUPERFICIALES CUMPLE				

Figura 4.11. Justificación del cumplimiento del cálculo higrotérmico. Verde extensiva

Observamos que en todo momento se cumple que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación (Figura 4.12).

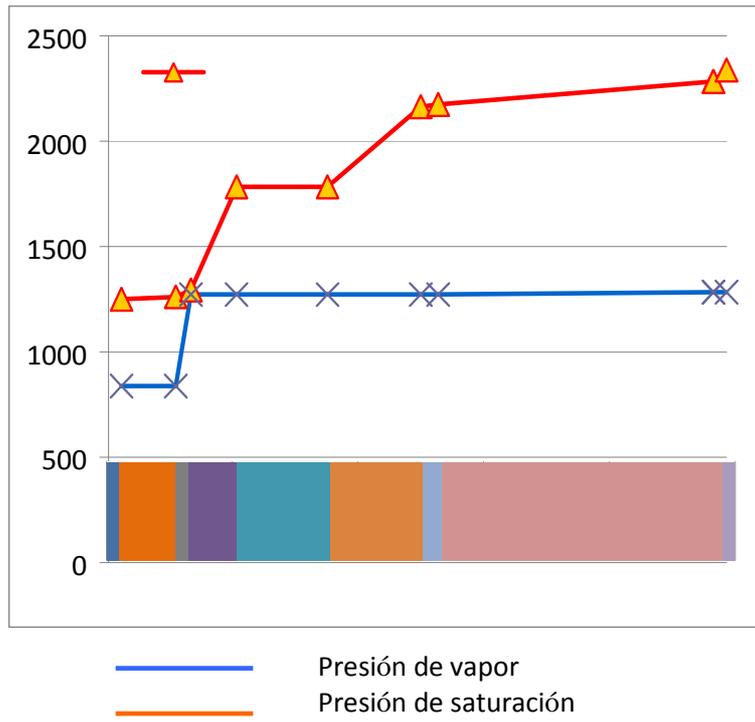


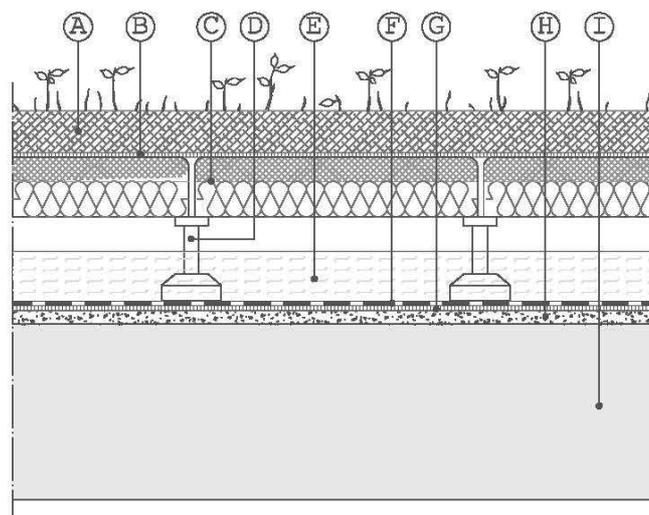
Figura 4.12. Cumplimiento de las condensaciones. Verde extensiva

Cubierta aljibe

La cubierta aljibe es un tipo de cubierta invertida que permite aprovechar toda el agua de lluvia que cae sobre la misma. Esta cubierta funciona como depósito de agua de lluvia en la azotea, de manera que se aprovecha para abastecer a las redes auxiliares del edificio, evitando malgastar el agua potable en otros usos distintos al consumo humano. Este agua almacenada podría utilizarse para riego de jardines, limpieza de garajes, redes sanitarias, prevención de incendios, etc. Además confieren a la cubierta una pendiente cero, consiguiendo un tránsito más cómodo. La acumulación de agua en la cubierta permite la colocación de depósitos in situ en la cubierta.

Puesto que se trata de una cubierta invertida, presenta todas las ventajas citadas en las de solado flotante, tales como la disminución de las dilataciones en la lámina impermeabilizante, una protección de la lámina impermeabilizante frente a agresiones mecánicas y frente a la degradación de los rayos ultravioleta y la eliminación de condensaciones en el aislante.

La configuración de la cubierta es la siguiente (Figura 4.13):



- A. Protección**
Sustrato orgánico e: 6cm
- B. Capa separadora**
300g/m²
- C. Losa filtrante híbrida aislante**
Formada por aislamiento de poliestireno y hormigón poroso e:8cm
- D. Soportes**
Tipo "plots"
- E. Balsa de agua**
- F. Impermeabilización**
Lámina de PVC
- G. Capa separadora**
300g/m²
- H. Capa de regularización**
Mortero de cemento M-5 e:2cm
- I. Soporte resistente**

Figura 4.13. Esquema de la cubierta. Aljibe

Justificación de transmitancia térmica y condensaciones

En la cubierta aljibe, la capa de aislamiento es la losa filtrante, igual que en la cubierta de solado flotante, donde la losa filtrante funciona como capa aislante. La losa filtrante es de un espesor de 8 cm, confiriéndole el grado de aislamiento suficiente para cumplir con las necesidades de transmitancia térmica de la cubierta (Tabla 4.8 y Figura 4.14).

Tabla 4.8. Transmitancia térmica de la cubierta. Aljibe

Aislamiento (cm)	Transmitancia (W/m2k)	
0	0,473	CUMPLE

Aljibe extensiva					Comprobación condensaciones					
Posición del cerramiento y sentido del flujo del calor					Cerramiento horizontal / Flujo ascendente					
e lambda R					T ^a Psat H Relativa ext 68%					
metros W/mK m2K/W					mu Sdn Pn					
Rse					0,040					
Tierra vegetal	145	0,400	1	0,400	10,1	1235			839,5	
Terreno natural	143	0,030	2	0,015	10,3	1250			839,5	
Losa filtrante	72	0,080	0,06	1,333	12,2	1416	0	0,00	839,5	
MORTERO DE CEMENTO 1800<d<2000	93	0,020	1,3	0,015	12,2	1422	10	0,30	848,9	
FORJADO UNIDIRECCIONAL BOV HORMIGÓN 30cm	95	0,300	1,429	0,210	18,5	2124	10	0,80	874,1	
	101	0,000	0	0,000	18,5	2133	10	0,20	880,3	
	165	0,000	0	0,000	19,5	2268	80	24,00	1634,5	
	158	0,000	0	0,000	19,5	2268	0	0,00	1634,5	
				0,000	19,5	2268	0	0,00	1634,5	
Rsi				0,100	20,0	2335			1634,5	
Resistencia térmica	Rt = Suma Ri			0,83	m2K/W	2,114	20,0	2335	25	1634,5
Transmitancia	U = 1 / Rt				W/m2K	0,473				
	CUMPLE TRANSMITANCIA MÁXIMA				U max	0,59				
Espacio interior	no se prevea una altaproducción de humedad. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edific									H Relativa int 70%
Condensaciones intersticiales Psat ≥ Pn					INTERSTICIALES CUMPLE					
Condensaciones superficiales fRsi = 1-U·0,25 ≥ fRsimin					0,88 ≥ 0,520 SUPERFICIALES CUMPLE					

Figura 4.14. Justificación del cumplimiento del cálculo higrotérmico. Verde extensiva

Observamos que en todo momento se cumple que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación (Figura 4.15).

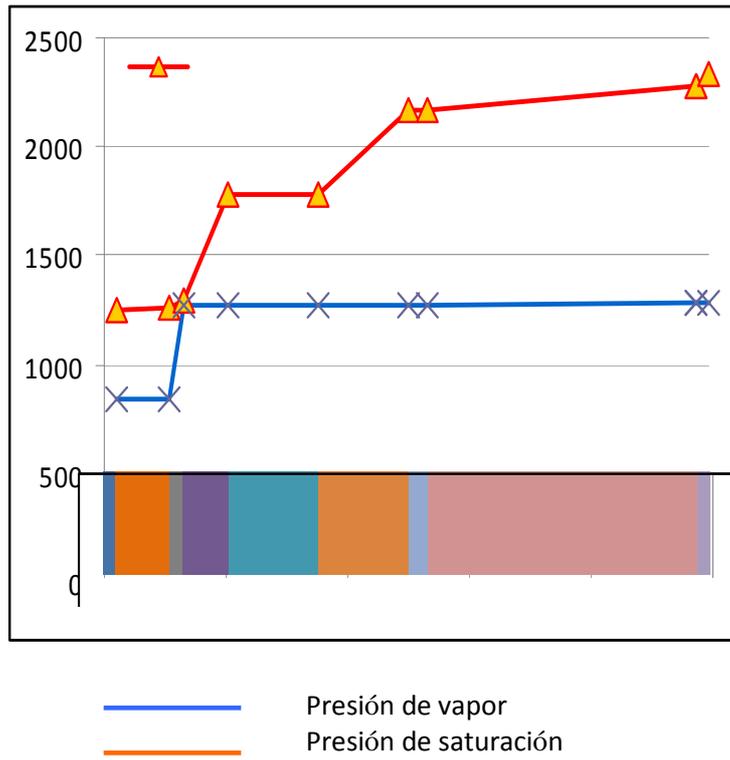


Figura 4.15. Cumplimiento de las condensaciones. Aljibe

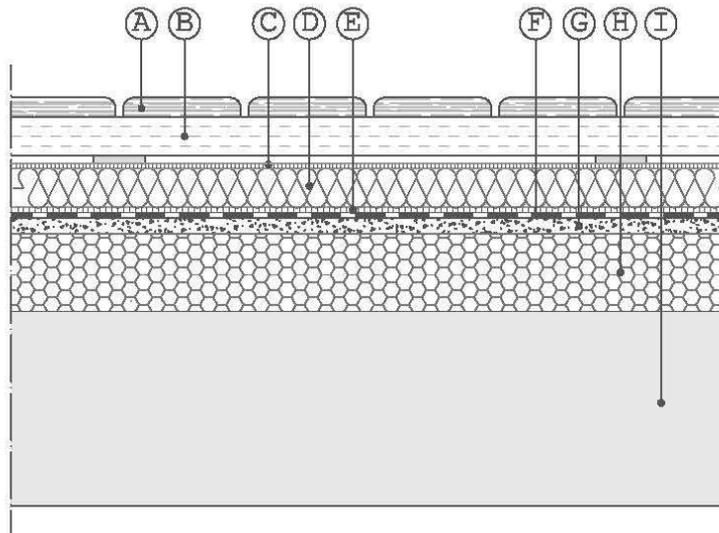
Cubierta con solado de madera invertida

La cubierta con solado de madera se caracteriza por ser impermeable, resistente a los parásitos, es incombustible e impermeable al vapor. Además, la madera posee una elevada resistencia a compresión.

Resulta una solución ecológica debido a su material de protección (madera) además de sostenible. Esta cubierta es además de pendiente cero, consiguiendo un tránsito más cómodo. Está diseñada para un tránsito reducido privado, no preparada para espacios públicos con elevado nivel de tránsito peatonal.

Puesto que se trata de una cubierta invertida, presenta todas las ventajas citadas, tales como la disminución de las dilataciones en la lámina impermeabilizante, una protección de la lámina impermeabilizante frente a agresiones mecánicas y frente a la degradación de los rayos ultravioleta y la eliminación de condensaciones en el aislante.

La configuración de la cubierta es la siguiente (Figura 4.16):



- A. Pavimento**
Listones de madera
- B. Soporte**
Rastreles de madera
- C. Capa separadora**
Poliéster 200g/m²
- D. Aislamiento térmico**
Panel poliestireno extruido e:5cm
- E. Capa separadora**
Poliéster 150g/m²
- F. Impermeabilización**
Lámina bituminosa LBM SBS 4,8kg/m²
- G. Capa de regularización**
Mortero de cemento M-5 e:2cm
- H. Formación de pendientes**
Hormigón celular. Densidad 350kg/m³ e:10cm
- I. Soporte resistente**

Figura 4.16. Esquema de la cubierta. Solado de madera

Justificación de transmitancia térmica y condensaciones

Para satisfacer las necesidades térmicas, la cubierta necesita un aislamiento térmico mínimo de 2 cm. Puesto que no existe un aislamiento térmico comercial de esas dimensiones, se calcula la transmitancia con el aislamiento térmico mínimo comercial posible; 3 cm. Se obtiene por tanto, un margen mayor en el cumplimiento de la transmitancia y de las condensaciones (Tabla 4.9 y Figura 4.17).

Tabla 4.9. Transmitancia térmica de la cubierta. Solado de madera

Aislamiento (cm)	Transmitancia (W/m2k)	
0	0,777	NO CUMPLE
2	0,479	CUMPLE
3	0,402	CUMPLE

Cubierta plana de madera						Comprobación condensaciones			
Posición del cerramiento y sentido del flujo del calor						Cerramiento horizontal / Flujo ascendente			
Rse						Intersticiales			
MADERAS						Tª	Psat	H Relativa ext	68%
Aislante XPS Extruido con hidrofluorcarbonos HFC						10,1	1235	μ	Pn
BETUN						10,3	1248	Sdn	839,5
HORMIGON A.EXPANDIDA. 500ka/m3						10,3	1248	0	839,5
MORTERO DE CEMENTO 1800<d<2000						15,0	1707	100	3,00
FORJADO UNIDIRECCIONAL BOV HORMIGÓN 30cm						0,088	15,4	50000	750,00
						0,833	18,7	15	1,50
						0,015	18,8	10	0,20
						0,210	19,6	80	24,00
						0,000	19,6	20	0,00
						0,000	19,6	50	0,00
						0,100	20,0		1634,5
Resistencia térmica Rt = Suma Ri						0,515	m2K/W	2,487	20,0
Transmitancia U = 1 / Rt						W/m2K	0,402		779
Espacio interior						H Relativa int 70%			
Condensaciones intersticiales Psat ≥ Pn						INTERSTICIALES CUMPLE			
Condensaciones superficiales fRsi = 1-U·0,25 ≥ fRsimin						0,90	≥	0,520	SUPERFICIALES CUMPLE

Figura 4.17. Justificación del cumplimiento del cálculo higrotérmico. Solado de madera

Observamos que en todo momento se cumple que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación (Figura 4.18).

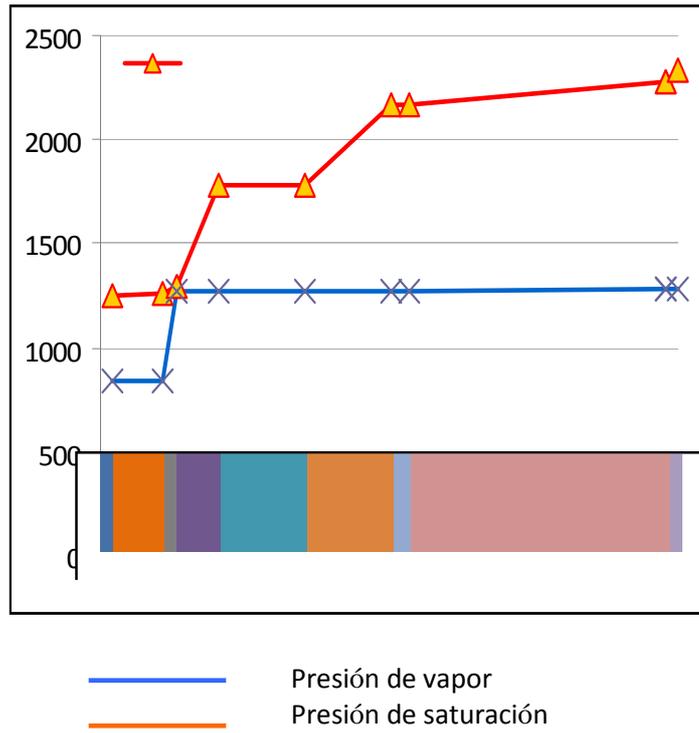


Figura 4.18. Cumplimiento de las condensaciones. Solado de madera

5.- ANÁLISIS AMBIENTAL. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ACV

5.1.- Etapa I. Definición de objetivos y alcance

Esta primera fase debe incluir la definición exacta del alcance y profundidad del estudio, para determinar con qué propósito se utilizarán los resultados obtenidos y las conclusiones extraídas. Deben quedar así pues definidas:

Objetivo: el estudio tiene como finalidad evaluar el impacto ambiental de seis tipologías de cubiertas durante su ciclo de vida completo, así como determinar cuál es la más sostenible en cada uno de sus etapas de ciclo de vida y en su conjunto:

- Cubierta de solado fijo
- Cubierta invertida de solado flotante aislante
- Cubierta invertida de solado flotante sobre soportes
- Cubierta verde extensiva
- Cubiera aljibe
- Cubiera con solado de madera invertida

Alcance y límites del sistema:

El alcance se refleja en la Figura 5.1

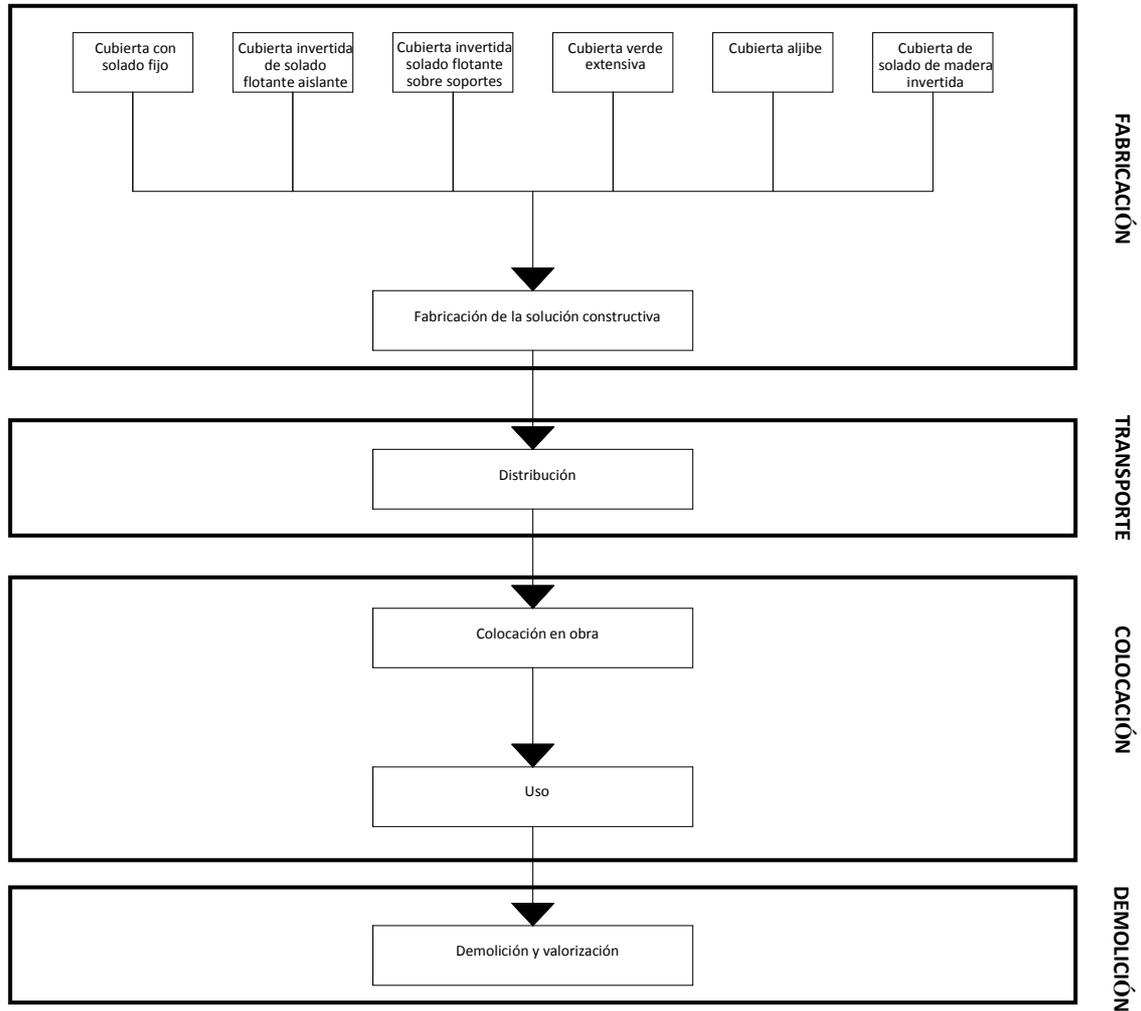


Figura 5.1. Alcance del estudio

Los límites del sistema definen los procesos y operaciones que se consideran dentro y fuera del sistema a analizar. En este caso, se han incluido dentro del sistema los siguientes aspectos:

- Los materiales necesarios para la fabricación de dicha cubierta, así como los procesos y transformaciones necesarios a partir de la extracción de las materias primas.
- El cumplimiento higrotérmico de las condensaciones y transmitancia térmica de la cubierta en función de su ubicación geográfica.
- El transporte de los materiales desde la empresa suministradora de cada material hasta el emplazamiento de la ejecución de la cubierta, ubicada en Castellón de la Plana, realizado con un camión de 32 toneladas.
- Los equipos necesarios para el transporte de material dentro de la obra para su correcta ejecución, adaptándose como solución en este caso una grúa torre Liebherr 71 EC - B5.

- El desmantelamiento de la misma, incluyendo los procesos necesarios en tal acción, así como el transporte a planta de tratamiento de RCD's mediante un camión de 16 toneladas y su posterior tratamiento en dicha planta incluyendo la energía necesaria, considerando la carga evitada por los materiales que pueden clasificarse como áridos y maderas.
- El modelo de producción eléctrica basado en el mix eléctrico español del año 2011 para considerar el impacto producido por el consumo eléctrico, según la Figura 5.2.

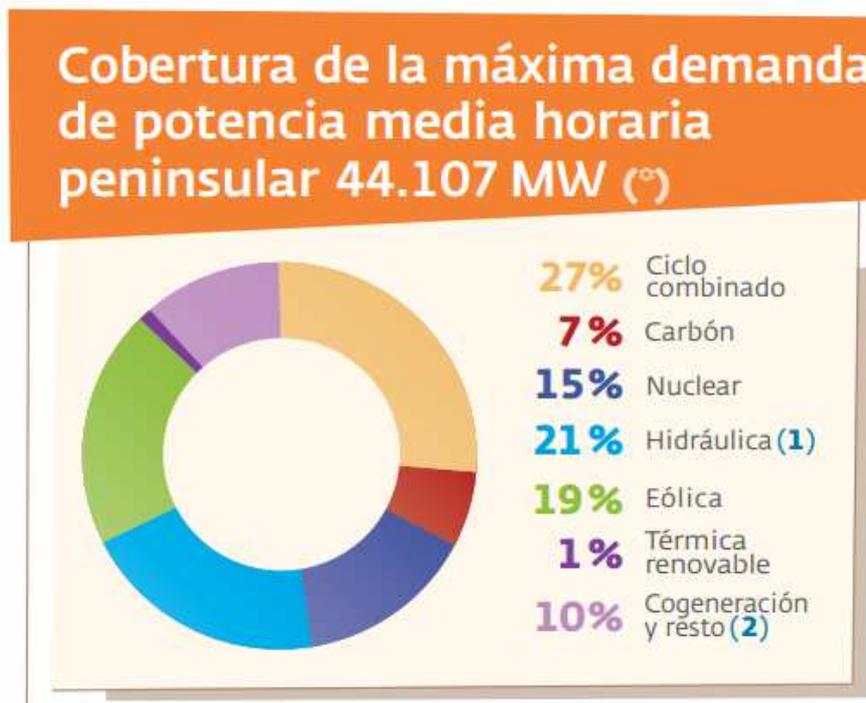


Figura 5.2. Cobertura de demanda de potencia media. REE

Fuera del análisis han quedado los aspectos siguientes:

- La colocación de sumideros y demás puntos singulares tales como juntas de dilatación, shunts y remates perimetrales.
- El impacto de las cubiertas vegetales.

La unidad funcional: describen las características del sistema objeto de estudio.

En este caso, se considera una superficie de cubierta plana de 1 metro cuadrado con una vida útil de 50 años de utilización.

Para calcular las cargas ambientales a partir del consumo de materiales y energía, existen bases de datos generales que calculan dichos impactos, incluidas en el software de simulación y evaluación de impactos utilizado. En este caso se ha utilizado la base de datos de EcoInvent.

Para cada uno de los sistemas (cubiertas), los cuatro subsistemas se organizan de la siguiente forma :

- Fabricación / Materiales
- Transporte
- Colocación
- Demolición

5.2.- Etapa II. Análisis de inventario

Esta segunda fase debe incluir cada uno de los subsistemas donde se especifican las materias primas, materias auxiliares, energía utilizada y emisiones medioambientales.

5.2.1.- Justificación de datos de inventario

Los datos utilizados para el análisis del inventario se reflejan para cada solución constructiva según su etapa de ciclo de vida.

- Fabricación / Materiales

Se detalla la descripción de los materiales de cada solución, extraídas de la base de datos de CYPE Ingenieros. Mediante las fichas técnicas de los materiales escogidos para la solución constructiva, pueden extraerse las densidades y los pesos de los componentes que forman la cubierta, obteniendo finalmente el peso de cada solución constructiva. Además, se refleja de qué suministrador procede cada uno de los elementos que integran cada solución constructiva.

- Transporte

Conocidos los suministradores para cada solución constructiva, la distancia a la que se encuentra dicho suministrador y el peso de cada elemento a suministrar, se calculan las toneladas por kilómetro de cada solución en su conjunto.

- Colocación

Para la colocación de materiales en la obra, se ha previsto en el inventario una grúa Liebherr modelo 71 EC-B5, con una potencia fija de 4 kw capaz de trabajar a un ritmo de 200 kg cada hora. El consumo de cada cubierta variará según el peso de cada solución constructiva.

- Demolición

Para la demolición se consideran los valores de demolición del inventario de la base de datos de Ecoinvent (Tabla 5.1).

Tabla 5.1. Valores de demolición. Ecoinvent (Doka, 2007)

Material NAME	Demolition energy MJ/kg	PM emissions during demolition
concrete, not reinforced	0.04374	yes
reinforced concrete	0.06124	yes
cement (in concrete) and mortar	0.04374	yes
concrete gravel	0.04374	yes
brick	0.03594	yes
palster board, gypsum plaster	0.03594	yes
plaster-cardboard sandwich	0.03594	yes
reinforced plater board	0.03594	yes
mineral wool	0	yes
plystyrene isolation, flame-retardant	0	-
glass sheet	0	-
glass plane (in burnable frame)	0	-
reinforcement steel	0.6259	-
bulk iron (excluding reinforcement)	0	-
waste wood, untreated	0	-
waste wood, chrome preserved	0	-
fibre board	0	-
polyurethane foam	0	-
paint remains	0	-
paint on walls	0	-
paint on metal	0	-
emulsion paint remains	0	-
emulsion paint on walls	0	-
emulsion paint on wood	0	-
polyurethane sealing	0	-
polyvinylchloried products	0	-
polyethylene/polypropylene products	0	-
cement-fibre slab	0.03594	yes
mineral plaster	0	yes
plastic plaster	0	yes
PVC sealing sheet	0	-
PE sealing sheet	0	-
vapour barrier, flame-retarded	0	-
bitumen sheet	0	-
electric wiring	0	-

El transporte a vertedero se realiza mediante un camión bañera de 16 toneladas, a la planta de tratamiento de Residuos de Construcción y Demolición ubicada en Benicarló (Figura 5.3), a una distancia de 72 kilómetros desde Castellón. Esta planta está autorizada para tratar tanto residuos inertes como no peligrosos.



Figura 5.3. Ubicación de Trained

El tratamiento de los residuos en el vertedero genera los siguientes consumos de fuel y energía eléctrica extraídos del artículo de Mercante et al (2012) (Tabla 5.2).

Tabla 5.2. Consumos de fuel y energía en vertedero (Mercante et al, 2012)

Energy and materials input in the stage involving the sorting and recycling of inter materials (data per 1 t of treated C&DW)

Type of plants	Process	Diesel fuel (l/t)	Electrical energy (kwh/t)	Water (l/t)
I	Pre-treatment	0.06	-	n/a
	Primary sector	0.28	1.44	n/a
	Secondary sector	-	0.62	n/a
	Tertiary sector	0.28	-	n/a
	Total	0.62	2.06	1.00
II	Mixed C&DW plant			
	Pre-treatment	0.05	0.02	n/a
	Primary sector	0.19	0.12	n/a
	Secondary sector	-	0.06	n/a
	Tertiary sector	0.19	0.24	n/a
	Total	0.43	0.44	1.00
	Concrete C&DW plant	1.02	2.59	1.00

Se consideran como carga evitada los residuos siguientes (Tabla 5.3).

Tabla 5.3. Codificación de residuos generados

Código LER	Nombre del residuo
17 01 01	Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).
17 01 02	Ladrillos.
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos.
17 02 01	Madera.

Cubierta de solado fijo

- Materiales:

Tabla 5.4. Listado de materiales con descomposición de base de datos de CYPE Ingenieros. Solado fijo

Descomposición	Materiales
Ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11,5x9 cm, según UNE-EN 771-1.	Ladrillo cerámico
Arcilla expandida, de 350 kg/m ³ de densidad y granulometría comprendida entre 8 y 16 mm, suministrada en sacos.	Arcilla expandida
Lechada de cemento 1/3 CEM II/B-P 32,5 N.	Cemento
	Agua
Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, mecanizado lateral recto, de 20 mm de espesor, resistencia térmica 0,55 m ² K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), para junta de dilatación.	Poliestireno expandido
Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, confeccionado en obra con 250 kg/m ³ de cemento y una proporción en volumen 1/6.	Mortero de cemento
Lámina bituminosa de oxiasfalto, LO-30/PE (95), UNE-EN 13707, con armadura de film de polietileno de 95 g/m ² , de superficie no protegida.	Lámina bituminosa oxiasfalto
	Refuerzo polietileno (95 g/ m2)
Imprimación asfáltica, tipo EA, UNE 104231.	Imprimación asfáltica
Panel rígido de poliestireno extruido, según UNE-EN 13164, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 30 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa, resistencia térmica 1,5 m ² K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego, con código de designación XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)300-DLT(2)5-CC(2/1,5/50)125-DS(TH)-WL(T)0,7-WD(V)3-FT2.	Poliestireno extruido
Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 150 g/m ² y una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 25 mm. Según UNE-EN 13252.	Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)
Lámina de betún modificado con elastómero SBS, UNE-EN 13707, LBM(SBS)-40/FP (140), con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 150 g/m ² , de superficie no protegida.	Lámina bituminosa oxiasfalto
	Refuerzo poliéster (150 g/ m2)
Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 200 g/m ² y una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 25 mm. Según UNE-EN 13252.	Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)
Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, confeccionado en obra con 250 kg/m ³ de cemento y una proporción en volumen 1/6.	Mortero de cemento
Adhesivo cementoso normal, C1, según UNE-EN 12004, color gris.	Adhesivo cementoso
Baldosa cerámica de gres rústico 4/3/-E, 20x20 cm, 8,00€/m ² , según UNE-EN 14411.	Baldosa cerámica
Rodapié cerámico de gres rústico, 7 cm, 3,00€/m.	Rodapié cerámico
Mortero de juntas cementoso con resistencia elevada a la abrasión y absorción de agua reducida, CG2, para junta abierta entre 3 y 15 mm, según UNE-EN 13888.	Mortero de juntas cementoso

Tabla 5.5. Cálculo de peso de los materiales en función de sus propiedades físicas. Solado fijo

Rend.	Materiales	Peso unitario (kg)	Espesor (m)	Densidad volumétrica (kg/m3)	Densidad superficial (g/m2)	Peso (kg)
4,000	Ladrillo cerámico	1,75	-	-	-	7,00
0,100	Arcilla expandida	-	-	350	-	35,00
0,010	Cemento	-	-	299	-	2,99
	Agua	-	-	896	-	8,96
0,010	Poliestireno expandido	-	0,02	30	-	0,006
0,020	Mortero de cemento	-	-	1500	-	30,00
1,050	Lámina bituminosa oxiasfalto	-	-	-	3000	3,15
	Refuerzo polietileno (95 g/ m2)	-	-	-	95	0,10
0,300	Imprimación asfáltica	-	-	-	-	0,30
1,050	Poliestireno extruido	-	0,03	33	-	1,04
1,050	Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)	-	-	-	150	0,16
1,100	Lámina bituminosa oxiasfalto	-	-	-	4000	4,40
	Refuerzo poliéster (150 g/ m2)	-	-	-	150	0,17
1,050	Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)	-	-	-	200	0,21
0,040	Mortero de cemento	-	-	1500	-	60,00
4,000	Adhesivo cementoso	-	-	-	-	4,00
1,050	Baldosa cerámica	-	-	-	20000	21,00
0,400	Rodapié cerámico	0,8	-	-	-	0,32
0,300	Mortero de juntas cementoso	-	-	-	-	0,30

TOTAL (kg) 179,10

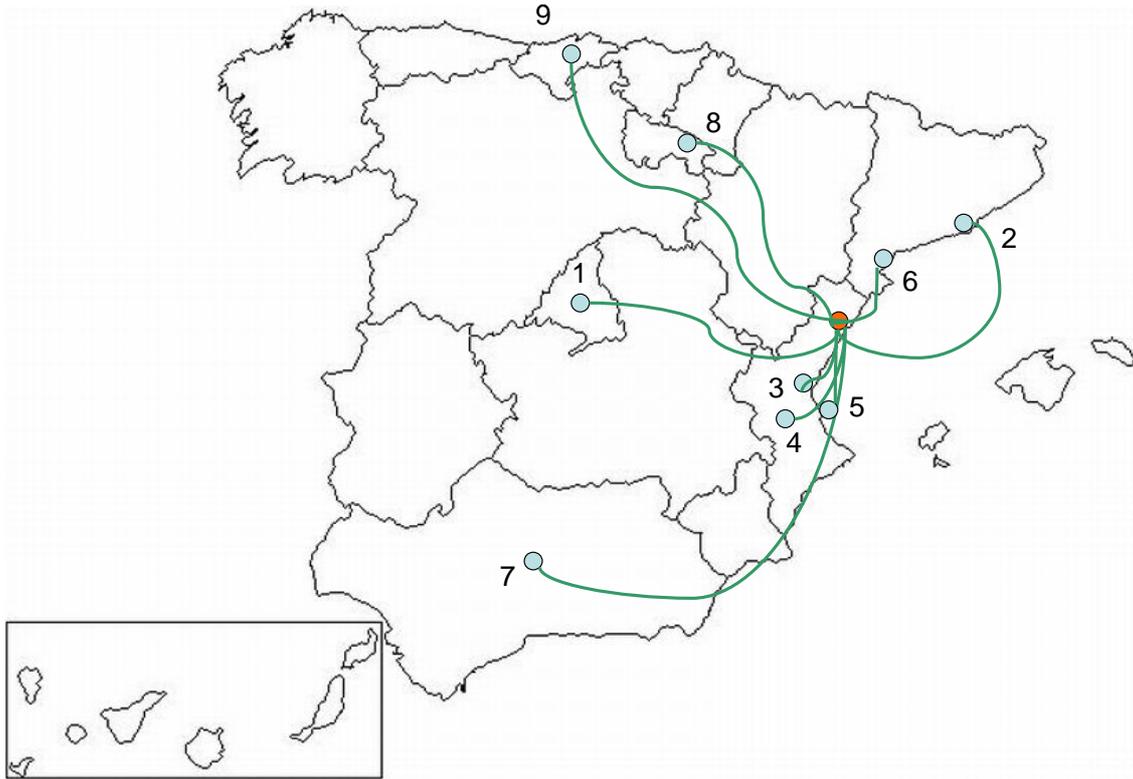
Tabla 5.6. Listado de suministradores de materiales y ubicación. Solado fijo

Material suministrado	Empresa suministradora	Ubicación
Ladrillo cerámico	Cerámica de La Estanca	La Rioja
Arcilla expandida	Laterlite	Barcelona
Lechada de cemento	Cemex	Buñol
Agua		-
Poliestireno expandido	Calemur	Tarragona
Mortero de cemento	Dericem	Cantabria
Lámina bituminosa oxiasfalto	Gabriel Ramos e hijos	Madrid
Refuerzo polietileno (95 g/ m2)		Madrid
Imprimación asfáltica	Asfaltex	Barcelona
Poliestireno extruido	Danosa	Valencia
Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)	Danosa	Valencia
Lámina bituminosa oxiasfalto	Gabriel Ramos e hijos	Madrid
Refuerzo poliéster (150 g/ m2)		Madrid
Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)	Danosa	Valencia
Mortero de cemento	Dericem	Cantabria
Adhesivo cementoso	Lafarge	Sagunto
Baldosa cerámica	Gabriel Ramos e hijos	Madrid
Rodapié cerámico	Rufino Navarro	Madrid
Mortero de juntas cementoso	Grupo Puma	Cordoba

- Transporte:

Tabla 5.7. Cálculo de distancia y peso de los materiales (toneladas x kilómetro). Solado fijo

Materiales	KG	Ubicación	Distancia Castellón- Ubicación (km)	KgKm
Ladrillo cerámico	7,00	La Rioja	500	3.500,00
Arcilla expandida	35,00	Barcelona	280	9.800,00
Cemento	2,99	Buñol	104	310,96
Agua	8,96	-	-	-
Poliestireno expandido	0,006	Tarragona	189	1,13
Mortero de cemento	30,00	Cantabria	690	20.700,00
Lámina bituminosa oxiasfalto	3,15	Madrid	430	1.354,50
Refuerzo polietileno (95 g/ m2)	0,10	Madrid	430	42,89
Imprimación asfáltica	0,30	Barcelona	280	84,00
Poliestireno extruido	1,04	Valencia	75	77,96
Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)	0,16	Valencia	75	11,81
Lámina bituminosa oxiasfalto	4,40	Madrid	430	1.892,00
Refuerzo poliéster (150 g/ m2)	0,17	Madrid	430	70,95
Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)	0,21	Valencia	75	15,75
Mortero de cemento	60,00	Cantabria	690	41.400,00
Adhesivo cementoso	4,00	Sagunto	53	212,00
Baldosa cerámica	21,00	Madrid	430	9.030,00
Rodapié cerámico	0,32	Madrid	430	137,60
Mortero de juntas cementoso	0,30	Cordoba	585	175,50
			TOTAL (kgkm)	88.817,06
			TOTAL (tkm)	88,82



1. Madrid	Gabriel Ramos e Hijos Rufino Navarro
2. Barcelona	Asfaltex Laterlite
3. Sagunto	Lafarge
4. Buñol	Cemex
5. Valencia	Danosa
6. Tarragona	Celemur
7. Córdoba	Grupo Puma
8. La Rioja	Cerámica La Estanca
9. Cantabria	Dericem

Figura 5.4. Ubicación geográfica de los suministradores. Soldado fijo

- Colocación:

Tabla 5.8. Consumo de energía de movimiento de materiales en la obra. Solado fijo

Modelo	Potencia (Kw)	Ritmo de trabajo grúa (kg/h)	Peso Ud. Funcional (Kg)	Tiempo de trabajo (h)	Consumo (Kwh)
Grúa Torre Liebherr 71 EC-B5	4	200	179,10	0,90	3,58

- Demolición:

Tabla 5.9. Cálculo de residuos generados en la demolición y carga evitada. Solado fijo

Código LER	Residuos generados	Peso (kg)	Volumen (l)	Densidad aparente (kg / l)	Carga evitada (Kg)
17 01 01	Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	123,20	82,13	1,50	Si
17 01 02	Ladrillos.	9,10	7,28	1,25	Si
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos.	14,19	11,35	1,25	Si
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.	4,00	4,00	1,00	No
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	2,00	3,33	0,60	No
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.	0,35	0,23	1,50	No
	Residuos generados:	152,84	108,33		

Carga evitada (kg) **146,49**

Tabla 5.10. Cálculo de distancia y peso de los materiales a transportar a vertedero. Solado fijo

Planta de tratado de RCD's	Ubicación	Residuos (kg)	Distancia Castellón-Benicarló (km)	TKm
TRAIMED 21	Benicarló	152,84	72	11,00

Cubierta con solado flotante aislante

- Materiales:

Tabla 5.11. Listado de materiales con descomposición de base de datos de CYPE Ingenieros. Solado flotante aislante

Descomposición	Materiales
Ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11,5x9 cm, según UNE-EN 771-1.	Ladrillo cerámico
Arcilla expandida, de 350 kg/m ³ de densidad y granulometría comprendida entre 8 y 16 mm, suministrada en sacos.	Arcilla expandida
Lechada de cemento 1/3 CEM II/B-P 32,5 N.	Cemento
	Agua
Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, mecanizado lateral recto, de 20 mm de espesor, resistencia térmica 0,55 m ² K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), para junta de dilatación.	Poliestireno expandido
Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, confeccionado en obra con 250 kg/m ³ de cemento y una proporción en volumen 1/6.	Mortero de cemento
Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 150 g/m ² y una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 25 mm. Según UNE-EN 13252.	Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)
Lámina de betún modificado con elastómero SBS, UNE-EN 13707, LBM(SBS)-40/FP (140), con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 150 g/m ² , de superficie no protegida.	Lámina bituminosa oxiasfalto
	Refuerzo poliéster (150 g/ m2)
Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 200 g/m ² y una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 25 mm. Según UNE-EN 13252.	Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)
Panel rígido de poliestireno extruido, según UNE-EN 13164, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 30 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa, resistencia térmica 1,5 m ² K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego, con código de designación XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)300-DLT(2)5-CC(2/1,5/50)125-DS(TH)-WL(T)0,7-WD(V)3-F2.	Poliestireno extruido
Loseta filtrante de 40x30x8 cm, resistencia térmica 1,3 m ² K/W, formada por 4 cm de hormigón poroso y 4 cm de poliestireno extruido, con borde a media madera y acanaladuras inferiores.	Loseta filtrante de hormigón poroso y poliestireno extruido

Tabla 5.12. Cálculo de peso de los materiales en función de sus propiedades físicas. Solado flotante aislante

Rend.	Materiales	Peso unitario (kg)	Espesor (m)	Densidad volumétrica (kg/m3)	Densidad superficial (g/m2)	Peso (kg)
4,000	Ladrillo cerámico	1,75	-	-	-	7,00
0,100	Arcilla expandida	-	-	350	-	35,00
0,010	Cemento	-	-	299	-	2,99
	Agua	-	-	896	-	8,96
0,010	Poliestireno expandido	-	0,02	30	-	0,006
0,020	Mortero de cemento	-	-	1500	-	30,000
1,050	Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)	-	-	-	150	0,16
1,100	Lámina bituminosa oxiasfalto	-	-	-	4000	4,40
	Refuerzo poliéster (150 g/ m2)	-	-	-	150	0,17
1,050	Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)	-	-	-	200	0,21
1,050	Poliestireno extruido	-	0,03	33	-	1,04
1,050	Loseta filtrante de hormigón poroso y poliestireno extruido	-	-	-	72000	75,60
TOTAL (kg)						164,49

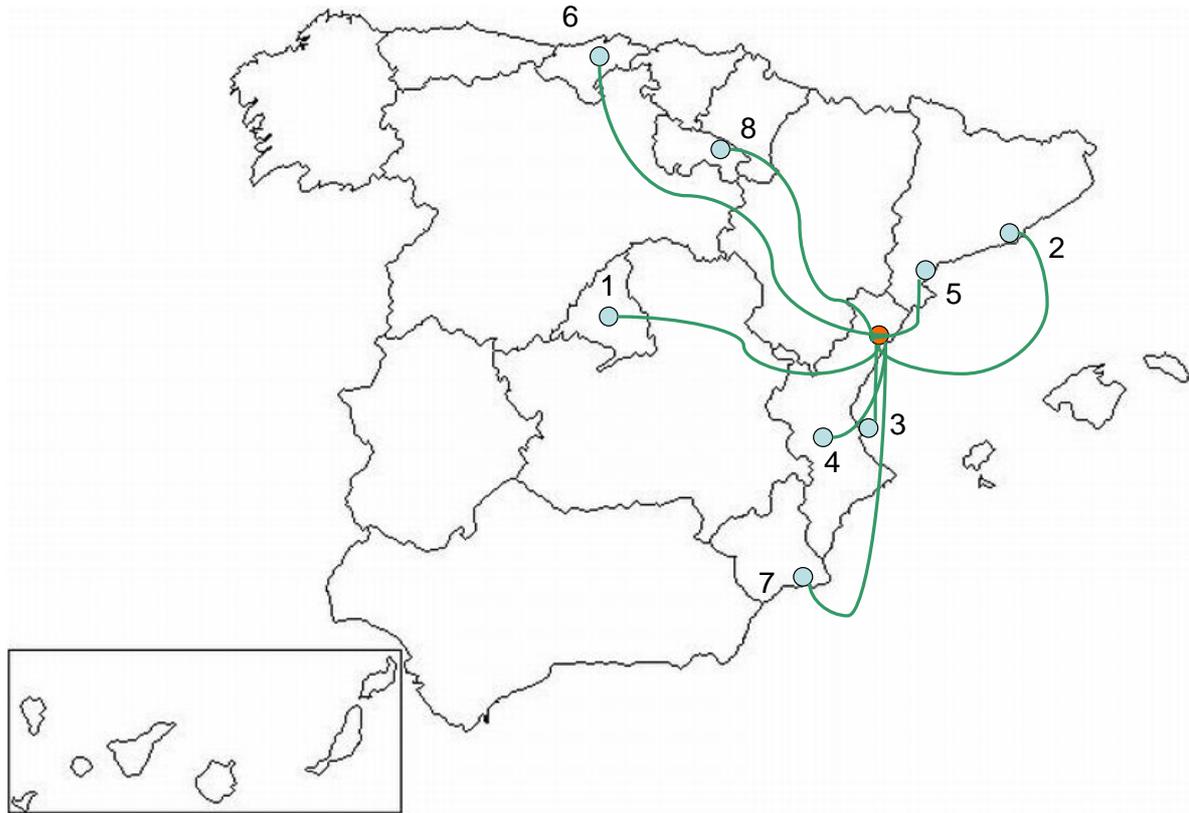
Tabla 5.13. Listado de suministradores de materiales y ubicación. Solado flotante aislante

Material suministrado	Empresa suministradora	Ubicación
Ladrillo cerámico	Ceramica de La Estanca	La Rioja
Arcilla expandida	Laterlite	Barcelona
Lechada de cemento	Cemex	Buñol
Agua		-
Poliestireno expandido	Calemur	Tarragona
Mortero de cemento	Dericem	Cantabria
Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)	Danosa	Valencia
Lámina bituminosa oxiasfalto	Gabriel Ramos e hijos	Madrid
Refuerzo poliéster (150 g/ m2)		Madrid
Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)	Danosa	Valencia
Poliestireno extruido	Danosa	Valencia
Losa filtrante de hormigón poroso y poliestireno extruido	Assa	Murcia

- Transporte:

Tabla 5.14.Cálculo de distancia y peso de los materiales (toneladas x kilómetro). Solado flotante aislante

Materiales	KG	Ubicación	Distancia Castellón- Ubicación (km)	KgKm
Ladrillo cerámico	7,00	La Rioja	500	3.500,00
Arcilla expandida	35,00	Barcelona	280	9.800,00
Lechada de cemento	2,99	Buñol	104	310,96
Agua	8,96	-	-	-
Poliestireno expandido	0,006	Tarragona	189	1,13
Mortero de cemento	30,00	Cantabria	690	20.700,00
Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)	0,16	Valencia	75	11,81
Lámina bituminosa oxiasfalto	4,40	Madrid	430	1.892,00
Refuerzo poliéster (150 g/ m2)	0,17	Madrid	430	70,95
Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)	0,21	Valencia	75	15,75
Losa filtrante de hormigón poroso y poliestireno extruido	75,60	Murcia	310	23.436,00
			TOTAL (kgkm)	59.738,61
			TOTAL (tkm)	59,74



1. Madrid	Gabriel Ramos e Hijos
2. Barcelona	Laterlite
3. Valencia	Danosa
4. Buñol	Cemex
5. Tarragona	Celemur
6. Cantabria	Dericem
7. Murcia	Assa
8. La Rioja	Cerámica La Estanca

Figura 5.5. Ubicación geográfica de los suministradores. Solado flotante aislante

- Colocación:

Tabla 5.15. Consumo de energía de movimiento de materiales en la obra. Solado flotante aislante

Modelo	Potencia (Kw)	Ritmo de trabajo grúa (kg/h)	Peso Ud. Funcional (Kg)	Tiempo de trabajo (h)	Consumo (Kwh)
Grúa Torre Liebherr 71 EC-B5	4	200	164,49	0,82	3,29

- Demolición:

Tabla 5.16. Cálculo de residuos generados en la demolición y carga evitada. Solado flotante aislante

Código LER	Residuos generados	Peso (kg)	Volumen (l)	Densidad aparente (kg / l)	Carga evitada (Kg)
17 01 01	Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	112,70	75,13	1,5	Si
17 01 02	Ladrillos.	9,10	7,28	1,25	Si
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.	4,00	4,00	1	No
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	3,60	6,00	0,6	No
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.	0,35	0,23	1,50	No
	Residuos generados:	129,75	92,65		
Carga evitada (kg)					121,8

Tabla 5.17. Cálculo de distancia y peso de los materiales a transportar a vertedero. Solado flotante aislante

Planta de tratado de RCD's	Ubicación	Residuos (kg)	Distancia Castellón-Benicarló (km)	TKm
TRAIMED 21	Benicarló	129,75	72	9,34

Cubierta con solado flotante sobre soportes

- Materiales:

Tabla 5.18 Cálculo de distancia y peso de los materiales a transportar a vertedero. Solado flotante sobre soportes

Descomposición	Materiales
Ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11,5x9 cm, según UNE-EN 771-1.	Ladrillo cerámico
Arcilla expandida, de 350 kg/m ³ de densidad y granulometría comprendida entre 8 y 16 mm, suministrada en sacos.	Arcilla expandida
Lechada de cemento 1/3 CEM II/B-P 32,5 N.	Lechada de cemento
	<i>Agua</i>
Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, mecanizado lateral recto, de 20 mm de espesor, resistencia térmica 0,55 m ² K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), para junta de dilatación.	Poliestireno expandido
Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, confeccionado en obra con 250 kg/m ³ de cemento y una proporción en volumen 1/6.	Mortero de cemento
Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 150 g/m ² y una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 25 mm. Según UNE-EN 13252.	Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)
Lámina de betún modificado con elastómero SBS, UNE-EN 13707, LBM(SBS)-40/FP (140), con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 150 g/m ² , de superficie no	Lámina bituminosa oxiasfalto
	<i>Refuerzo poliéster (150 g/ m2)</i>
Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 150 g/m ² y una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 25 mm. Según UNE-EN 13252.	Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)
Panel rígido de poliestireno extruido, según UNE-EN 13164, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 30 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa, resistencia térmica 1,5 m ² K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), Euroclase E de	Poliestireno extruido
Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 200 g/m ² y una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 25 mm. Según UNE-EN 13252.	Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)
SopORTE regulable para baldosas, 70/120 mm, en pavimentos flotantes de cubiertas.	SopORTE regulable para baldosas
Baldosa de cemento, acabado en garbancillo lavado, 40x40 cm.	Baldosa de cemento

Tabla 5.19. Cálculo de peso de los materiales en función de sus propiedades físicas. Solado flotante sobre soportes

Rend.	Materiales	Peso unitario (kg)	Espesor (m)	Densidad volumétrica (kg/m3)	Densidad superficial (g/m2)	Peso (kg)
4,000	Ladrillo cerámico	1,75	-	-	-	7,00
0,100	Arcilla expandida	-	-	350	-	35,00
0,010	Lechada de cemento	-	-	299	-	2,99
	<i>Agua</i>	-	-	896	-	8,96
0,010	Poliestireno expandido	-	0,02	30	-	0,006
0,040	Mortero de cemento	-	-	1500	-	60,00
1,050	Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)	-	-	-	150	0,16
1,100	Lámina bituminosa oxiasfalto	-	-	-	4000	4,40
	<i>Refuerzo poliéster (150 g/ m2)</i>	-	-	-	150	0,17
1,050	Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)	-	-	-	150	0,16
1,050	Poliestireno extruido	-	0,03	33	-	1,04
1,050	Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)	-	-	-	200	0,21
7,500	SopORTE regulable para baldosas	0,19	-	-	-	1,43
1,050	Baldosa de cemento	50	-	-	-	52,50
TOTAL (kg)						174,01

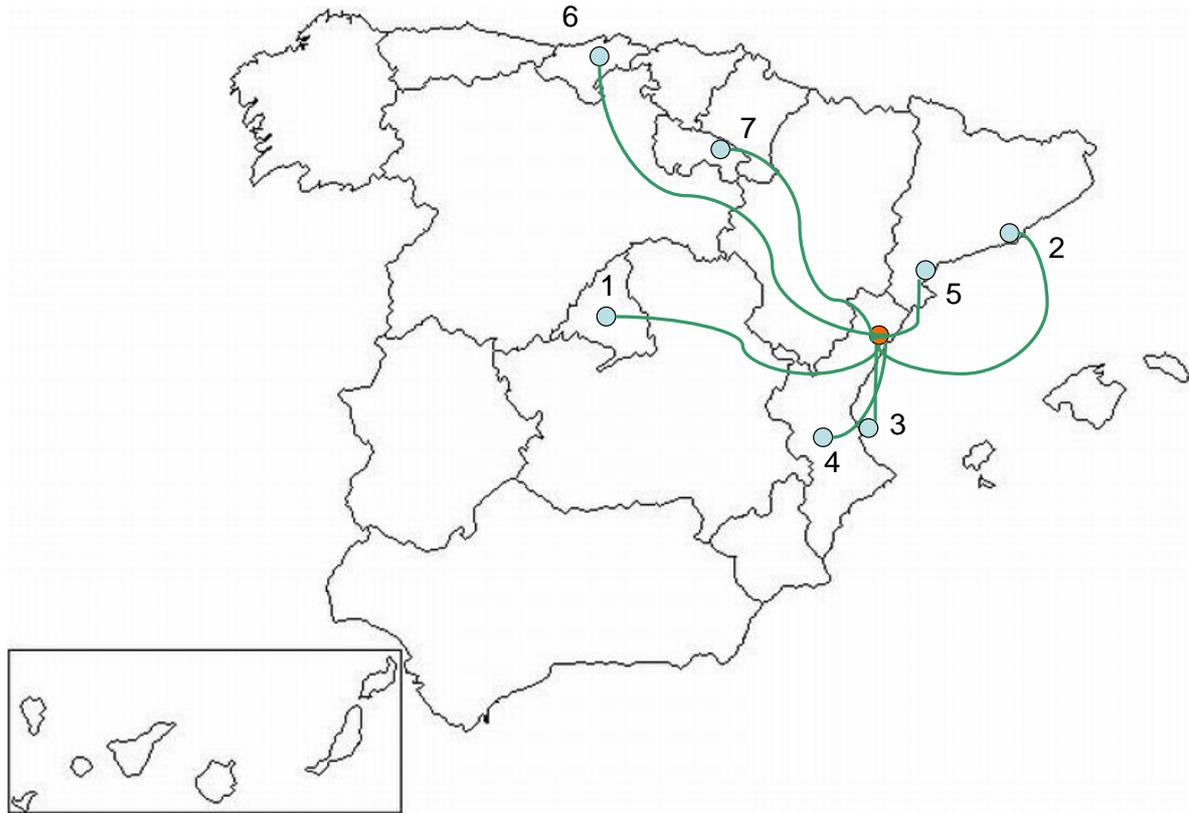
Tabla 5.20. Listado de suministradores de materiales y ubicación. Solado flotante sobre soportes

Material suministrado	Empresa suministradora	Ubicación
Ladrillo cerámico	Ceramica de La Estanca	La Rioja
Arcilla expandida	Laterlite	Barcelona
Lechada de cemento	Cemex	Buñol
Agua		-
Poliestireno expandido	Calemur	Tarragona
Mortero de cemento	Dericem	Cantabria
Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)	Danosa	Valencia
Lámina bituminosa oxiasfalto	Gabriel Ramos e hijos	Madrid
Refuerzo poliéster (150 g/ m2)		Madrid
Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)	Danosa	Valencia
Poliestireno extruido	Danosa	Valencia
Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)	Danosa	Valencia
Soporte regulable para baldosas	Lizabar	Barcelona
Baldosa de cemento	Terrazos Ruiz	La Rioja

- Transporte:

Tabla 5.21. Cálculo de distancia y peso de los materiales (toneladas x kilómetro). Solado flotante sobre soportes

Materiales	KG	Ubicación	Distancia Castellón- Ubicación (km)	KgKm
Ladrillo cerámico	7,00	La Rioja	500	3.500,00
Arcilla expandida	35,00	Barcelona	280	9.800,00
Lechada de cemento	2,99	Buñol	104	310,96
Agua	8,96	-	-	-
Poliestireno expandido	0,006	Tarragona	189	1,13
Mortero de cemento	60,00	Cantabria	690	41.400,00
Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)	0,16	Valencia	75	11,81
Lámina bituminosa oxiasfalto	4,40	Madrid	430	1.892,00
Refuerzo poliéster (150 g/ m2)	0,17	Madrid	430	70,95
Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)	0,16	Valencia	75	11,81
Poliestireno extruido	1,73	Valencia	75	77,96
Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)	0,21	Valencia	75	15,75
Soporte regulable para baldosas	1,43	Barcelona	280	399,00
Baldosa de cemento	52,50	La Rioja	500	26.250,00
			TOTAL (kgkm)	83.741,38
			TOTAL (tkm)	83,74



1. Madrid	Gabriel Ramos e Hijos
2. Barcelona	Laterlite Lizabar
3. Valencia	Danosa
4. Buñol	Cemex
5. Tarragona	Celemur
6. Cantabria	Dericem
7. La Rioja	Cerámica La Estanca Terrazos Ruiz

Figura 5.6. Ubicación geográfica de los suministradores. Solado flotante sobre soportes

- Colocación:

Tabla 5.22. Consumo de energía de movimiento de materiales en la obra. Solado flotante sobre soportes

Modelo	Potencia (Kw)	Ritmo de trabajo grúa (kg/h)	Peso Ud. Funcional (Kg)	Tiempo de trabajo (h)	Consumo (Kwh)
Grúa Torre Liebherr 71 EC-B5	4	200	174,01	0,87	3,48

- Demolición:

Tabla 5.23. Cálculo de residuos generados en la demolición y carga evitada. Solado flotante sobre soportes

Código LER	Residuos generados	Peso (kg)	Volumen (l)	Densidad aparente (kg / l)	Carga evitada (Kg)
17 01 01	Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	131,1	87,4	1,50	Si
17 01 02	Ladrillos.	9,1	7,28	1,25	Si
17 02 03	Plástico.	0,525	0,875	0,60	No
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.	4	4	1,00	No
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	2	3,333	0,60	No
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.	0,35	0,233	1,50	No
	Residuos generados:	147,08	103,12		
Total carga evitada (kg)					140,2

Tabla 5.24. Cálculo de distancia y peso de los materiales a transportar a vertedero. Solado flotante sobre soportes

Planta de tratado de RCD's	Ubicación	Residuos (kg)	Distancia Castellón-Benicarló (km)	TKm
TRAIMED 21	Benicarló	147,075	72	10,59

Cubierta verde extensiva

- Materiales:

Tabla 5.25. Listado de materiales con descomposición de base de datos de CYPE Ingenieros. Verde extensiva

Descomposición	Material
Ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11,5x9 cm, según UNE-EN 771-1.	Ladrillo cerámico
Arcilla expandida, de 350 kg/m ³ de densidad y granulometría comprendida entre 8 y 16 mm, suministrada en sacos.	Arcilla expandida
Lechada de cemento 1/3 CEM II/B-P 32,5 N.	Lechada de cemento
	Agua
Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, mecanizado lateral recto, de 20 mm de espesor, resistencia térmica 0,55 m ² K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), para junta de dilatación.	Poliestireno expandido
Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, confeccionado en obra con 250 kg/m ³ de cemento y una proporción en volumen 1/6.	Mortero de cemento
Lámina bituminosa de oxiasfalto, LO-30/PE (95), UNE-EN 13707, con armadura de film de polietileno de 95 g/m ² , de superficie no protegida.	Lámina bituminosa oxiasfalto
	Refuerzo polietileno (95 g/ m2)
Imprimación asfáltica, tipo EA, UNE 104231.	Imprimación asfáltica
Panel rígido de lana de roca soldable, de alta densidad, según UNE-EN 13162, revestido con oxiasfalto y film de polipropileno termofusible, de 50 mm de espesor, resistencia térmica >= 1,25 m ² K/W, conductividad térmica 0,039 W/(mK).	Lana de roca
Lámina de betún modificado con elastómero SBS LBM(SBS)-50/G-FP (150), UNE-EN 13707, con armadura de fieltro de poliéster reforzado y estabilizado de 150 g/m ² , con autoprotección mineral.	Lámina bituminosa oxiasfalto
	Refuerzo poliéster (150 g/ m2)
Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 200 g/m ² y una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 25 mm. Según UNE-EN 13252.	Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)
Lámina drenante y retenedora de agua formada por membrana de polietileno de alta densidad con relieve en cono truncado y perforaciones en la parte superior, para cubiertas ajardinadas extensivas.	Lámina drenante de polietileno
Geotextil no tejido sintético, termosoldado, de polipropileno-polietileno, de 160 g/m ² .	Geotextil de polipropileno-polietileno (160 g/ m2)
Sustrato orgánico, para cubiertas ajardinadas extensivas.	Sustrato orgánico
Roca volcánica de distintas granulometrías, para colocar sobre el sustrato orgánico en cubiertas ajardinadas extensivas.	Roca volcánica

Tabla 5.26. Cálculo de peso de los materiales en función de sus propiedades físicas. Verde extensiva

Rend.	Material	Peso unitario (kg)	Espesor (m)	Densidad volumétrica (kg/m ³)	Densidad superficial (g/m ²)	Peso (Kg)
4,000	Ladrillo cerámico	1,75	-	-	-	7,00
0,100	Arcilla expandida	-	-	350	-	35,00
0,010	Lechada de cemento	-	-	299	-	2,99
	Agua	-	-	896	-	8,96
0,010	Poliestireno expandido	-	0,02	30	-	0,006
0,020	Mortero de cemento	-	-	1500	-	30,00
1,050	Lámina bituminosa oxiasfalto	-	-	-	3000	3,15
	Refuerzo polietileno (95 g/ m2)	-	-	-	95	0,10
0,300	Imprimación asfáltica	-	-	-	-	0,30
1,050	Lana de roca	-	0,05	150	-	7,88
1,100	Lámina bituminosa oxiasfalto	-	-	-	5000	5,50
	Refuerzo poliéster (150 g/ m2)	-	-	-	150	0,17
1,050	Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)	-	-	-	200	0,21
1,050	Lámina drenante de polietileno	-	-	-	500	0,53
1,050	Geotextil de polipropileno-polietileno (160 g/ m2)	-	-	-	160	0,17
60,000	Sustrato orgánico	-	-	696	-	41,76
50,000	Roca volcánica	-	-	2500	-	125,00

TOTAL (kg) 268,71

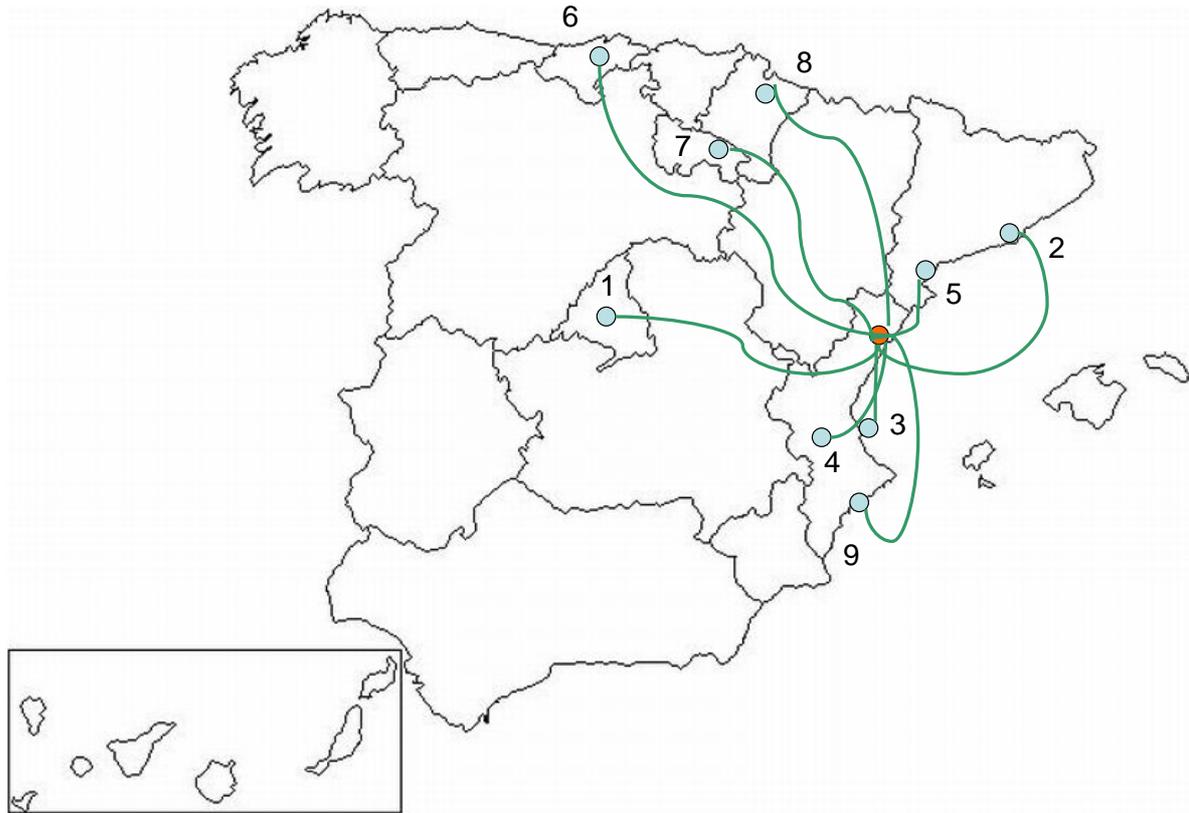
Tabla 5.27. Listado de suministradores de materiales y ubicación. Verde extensiva

Material suministrado	Empresa suministradora	Ubicación
Ladrillo cerámico	Ceramica de la estancia	La Rioja
Arcilla expandida	Laterlite	Barcelona
Lechada de cemento		Buñol
<i>Agua</i>	Cemex	
Poliestireno expandido	Calemur	Tarragona
Mortero de cemento	Dericem	Cantabria
Lámina bituminosa oxiasfalto		Madrid
<i>Refuerzo polietileno (95 g/ m2)</i>	Gabriel Ramos e hijos	Madrid
Imprimación asfáltica	Asfaltex	Barcelona
Lana de roca	Chova	Valencia
Lámina bituminosa oxiasfalto		Madrid
<i>Refuerzo poliéster (150 g/ m2)</i>	Gabriel Ramos e hijos	Madrid
Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)	Danosa	Valencia
Lámina drenante de polietileno	Dicona	Pamplona
Geotextil de polipropileno-polietileno (160 g/ m2)	Danosa	Valencia
Sustrato orgánico	Bures	Barcelona
Roca volcánica	Forte	Alicante

- Transporte:

Tabla 5.28. Cálculo de distancia y peso de los materiales (toneladas x kilómetro). Verde extensiva

Materiales	KG	Ubicación	Distancia Castellón-Ubicación (km)	Ubicación
Ladrillo cerámico	7,00	La Rioja	500	3.500,00
Arcilla expandida	35,00	Barcelona	280	9.800,00
Lechada de cemento	2,99	Buñol	104	310,96
<i>Agua</i>	8,96	-	-	-
Poliestireno expandido	0,006	Tarragona	189	1,13
Mortero de cemento	30,00	Cantabria	690	20.700,00
Lámina bituminosa oxiasfalto	3,15	Madrid	430	1.354,50
<i>Refuerzo polietileno (95 g/ m2)</i>	0,10	Madrid	430	42,89
Imprimación asfáltica	0,30	Barcelona	280	84,00
Lana de roca	7,88	Valencia	75	590,63
Lámina bituminosa oxiasfalto	5,50	Madrid	430	2.365,00
<i>Refuerzo poliéster (150 g/ m2)</i>	0,17	Madrid	430	70,95
Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)	0,21	Valencia	75	15,75
Lámina drenante de polietileno	0,53	Pamplona	490	257,25
Geotextil de polipropileno-polietileno (160 g/ m2)	0,17	Valencia	75	12,60
Sustrato orgánico	41,76	Barcelona	280	11.692,80
Roca volcánica	125,00	Alicante	260	32.500,00
				83.298,46
				83,30



1. Madrid	Gabriel Ramos e Hijos
2. Barcelona	Laterlite Asfaltex Bures
3. Valencia	Danosa Chova
4. Buñol	Cemex
5. Tarragona	Celemur
6. Cantabria	Dericem
7. La Rioja	Cerámica La Estanca
8. Pamplona	Dicona
9. Alicante	Forte

Figura 5.7. Ubicación geográfica de los suministradores. Verde extensiva

- Colocación:

Tabla 5.29. Consumo de energía de movimiento de materiales en la obra. Verde extensiva

Modelo	Potencia (Kw)	Ritmo de trabajo grúa (kg/h)	Peso Ud. Funcional (Kg)	Tiempo de trabajo (h)	Consumo (Kwh)
Grúa Torre Liebherr 71 EC-B5	4	200	268,71	1,34	5,37

- Demolición:

Tabla 5.30. Cálculo de residuos generados en la demolición y carga evitada. Verde extensiva

Código LER	Residuos generados	Peso (kg)	Volumen (l)	Densidad aparente (kg / l)	Carga evitada (Kg)
17 01 01	Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	93	62	1,50	Si
17 01 02	Ladrillos.	7,651	6,121	1,25	Si
17 02 03	Plástico.	0,7	1,167	0,60	No
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.	4	4	1,00	No
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	38,1	23,8125	1,60	No
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	2	3,333	0,60	No
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.	0,47	0,313	1,50	No
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	108	71,523	1,51	No
	Residuos generados:	253,92	172,27		

Total carga evitada (kg) **246,751**

Tabla 5.31. Cálculo de distancia y peso de los materiales a transportar a vertedero. Verde extensiva

Planta de tratado de RCD's	Ubicación	Residuos (kg)	Distancia Castellón-Benicarló (km)	TKm
TRAIMED 21	Benicarló	253,921	72	18,28

Cubierta aljibe

- Materiales:

Tabla 5.32. Listado de materiales con descomposición de base de datos de CYPE Ingenieros. Aljibe

Descomposición	Material
Sustrato orgánico, para cubiertas ajardinadas extensivas.	Sustrato orgánico
Lámina bituminosa de oxiasfalto, LO-30/PE (95), UNE-EN 13707, con armadura de film de polietileno de 95 g/m ² , de superficie no protegida.	Lámina bituminosa oxiasfalto
	<i>Refuerzo polietileno (95 g/ m2)</i>
Loseta filtrante de 40x30x8 cm, resistencia térmica 1,3 m ² K/W, formada por 4 cm de hormigón poroso y 4 cm de poliestireno extruido, con borde a media madera y	Loseta filtrante de hormigón poroso y poliestireno extruido
SopORTE regulable para baldosas, 70/120 mm, en pavimentos flotantes de cubiertas.	SopORTE regulable para baldosas
Lámina de policloruro de vinilo PVC con marcado CE, apta para intemperie, de 1,0 mm de espesor, sin armadura, suministrada en rollos de 2x20m.	Lámina de PVC
Lámina de betún modificado con elastómero SBS, UNE-EN 13707, LBM(SBS)-40/FP (140), con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 150 g/m ² , de superficie no protegida.	Lámina bituminosa oxiasfalto
	<i>Refuerzo poliéster (150 g/ m2)</i>
Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, confeccionado en obra con 250 kg/m ³ de cemento y una proporción en volumen 1/6.	Mortero de cemento

Tabla 5.33. Cálculo de peso de los materiales en función de sus propiedades físicas. Aljibe

Rend.	Material	Peso unitario (kg)	Espesor (m)	Densidad volumétrica(kg/m3)	Densidad superficial (g/m2)	KG
60,000	Sustrato orgánico	-	-	696		41,76
1,050	Lámina bituminosa oxiasfalto	-	-	-	3000	3,15
	<i>Refuerzo polietileno (95 g/ m2)</i>	-	-	-	95	0,10
1,050	Loseta filtrante de hormigón poroso y poliestireno extruido	-	-	-	72000	75,60
7,500	SopORTE regulable para baldosas	0,19	-	-	-	1,43
1,050	Lámina de PVC	-	-	-	1080	1,134
1,100	Lámina bituminosa oxiasfalto	-	-	-	5000	5,50
	<i>Refuerzo poliéster (150 g/ m2)</i>	-	-	-	150	0,17
0,020	Mortero de cemento	-	-	1500	-	30,00

TOTAL (kg) 158,83

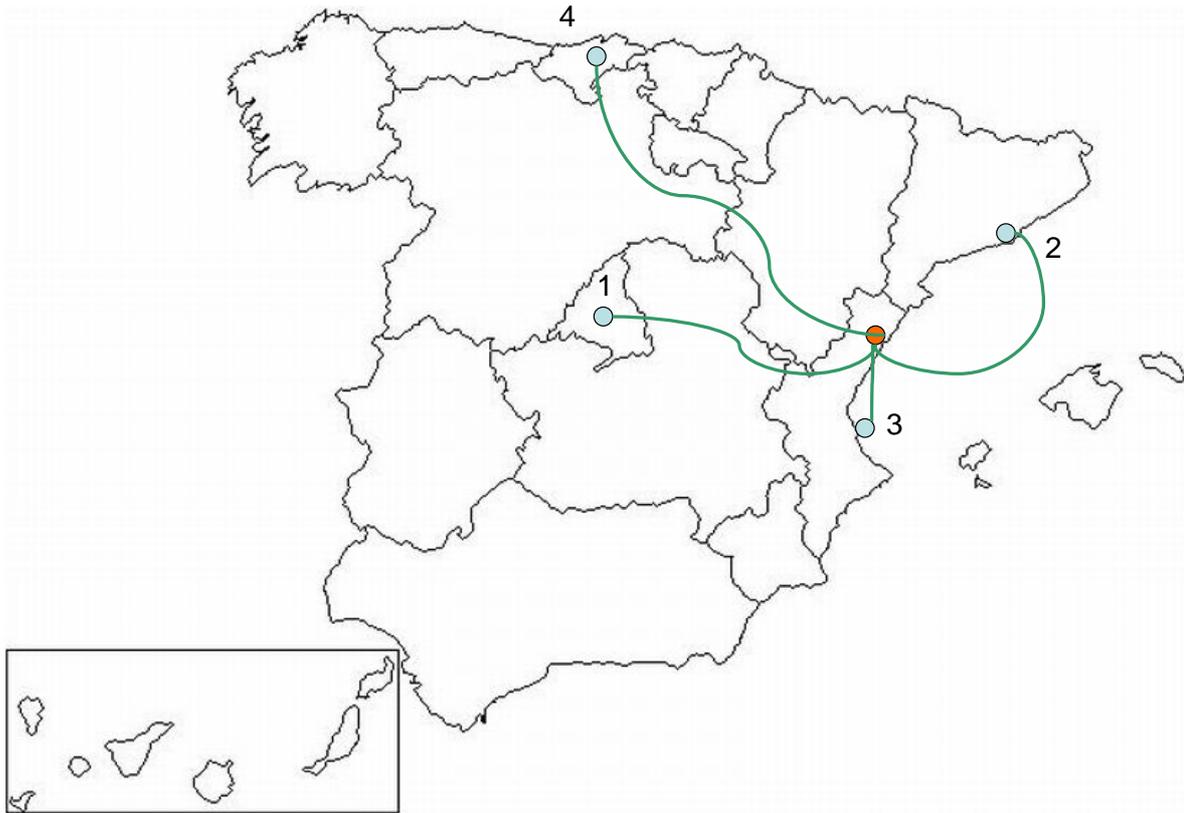
Tabla 5.34. Listado de suministradores de materiales y ubicación. Aljibe

Material suministrado	Empresa suministradora	Ubicación
Sustrato orgánico	Bures	Barcelona
Lámina bituminosa oxiasfalto	Gabriel Ramos e hijos	Madrid
<i>Refuerzo polietileno (95 g/ m2)</i>		Madrid
Loseta filtrante de hormigón poroso y poliestireno extruido	Intemper	Madrid
Soporte regulable para baldosas	Lizabar	Barcelona
Lámina de PVC	Danosa	Valencia
Lámina bituminosa oxiasfalto	Gabriel Ramos e hijos	Madrid
<i>Refuerzo poliéster (150 g/ m2)</i>		Madrid
Mortero de cemento	Dericem	Cantabria

- Transporte:

Tabla 5.35. Cálculo de distancia y peso de los materiales (toneladas x kilómetro). Aljibe

Materiales	KG	Ubicación	Distancia Castellón-Ubicación (km)	KgKm
Sustrato orgánico	41,76	Barcelona	280	11.692,80
Lámina bituminosa oxiasfalto	3,15	Madrid	430	1.354,50
<i>Refuerzo polietileno (95 g/ m2)</i>	0,10	Madrid	430	42,89
Loseta filtrante de hormigón poroso y poliestireno extruido	75,60	Madrid	430	32.508,00
Soporte regulable para baldosas	1,43	Barcelona	280	399,00
Lámina de PVC	1,134	Valencia	75	85,05
Lámina bituminosa oxiasfalto	5,50	Madrid	430	2.365,00
<i>Refuerzo poliéster (150 g/ m2)</i>	0,17	Madrid	430	70,95
Mortero de cemento	30,00	Cantabria	690	20.700,00
			TOTAL (kgkm)	69.218,19
			TOTAL (tkm)	69,22



1. Madrid	Gabriel Ramos e Hijos Intemper
2. Barcelona	Lizabar Bures
3. Valencia	Danosa
4. Cantabria	Dericem

Figura 5.8. Ubicación geográfica de los suministradores. Aljibe

- Colocación:

Tabla 5.36. Consumo de energía de movimiento de materiales en la obra. Aljibe

Modelo	Potencia (Kw)	Ritmo de trabajo grúa (kg/h)	Peso Ud. Funcional (Kg)	Tiempo de trabajo (h)	Consumo (Kwh)
Grua Torre Liebherr 71 EC-B5	4	200	158,83	0,79	3,18

- Demolición:

Tabla 5.37. Cálculo de residuos generados en la demolición y carga evitada. Aljibe

Código LER	Residuos generados	Peso (kg)	Volumen (l)	Densidad aparente (kg / l)	Carga evitada (Kg)
17 01 01	Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	89,1	59,4	1,50	Si
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	38,1	23,8125	1,60	No
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.	4	4	1,00	No
17 02 03	Plástico.	0,525	0,875	0,60	No
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	3,6	6	0,60	No
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.	0,35	0,233	1,50	No
	Residuos generados:	135,68	94,32		

Total carga evitada (kg) **127,2**

Tabla 5.38. Cálculo de distancia y peso de los materiales a transportar a vertedero. Aljibe

Planta de tratado de RCD's	Ubicación	Residuos (kg)	Distancia Castellón-Benicarló (km)	TKm
TRAIMED 21	Benicarló	135,675	72	9,77

Cubierta con solado de madera

- Materiales:

Tabla 5.39. Listado de materiales con descomposición de base de datos de CYPE Ingenieros. Solado de madera

Descomposición	Materiales
Ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11,5x9 cm, según UNE-EN 771-1.	Ladrillo cerámico
Arcilla expandida, de 350 kg/m ³ de densidad y granulometría comprendida entre 8 y 16 mm, suministrada en sacos.	Arcilla expandida
Lechada de cemento 1/3 CEM II/B-P 32,5 N.	Lechada de cemento
Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, mecanizado lateral recto, de 20 mm de espesor, resistencia térmica 0,55 m ² K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), para junta de dilatación.	Poliestireno expandido
Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, confeccionado en obra con 250 kg/m ³ de cemento y una proporción en volumen 1/6.	Mortero de cemento
Lámina bituminosa de oxiasfalto, LO-30/PE (95), UNE-EN 13707, con armadura de film de polietileno de 95 g/m ² , de superficie no protegida.	Lámina bituminosa oxiasfalto Refuerzo polietileno (95 g/ m2)
Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 150 g/m ² y una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 25 mm. Según UNE-EN 13252.	Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)
Panel rígido de poliestireno extruido, según UNE-EN 13164, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 30 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa, resistencia térmica 1,5 m ² K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), Euroclase E de	Poliestireno extruido
Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 200 g/m ² y una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 25 mm. Según UNE-EN 13252.	Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)
SopORTE regulable para baldosas, diámetro 100mm, en listones de madera Texsplot P 10	SopORTE regulable para baldosas
Rastrel de madera de pino, con humedad entre 8% y 12%, de 50x25 mm.	Rastrel de madera de pino
Tabla machihembrada en madera maciza de pino gallego, 70x22 mm, según UNE-EN 13226 y UNE-EN 14342.	Tabla machihembrada en madera maciza

Tabla 5.40. Cálculo de peso de los materiales en función de sus propiedades físicas. Solado de madera

Rend.	Materiales	Peso unitario (kg)	Espesor (m)	Densidad volumétrica (kg/m ³)	Densidad superficial (g/m ²)	KG
4,000	Ladrillo cerámico	1,75	-	-	-	7,00
0,100	Arcilla expandida	-	-	350	-	35,00
	Lechada de cemento	-	-	299	-	2,99
0,010	<i>Aqua</i>	-	-	896	-	8,96
0,010	Poliestireno expandido	-	0,02	30	-	0,006
0,020	Mortero de cemento	-	-	1500	-	30,00
	Lámina bituminosa oxiasfalto	-	-	-	3000	3,15
1,050	<i>Refuerzo polietileno (95 g/ m2)</i>	-	-	-	95	0,10
1,050	Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)	-	-	-	150	0,16
1,050	Poliestireno extruido	-	0,03	33	-	1,04
1,050	Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)	-	-	-	200	0,21
7,000	SopORTE regulable para baldosas	0,05	-	-	-	0,35
4,000	Rastrel de madera de pino	1,5	-	-	-	6,00
1,020	Tabla machihembrada en madera maciza	-	0,02	600	-	12,24

TOTAL (kg) 107,20

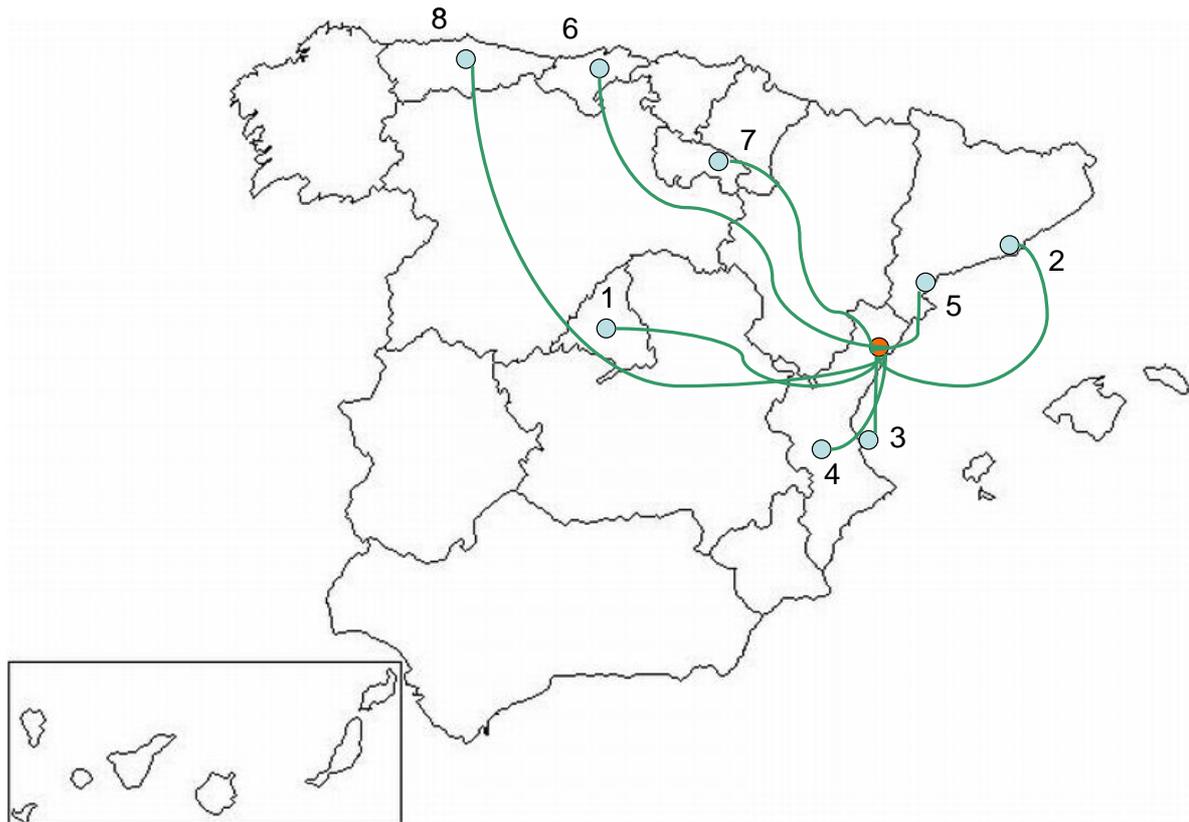
Tabla 5.41. Listado de suministradores de materiales y ubicación. Solado de madera

Material suministrado	Empresa suministradora	Ubicación
Ladrillo cerámico	Ceramica de la estancia	La Rioja
Arcilla expandida		Barcelona
Lechada de cemento	Laterlite	Buñol
Agua		-
Poliestireno expandido	Cemex	-
Mortero de cemento	Calemur	Tarragona
Lámina bituminosa oxiasfalto	Dericem	Cantabria
Refuerzo polietileno (95 g/ m2)		Madrid
Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)	Gabriel Ramos e hijos	Madrid
Poliestireno extruido	Danosa	Valencia
Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)	Danosa	Valencia
Soporte regulable para baldosas	Danosa	Valencia
Rastrel de madera de pino	Siplast	Barcelona
Tabla machihembrada en madera maciza		Asturias
	Sierolam	Asturias

- Transporte:

Tabla 5.42. Cálculo de distancia y peso de los materiales (toneladas x kilómetro). Solado de madera

Materiales	KG	Ubicación	Distancia Castellón-Ubicación (km)	KgKm
Ladrillo cerámico	7,00	La Rioja	500	3.500,00
Arcilla expandida	35,00	Barcelona	280	9.800,00
Lechada de cemento	2,99	Buñol	104	310,96
Agua	8,96	-	-	-
Poliestireno expandido	0,006	Tarragona	189	1,13
Mortero de cemento	30,00	Cantabria	690	20.700,00
Lámina bituminosa oxiasfalto	3,15	Madrid	430	1.354,50
Refuerzo polietileno (95 g/ m2)	0,10	Madrid	430	42,89
Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)	0,16	Valencia	75	11,81
Poliestireno extruido	1,04	Valencia	75	77,96
Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)	0,21	Valencia	75	15,75
Soporte regulable para baldosas	0,35	Barcelona	280	98,00
Rastrel de madera de pino	6,00	Asturias	890	5.340,00
Tabla machihembrada en madera maciza	12,24	Asturias	890	10.893,60
				52.146,61
				52,15



1. Madrid	Gabriel Ramos e Hijos
2. Barcelona	Laterlite Siplast
3. Valencia	Danosa
4. Buñol	Cemex
5. Tarragona	Celemur
6. Cantabria	Dericem
7. La Rioja	Cerámica La Estanca
8. Asturias	Sierolam

Figura 5.9. Ubicación geográfica de los suministradores. Solado de madera

- Colocación:

Tabla 5.43. Consumo de energía de movimiento de materiales en la obra. Solado de madera

Modelo	Potencia (Kw)	Ritmo de trabajo grúa (kg/h)	Peso Ud. Funcional (Kg)	Tiempo de trabajo (h)	Consumo (Kwh)
Grúa Torre Liebherr 71 EC-B5	4	200	107,20	0,54	2,14

- Demolición:

Tabla 5.44. Cálculo de residuos generados en la demolición y carga evitada. Solado de madera

Código LER	Residuos generados	Peso (kg)	Volumen (l)	Densidad aparente (kg / l)	Carga evitada (Kg)
17 01 01	Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	42,7	28,47	1,50	Si
17 01 02	Ladrillos.	9,1	7,28	1,25	Si
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos.	14,19	11,35	1,25	Si
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.	4	4,00	1,00	No
17 02 03	Plástico.	0,525	0,88	0,60	No
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	2	3,33	0,60	No
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.	0,35	0,23	1,50	No
17 02 01	Madera.	14,685	13,35	1,10	Si
	Residuos generados:	87,55	40,42		
Total carga evitada (kg)					80,675

Tabla 5.45. Cálculo de distancia y peso de los materiales a transportar a vertedero. Solado de madera

Planta de tratado de RCD's	Ubicación	Residuos (kg)	Distancia Castellón-Benicarló (km)	TKm
TRAIMED 21	Benicarló	87,55	72	6,30

5.2.2.- Modelado del inventario

Se incluyen a continuación las capturas del programa Simapro 7.0 empleado en el inventario del ciclo de vida.

Cubierta con solado fijo

- Fabricación

Nombre	Imagen			
Sist1_1fabricación				
Estado				
Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	Distribución	D
H_Brick, at plant/RER U	7	kg	Indefinido	
H_Expanded clay, at plant/DE U	35	kg	Indefinido	
H_LECHADA cemento 1/3	0,01	m3	Indefinido	
H_Polystyrene foam slab, at plant/RER U	0,006	kg	Indefinido	
H_Cement mortar, at plant/CH U	30	kg	Indefinido	
H_LAM bituminosa oxiasfalto 95	1,05	m2	Indefinido	
H_IMPRIMACION asfaltica	0,3	kg	Indefinido	
H_Polystyrene, extruded (XPS), at plant/RER U	1,04	kg	Indefinido	
H_GEOTEXTIL fibra poliester 150	1,05	m2	Indefinido	
H_LAM bituminosa oxiasfalto 150	1,1	m2	Indefinido	
H_GEOTEXTIL fibra poliester 200	1,05	m2	Indefinido	
H_Cement mortar, at plant/CH U	60	kg	Indefinido	
H_Adhesive mortar, at plant/CH U	4	kg	Indefinido	
H_Ceramic tiles, at regional storage/CH U	21	kg	Indefinido	
H_Ceramic tiles, at regional storage/CH U	0,32	kg	Indefinido	
H_Cement mortar, at plant/CH U	0,3	kg	Indefinido	
(Insertar línea aquí)				

Figura 5.10. Inventario de Fabricación. Solado fijo

- *Materiales empleados de Ecoinvent*

Brick (Ladrillo cerámico)

Expanded clay (Arcilla expandida)

Polystyrene foam slab (Plancha de poliestireno)

Cement mortar (Mortero de cemento)

Polystyrene extruded XPS (Poliestireno extruido XPS)

Adhesive mortor (Mortero adhesivo cementoso)

Ceramic tiles (Teja cerámica)

Algunos materiales no son extraídos directamente de la base de datos. Se han creado a partir de materias primas y procesos de transformación que se incluyen en la base de Ecoinvent.

- *Materiales creados*

Lechada de cemento 1/3:

- Cement (cemento): 299 kg / m3
- Tap water (agua corriente): 896 kg / m3

Lam bituminosa oxiasfalto 95:

- Bitumen (Bituminoso): 3 kg / m2
- Calendering (Calandrado): 3,095 kg / m2
- Polyethylene HDPE (Polietileno de alta densidad): 95 g / m2

Imprimación asfáltica:

- Mastic asphalt (Asfalto): 1 kg / kg
- Bitumen sealing (Sellado bituminoso): 1 kg / kg

Geotextil fibra poliéster 150:

- Polyester resin (Resina de poliéster): 150 g / m2
- Yarn production (Producción de hilos): 150 g / m2

Lam bituminosa oxiasfalto 150:

- Bitumen (Bituminoso): 4 kg / m2
- Calendering (Calandrado): 4,15 kg / m2
- Polyethylene HDPE (Polietileno de alta densidad): 150 g / m2

Geotextil fibra poliéster 200:

- Polyester resin (Resina de poliéster): 200 g / m2
- Yarn production (Producción de hilos): 200 g / m2

- Transporte

Nombre	Imagen			
sist1_2transp_obra				
Estado	<input type="text"/>			
Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	Distribución	D
H_Transport, lorry >32t, EURO5/RER U	88,82	tkm	Indefinido	
(Insertar línea aquí)				
Procesos	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DSMin.
(Insertar línea aquí)				

Figura 5.11. Inventario de Transporte. Solado fijo

Transport lorry 32 t (Camión de 32 toneladas)

- Colocación

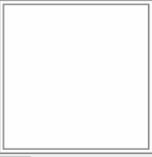
Nombre	Imagen			
Sist1_3colocación				
Estado	<input type="text"/>			
Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	Distribución	D
H_Mov materiales en obra	179,10	kg	Indefinido	
(Insertar línea aquí)				

Figura 5.12. Inventario de Colocación. Solado fijo

Mov. de materiales en obra: Grúa Torre Liebherr 4 kw: 200 kg / 1 hora

- Demolición

Nombre	Imagen			
sist1_4demolicion				
Estado	<input type="text"/>			
Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	Distribución	D
H_Demol1	1	p	Indefinido	
H_Transport, lorry >16t, fleet average/RER U	11,00	tkm	Indefinido	
H_Trat RCD	0,15284	ton	Indefinido	
H_carga evitada aridos	146,49	kg	Indefinido	
(Insertar línea aquí)				

Figura 5.13. Inventario de Demolición. Solado fijo

Demol1: Cerámica y Mortero de cemento

Transport lorry 16 t (Camión de 16 toneladas)

Trat RCD: Consumo eléctrico y de gasóleo

Carga evitada de áridos (Hormigón, ladrillos y cerámica)

Cubierta con solado flotante aislante

- Fabricación

Nombre	Imagen	Estado	Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	Distribución	DS
Sist2_1fabricación			H_Brick, at plant/RER U	7	kg	Indefinido	
			H_Expanded clay, at plant/DE U	35	kg	Indefinido	
			H_LECHADA cemento 1/3	0,01	m3	Indefinido	
			H_Polystyrene foam slab, at plant/RER U	0,006	kg	Indefinido	
			H_Cement mortar, at plant/CH U	30	kg	Indefinido	
			H_GEOTEXTIL fibra poliester 150	1,05	m2	Indefinido	
			H_LAM bituminosa oxiasfalto 150	1,1	m2	Indefinido	
			H_GEOTEXTIL fibra poliester 200	1,05	m2	Indefinido	
			H_Lightweight concrete block, POLIESTIRENO EXTRUIDO, at plant/CH U	75,60	kg	Indefinido	
(Insertar línea aquí)							

Figura 5.14. Inventario de Fabricación. Solado flotante aislante

- *Materiales empleados de Ecoinvent*

Brick (Ladrillo cerámico)

Expanded clay (Arcilla expandida)

Polystyrene foam slab (Plancha de poliestireno)

Cement mortar (Mortero de cemento)

Polystyrene extruded XPS (Poliestireno extruido XPS)

Lightweight concrete block (Losa filtrante de hormigón poroso y poliestireno extruido)

- *Materiales creados*

Lechada de cemento 1/3:

- Cement (cemento) : 299 kg / m3

- Tap water (agua corriente) : 896 kg / m3

Geotextil fibra poliéster 150:

- Polyester resin (Resina de poliéster) : 150 g / m2

- Yarn production (Producción de hilos) : 150 g / m2

Lam bituminosa oxiasfalto 150:

- Bitumen (Bituminoso) : 4 kg / m2

- Calendering (Calandrado) : 4,15 kg / m2

- Polyethylene HDPE (Polietileno de alta densidad) : 150 g / m2

Geotextil fibra poliéster 200:

- Polyester resin (Resina de poliéster): 200 g / m²
- Yarn production (Producción de hilos): 200 g / m²

- Transporte

Nombre	Imagen		
sist2_2transp_obra			
Estado	<input type="text"/>		
Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	Distribución
H_Transport, lorry >32t, EURO5/RER U	59,74	tkm	Indefinido
(Insertar línea aquí)			

Figura 5.15. Inventario de Transporte. Solado flotante aislante

Transport lorry 32 t (Camión de 32 toneladas)

- Colocación

Nombre	Imagen		
Sist2_3colocación			
Estado	<input type="text"/>		
Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	Distribución
H_Mov materiales en obra	164,49	kg	Indefinido
(Insertar línea aquí)			

Figura 5.16. Inventario de Colocación. Solado flotante aislante

Mov. de materiales en obra: Grúa Torre Liebherr 4 kw: 200 kg / 1 hora

- Demolición

Nombre	Imagen		
sist2_4demolicion			
Estado	<input type="text"/>		
Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	Distribución
H_Demol2	1	p	Indefinido
H_Transport, lorry >16t, fleet average/RER U	9,342	tkm	Indefinido
H_Trat RCD	0,12975	ton	Indefinido
H_carga evitada aridos	121,8	kg	Indefinido
(Insertar línea aquí)			

Figura 5.17. Inventario de Demolición. Solado flotante aislante

Demol2: Cerámica y Mortero de cemento

Transport lorry 16 t (Camión de 16 toneladas)

Trat RCD: Consumo eléctrico y de gasóleo

Carga evitada de áridos (Hormigón y ladrillos)

Cubierta con solado flotante sobre soportes

- Fabricación

Nombre	Imagen	Estado	Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	Distribución	DS'
Sist3_1fabricación			H_Brick, at plant/RER U	7	kg	Indefinido	
			H_Expanded clay, at plant/DE U	35	kg	Indefinido	
			H_LECHADA cemento 1/3	0,01	m3	Indefinido	
			H_Polystyrene foam slab, at plant/RER U	0,006	kg	Indefinido	
			H_Cement mortar, at plant/CH U	60	kg	Indefinido	
			H_GEOTEXTIL fibra poliester 150	1,05	m2	Indefinido	
			H_LAM bituminosa oxiasfalto 150	1,1	m2	Indefinido	
			H_GEOTEXTIL fibra poliester 150	1,05	m2	Indefinido	
			H_Polystyrene, extruded (XPS), at plant/RER U	1,04	kg	Indefinido	
			H_GEOTEXTIL fibra poliester 200	1,05	m2	Indefinido	
			H_SOPORTE REGULABLE	1,43	kg	Indefinido	
			H_Fibre cement facing tile, at plant/CH U	52,5	kg	Indefinido	
			(Insertar línea aquí)				

Figura 5.18. Inventario de Fabricación. Solado flotante sobre soportes

- *Materiales empleados de Ecoinvent*

Brick (Ladrillo cerámico)

Expanded clay (Arcilla expandida)

Polystyrene foam slab (Plancha de poliestireno)

Cement mortar (Mortero de cemento)

Polystyrene extruded XPS (Poliestireno extruido XPS)

Fibre cement facing tile (Baldosa de cemento)

- *Materiales creados*

Lechada de cemento 1/3:

- Cement (cemento): 299 kg / m3

- Tap water (agua corriente): 896 kg / m3

Geotextil fibra poliéster 150:

- Polyester resin (Resina de poliéster): 150 g / m2
- Yarn production (Producción de hilos): 150 g / m2

Lam bituminosa oxiasfalto 150:

- Bitumen (Bituminoso): 4 kg / m2
- Calendering (Calandrado): 4,15 kg / m2
- Polyethylene HDPE (Polietileno de alta densidad): 150 g / m2

Geotextil fibra poliéster 200:

- Polyester resin (Resina de poliéster): 200 g / m2
- Yarn production (Producción de hilos): 200 g / m2

Soporte regulable:

- Polyethylene HDPE (Polietileno alta densidad): 1 kg / kg
- Injection moulding (Moldeo por inyección): 1 kg / kg

- Transporte

Nombre	Imagen	Cantidad	Unidad	Distribución	DS
sist3_2transp_obra					
Estado <input type="text"/>					
Materiales/Ensamblajes		Cantidad	Unidad	Distribución	DS
H_Transport, lorry >32t, EURO5/RER U		83,74	tkm	Indefinido	
(Insertar línea aquí)					

Figura 5.19. Inventario de Transporte. Solado flotante sobre soportes

Transport lorry 32 t (Camión de 32 toneladas)

- Colocación

Nombre	Imagen	Cantidad	Unidad	Distribución	DS
Sist3_3colocación					
Estado <input type="text"/>					
Materiales/Ensamblajes		Cantidad	Unidad	Distribución	DS
H_Mov materiales en obra		174,01	kg	Indefinido	
(Insertar línea aquí)					

Figura 5.20. Inventario de Colocación. Solado flotante sobre soportes

Mov. de materiales en obra: Grúa Torre Liebherr 4 kw: 200 kg / 1 hora

- Demolición

Nombre	Imagen		
sist3_4demolicion			
Estado	<input type="text"/>		
Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	Distribución
H_Demol3	1	p	Indefinido
H_Transport, lorry > 16t, fleet average/RER U	10,59	tkm	Indefinido
H_Trat RCD	0,1471	ton	Indefinido
H_carga evitada aridos	140,2	kg	Indefinido
(Insertar línea aquí)			

Figura 5.21. Inventario de Demolición. Solado flotante sobre soportes

Demol3: Cerámica y Mortero de cemento

Transport lorry 16 t (Camión de 16 toneladas)

Trat RCD: Consumo eléctrico y de gasóleo

Carga evitada de áridos (Hormigón y ladrillos)

Cubierta verde extensiva

- Fabricación

Nombre	Imagen			
Sist4_1fabricación				
Estado	<input type="text"/>			
Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	Distribución	DS
H_Brick, at plant/RER U	7	kg	Indefinido	
H_Expanded clay, at plant/DE U	35	kg	Indefinido	
H_LECHADA cemento 1/3	0,01	m3	Indefinido	
H_Polystyrene foam slab, at plant/RER U	0,006	kg	Indefinido	
H_Cement mortar, at plant/CH U	30	kg	Indefinido	
H_LAM bituminosa oxiasfalto 95	1,05	m2	Indefinido	
H_IMPRIMACION asfaltica	0,3	kg	Indefinido	
H_Rock wool, at plant/CH U	7,88	kg	Indefinido	
H_LAM bituminosa oxiasfalto 150	1,1	m2	Indefinido	
H_GEOTEXTIL fibra poliester 200	1,05	m2	Indefinido	
H_LAM drenante polietileno	1,05	m2	Indefinido	
H_GEOTEXTIL POLIPROP-POLIETILENO	1,05	m2	Indefinido	
H_Compost, at plant/CH U	41,76	kg	Indefinido	
H_Gravel, round, at mine/CH U	125	kg	Indefinido	
(Insertar línea aquí)				

Figura 5.22. Inventario de Fabricación. Verde extensiva

- Materiales empleados de Ecoinvent

Brick (Ladrillo cerámico)

Expanded clay (Arcilla expandida)

Polystyrene foam slab (Plancha de poliestireno)

Cement mortar (Mortero de cemento)

Rock wool (Lana de roca)

Compost (Compostaje orgánico)

Gravel (Grava, roca)

- Materiales creados

Lechada de cemento 1/3:

- Cement (cemento): 299 kg / m³

- Tap water (agua corriente): 896 kg / m³

Lam bituminosa oxiasfalto 95:

- Bitumen (Bituminoso): 3 kg / m²

- Calendering (Calandrado): 3,095 kg / m²

- Polyethylene HDPE (Polietileno de alta densidad): 95 g / m²

Imprimación asfáltica:

- Mastic asphalt (Asfalto): 1 kg / kg

- Bitumen sealing (Sellado bituminoso): 1 kg / kg

Lam bituminosa oxiasfalto 150:

- Bitumen (Bituminoso): 4 kg / m²

- Calendering (Calandrado): 4,15 kg / m²

- Polyethylene HDPE (Polietileno de alta densidad): 150 g / m²

Geotextil fibra poliéster 200:

- Polyester resin (Resina de poliéster): 200 g / m²

- Yarn production (Producción de hilos): 200 g / m²

Lam drenante polietileno:

- Polyethylene HDPE (Polietileno alta densidad): 1,05 kg / m²

- Calendering (Calandrado): 1,05 kg / m²

- Transporte

Nombre	Imagen			
sist4_2transp_obra				
Estado				
Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	Distribución	DS
H_Transport, lorry >32t, EURO5/RER U	83,30	tkm	Indefinido	
(Insertar línea aquí)				

Figura 5.23. Inventario de Transporte. Verde extensiva

Transport lorry 32 t (Camión de 32 toneladas)

- Colocación

Nombre	Imagen			
Sist4_3colocación				
Estado				
Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	Distribución	DS
H_Mov materiales en obra	268,71	kg	Indefinido	
(Insertar línea aquí)				

Figura 5.24. Inventario de Colocación. Verde extensiva

Mov. de materiales en obra: Grúa Torre Liebherr 4 kw: 200 kg / 1 hora

- Demolición

Nombre	Imagen			
sist4_4demolicion				
Estado				
Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	Distribución	DS
H_Demol4	1	p	Indefinido	
H_Transport, lorry >16t, fleet average/RER U	18,282	tkm	Indefinido	
H_Trat RCD	0,253921	ton	Indefinido	
H_carga evitada aridos	246,751	kg	Indefinido	
(Insertar línea aquí)				

Figura 5.25. Inventario de Demolición. Verde extensiva

Demol4: Cerámica y Mortero de cemento

Transport lorry 16 t (Camión de 16 toneladas)

Trat RCD: Consumo eléctrico y de gasóleo

Carga evitada de áridos (Hormigón y ladrillos)

Cubierta aljibe

- Fabricación

Nombre	Imagen	Estado	Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	Distribución	D
Sist5_1fabricación		<input type="text"/>	H_Compost, at plant/CH U	41,76	kg	Indefinido	
			H_LAM bituminosa oxiasfalto 95	1,05	m2	Indefinido	
			H_Lightweight concrete block, POLIESTIRENO EXTRUIDO, at plant/CH U	75,60	kg	Indefinido	
			H_SOPORTE REGULABLE	1,43	kg	Indefinido	
			H_LAM PVC	1,05	m2	Indefinido	
			H_LAM bituminosa oxiasfalto 150	1,1	m2	Indefinido	
			H_Cement mortar, at plant/CH U	30	kg	Indefinido	
			(Insertar línea aquí)				

Figura 5.26. Inventario de Fabricación. Aljibe

- *Materiales empleados de Ecoinvent*

Compost (Compostaje orgánico)

Lightweight concrete block (Losa filtrante de hormigón poroso y poliestireno extruido)

Cement mortar (Mortero de cemento)

- *Materiales creados*

Lam bituminosa oxiasfalto 95:

- Bitumen (Bituminoso): 3 kg / m2
- Calendering (Calandrado): 3,095 kg / m2
- Polyethylene HDPE (Polietileno de alta densidad): 95 g / m2

Soposte regulable:

- Polyethylene HDPE (Polietileno alta densidad): 1 kg / kg
- Injection moulding (Moldeo por inyección): 1 kg / kg

Lam PVC

- Polyvinylchlorid (Policloruro de vinilo PVC): 1,55 kg / m2
- Calendering (Calandrado): 1,55 kg / m2

Lam bituminosa oxiasfalto 150:

- Bitumen (Bituminoso): 4 kg / m2
- Calendering (Calandrado): 4,15 kg / m2
- Polyethylene HDPE (Polietileno de alta densidad): 150 g / m2

- Transporte

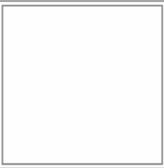
Nombre	Imagen		
sist5_2transp_obra			
Estado	<input type="text"/>		
Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	Distribución
H_Transport, lorry >32t, EURO5/RER U	69,22	tkm	Indefinido
(Insertar línea aquí)			

Figura 5.27. Inventario de Transporte. Aljibe

Transport lorry 32 t (Camión de 32 toneladas)

- Colocación

Nombre	Imagen		
Sist5_3colocación			
Estado	<input type="text"/>		
Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	Distribución
H_Mov materiales en obra	158,83	kg	Indefinido
(Insertar línea aquí)			

Figura 5.28. Inventario de Colocación. Aljibe

Mov. de materiales en obra: Grúa Torre Liebherr 4 kw: 200 kg / 1 hora

- Demolición

Nombre	Imagen				
sist5_4demolicion					
Estado					
Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	Distribución	DS	
H_Demol5	1	p	Indefinido		
H_Transport, lorry >16t, fleet average/RER U	9,7686	tkm	Indefinido		
H_Trat RCD	0,135675	ton	Indefinido		
H_carga evitada aridos	127,2	kg	Indefinido		
(Insertar línea aquí)					

Figura 5.29. Inventario de Demolición. Aljibe

Demol5: Mortero de cemento

Transport lorry 16 t (Camión de 16 toneladas)

Trat RCD: Consumo eléctrico y de gasóleo

Carga evitada de áridos (Hormigón)

Cubierta con solado de madera

- Fabricación

Nombre	Imagen				
Sist6_1fabricación					
Estado					
Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	Distribución	DS	
H_Brick, at plant/RER U	7	kg	Indefinido		
H_Expanded clay, at plant/DE U	35	kg	Indefinido		
H_LECHADA cemento 1/3	0,01	m3	Indefinido		
H_Polystyrene foam slab, at plant/RER U	0,006	kg	Indefinido		
H_Cement mortar, at plant/CH U	30	kg	Indefinido		
H_LAM bituminosa oxiasfalto 95	1,05	m2	Indefinido		
H_GEOTEXTIL fibra poliester 150	1,05	m2	Indefinido		
H_Polystyrene, extruded (XPS), at plant/RER U	1,04	kg	Indefinido		
H_GEOTEXTIL fibra poliester 200	1,05	m2	Indefinido		
H_SOPORTE REGULABLE	0,35	kg	Indefinido		
H_Laminated timber element, transversally prestressed, for outdoor use, at	0,02	m3	Indefinido		
(Insertar línea aquí)					

Figura 5.30. Inventario de Fabricación. Solado de madera

- *Materiales empleados de Ecoinvent*

Brick (Ladrillo cerámico)

Expanded clay (Arcilla expandida)

Polystyrene foam slab (Plancha de poliestireno)

Cement mortar (Mortero de cemento)

Polystyrene extruded XPS (Poliestireno extruido XPS)

Laminated timber element, transversally prestressed (Madera laminada, pretensada transversalmente)

- *Materiales creados*

Lechada de cemento 1/3:

- Cement (cemento): 299 kg / m3
- Tap water (agua corriente): 896 kg / m3

Lam bituminosa oxiasfalto 95:

- Bitumen (Bituminoso): 3 kg / m2
- Calendering (Calandrado): 3,095 kg / m2
- Polyethylene HDPE (Polietileno de alta densidad): 95 g / m2

Geotextil fibra poliéster 150:

- Polyester resin (Resina de poliéster): 150 g / m2
- Yarn production (Producción de hilos): 150 g / m2

Geotextil fibra poliéster 200:

- Polyester resin (Resina de poliéster): 200 g / m2
- Yarn production (Producción de hilos): 200 g / m2

Soporte regulable:

- Polyethylene HDPE (Polietileno alta densidad): 1 kg / kg
- Injection moulding (Moldeo por inyección): 1 kg / kg

- Transporte

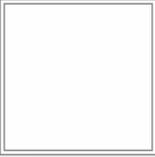
Nombre	Imagen	Estado	Cantidad	Unidad	Distribución	DS'
sist6_2transp_obra						
Materiales/Ensamblajes						
H_Transport, lorry >32t, EURO5/RER U			52,15	tkm	Indefinido	
(insertar línea aquí)						

Figura 5.31. Inventario de Transporte. Solado de madera

Transport lorry 32 t (Camión de 32 toneladas)

- Colocación

Nombre	Imagen			
Sist6_3colocación				
Estado	<input type="text"/>			
Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	Distribución	DS
H_Mov materiales en obra	107,20	kg	Indefinido	
(Insertar línea aquí)				

Figura 5.32. Inventario de Colocación. Solado de madera

Mov. de materiales en obra: Grúa Torre Liebherr 4 kw: 200 kg / 1 hora

- Demolición

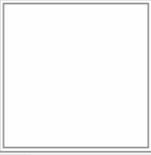
Nombre	Imagen			
sist6_4demolicion				
Estado	<input type="text"/>			
Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	Distribución	DS
H_Demol6	1	p	Indefinido	
H_Transport, lorry >16t, fleet average/RER U	6,3036	tkm	Indefinido	
H_Trat RCD	0,08755	ton	Indefinido	
H_carga evitada aridos	80,675	kg	Indefinido	
(Insertar línea aquí)				

Figura 5.33. Inventario de Demolición. Solado de madera

Demol6: Cerámica y Mortero de cemento

Transport lorry 16 t (Camión de 16 toneladas)

Trat RCD: Consumo eléctrico y de gasóleo

Carga evitada de áridos (Hormigón, ladrillo, cerámica y maderas)

5.3.- Etapa III. Evaluación del impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental se ha realizado según los dos métodos que indica la norma UNE-EN ISO 14044 (2006).

con **elementos obligatorios**, que permiten obtener un indicador para cada una de las categorías de impacto. Se ha utilizado el indicador CML 2001 (Frischknecht R., Jungbluth N. et al. 2007).

con **elementos opcionales**, que permiten obtener un único indicador que engloba toda la información del inventario mediante la aplicación de un método de evaluación del impacto. Se ha utilizado el Ecoindicador 99.

5.3.1.- Elementos obligatorios

Se han analizado para cada solución de cubierta, cada una de las etapas de ciclo de vida (Fabricación, Transporte, Colocación y Demolición) en cada una de las siguientes categorías de impacto:

Tabla 5.46. Categorías de impacto CML 2001. Unidades

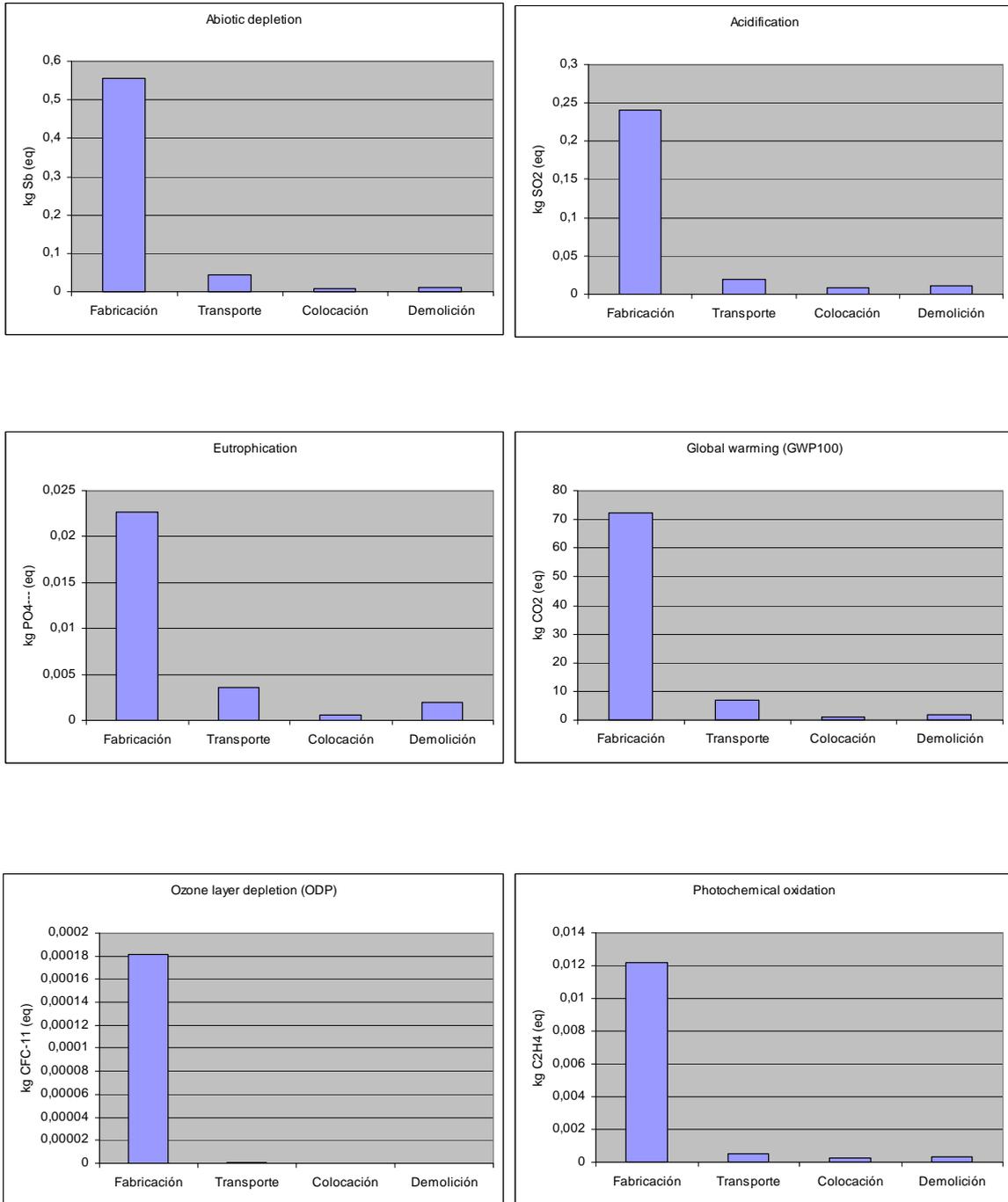
Categoría de impacto		Unidades
Abiotic depletion	Agotamiento de recursos abióticos	Kg Sb (eq)
Acidification	Acidificación	Kg SO ₂ (eq)
Eutrophication	Eutroficación	Kg PO ₄ (eq)
Global Warming (GWP 100)	Calentamiento global	Kg CO ₂ (eq)
Ozone layer depletion (ODP)	Destrucción de la capa de ozono	Kg CFC 11 (eq)
Photochemical oxidation	Oxidación fotoquímica	Kg C ₂ H ₄ (eq)

Puesto que la etapa que más impacto ambiental provoca es la de Fabricación, se ha analizado a continuación para esta etapa, el impacto que produce cada elemento que compone la cubierta para las categorías de impacto ya indicadas anteriormente.

Por último se ha realizado una comparación de las seis soluciones constructivas en su conjunto, en función de cada una de las categorías de impacto analizadas.

Cubierta con solado fijo

Análisis de las categorías de impacto en cada etapa del ciclo de vida



Figuras 5.34. Desglose del indicador ambiental por etapas. Solado fijo.

Puede observarse que la mayor contribución a las categorías de impacto se produce en la etapa de fabricación.

Análisis de categorías en la etapa de fabricación

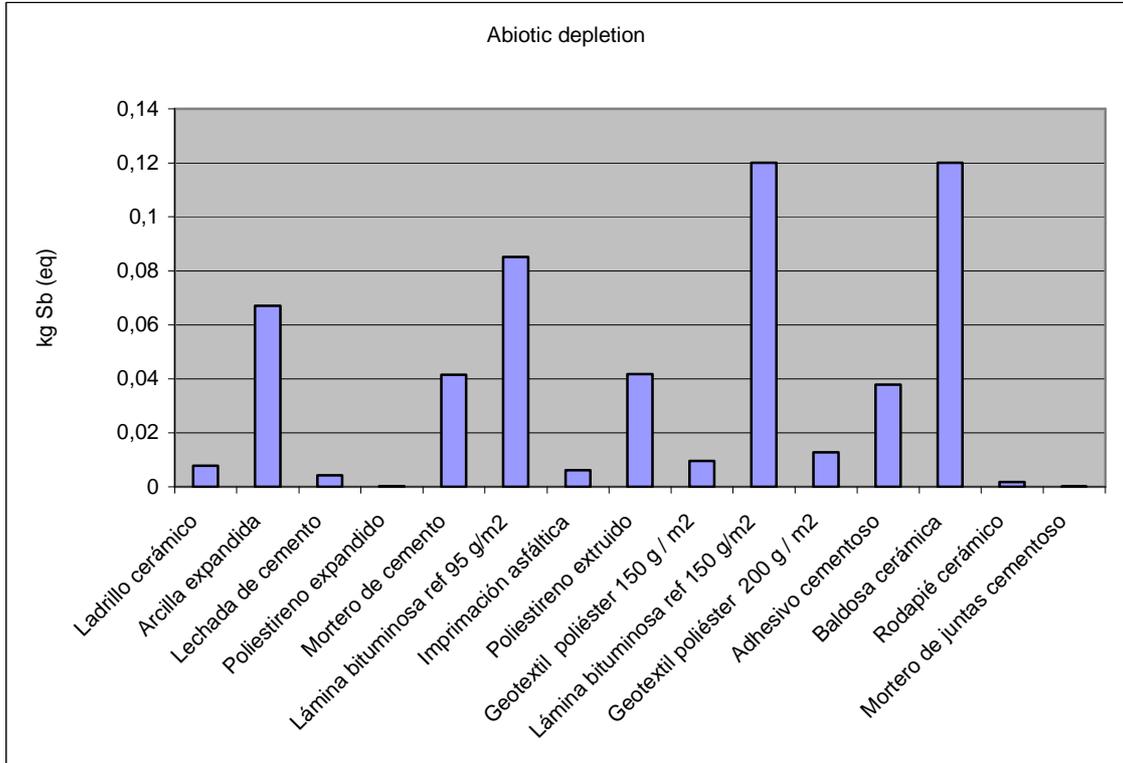


Figura 5.35. Etapa de fabricación. Agotamiento recursos abióticos. Solado fijo

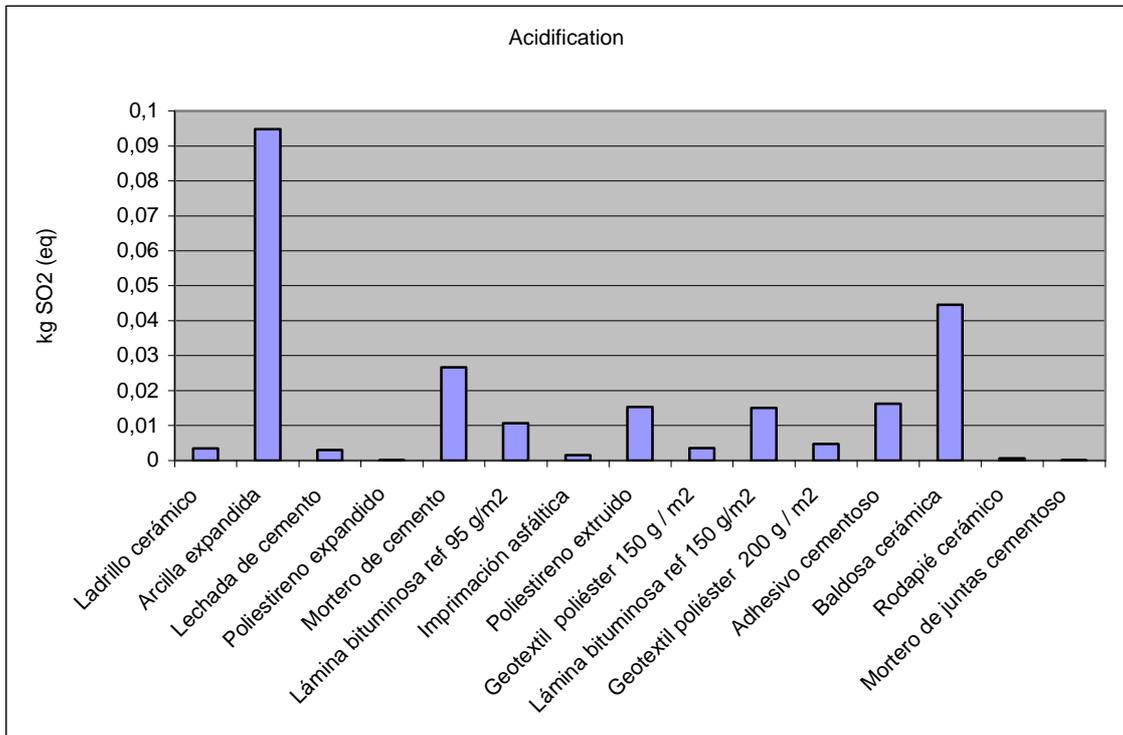


Figura 5.36. Etapa de fabricación. Acidificación. Solado fijo

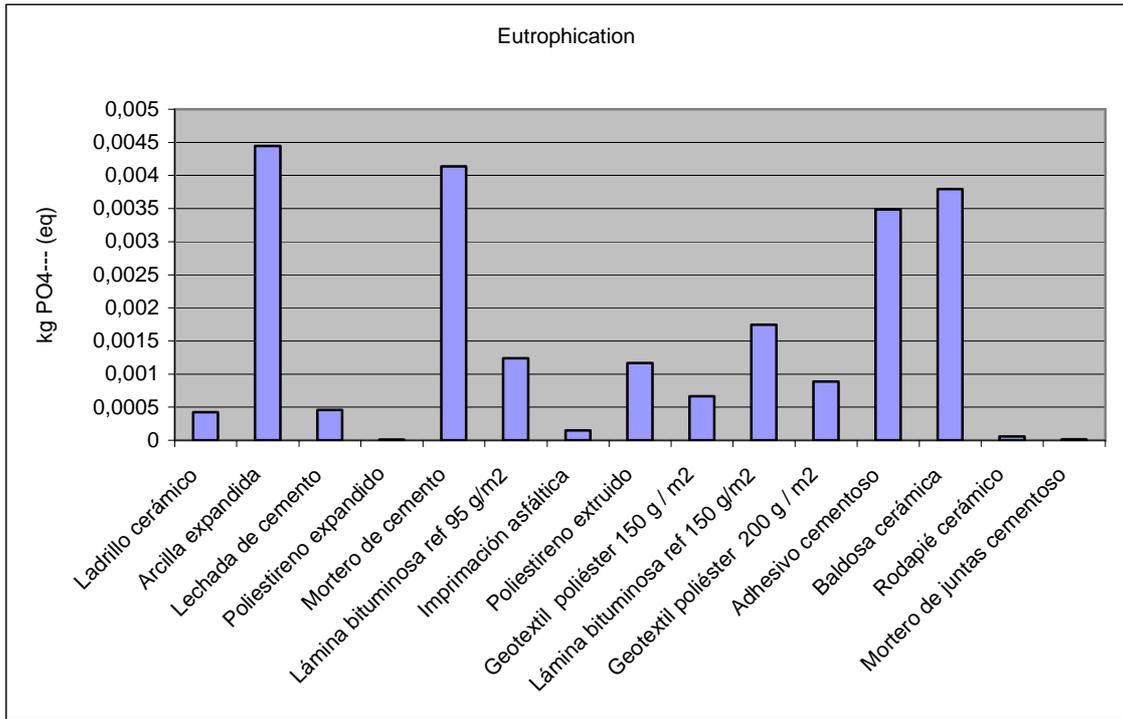


Figura 5.37. Etapa de fabricación. Eutrofización. Solado fijo

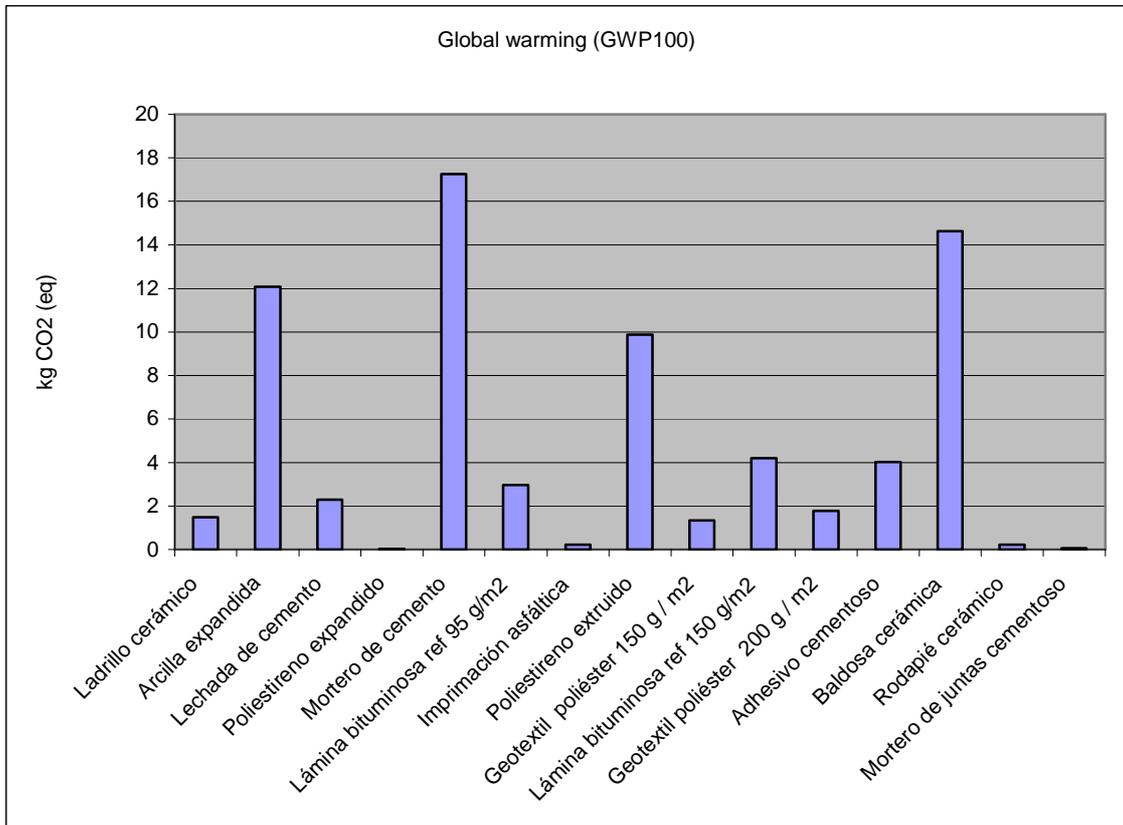


Figura 5.38. Etapa de fabricación. Calentamiento global. Solado fijo

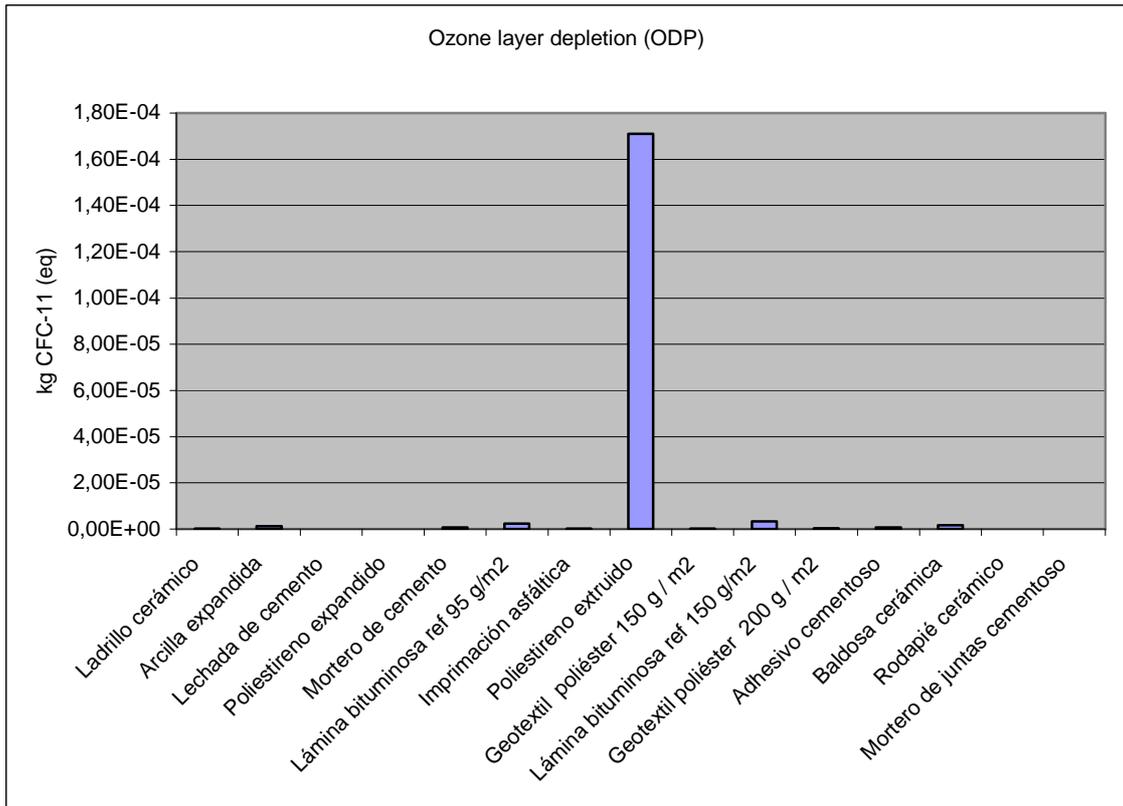


Figura 5.39. Etapa de fabricación. Destrucción de la capa de ozono. Solado fijo

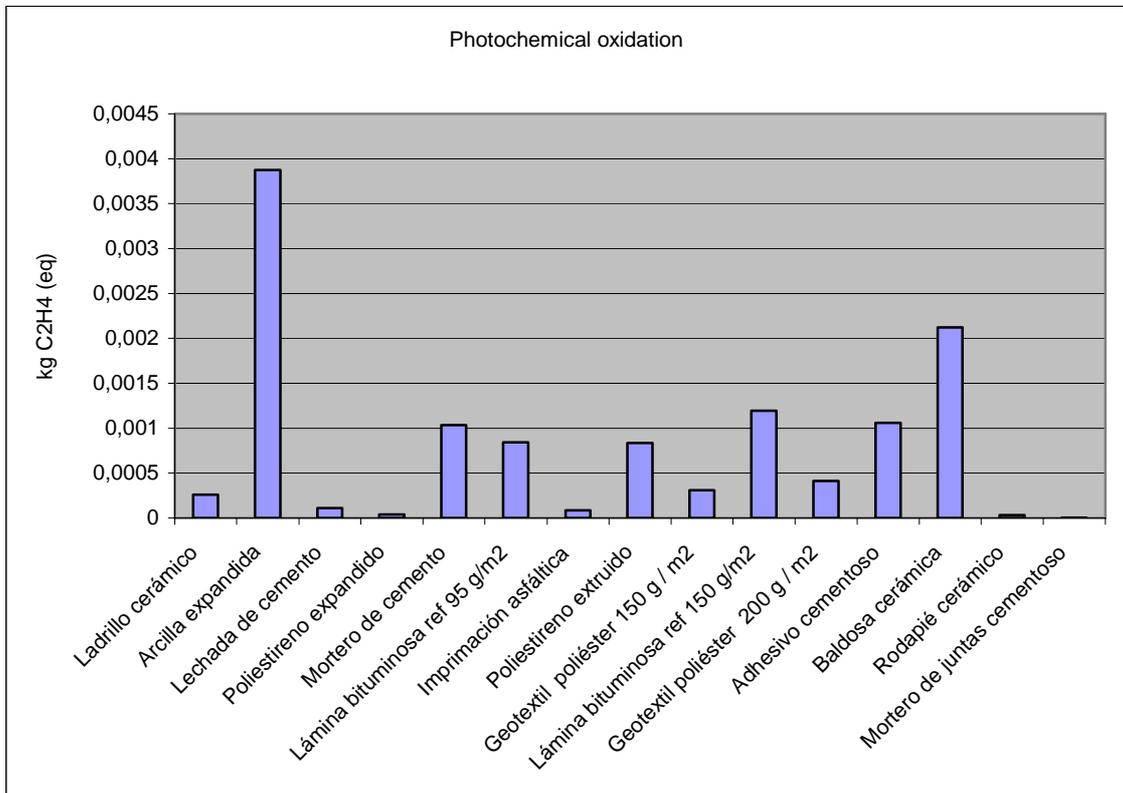


Figura 5.40. Etapa de fabricación. Oxidación fotoquímica. Solado fijo

Comentarios:

En esta solución de cubierta, la lámina bituminosa, la baldosa cerámica, la arcilla expandida , el mortero de cemento y el poliestireno extruido son los elementos que mayor indicador presentan en las categorías de impacto.

La baldosa cerámica, al igual que la arcilla expandida, se encuentran en proporciones de peso elevadas, puesto que son el material de cobertura y la formación de pendientes respectivamente.

El poliestireno extruido, utiliza HCFC omo agente espumante, que tiene un gran potencial de calentamiento global y moderado potencial de agotamiento de ozono.

Cubierta con solado flotante aislante

Análisis de las categorías de impacto en cada etapa del ciclo de vida

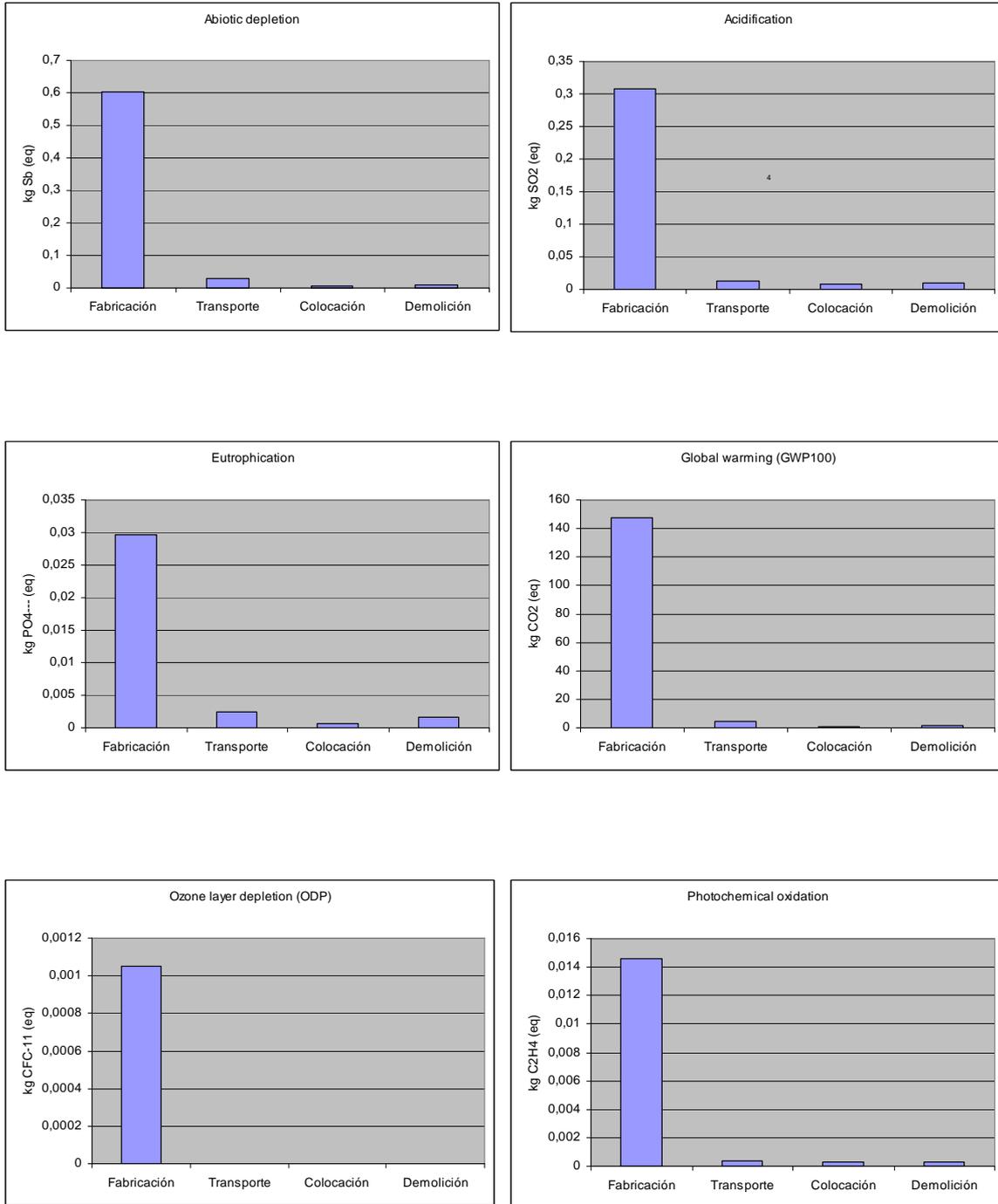


Figura 5.41. Desglose del indicador ambiental por etapas. Solado flotante aislante.

Análogamente a la solución anterior, puede observarse que la mayor contribución a las categorías de impacto se produce en la etapa de fabricación.

Análisis de categorías en la etapa de fabricación

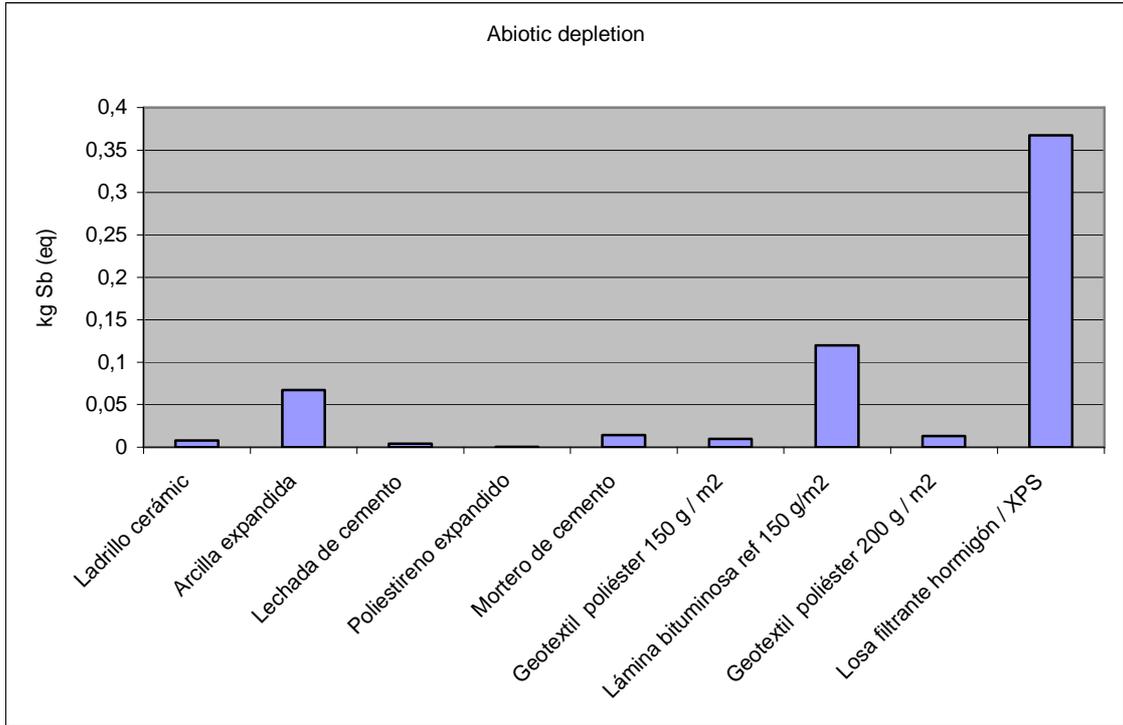


Figura 5.42. Etapa de fabricación. Agotamiento recursos abióticos. Solado flotante aislante

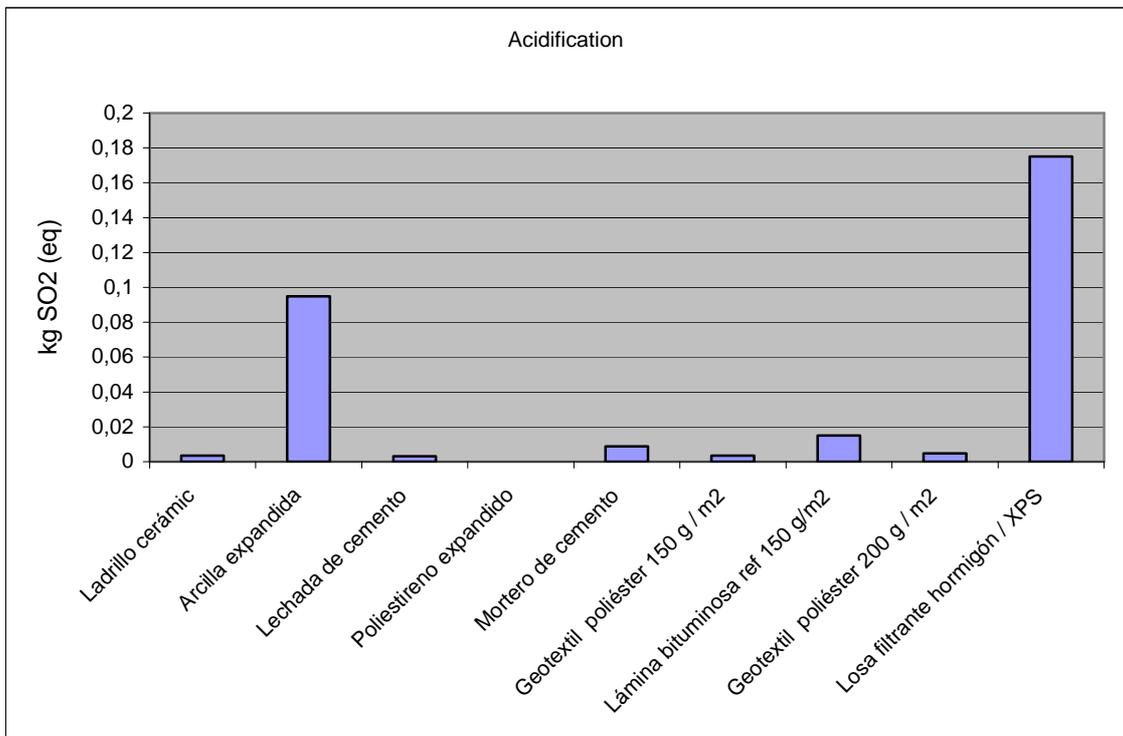


Figura 5.43. Etapa de fabricación. Acidificación. Solado flotante aislante

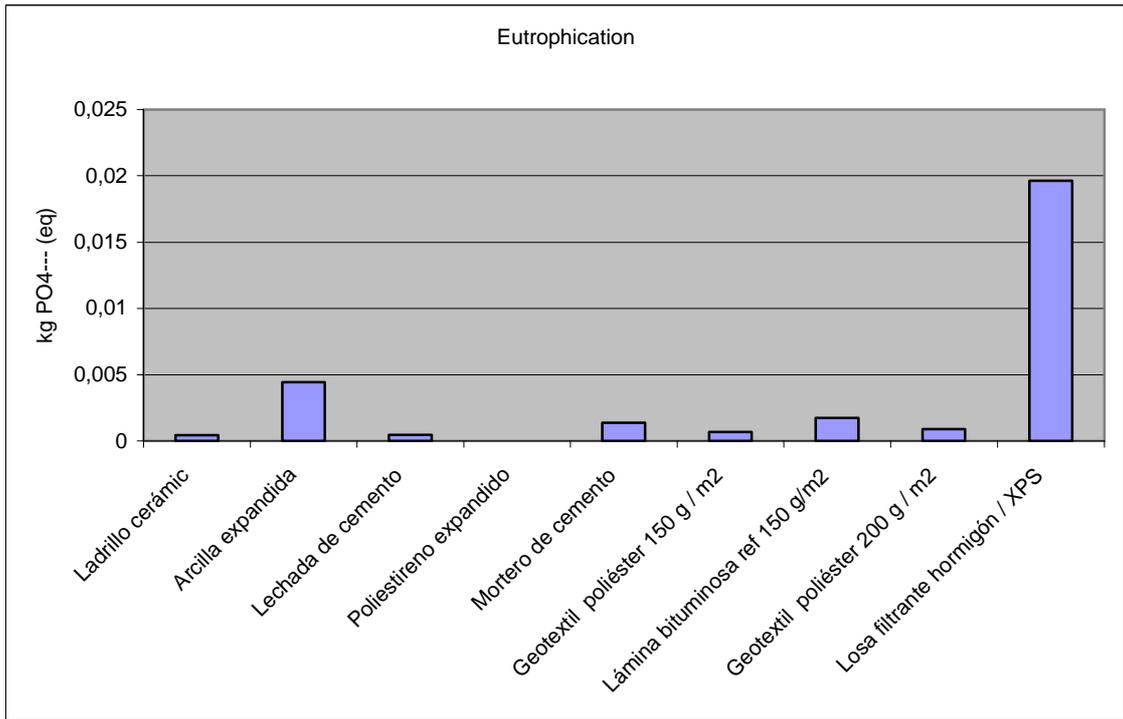


Figura 5.44. Etapa de fabricación. Eutrofización. Solado flotante aislante

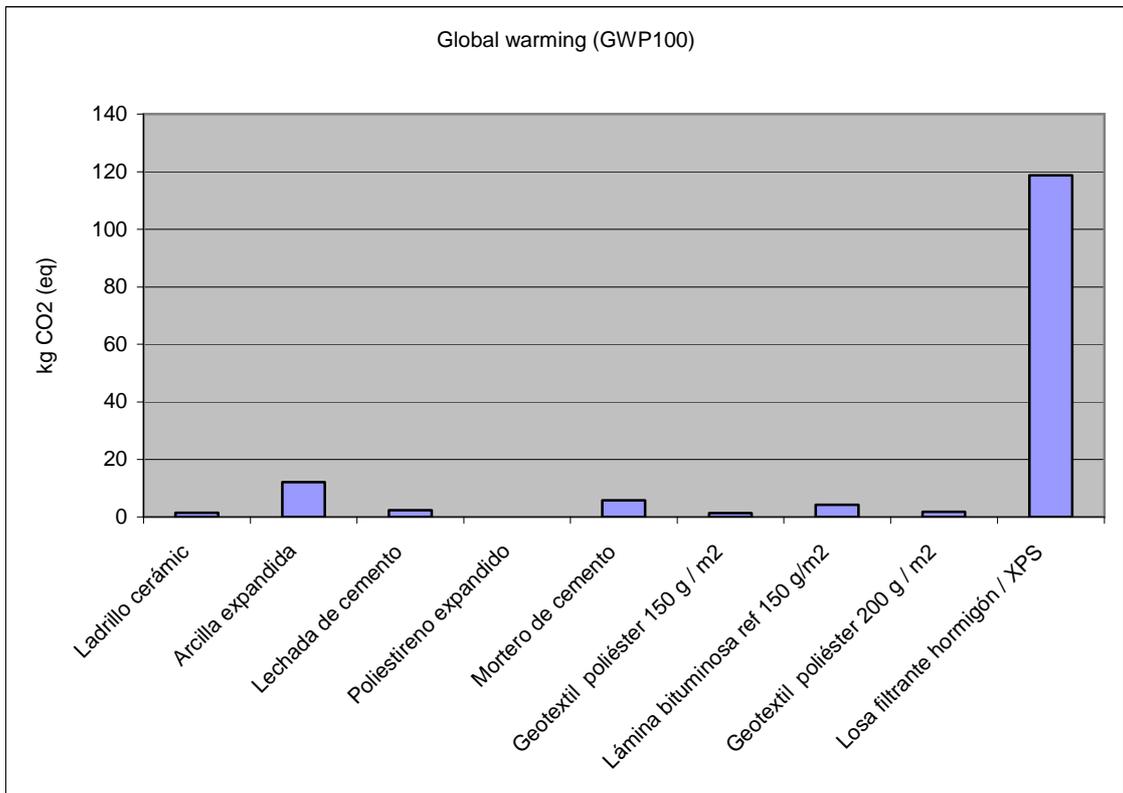


Figura 5.45. Etapa de fabricación. Calentamiento global. Solado flotante aislante

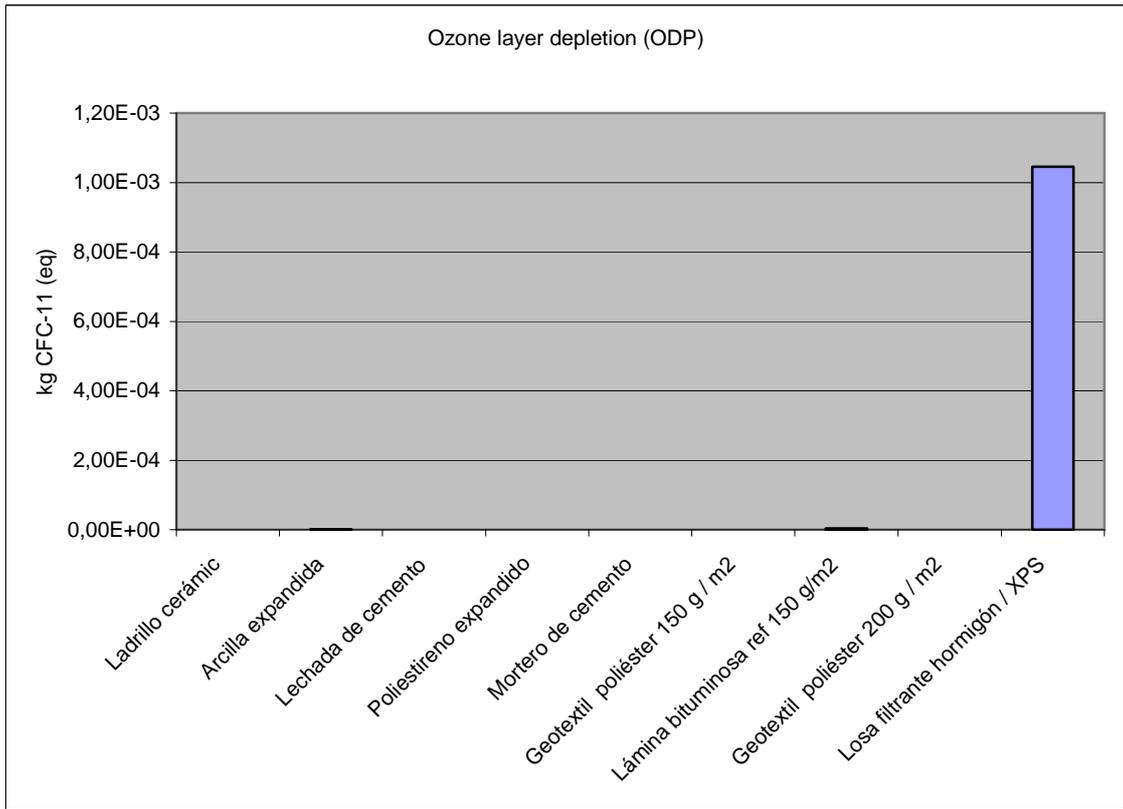


Figura 5.46. Etapa de fabricación. Destrucción de la capa de ozono. Solado flotante aislante

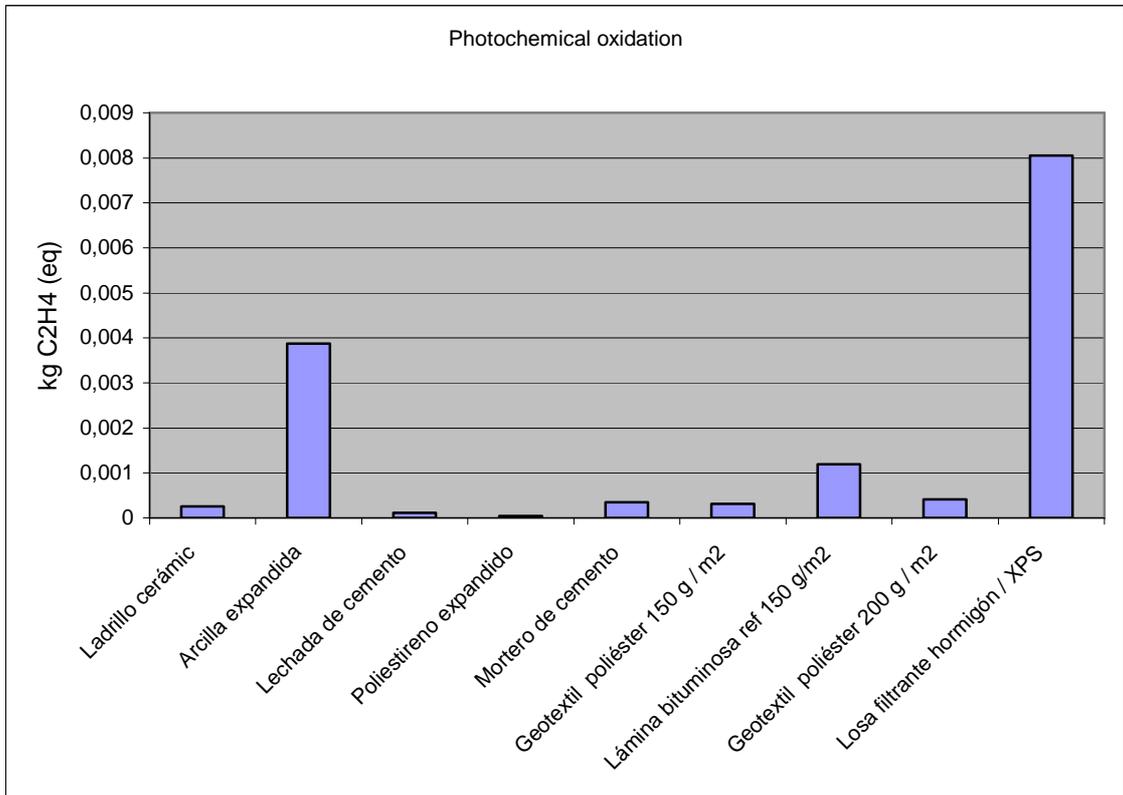


Figura 5.47. Etapa de fabricación. Oxidación fotoquímica. Solado flotante aislante

Comentarios:

En esta solución de cubierta, la losa filtrante de hormigón con poliestireno extruido es claramente el elemento que más destaca en todas las categorías de impacto. Esto se debe por una parte, a la elevada densidad de este producto (fundamentalmente del hormigón) y al efecto perjudicial del poliestireno extrusionado , que utiliza HCFC como agente espumante, que tiene un gran potencial de calentamiento global y moderado potencial de agotamiento de ozono.

La arcilla expandida también es representativa debido a la gran cantidad utilizada de este material en la formación de pendientes de la cubierta.

Cubierta con solado flotante sobre soportes

Análisis de las categorías de impacto en cada etapa del ciclo de vida

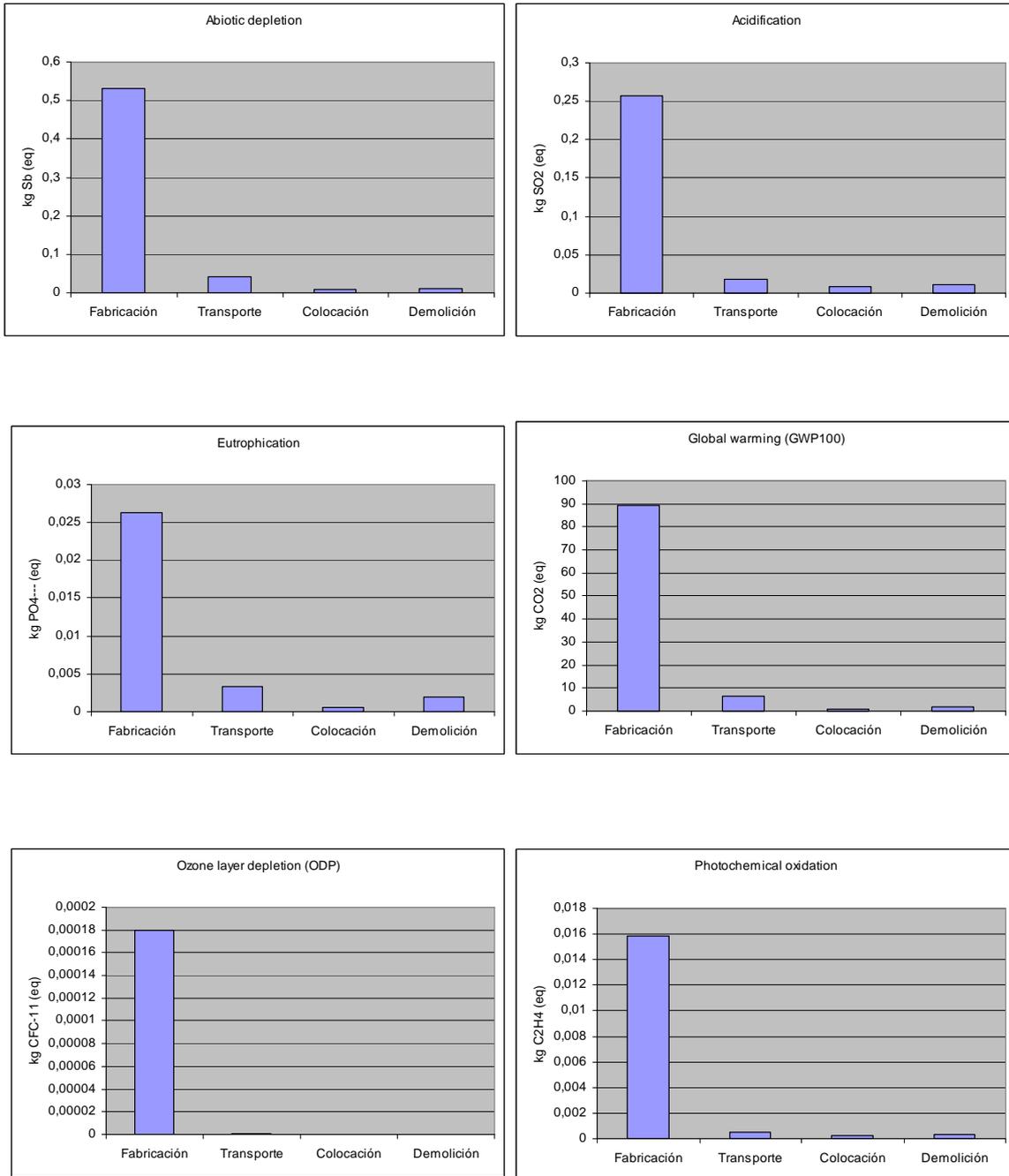


Figura 5.48. Desglose del indicador ambiental por etapas. Solado flotante sobre soportes.

Análogamente a la solución anterior, puede observarse que la mayor contribución a las categorías de impacto se produce en la etapa de fabricación.

Análisis de categorías en la etapa de fabricación

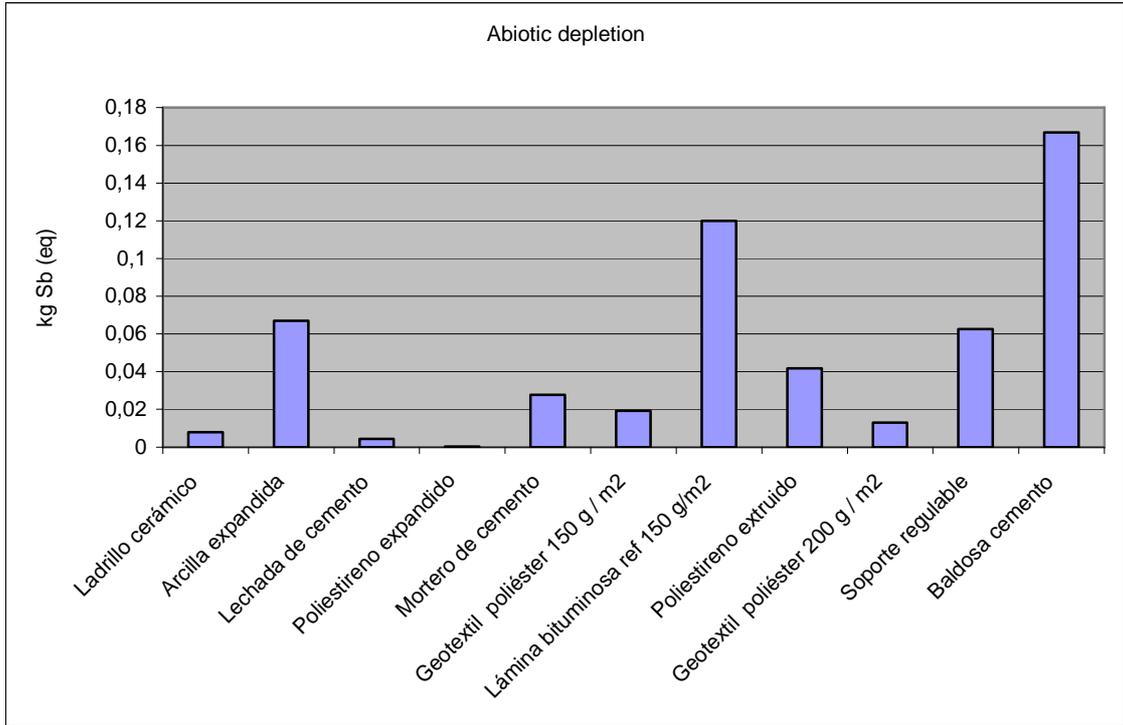


Figura 5.49. Etapa de fabricación. Agotamiento recursos abióticos. Solado flotante sobre soportes

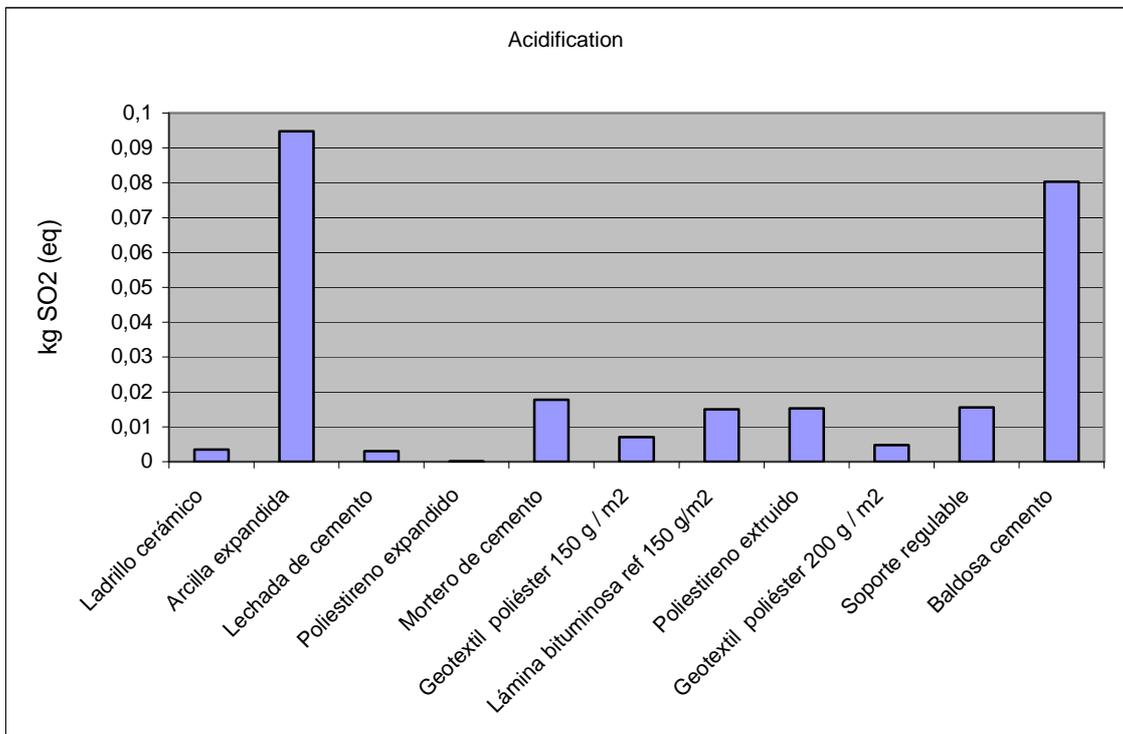


Figura 5.50. Etapa de fabricación. Acidificación. Solado flotante aislante

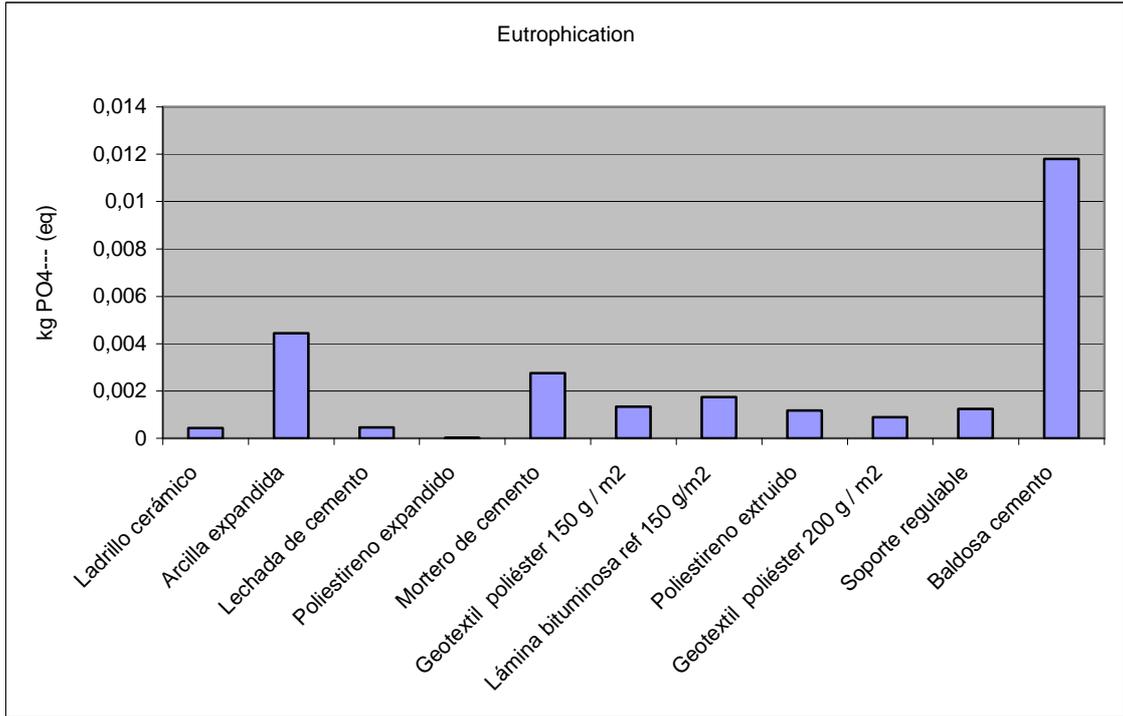


Figura 5.51. Etapa de fabricación. Eutrofización. Solado flotante sobre soportes

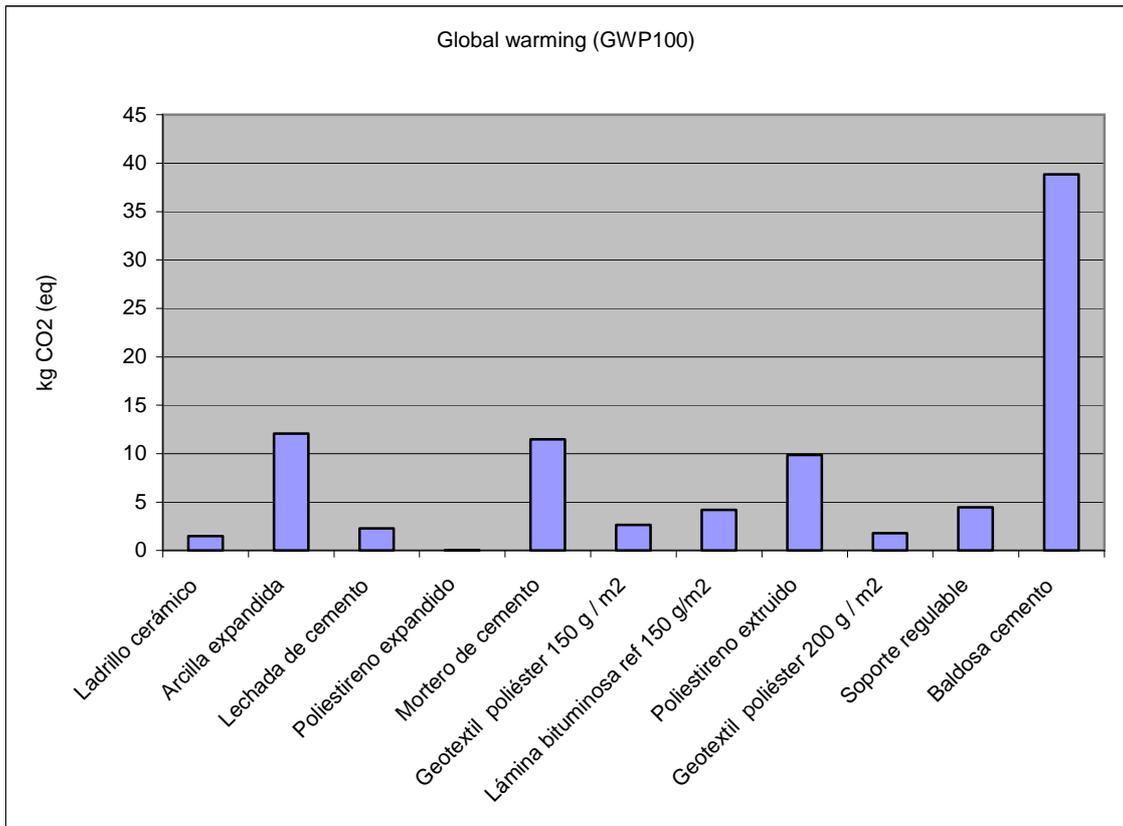


Figura 5.52. Etapa de fabricación. Calentamiento global. Solado flotante sobre soportes

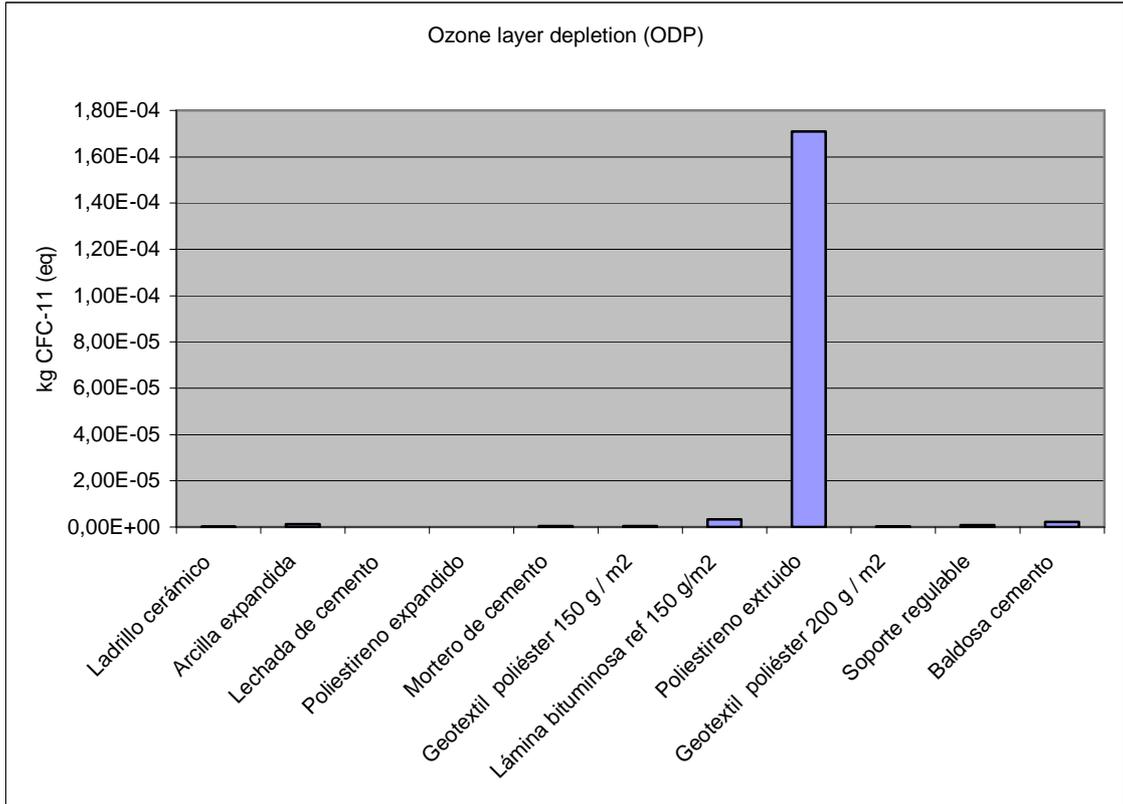


Figura 5.53. Etapa de fabricación. Destrucción de la capa de ozono. Solado flotante sobre soportes

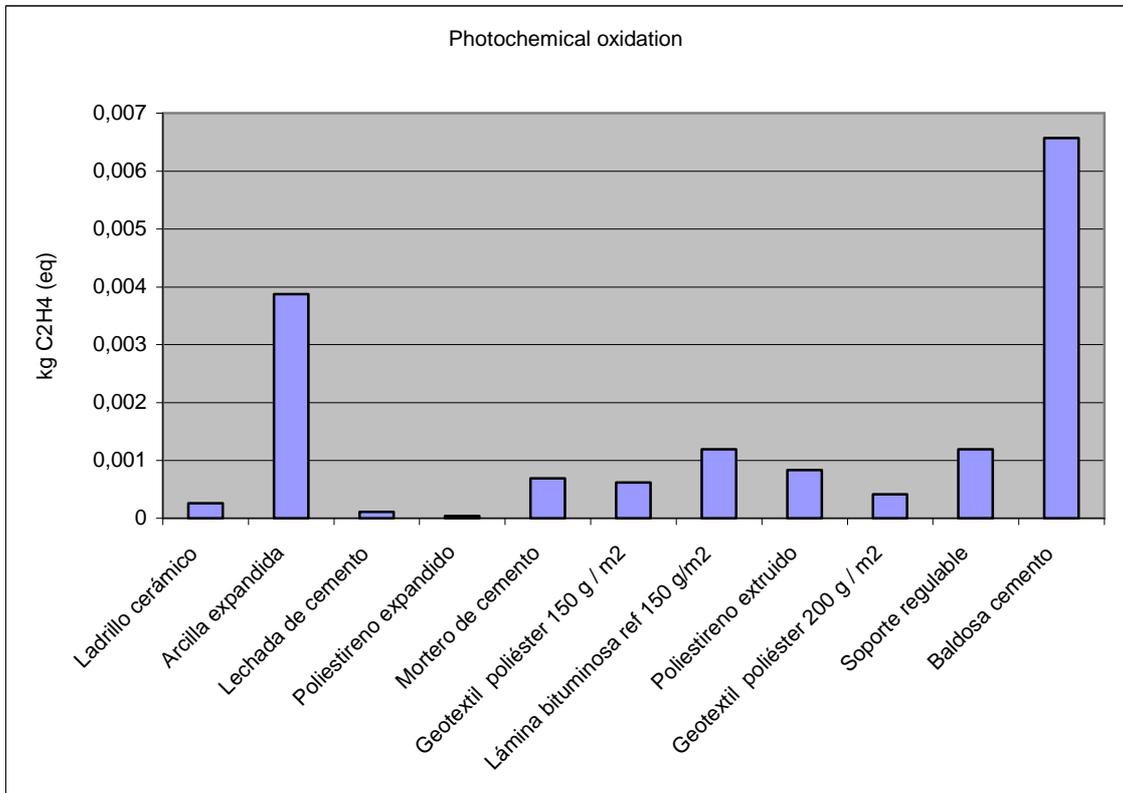


Figura 5.54. Etapa de fabricación. Oxidación fotoquímica. Solado flotante sobre soportes

Comentarios:

En esta solución constructiva, se puede observar una similitud con la anterior solución constructiva (cubierta con solado flotante aislante). El material de cobertura (la baldosa de cemento), el aislamiento (poliestireno extruido) y la formación de pendientes (arcilla expandida) vuelven a ser los materiales con mayor repercusión en las categorías de impacto.

El cemento, presente en la baldosa de esta solución constructiva y en la baldosa de hormigón con poliestireno, se utiliza en grandes proporciones.

Del igual manera, la arcilla expandida también aparece en elevadas cantidades, en la misma proporción que en las soluciones mencionadas anteriormente.

Como se ha comentado anteriormente, el poliestireno extrusionado , utiliza HCFC como agente espumante, con un gran potencial de calentamiento global y moderado potencial de agotamiento de ozono.

Cubierta verde extensiva

Análisis de las categorías de impacto en cada etapa del ciclo de vida

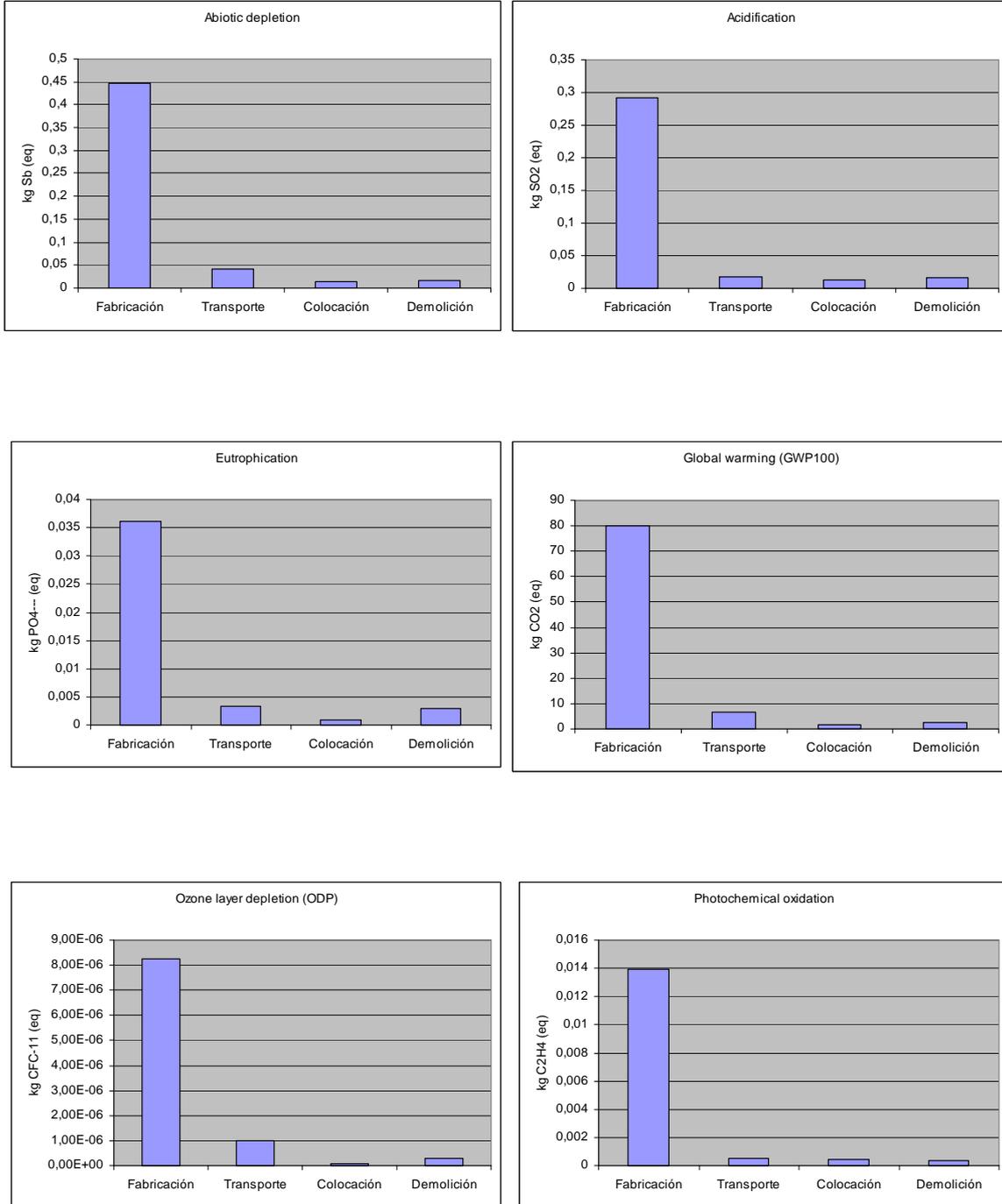


Figura 5.55. Desglose del indicador ambiental por etapas. Verde extensiva.

Análogamente a la solución anterior, puede observarse que la mayor contribución a las categorías de impacto se produce en la etapa de fabricación.

Análisis de categorías en la etapa de fabricación

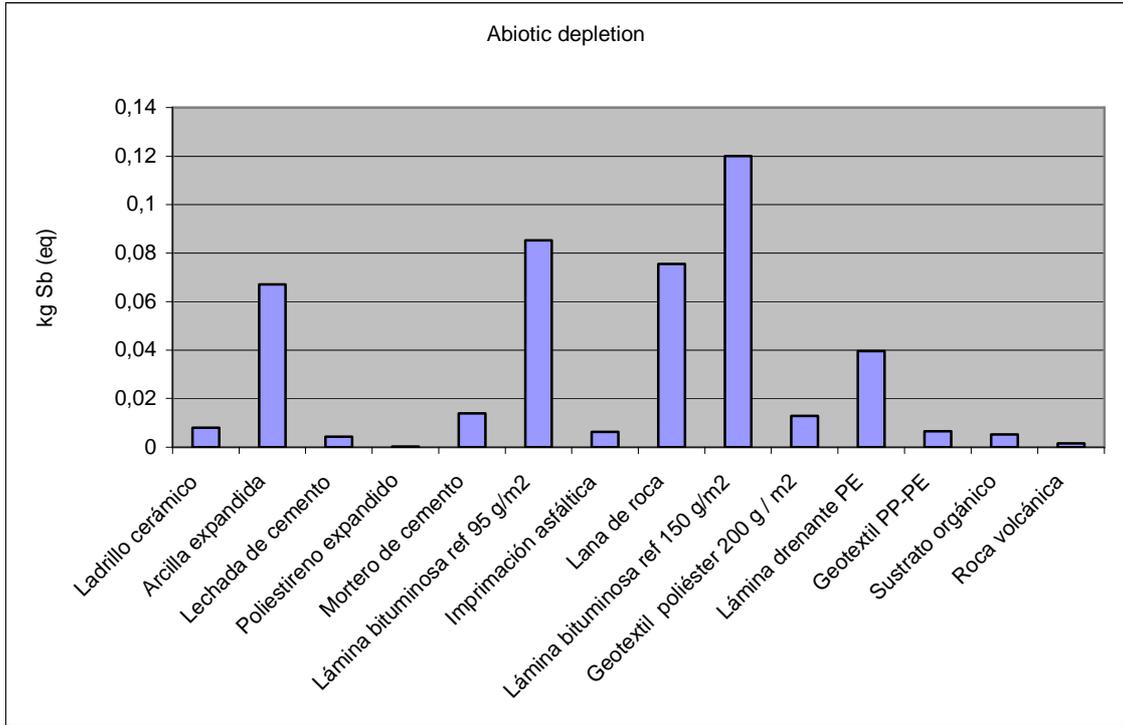


Figura 5.56. Etapa de fabricación. Agotamiento recursos abióticos. Verde extensiva

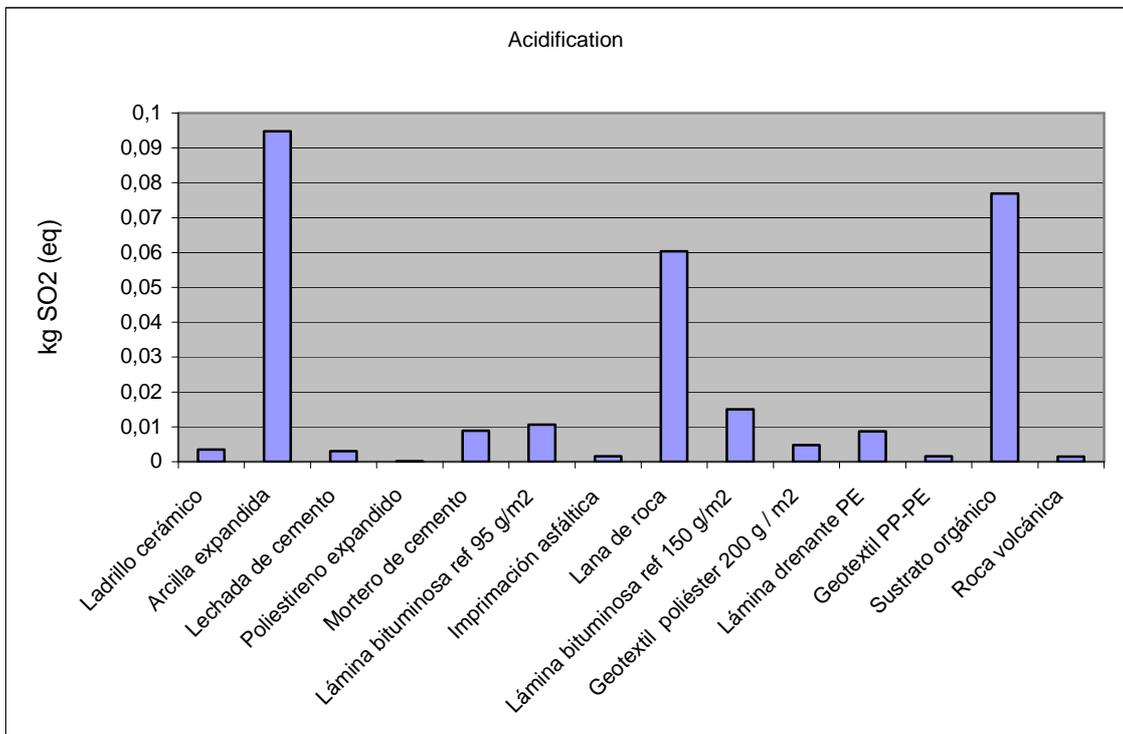


Figura 5.57. Etapa de fabricación. Acidificación. Verde extensiva

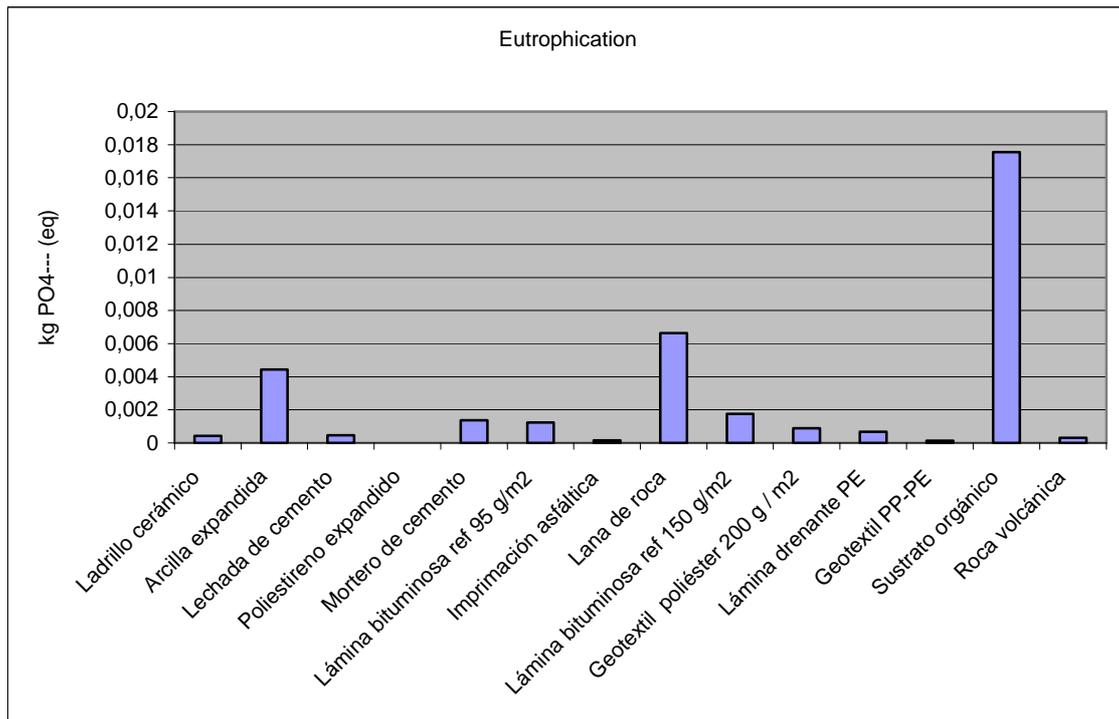


Figura 5.58. Etapa de fabricación. Eutrofización. Verde extensiva

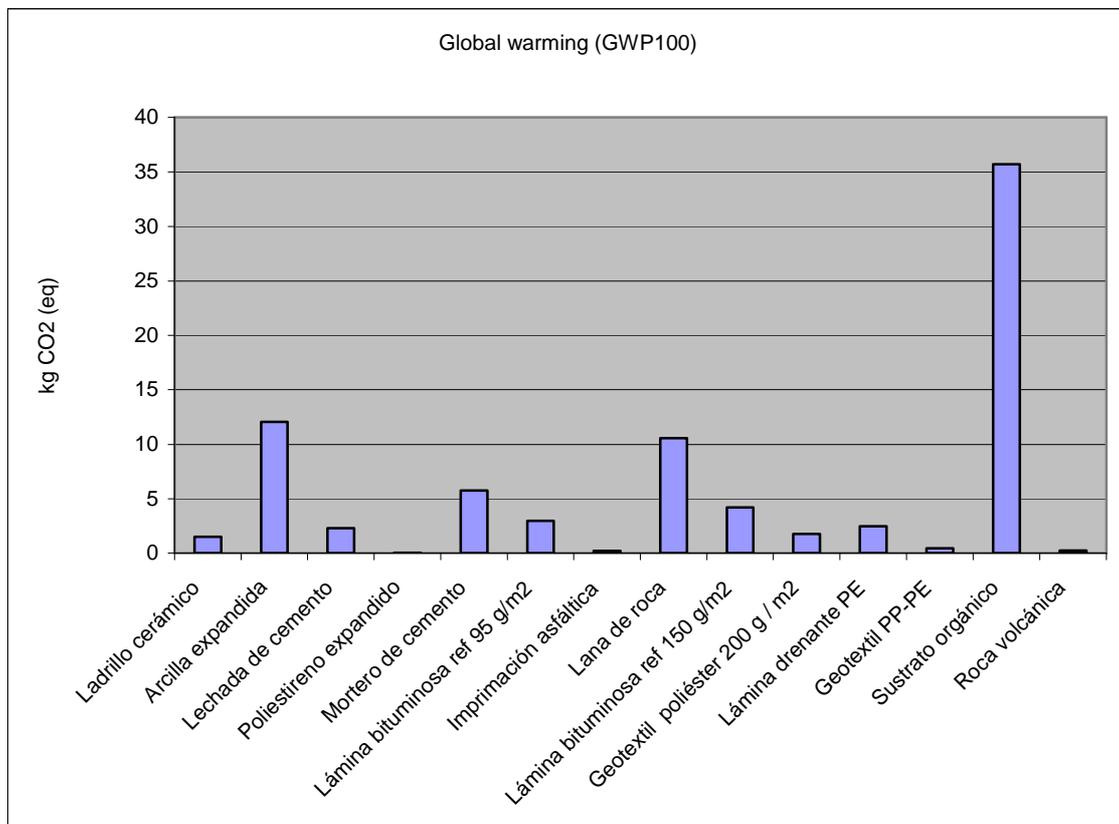


Figura 5.59. Etapa de fabricación. Calentamiento global. Verde extensiva

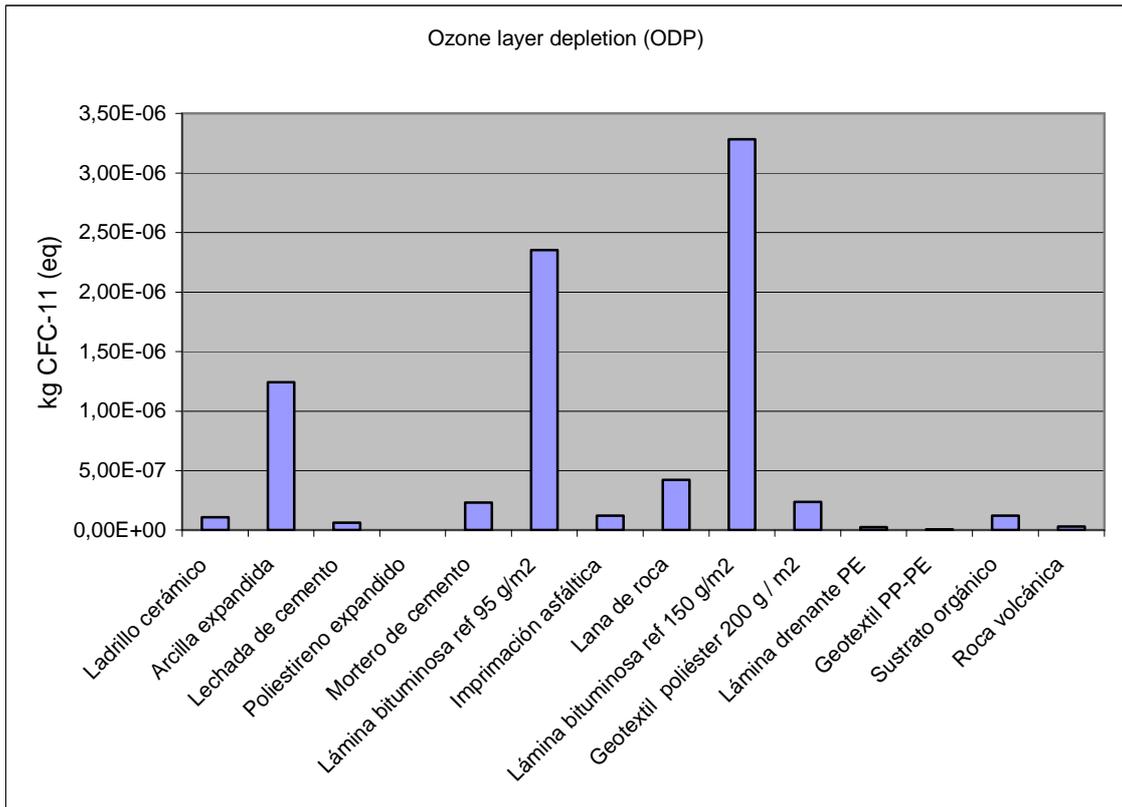


Figura 5.60. Etapa de fabricación. Destrucción de la capa de ozono. Verde extensiva

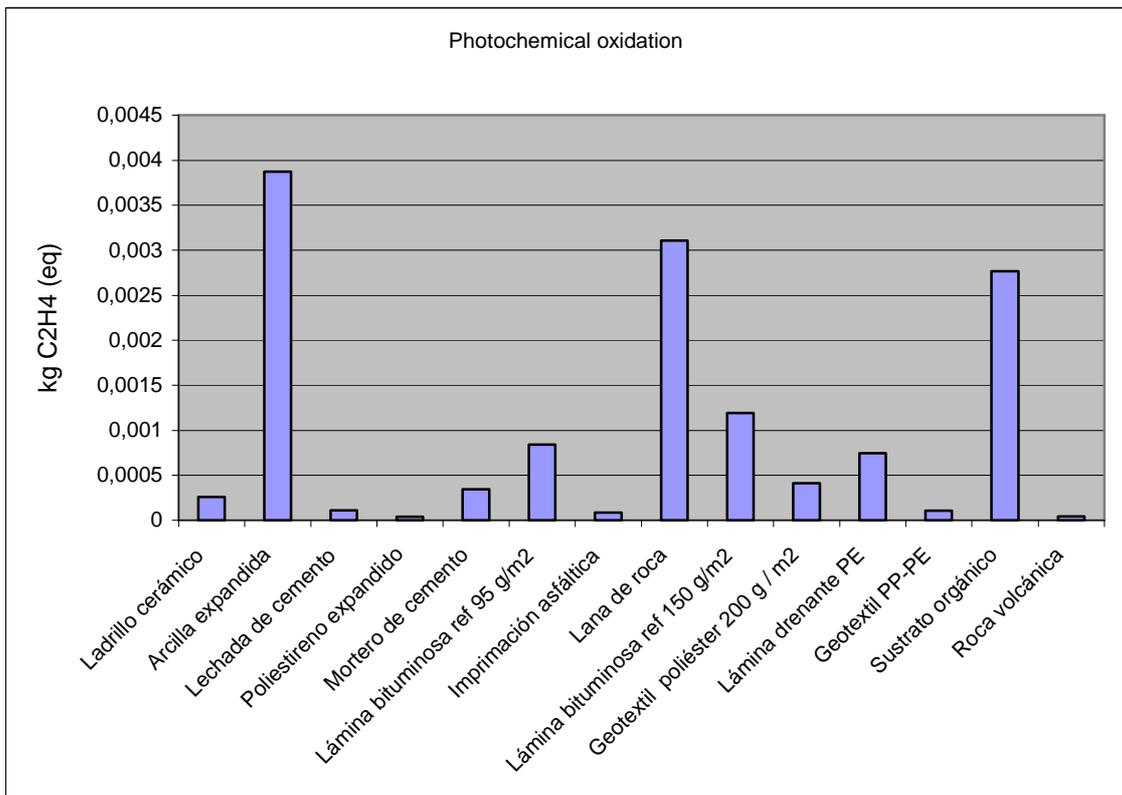


Figura 5.61. Etapa de fabricación. Oxidación fotoquímica. Verde extensiva

Comentarios:

Esta solución constructiva se caracteriza por disponer de un aislamiento menos perjudicial que el poliestireno extruido: la lana de roca. Este aislamiento no resulta perjudicial a la capa de ozono, a diferencia del anterior.

Esta cubierta tampoco utiliza una baldosa como material de cobertura, como hacían las anteriores. Por contra, utiliza sustrato orgánico (compost). El compost emite durante su compostaje dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, siendo por tanto perjudicial a efecto de calentamiento global. Los nutrientes que emite al medio también provoca que los niveles de eutrofización sean elevados.

Del igual manera, la arcilla expandida también aparece en elevadas cantidades, en la misma proporción que en las soluciones mencionadas anteriormente.

Cubierta aljibe

Análisis de las categorías de impacto en cada etapa del ciclo de vida

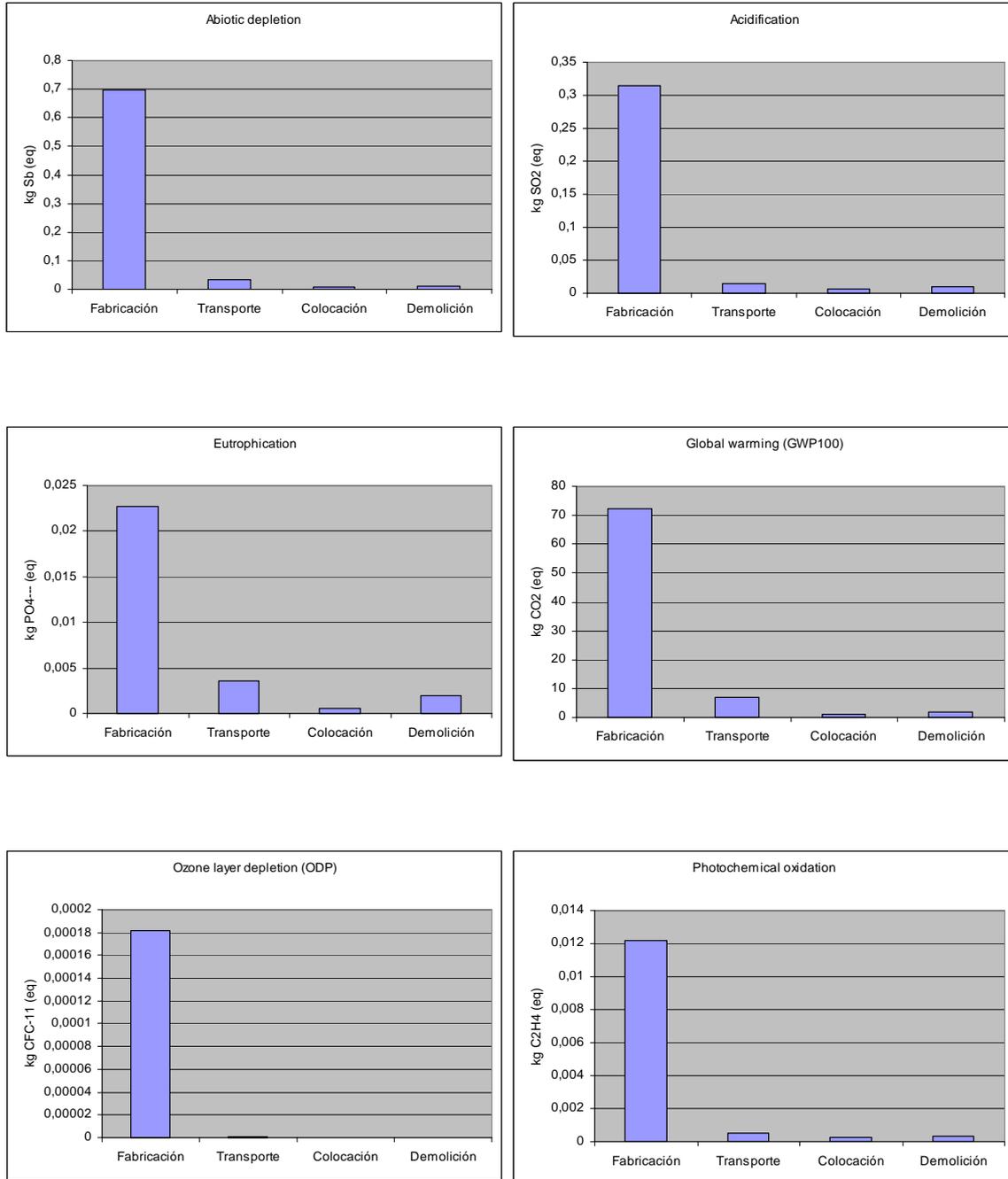


Figura 5.62. Desglose del indicador ambiental por etapas. Aljibe

Análogamente a la solución anterior, puede observarse que la mayor contribución a las categorías de impacto se produce en la etapa de fabricación.

Análisis de categorías en la etapa de fabricación

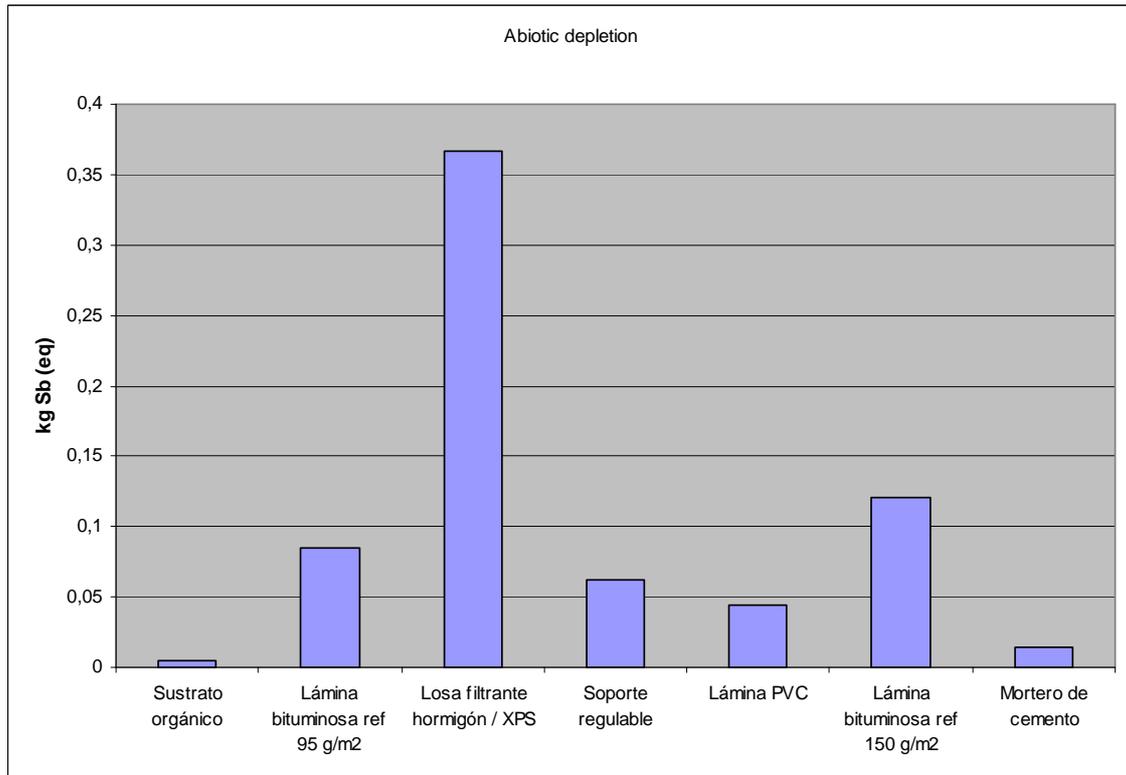


Figura 5.63. Etapa de fabricación. Agotamiento recursos abióticos. Aljibe

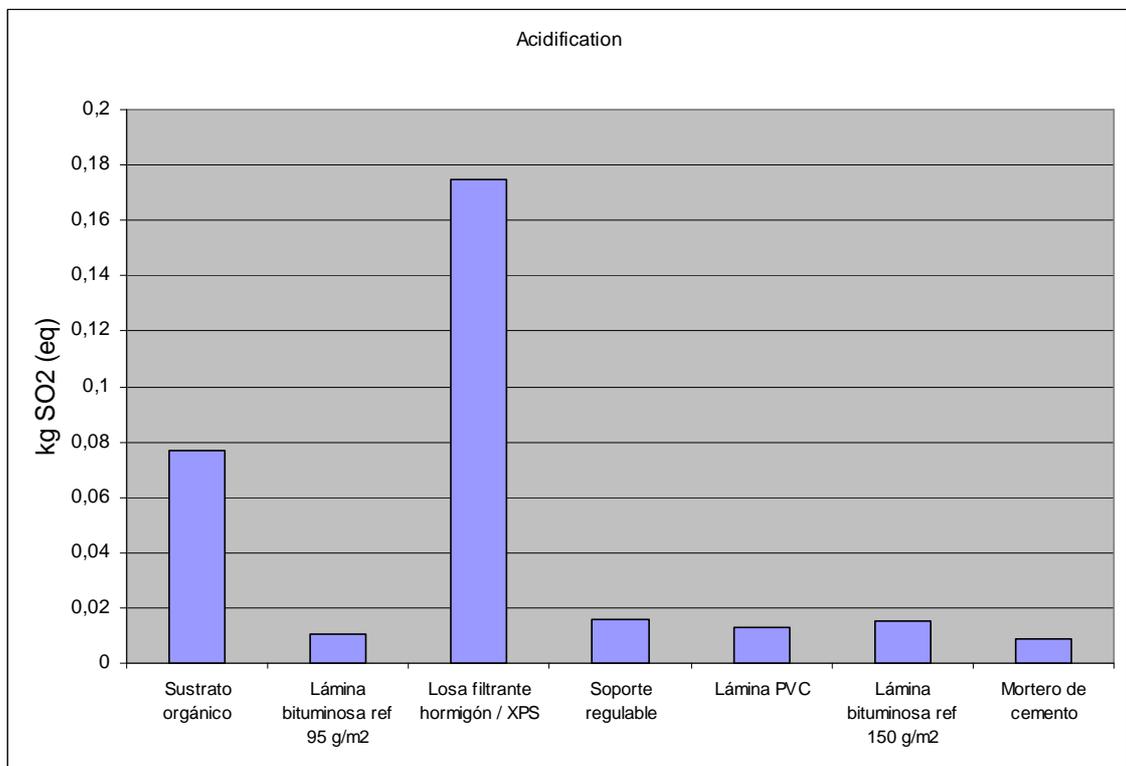


Figura 5.64. Etapa de fabricación. Acidificación. Aljibe

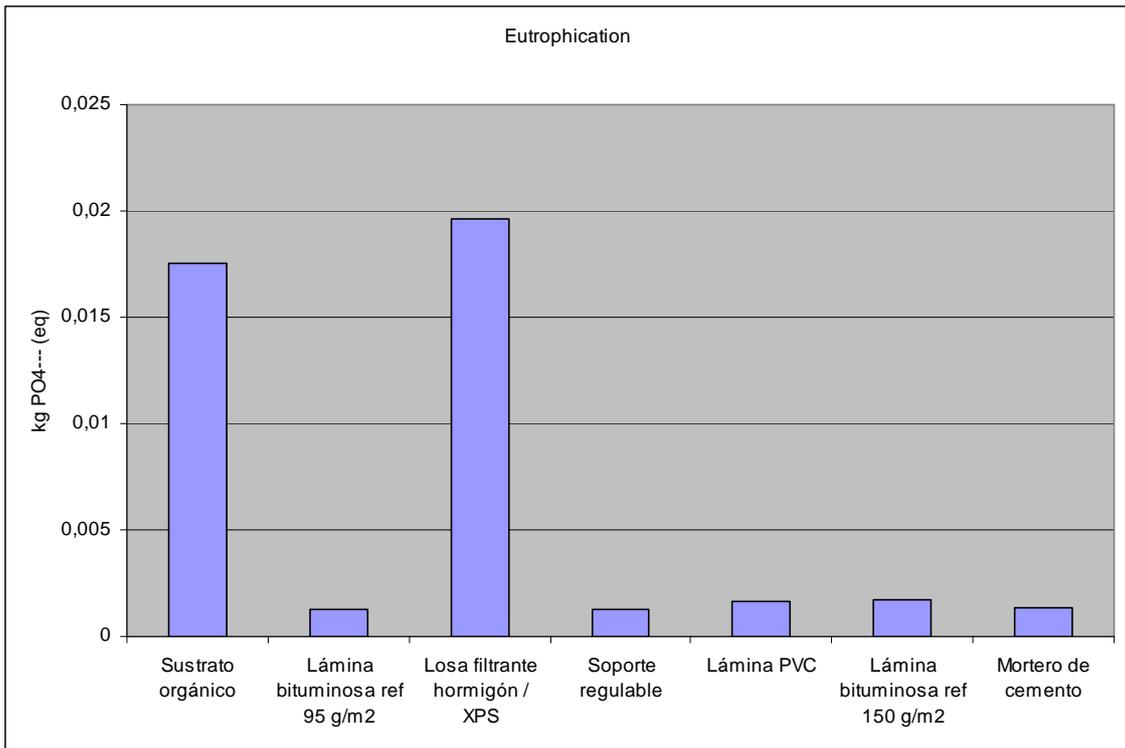


Figura 5.65. Etapa de fabricación. Eutrofización. Aljibe

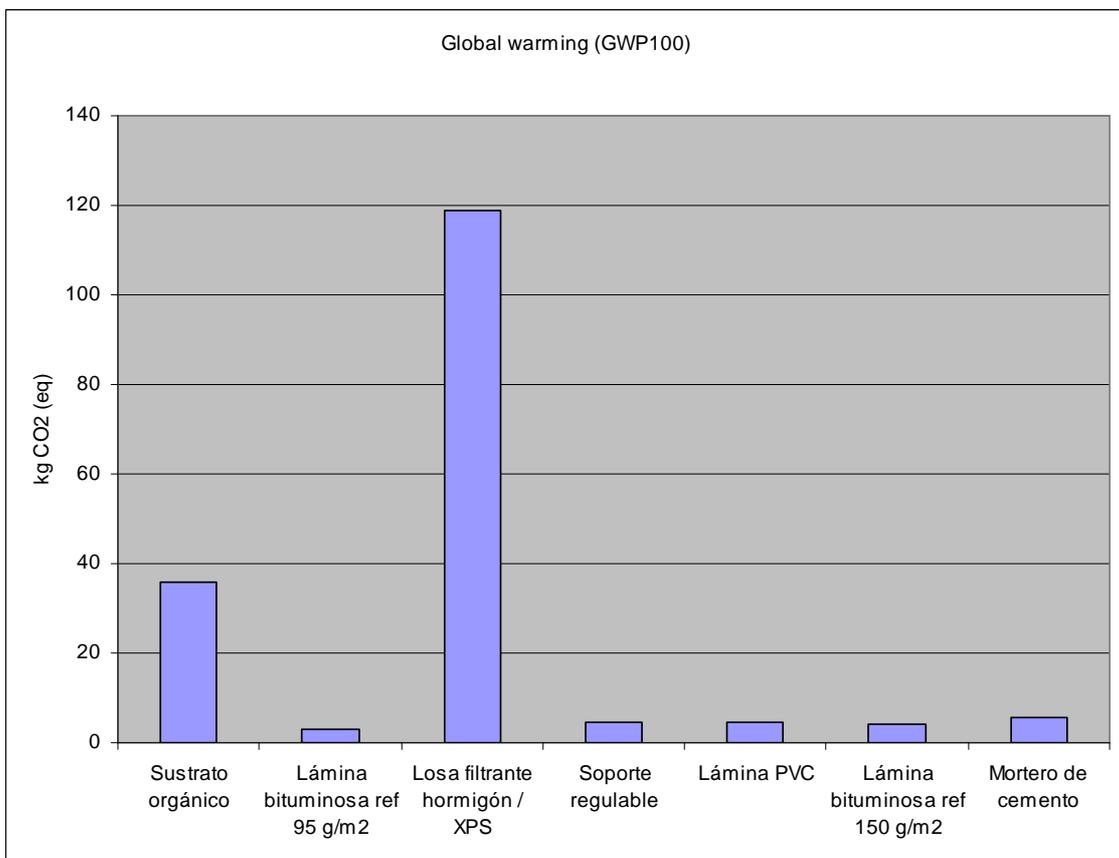


Figura 5.66. Etapa de fabricación. Calentamiento global. Aljibe

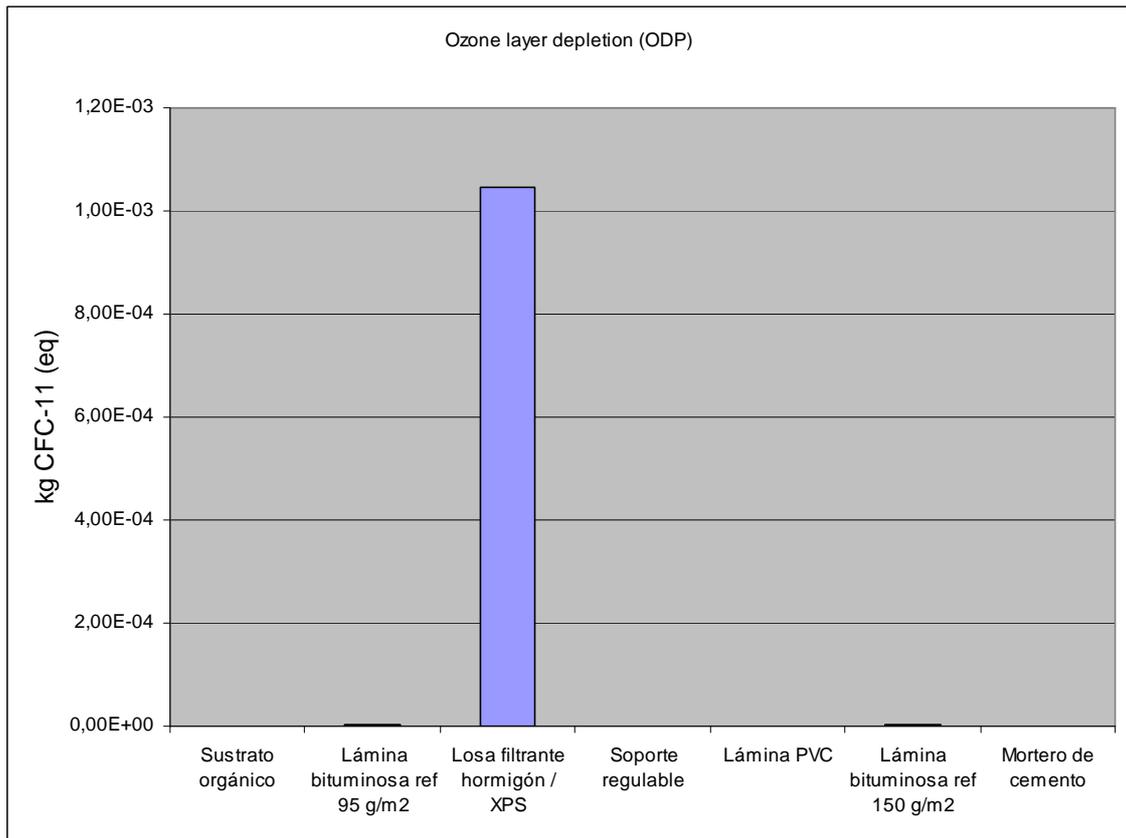


Figura 5.67. Etapa de fabricación. Destrucción de la capa de ozono. Aljibe

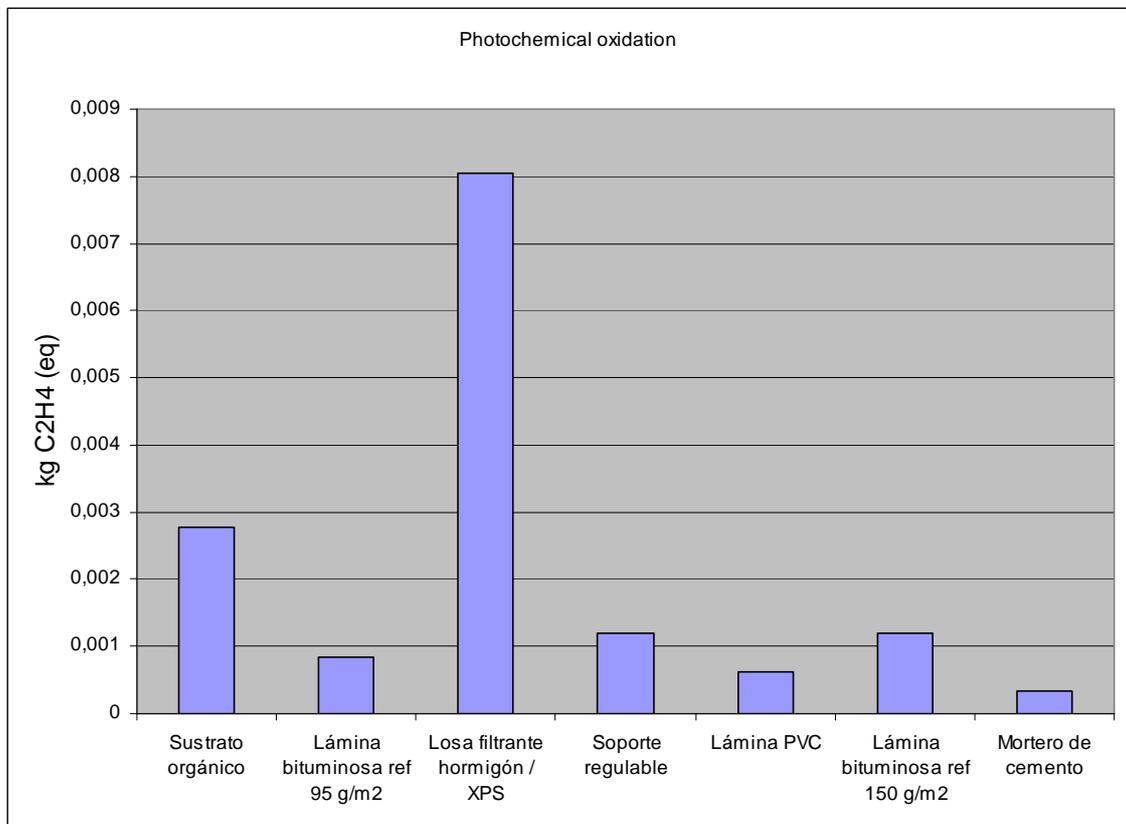


Figura 5.68. Etapa de fabricación. Oxidación fotoquímica. Aljibe

Comentarios:

Esta solución constructiva comparte rasgos de la cubierta con solado flotante aislante y la cubierta verde extensiva.

Por una parte, la cubierta aljibe utiliza como aislamiento una losa filtrón, a partir de poliestireno extruido y hormigón, también utilizada en la cubierta con solado flotante aislante como elemento de cobertura. La elevada densidad de este producto (fundamentalmente del hormigón) y el efecto perjudicial del poliestireno extrusionado , que utiliza HCFC como agente espumante, que tiene un gran potencial de calentamiento global y moderado potencial de agotamiento de ozono, provoca unos índices elevados en todas las categorías de impacto.

Por otra parte, se utiliza como material de cobertura sustrato orgánico (compost), utilizado también en la cubierta verde extensiva. El compost emite durante su compostaje dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, siendo por tanto perjudicial a efecto de calentamiento global. Los nutrientes que emite al medio también provoca que los niveles de eutrofización sean elevados.

Se acusa la ausencia de arcilla expandida utilizada en la formación de pendientes.

Cubierta con solado de madera

Análisis de las categorías de impacto en cada etapa del ciclo de vida

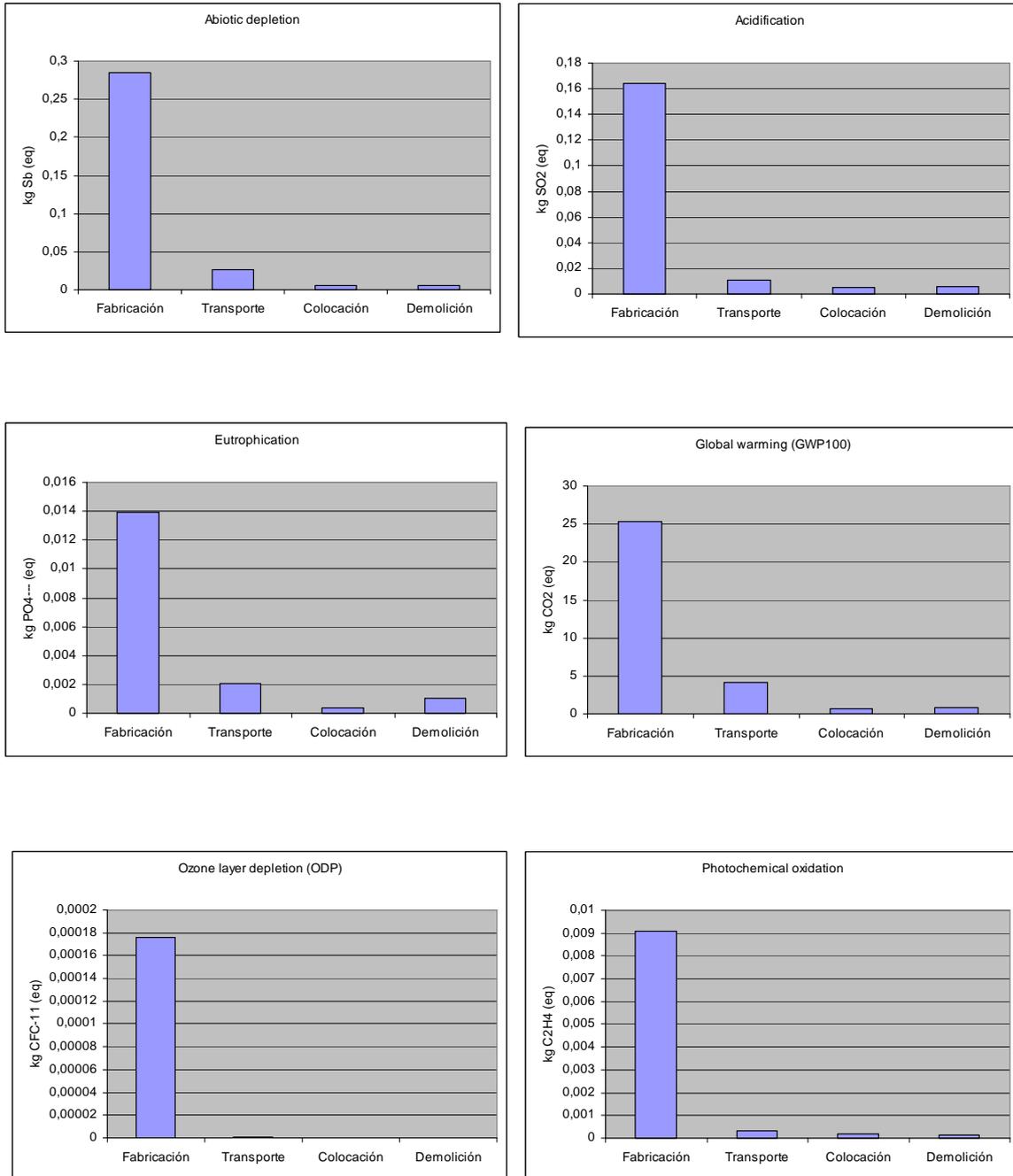


Figura 5.69. Desglose del indicador ambiental por etapas. Solado de madera

Análogamente a la solución anterior, puede observarse que la mayor contribución a las categorías de impacto se produce en la etapa de fabricación.

Análisis de categorías en la etapa de fabricación

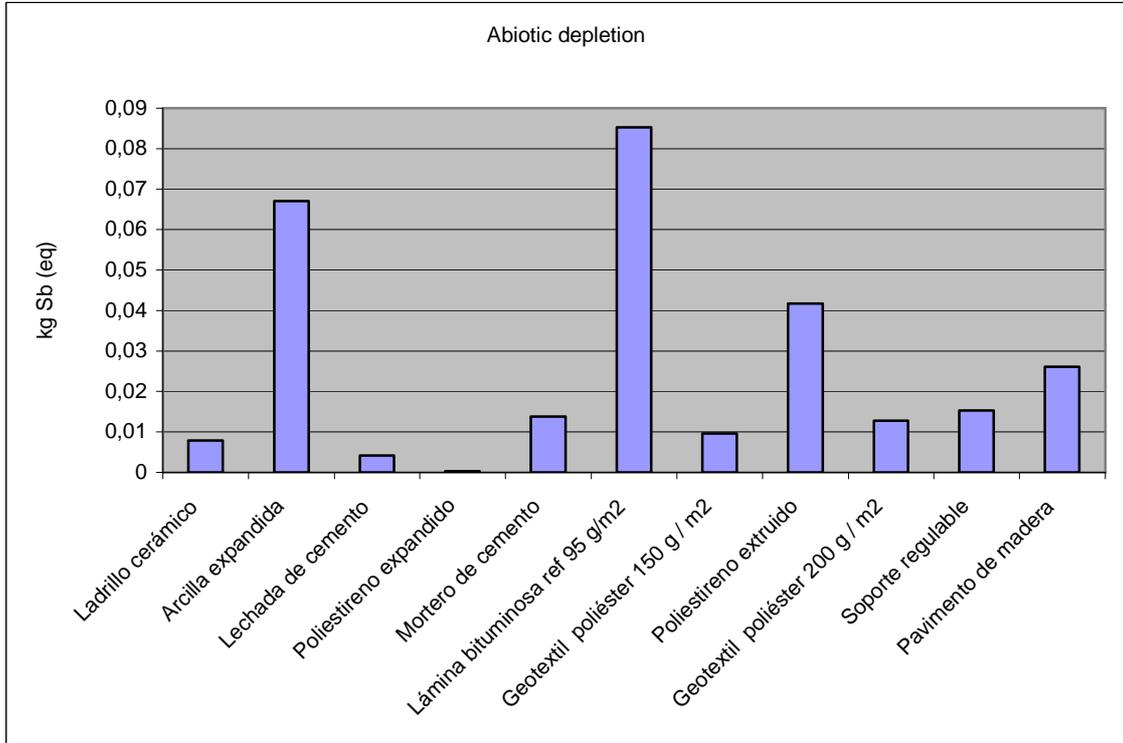


Figura 5.70. Etapa de fabricación. Agotamiento recursos abióticos. Solado de madera

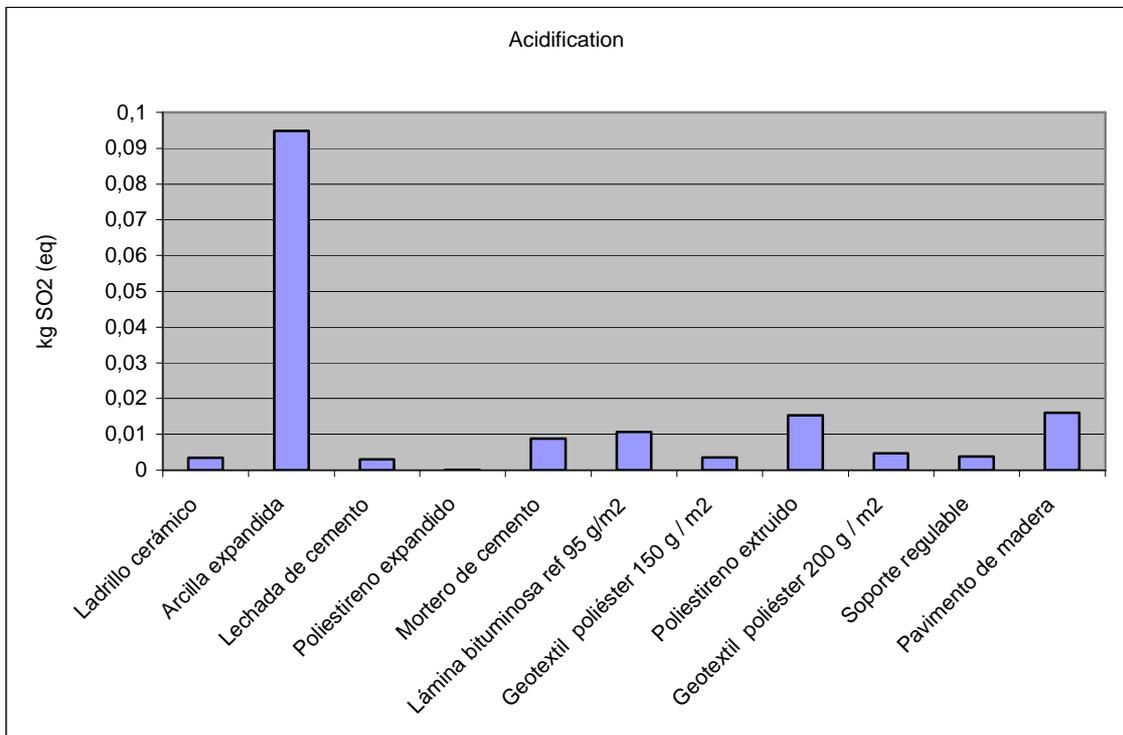


Figura 5.71. Etapa de fabricación. Acidificación. Solado de madera

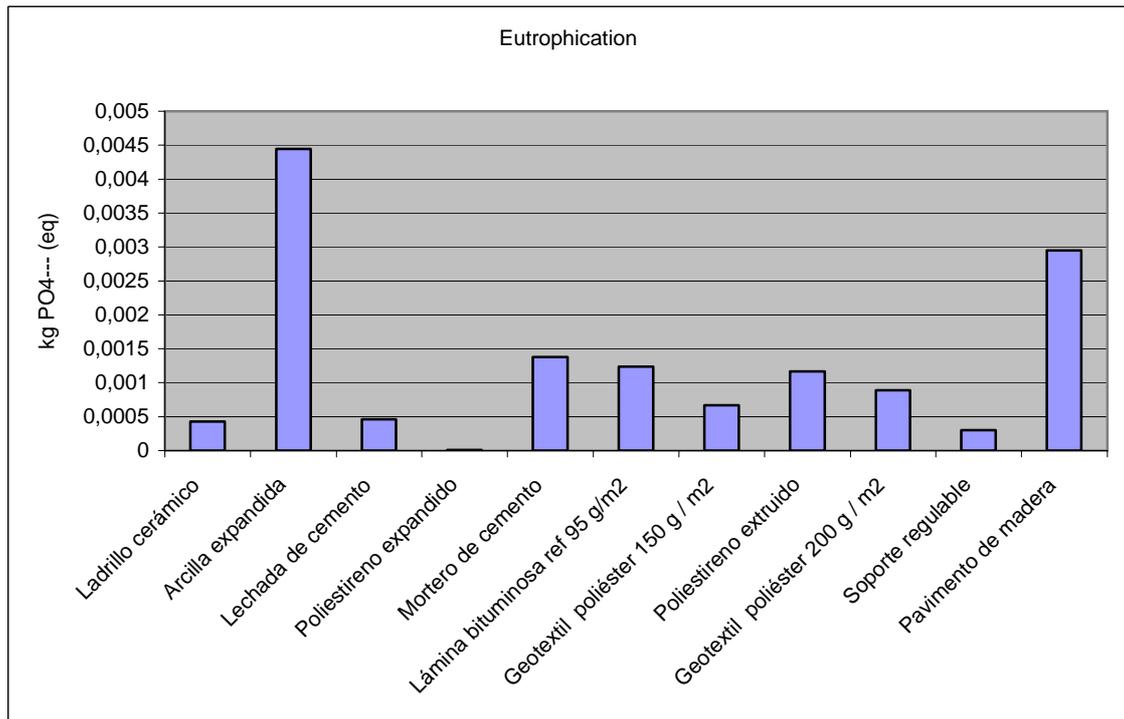


Figura 5.72. Etapa de fabricación. Eutrofización. Solado de madera

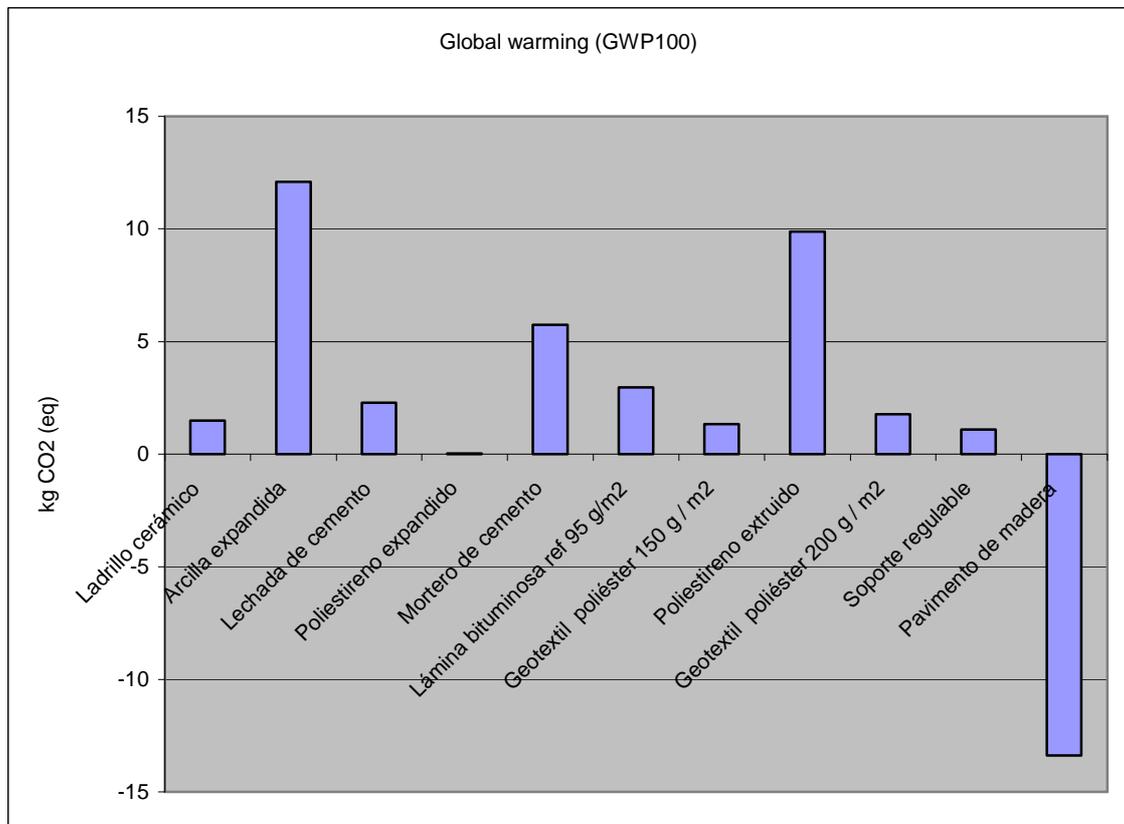


Figura 5.73. Etapa de fabricación. Calentamiento global. Solado de madera

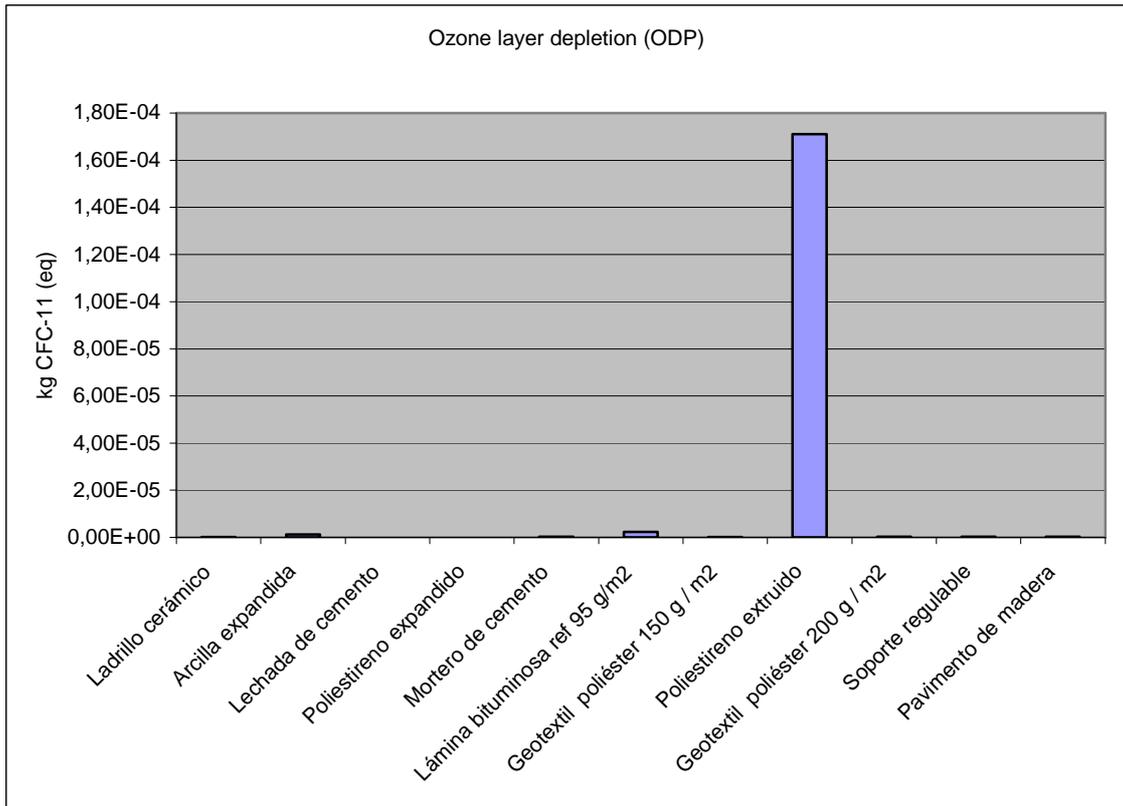


Figura 5.74. Etapa de fabricación. Destrucción de la capa de ozono. Solado de madera

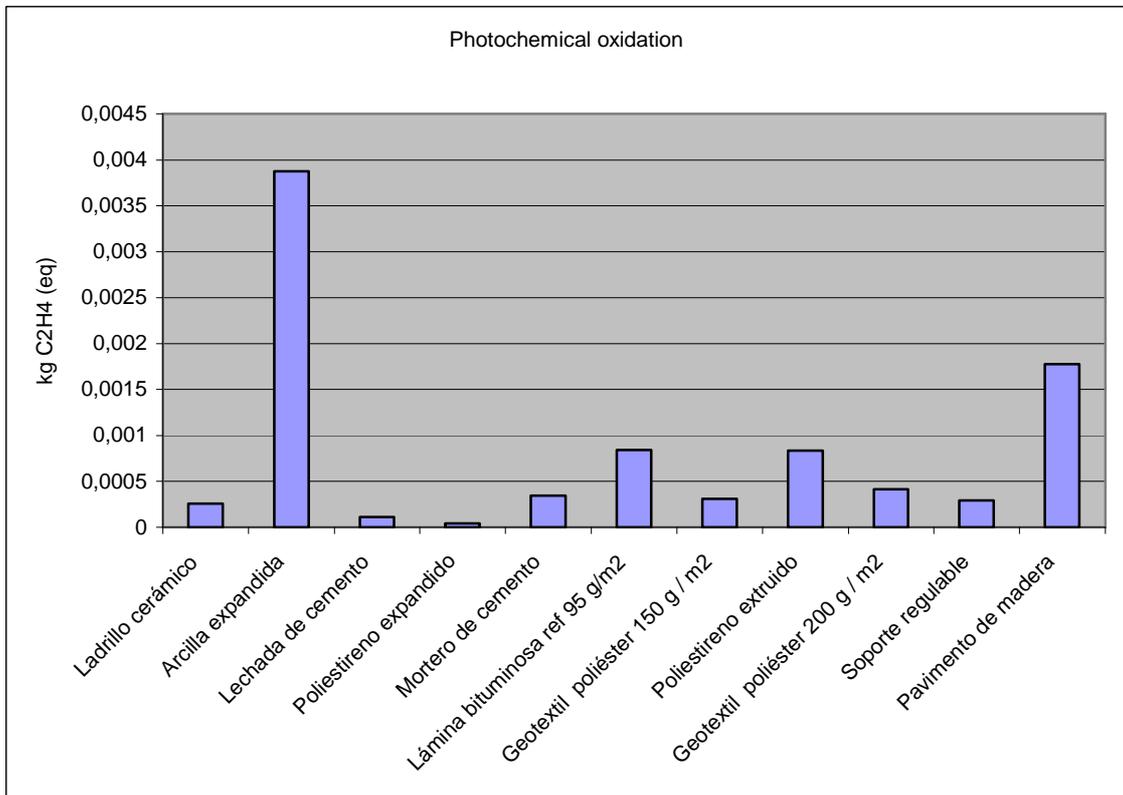


Figura 5.75. Etapa de fabricación. Oxidación fotoquímica. Solado de madera

Comentarios:

En la cubierta con solado de madera, el elemento más destacable es la madera, que genera un efecto positivo en el calentamiento global. Esto es debido a la captura de carbono que se realiza durante el desarrollo de los árboles. Los árboles emiten el CO₂ atmosférico para convertirse en madera, provocando por tanto una reducción de los niveles de CO₂ en la atmósfera.

Por lo demás, observamos como los niveles más elevados son los comentados en la mayoría de soluciones constructivas: el poliestireno extruido como aislamiento y la arcilla expandida como elemento de formación de pendientes.

Comparativa de cubiertas

Comparación de las categorías de impacto entre las seis soluciones constructivas.

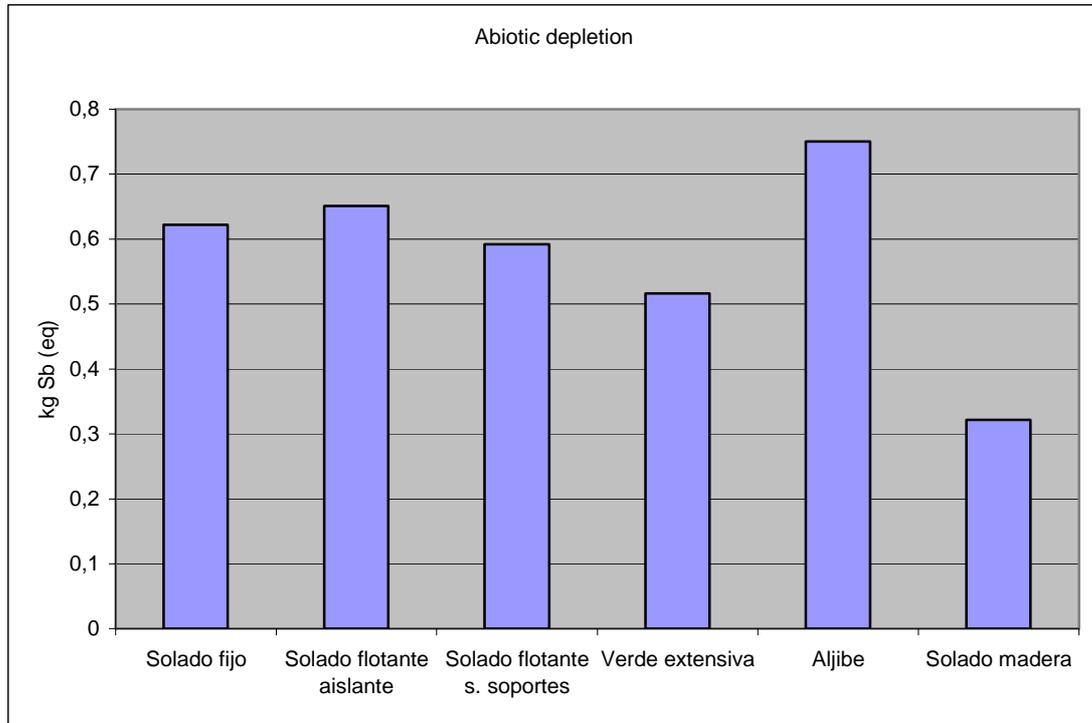


Figura 5.76. Comparativa de cubiertas. Agotamiento recursos abióticos

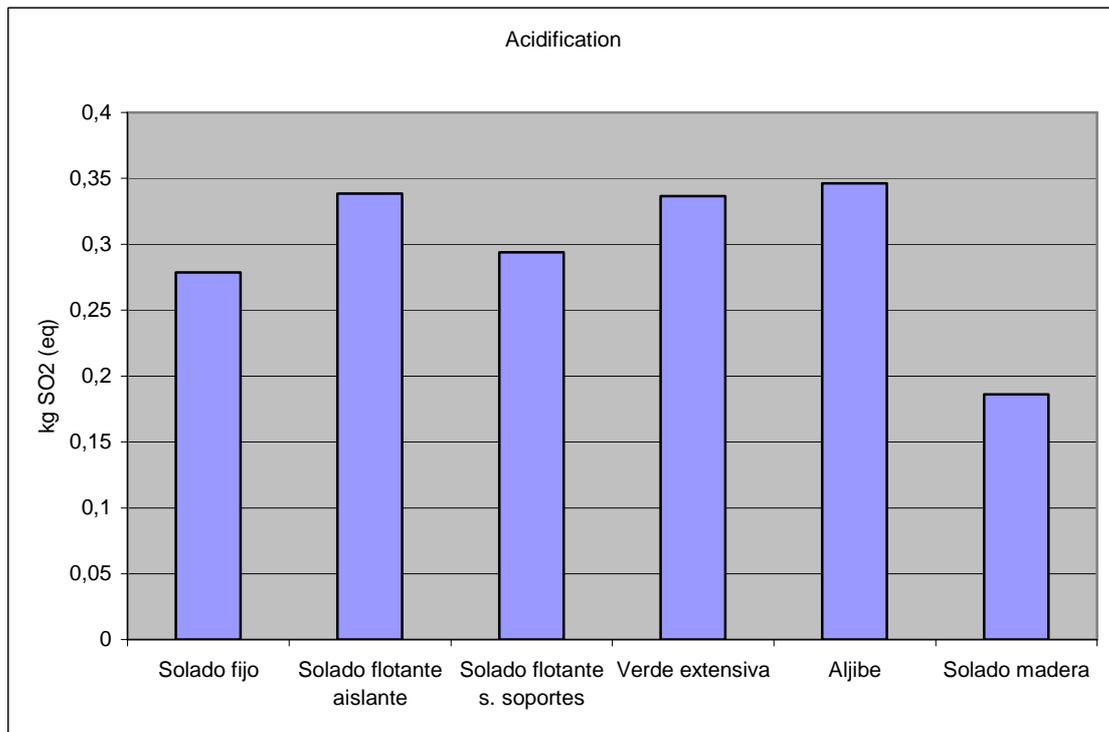


Figura 5.77. Comparativa de cubiertas. Acidificación

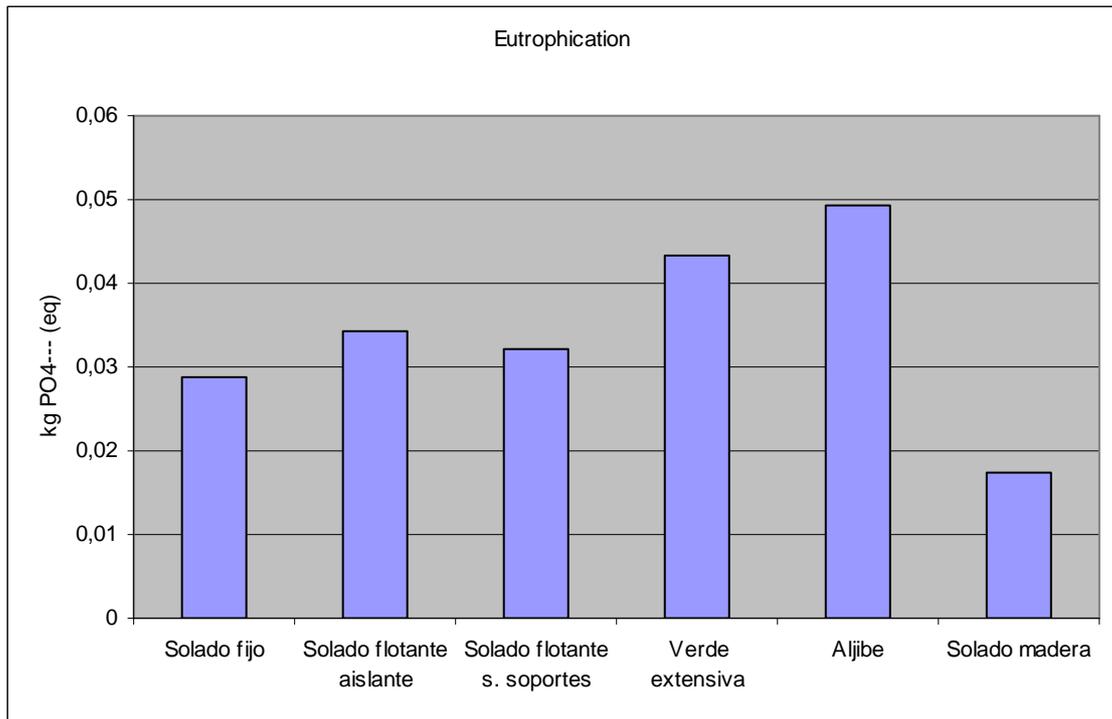


Figura 5.78. Comparativa de cubiertas. Eutrofización

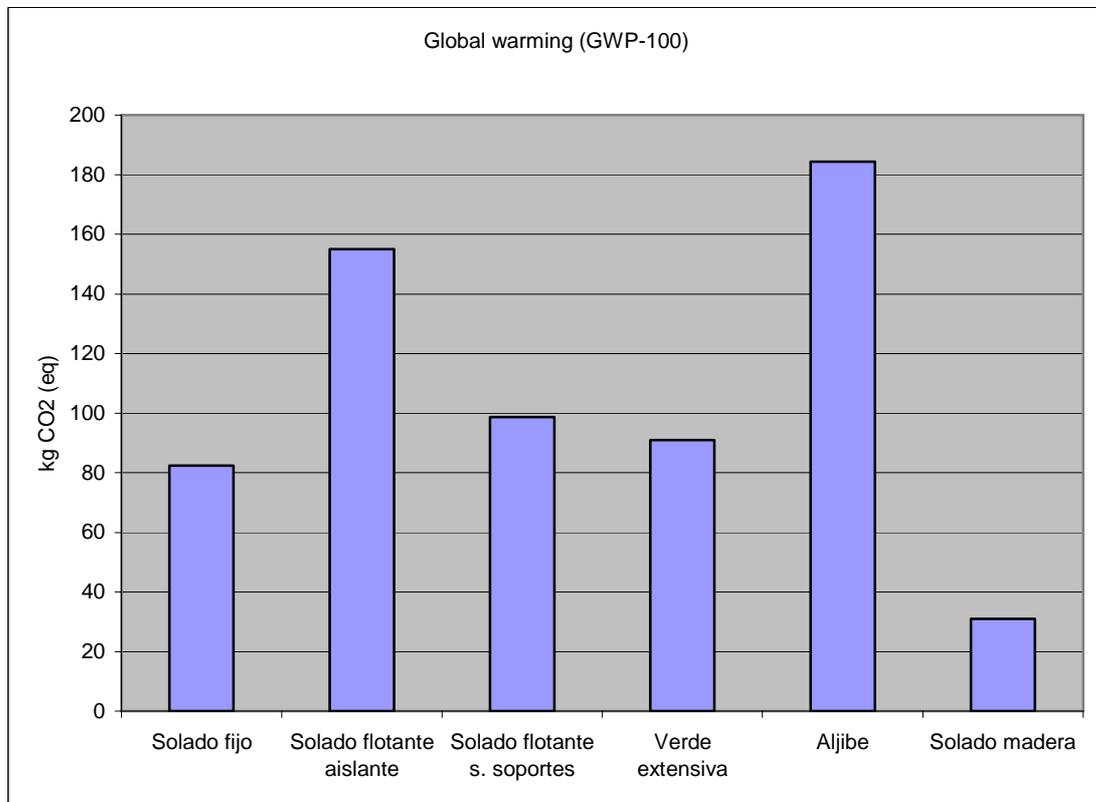


Figura 5.79. Comparativa de cubiertas. Calentamiento global

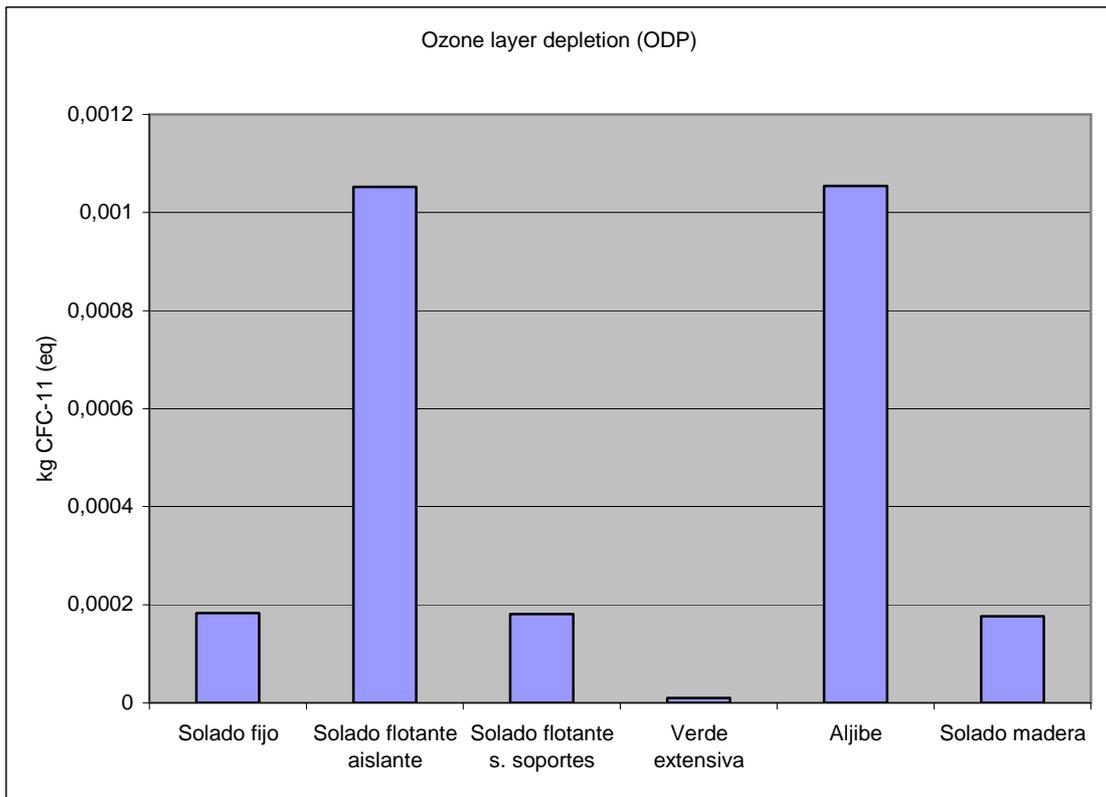


Figura 5.80. Comparativa de cubiertas. Destrucción de la capa de ozono

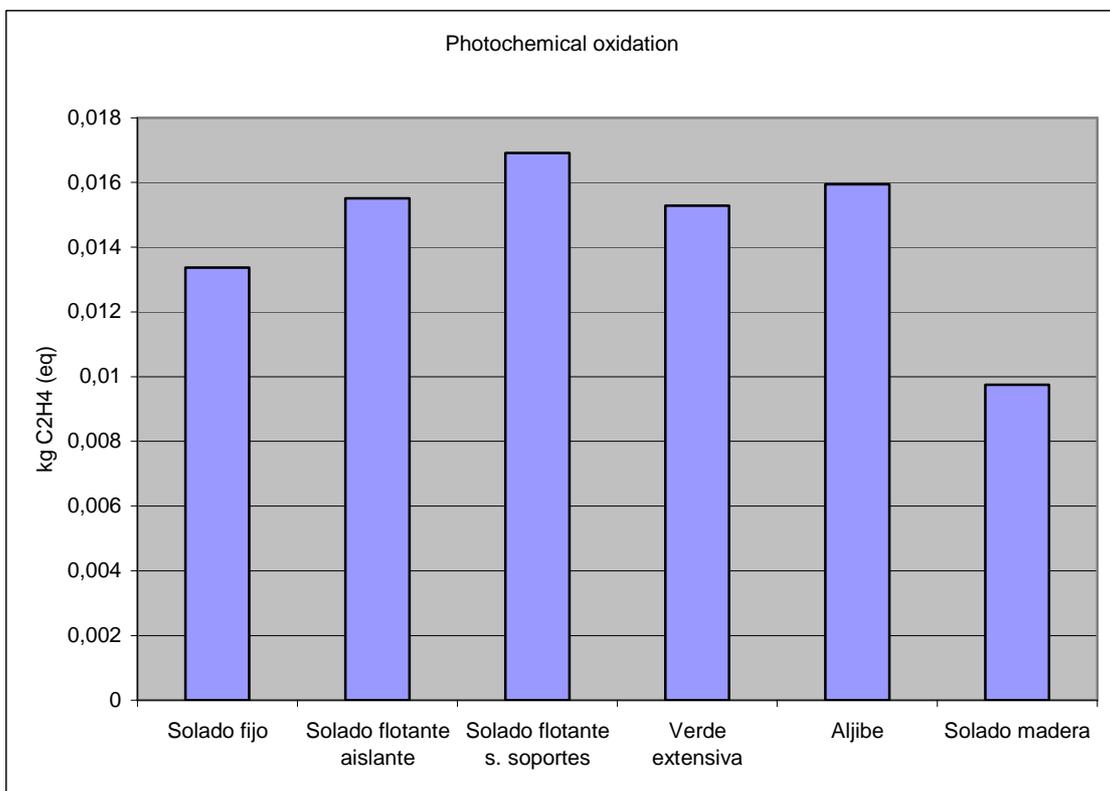


Figura 5.81. Comparativa de cubiertas. Oxidación fotoquímica

5.3.2.- Elementos opcionales

Se han analizado para cada solución de cubierta, cada una de las etapas de ciclo de vida (Fabricación, Transporte, Colocación y Demolición), expresándose la carga medioambiental del sistema analizado en un único indicador.

Además, se ha desglosado la puntuación obtenida por el indicador mostrándose en cada una de las siguientes categorías de impacto:

Tabla 5.47. Categorías de impacto EI 99

Categoría de impacto	
Carcinogens	Carcinógenos
Resp. organics	Respiramiento orgánico
Resp. inorganics	Respiramiento inorgánico
Climate change	Cambio climático
Radiation	Radiación
Ozone layer	Capa de ozono
Ecotoxicity	Ecotoxicidad
Acidification/Eutrophication	Acidificación/Eutroficación
Land use	Uso del terreno
Minerals	Minerales
Fossil fuels	Combustibles fósiles

Por último, se ha realizado una comparación de las seis soluciones constructivas en su conjunto, en función de cada una de las categorías de impacto analizadas.

Cubierta con solado fijo

Análisis de las etapas del ciclo de vida

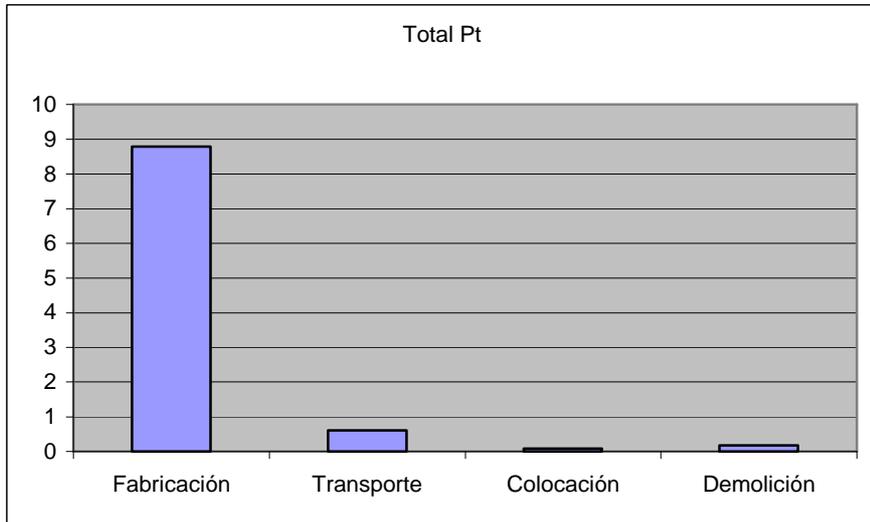


Figura 5.82. Desglose de puntuación por etapas. Solado fijo

Desglose de puntuación por categorías

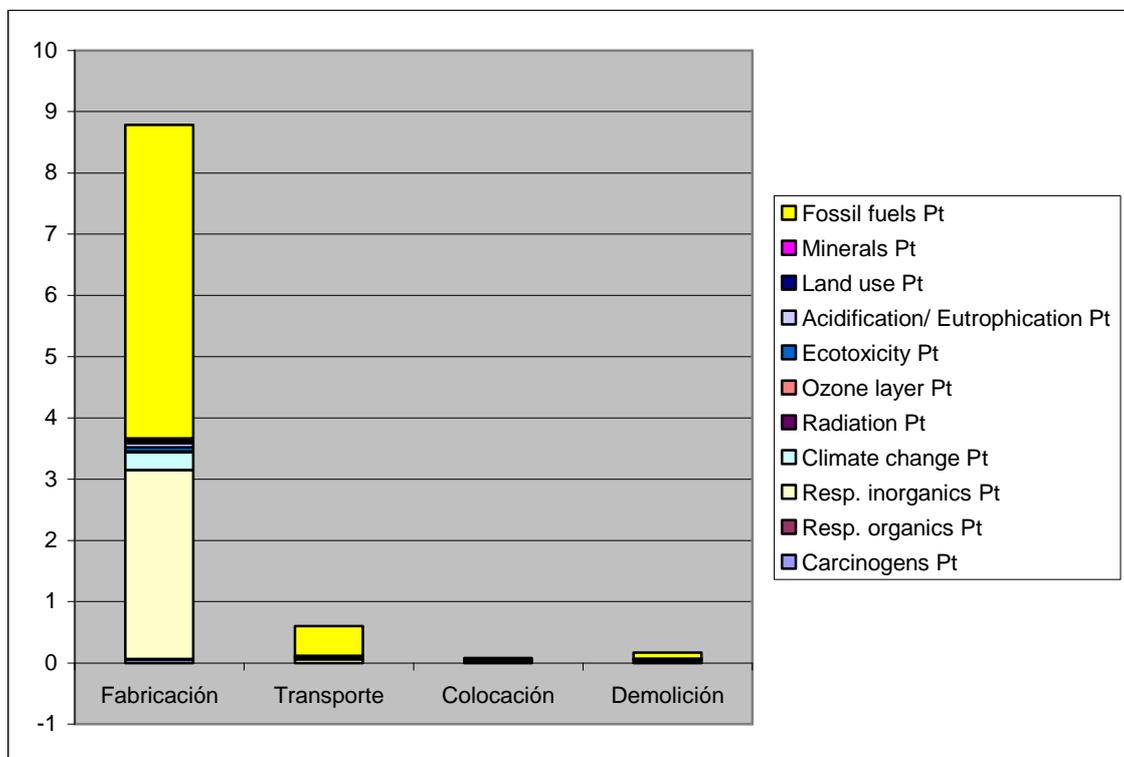


Figura 5.83. Desglose de puntuación por categorías. Solado fijo

Solado flotante aislante

Análisis de las etapas del ciclo de vida

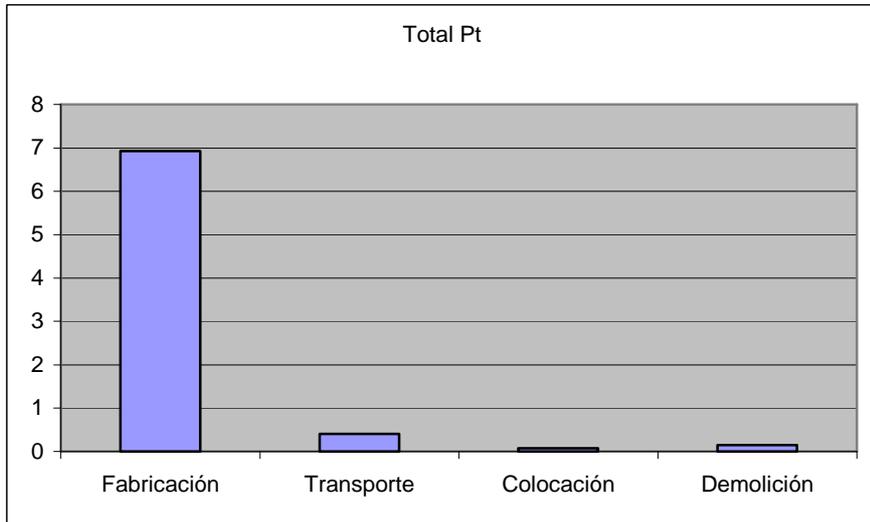


Figura 5.84. Desglose de puntuación por etapas. Solado flotante aislante

Desglose de puntuación por categorías

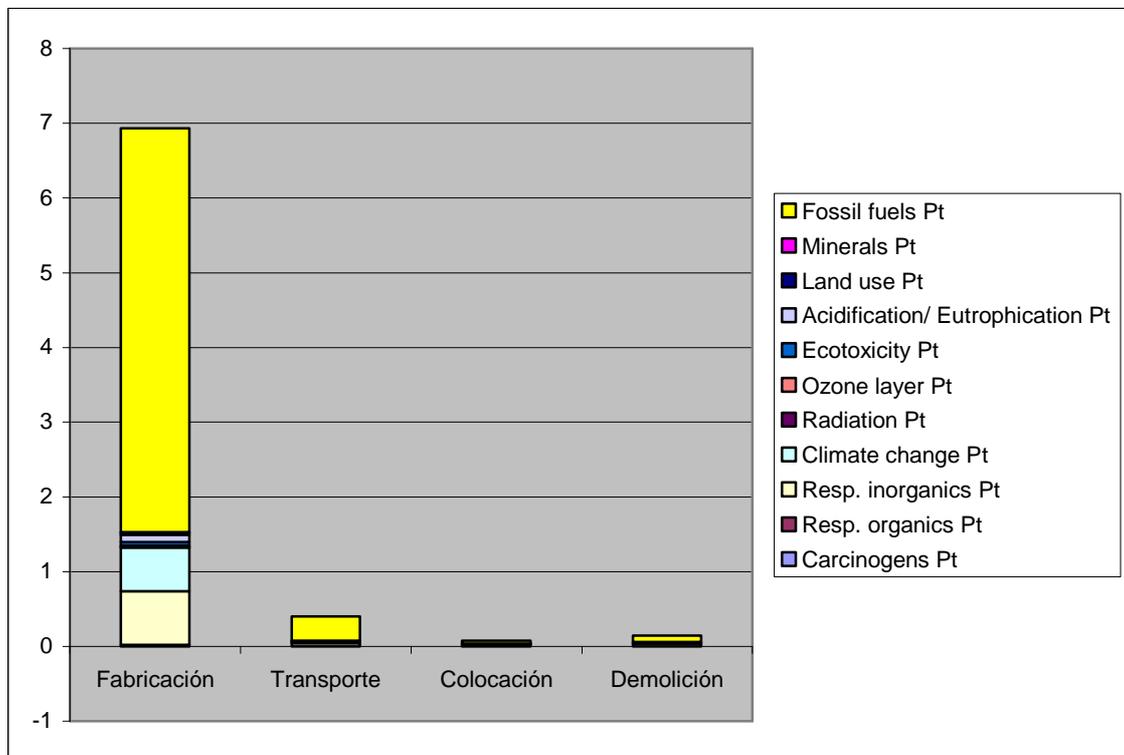


Figura 5.85. Desglose de puntuación por categorías. Solado flotante aislante

Solado flotante sobre soportes

Análisis de las etapas del ciclo de vida

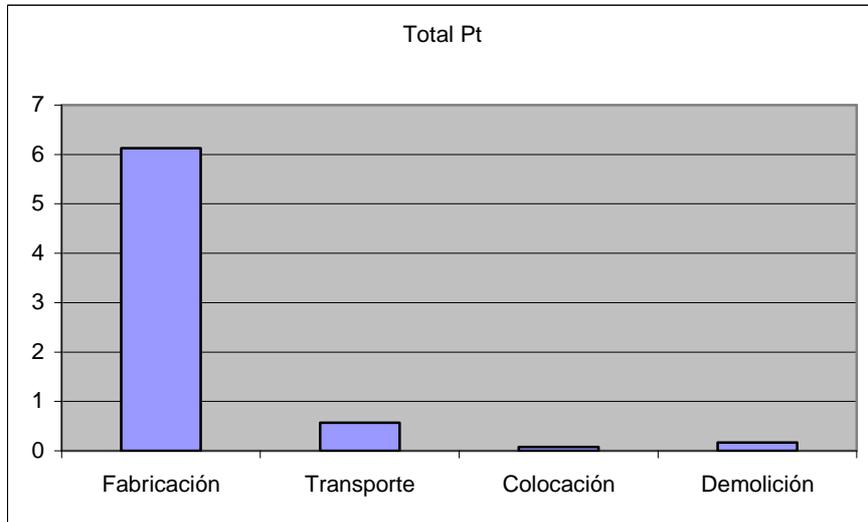


Figura 5.86. Desglose de puntuación por etapas. Solado flotante sobre soportes

Desglose de puntuación por categorías

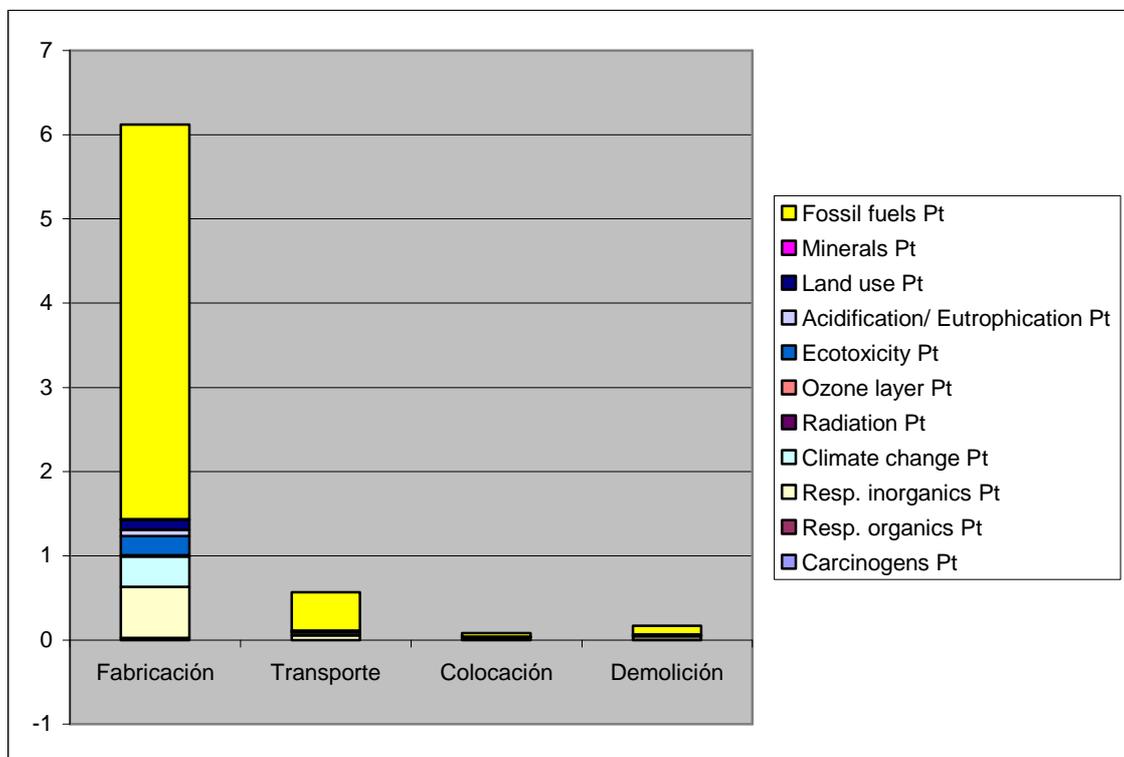


Figura 5.87. Desglose de puntuación por categorías. Solado flotante sobre soportes

Verde extensiva

Análisis de las etapas del ciclo de vida

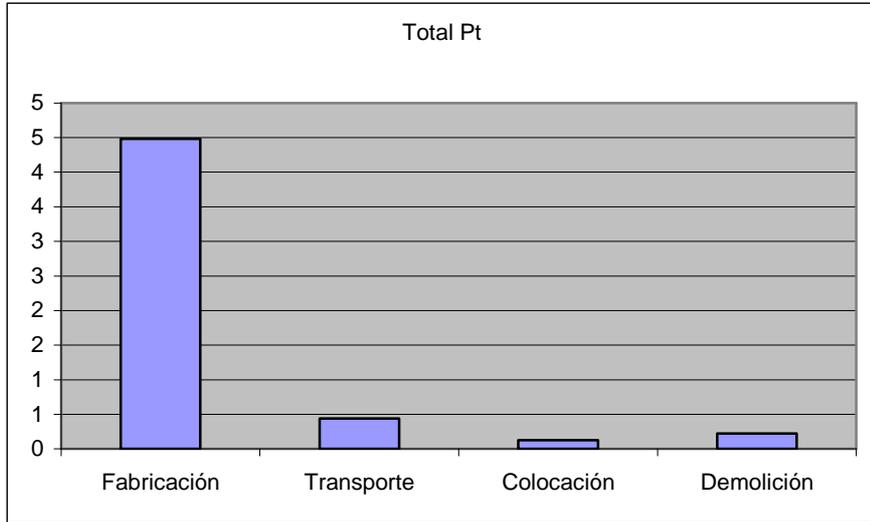


Figura 5.88. Desglose de puntuación por etapas. Verde extensiva

Desglose de puntuación por categorías

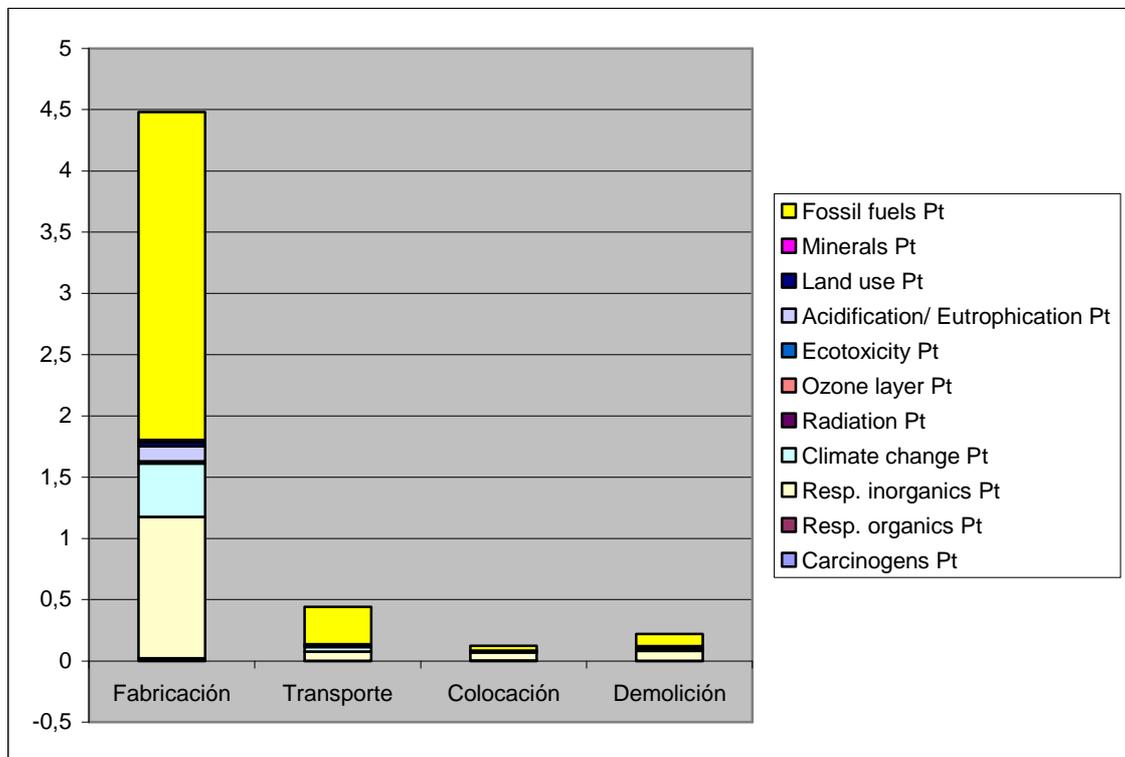


Figura 5.89. Desglose de puntuación por categorías. Verde extensiva

Aljibe

Análisis de las etapas del ciclo de vida

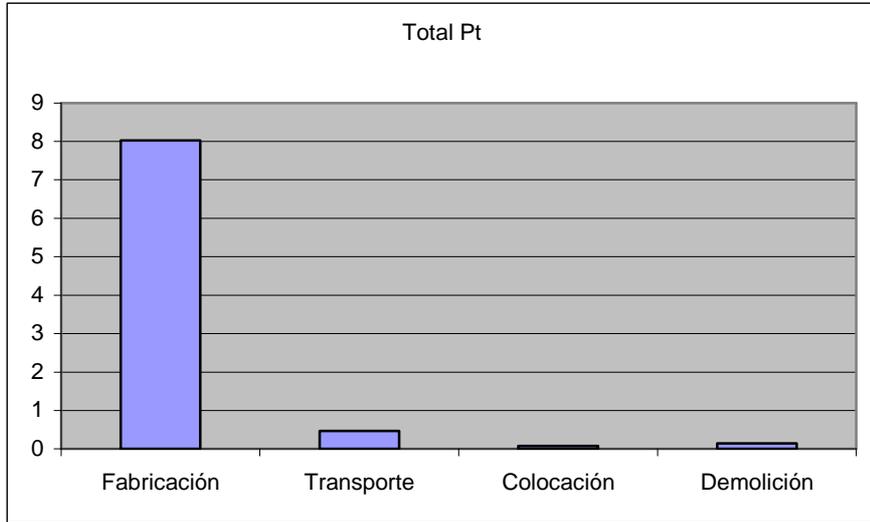


Figura 5.90. Desglose de puntuación por etapas. Aljibe

Desglose de puntuación por categorías

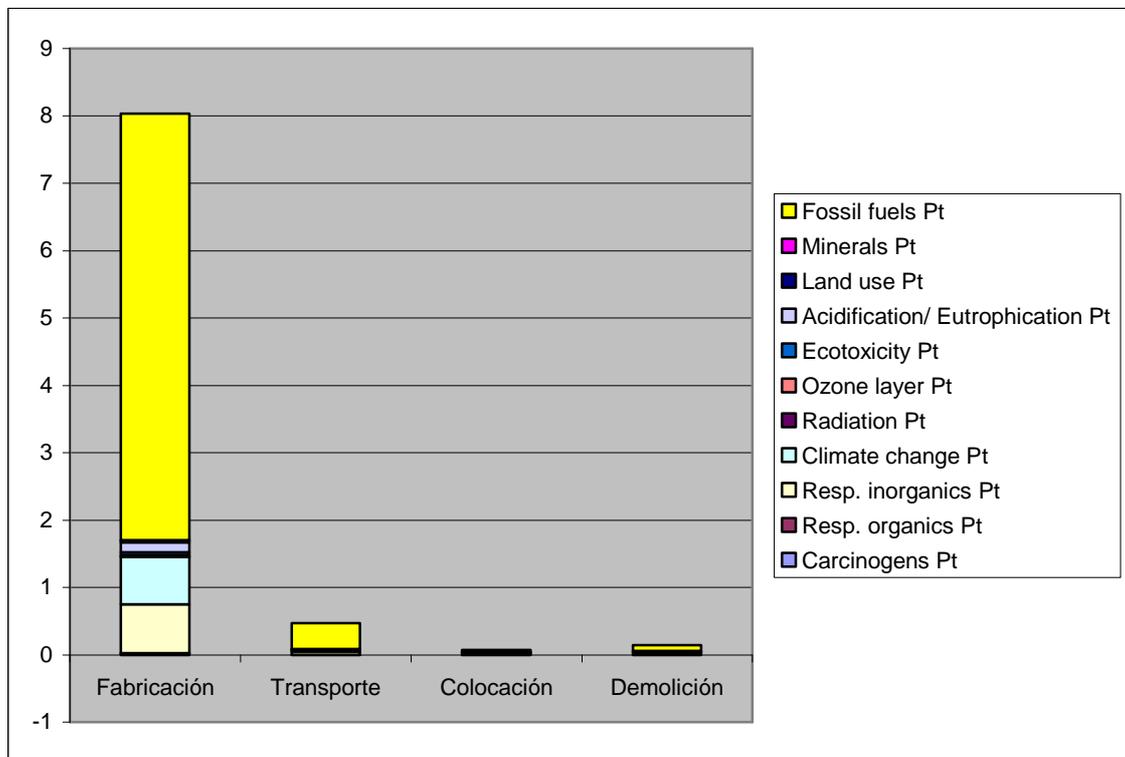


Figura 5.91. Desglose de puntuación por categorías. Aljibe

Solado de madera

Análisis de las etapas del ciclo de vida

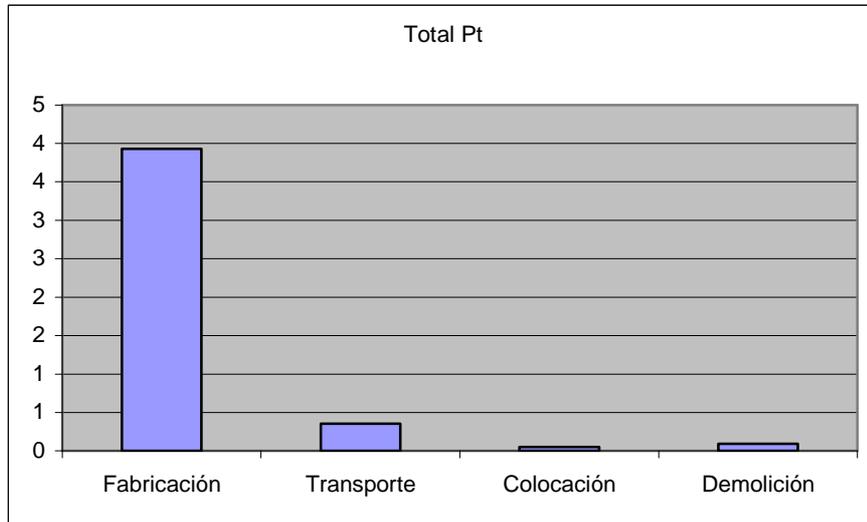


Figura 5.92. Desglose de puntuación por etapas. Solado de madera

Desglose de puntuación por categorías

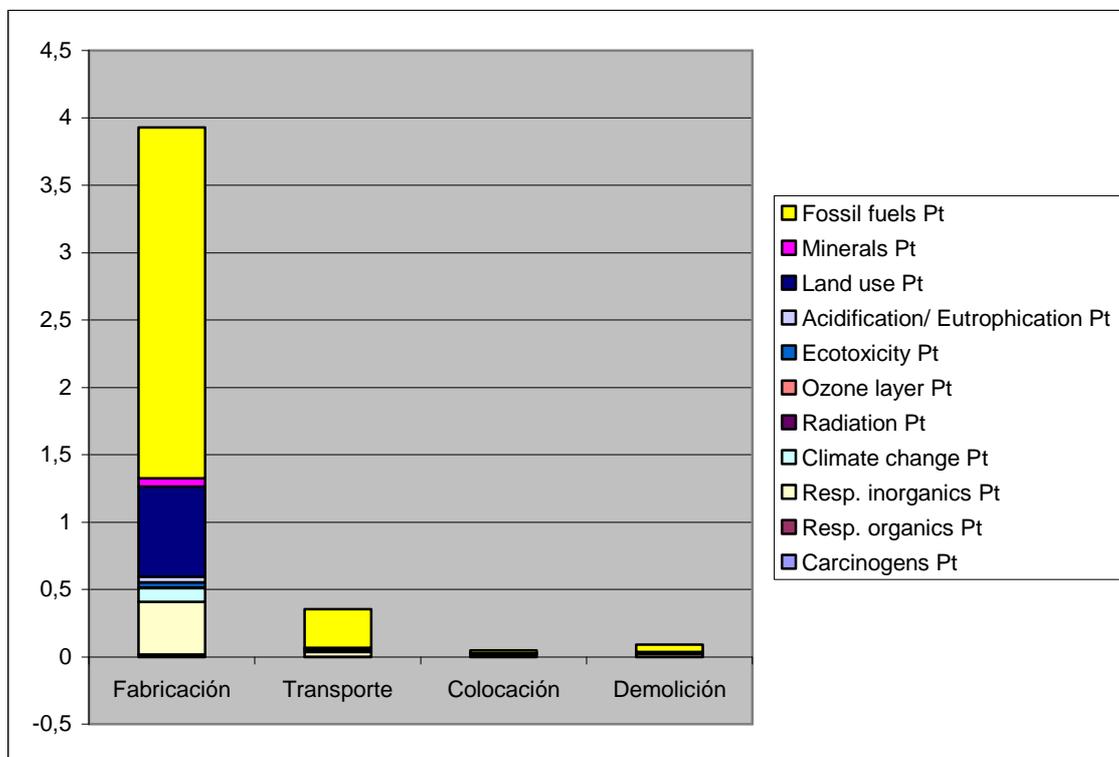


Figura 5.93. Desglose de puntuación por categorías. Solado de madera

Comparativa de resultados

Comparación de las categorías de impacto entre las seis soluciones constructivas.

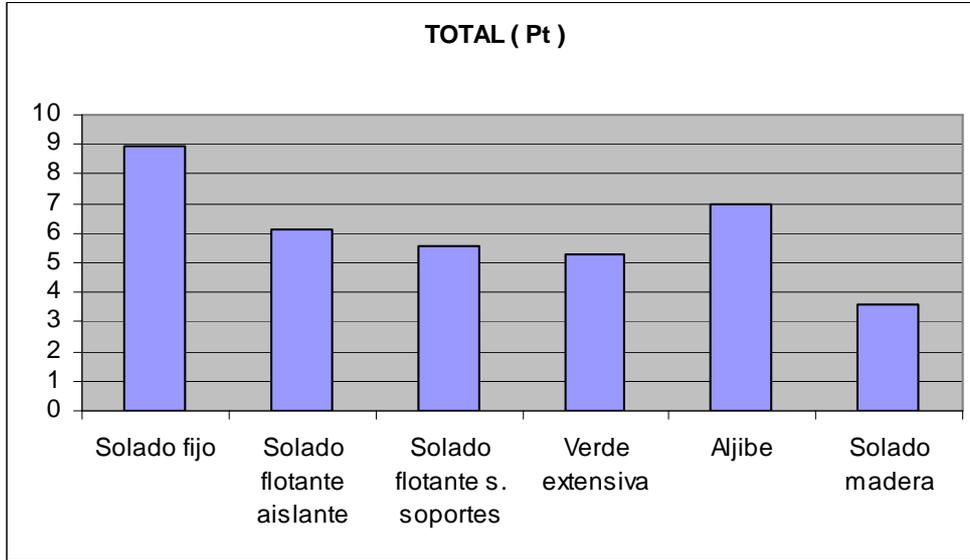


Figura 5.94. Comparativa de cubiertas. Elementos opcionales

Desglose de puntuación por categorías

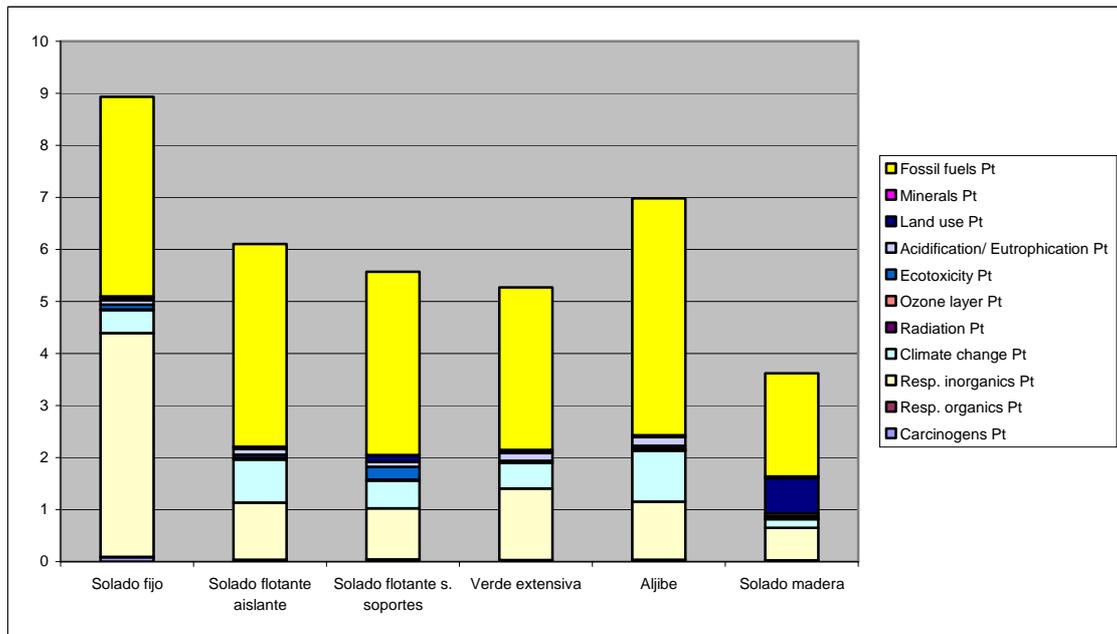


Figura 5.95. Desglose de puntuación por categorías. Elementos opcionales

5.4.- Etapa IV. Interpretación de los resultados

Puede observarse a primera vista que los resultados obtenidos por ambos métodos (Elementos obligatorios y Elementos opcionales) son muy similares, induciendo a las mismas conclusiones.

- Agotamiento de recursos abióticos:

Los materiales bituminosos presentan valores elevados de este indicador. Tal es el caso de las láminas bituminosas. El betún es una mezcla de líquidos orgánicos altamente viscosa, negra, pegajosa, completamente soluble en disulfuro de carbono y compuesta principalmente por hidrocarburos aromáticos policíclicos.

El betún es la fracción residual (el fondo) resultante de la destilación fraccionada del petróleo. Debido a la cada vez mayor preocupación por el cambio climático provocado por la contaminación atmosférica, debida en su mayor parte a la quema de combustibles fósiles, se ha impulsado la introducción de alternativas al betún que sean más respetuosas con el medio ambiente y menos tóxicas. El betún puede actualmente fabricarse a partir de fuentes renovables no basadas en el petróleo (biobetún), como azúcar, melaza, arroz, maíz y patata. También puede elaborarse a partir de materiales de desechos procedentes de la destilación fraccionada de aceite de motor usado (aceite mineral), que a veces simplemente se quema o se deposita en vertederos.

También representan valores elevados aquellos que utilizan recursos fósiles durante su proceso de fabricación, como la baldosa cerámica, que utiliza gas natural en su proceso de fabricación. El gas natural es una de las varias e importantes fuentes de energía no renovables formada por una mezcla de gases ligeros que se encuentra en yacimientos de petróleo, disuelto o asociado con el petróleo (acumulación de plancton marino) o en depósitos de carbón. Aunque su composición varía en función del yacimiento del que se saca, está compuesto principalmente por metano en cantidades que comúnmente pueden superar el 90 ó 95%.

Asimismo, la arcilla expandida necesita en su fabricación fuel-oil pesado para la expansión de las arcillas. Esta gran cantidad utilizada se ve repercutida en el valor de agotamiento abiótico.

El poliestireno, como material polimérico, también tiene bastante peso en este apartado. El poliestireno es un polímero termoplástico que se obtiene de la polimerización del estireno. Se observa que el poliestireno extruido juega un papel mayor en el agotamiento abiótico respecto al expandido, puesto que el peso de este último es mucho menor en las soluciones constructivas. En la cubierta de solado flotante aislante, se observa que el pavimento tiene un alto agotamiento de recursos abióticos debido al poliestireno expandido que forma dicho pavimento. La losa filtrón empleada en la cubierta aljibe, debido a su composición a base de poliestireno, también presenta un alto agotamiento de recursos abióticos.

El cemento afecta en pequeñas cantidades al mortero de cemento, pero en la baldosa de cemento aumenta su repercusión debido a la presencia de acetato de vinilo; un éster utilizado en productos industriales.

- Acidificación:

La arcilla es un gran causante del proceso de acidificación. La podemos encontrar en grandes cantidades en arcilla expandida para la formación de pendientes de las cubiertas.

La losa aislante también desempeña un papel importante en el aporte de la acidificación, debido al cemento portland y a su elevada cantidad en valor absoluto. El cemento Portland es un conglomerante o cemento hidráulico que cuando se mezcla con áridos, agua y fibras de acero discontinuas y discretas tiene la propiedad de conformar una masa pétreo resistente y duradera denominada hormigón. Es el más usual en la construcción y es utilizado como aglomerante para la preparación del hormigón (en Hispanoamérica concreto). Como cemento hidráulico tiene la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, al reaccionar químicamente con ella para formar un material de buenas propiedades aglutinantes.

Igualmente ocurre con la baldosa de cemento en la cubierta con solado sobre soportes. El cemento y su elevada cantidad destacan en su aporte de acidificación.

La lana de roca, utilizada como aislamiento en la cubierta verde extensiva, obtiene unos indicadores elevados en la acidificación. El proceso de fabricación de la lana de roca pretende emular la acción natural de un volcán. La roca basáltica (diabasa) es fundida a más de 1600 °C en un horno (cubilote) para así retornarla a su estado inicial de lava.

El sustrato orgánico, formado por compostaje, está presente en la cubierta verde extensiva y en la cubierta aljibe. El compost es obtenido de manera natural por descomposición aeróbica (con oxígeno) de residuos orgánicos como restos vegetales, animales, excrementos y purines (parte líquida altamente contaminante que rezuma de todo tipo de estiércoles animales), por medio de la reproducción masiva de bacterias aerobias termófilas que están presentes en forma natural en cualquier lugar (posteriormente, la fermentación la continúan otras especies de bacterias, hongos y actinomicetos). Una composición típica es: La urea (46% de nitrógeno), el sulfato de amoníaco (SA, 21% de nitrógeno), el amonitro (AN, 33,5% de nitrógeno), el nitrato de cal (CAN/NCA, hasta 27% de nitrógeno).

- Eutrofización:

El sustrato orgánico, elaborado a partir de compostaje, contiene muchos nutrientes que son emitidos al aire, agua y suelo. Esto provoca que los niveles de eutrofización sean muy elevadas tanto en la solución de cubierta verde extensiva como en la cubierta aljibe.

El solado flotante de baldosa con poliestireno contribuye a la eutrofización debido al cemento que se encuentra en la baldosa. El poliestireno no es relevante en esta categoría de impacto. El elevado peso de las baldosas provocan que el indicador sea muy elevado.

De la misma manera ocurre en la cubierta con solado sobre soportes. La baldosa de cemento es muy pesada y es por tanto un aportador principal en la categoría de eutrofización.

En mucha menor medida, el cemento portland pone de manifiesto niveles de eutrofización en el mortero de cemento y el adhesivo cementoso. Junto a esto, el aglutinante acrílico que existe en el adhesivo cementoso para el solado fijo contribuye a elevados valores de esta categoría de impacto.

Lo mismo ocurre con el óxido de titanio, que se encuentra en la pasta de las arcillas para fabricar los materiales cerámicos y es también un agente importante en este proceso. Se encuentra en los ladrillos cerámicos, la baldosa cerámica y el rodapié cerámico.

En el caso de cubierta con solado de madera, destaca la contribución de la madera en esta categoría de impacto. Su composición media es de un 50% de carbono (C), un 42% de oxígeno (O), un 6% de hidrógeno (H) y el 2% restante de nitrógeno (N) y otros elementos.

Los componentes principales de la madera son la celulosa, un polisacárido que constituye alrededor de la mitad del material total, la lignina (aproximadamente un 25%), que es un polímero resultante de la unión de varios ácidos y alcoholes fenilpropílicos y que proporciona dureza y protección, y la hemicelulosa (alrededor de un 25%) cuya función es actuar como unión de las fibras. Existen otros componentes minoritarios como resinas, ceras, grasas y otras sustancias.

- Calentamiento global:

El contenido de cemento en morteros y baldosas es causante de niveles elevados de calentamiento global. La producción de cemento, estimada en 2.500 millones de toneladas al año, causa el 5 por ciento de las emisiones de CO₂ a nivel mundial. Existen alternativas como el cemento fabricado a partir de óxido de magnesio y otros minerales que sustituyen el carbonato de calcio y así es como logra emitir una menor cantidad de CO₂ que el cemento tradicional durante su proceso de elaboración. Por otra parte, este cemento absorbe más CO₂ a lo largo de su ciclo de vida que el emitido durante su fabricación.

Basta remitirse a los números para dar cuenta de la mejora: cada tonelada de producción emite 0,4 toneladas de CO₂ mientras que a lo largo de su vida absorbe 1 tonelada de CO₂. Además, hay que tener en cuenta que cada tonelada de cemento tradicional produce 0,8 toneladas de CO₂.

El gas natural, utilizado como se ha comentado anteriormente para la producción de productos cerámicos, también es muy perjudicial para el calentamiento global.

El poliestireno extrusionado, utilizado en los aislamientos de las cubiertas y en el solado aislante flotante, utiliza HCFC como agentes espumantes, que tienen un gran potencial de calentamiento global y moderado potencial de agotamiento de ozono.

En cambio, el poliestireno expandido, empleado en los remates con antepechos perimetrales, es respetuoso con el medio ambiente ya que es un material con bajo coste energético en su fabricación. Se calcula que su balance energético oscila entre 50 y 100 veces la energía ahorrada en su fabricación. Se trata también de un material absolutamente inocuo, con lo cual su manipulación en el proceso de fabricación o instalación no perjudica la salud. Durante el citado proceso no se utilizan compuestos fluoro carbonados ni en el proceso de fabricación del EPS expandible ni en el proceso de transformación del expandido. Por lo tanto, el poliestireno no daña la capa de ozono al no utilizar ni haber utilizado nunca en sus procesos de fabricación gases de la familia de los CFCs, HCFCs. Durante la vida útil, las distintas aplicaciones del EPS mantienen su respeto por el medio ambiente.

El compost es otro de los causantes del calentamiento global. El compostaje es un proceso biológico donde los microorganismos degradan la materia orgánica de los residuos orgánicos transformándolos en materiales estables de alto interés agrícola como los composts. Fruto de esa actividad, se emiten durante el compostaje dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) en distintas proporciones dependiendo de diversos factores. El CO₂ es el principal producto del metabolismo microbiano que degrada la materia orgánica y de hecho, es un índice muy utilizado por los investigadores para estudiar la estabilidad o madurez de un sustrato orgánico (menor tasa de emisión representa menor actividad biológica y viceversa). Sin embargo este CO₂ de origen biológico no es considerado como GEI. El CH₄ se produce durante la degradación de la materia orgánica en ambientes de bajo contenido de oxígeno o anaerobiosis. Queda así reflejado en la cubierta verde extensiva y en la cubierta aljibe.

La madera, al contrario que el resto de materiales, tiene la virtud de compensar las emisiones de calentamiento global. Puntúa de manera positiva, reduciendo por lo tanto el valor final obtenido en la solución de pavimento de madera. La captura de carbono se realiza únicamente durante el desarrollo de los árboles. Los árboles absorben dióxido de carbono (CO₂) atmosférico junto a otros elementos en suelos y aire para convertirlos en madera. La cantidad de CO₂ que un árbol captura durante un año, consiste sólo en el pequeño incremento anual de la biomasa en el árbol multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono.

- Destrucción de la capa de ozono:

En todas las soluciones de cubierta que emplean poliestireno extruido (exceptuando la verde extensiva que utiliza como aislamiento lana de roca) se refleja claramente el perjuicio que causa a la capa de ozono. Esto es provocado por el refrigerante R134a, que se utiliza como espumante. A pesar de ser el material más nocivo en términos relativos, este refrigerante es muy poco nocivo, tan sólo emite 0,000164 Kg de CFC a la atmósfera. Es utilizado como un refrigerante puro en las aplicaciones que tradicionalmente usaban R-12 y

como componente en mezclas de refrigerantes diseñadas para sustituir R-502 y R-22 (ATOFINA 2000).

En mucha menor medida, las láminas bituminosas también resultan perjudiciales para la capa de ozono, debido al petróleo que se utiliza en la fabricación de estas láminas. La quema de combustibles fósiles como el petróleo perjudica gravemente la capa de ozono, provocando la destrucción de ésta y por consiguiente aumentando el nivel de rayos ultravioleta.

- Oxidación fotoquímica:

El cemento, presente en las baldosas y mortero en grandes cantidades, tiene influencia sobre esta categoría de impacto. El poli(etileno-co-acetato de vinilo), EVA, es un polímero redispersable en agua, utilizado como modificador de cemento (Mansur, do Nascimento 2008). Los morteros de cemento pórtland modificados con látex a base de EVA son el producto estándar en el mercado para la colocación de baldosas cerámicas.

La madera es otro representante en esta categoría de impacto. El potencial de formación de ozono fotoquímico se encuentra entre 0,0015 y 0,002 kg etileno equivalente durante la etapa de producción. El potencial de oxidación fotoquímica es causado principalmente por la demanda de madera en la producción del pavimento de madera. Los óxidos de nitrógeno (45%) y las emisiones de COV (31%) son los mayores causantes del potencial de formación de ozono fotoquímica.

Después de analizar cada categoría de impacto de manera individual, se estudian las categorías de impacto de manera conjunta entre las seis soluciones constructivas.

El agotamiento de recursos abióticos destaca en la cubierta aljibe. La causa fundamental se debe a la utilización de losa filtrón a base de poliestireno extruido y hormigón. El poliestireno, como se ha comentado anteriormente, es un gran actuador sobre esta categoría de impacto. Sin embargo, puede observarse que la cubierta con solado aislante, pese a tener una losa filtrante a base de hormigón y poliestireno en igualdad de proporción y pesos, posee un indicador con un valor menor, puesto que la cubierta aljibe tiene además dos láminas bituminosas mientras que la cubierta con solado aislante tan sólo posee una. Por otra parte, la cubierta con solado de madera tiene un indicador muy bajo, ya que su aislamiento es menor y posee una sola lámina bituminosa, siendo por tanto la solución constructiva con el indicador más bajo en esta categoría.

La acidificación presenta un resultado más homogéneo entre las soluciones constructivas, exceptuando la de solado de madera. El aporte en la cubierta extensiva es de arcilla expandida (0,09 kg SO₂), sustrato orgánico (0,075 Kg SO₂) y lana de roca(0,06 kg SO₂). En la cubierta aljibe, el aporte de sustrato orgánico es el mismo que en la verde extensiva, mientras que la cantidad que aportaba la lana de roca y la arcilla expandida se ve equiparada en este caso por la losa filtrante hormigón XPS (0,17 kg SO₂). Por otra parte, en la cubierta con solado flotante aislante, el aporte de esta categoría de impacto lo componen la arcilla expandida (0,09 kg SO₂) y losa filtrante hormigón XPS (0,17 kg SO₂). En este caso, nuevamente la cubierta con

solado de madera tiene un indicador muy bajo ya que posee bajo aislamiento y carece de sustrato orgánico.

Los resultados de eutrofización muestran claramente que las cubiertas con sustrato orgánico son las que presentan valores más elevados. Las cubiertas con solado fijo y flotante poseen un nivel semejante, menor que el de las dos cubiertas anteriores.

En la cubierta verde extensiva, además del sustrato orgánico, la lana de roca también influye en cierta medida sobre este indicador. El cemento de la losa filtrante de hormigón con XPS también es representativo en la cubierta con solado aislante y en la cubierta aljibe.

En las cubiertas con solado fijo y flotante, influyen también aunque en menor medida las pastas de las arcillas y adhesivos cementosos para la fijación de los pavimentos y para la elaboración del pavimento. De nuevo comprobamos que la cubierta con solado de madera apenas tiene efecto sobre la eutrofización, puesto que la madera tiene un peso muy poco representativo sobre esta categoría de impacto.

El calentamiento global es probablemente el indicador más característico de las categorías de impacto. A primera vista, podemos deducir que el poliestireno extruido es muy perjudicial, puesto que utiliza HCFC como agentes espumantes, que tienen una gran potencial de calentamiento global y moderado potencial de agotamiento de ozono. Las cubiertas de solado flotante aislante y de tipo aljibe (las cuales poseen losa filtrante de hormigón poroso y poliestireno extruido como aislamiento) son las que más contribuyen a este efecto. Las otras cubiertas, a pesar de que también contienen poliestireno extruido como aislamiento, tienen unos valores menores puesto que el espesor de aislamiento es menor.

En las cubiertas con solado fijo y solado flotante se observa que la contribución de esta categoría se debe al nivel de cemento y arcillas, empleado en morteros y baldosas respectivamente.

La cubierta aljibe y la verde extensiva, debido al sustrato orgánico, poseen valores elevados de esta categoría. En la cubierta verde extensiva, se distingue con más claridad puesto que es el único material que contribuye en esta categoría de impacto.

Sin embargo, en la cubierta de madera, los niveles son muy bajos. Esto se debe a la contribución medioambiental de la madera, ya que los árboles de donde se extrae la madera capturan el CO₂ atmosférico. En esta cubierta, la cantidad de madera empleada en el pavimento es suficiente para poder compensar el calentamiento global provocado por la arcilla expandida, utilizada para la formación de pendientes de la cubierta.

El indicador de la destrucción de la capa de ozono es proporcional al nivel de poliestireno extruido empleado, puesto que es el único material que contribuye de manera notoria en esta categoría de impacto. Por ello, la cubierta con solado flotante aislante y la cubierta aljibe (ambas con losa filtrante con poliestireno extruido) son las que registran niveles más elevados.

La cubierta verde extensiva, puesto que utiliza lana de roca como aislamiento en vez de poliestireno extruido, tiene un nivel prácticamente nulo.

La oxidación fotoquímica es relativamente homogénea entre todas las cubiertas salvo en la cubierta de madera. La losa filtrante es responsable de los niveles elevados en las cubiertas tipo aljibe y de solado flotante. En este caso no se debe al poliestireno extruido, sino al nivel de cemento empleado en la fabricación de las baldosas. Por ello, la cubierta con solado fijo sobre soportes es la que presenta valores más elevados, puesto que la baldosa de cemento empleada es la más pesada y por lo tanto la que aporta mayor cantidad de este material.

6.- ANÁLISIS ECONÓMICO

6.1.- Justificación de datos económicos

Los datos empleados para el análisis económico se reflejan para cada solución constructiva según su etapa de ciclo de vida.

- Materiales

Los precios utilizados para el cálculo económico son los que figuran en la base de datos de CYPE Ingenieros. Consultando el precio de suministro de cada material y las unidades de cada uno, se refleja el precio de cada partida de obra.

- Transporte

El precio del transporte se ha calculado empleando a tal efecto un camión de 32 toneladas. El consumo del camión se ha extraído de la ficha técnica de un camión DAF modelo CF85, de 462 cv de potencia. El precio del diésel se ha consultado a día 12 de agosto de 2013 del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Para cada solución constructiva, se ha empleado el valor de "toneladas x kilómetro" de la Justificación de datos del inventario, y tomando como referencia el consumo del camión de 40 litros / 100 km estando completamente cargado (32 toneladas), se ha estimado el precio por cada m2 de cubierta en función del peso de cada solución.

- Colocación

Para la colocación de materiales en la obra, se han utilizado los precios de la base de datos de CYPE Ingenieros. Los medios auxiliares y los costes indirectos (2 % y 3 % respectivamente), se han aplicado sobre la suma del precio de la colocación y de los materiales para cada solución constructiva, englobando las herramientas y maquinaria empleada para la colocación de los materiales y la ejecución de cada solución constructiva de cubierta.

- Demolición

Para la demolición de materiales en la obra, se han utilizado los precios de la base de datos de CYPE Ingenieros.

Se han aplicado sobre los costes de demolición, un 2 % de medios auxiliares y un 3 % de costes indirectos, que incluyen el precio de transporte a vertedero (TRAIMED) con un camión bañera de 16 toneladas y el precio del tratamiento de dichos residuos.

Cubierta son solado fijo

- Materiales:

Tabla 6.1. Listado de materiales con descomposición de base de datos de CYPE Ingenieros. Solado fijo

Descomposición	Materiales
Ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11,5x9 cm, según UNE-EN 771-1.	Ladrillo cerámico
Arcilla expandida, de 350 kg/m ³ de densidad y granulometría comprendida entre 8 y 16 mm, suministrada en sacos.	Arcilla expandida
Lechada de cemento 1/3 CEM II/B-P 32,5 N.	Cemento
	Agua
Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, mecanizado lateral recto, de 20 mm de espesor, resistencia térmica 0,55 m ² K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), para junta de dilatación.	Poliestireno expandido
Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, confeccionado en obra con 250 kg/m ³ de cemento y una proporción en volumen 1/6.	Mortero de cemento
Lámina bituminosa de oxiasfalto, LO-30/PE (95), UNE-EN 13707, con armadura de film de polietileno de 95 g/m ² , de superficie no protegida.	Lámina bituminosa oxiasfalto
	Refuerzo polietileno (95 g/ m2)
Imprimación asfáltica, tipo EA, UNE 104231.	Imprimación asfáltica
Panel rígido de poliestireno extruido, según UNE-EN 13164, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 30 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa, resistencia térmica 1,5 m ² K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego, con código de designación XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)300-DLT(2)5-CC(2/1,5/50)125-DS(TH)-WL(T)0,7-WD(V)3-FT2.	Poliestireno extruido
Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 150 g/m ² y una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 25 mm. Según UNE-EN 13252.	Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)
Lámina de betún modificado con elastómero SBS, UNE-EN 13707, LBM(SBS)-40/FP (140), con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 150 g/m ² , de superficie no protegida.	Lámina bituminosa oxiasfalto
	Refuerzo poliéster (150 g/ m2)
Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 200 g/m ² y una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 25 mm. Según UNE-EN 13252.	Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)
Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, confeccionado en obra con 250 kg/m ³ de cemento y una proporción en volumen 1/6.	Mortero de cemento
Adhesivo cementoso normal, C1, según UNE-EN 12004, color gris.	Adhesivo cementoso
Baldosa cerámica de gres rústico 4/3/-E, 20x20 cm, 8,00€/m ² , según UNE-EN 14411.	Baldosa cerámica
Rodapié cerámico de gres rústico, 7 cm, 3,00€/m.	Rodapié cerámico
Mortero de juntas cementoso con resistencia elevada a la abrasión y absorción de agua reducida, CG2, para junta abierta entre 3 y 15 mm, según UNE-EN 13888.	Mortero de juntas cementoso

Tabla 6.2. Precio de los materiales en función del precio unitario. Solado fijo

Ud	Rend.	Materiales	p.s.	Precio partida
Ud	4,000	Ladrillo cerámico	0,13	0,52
m ³	0,100	Arcilla expandida	59,50	5,95
m ³	0,010	Lechada de cemento	105,10	1,05
m ²	0,010	Poliestireno expandido	1,34	0,01
m ³	0,020	Mortero de cemento	115,30	2,31
m ²	1,050	Lámina bituminosa oxiasfalto con refuerzo polietileno 95 g/m2	5,45	5,72
kg	0,300	Imprimación asfáltica	1,28	0,38
m ²	1,050	Poliestireno extruido	7,16	7,52
m ²	1,050	Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)	0,82	0,86
m ²	1,100	Lámina bituminosa oxiasfalto con refuerzo poliéster 150 g/m2	9,15	10,07
m ²	1,050	Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)	1,04	1,09
m ³	0,040	Mortero de cemento	115,30	4,61
kg	4,000	Adhesivo cementoso	0,35	1,40
m ²	1,050	Baldosa cerámica	8,00	8,40
m	0,400	Rodapié cerámico	3,00	1,20
kg	0,300	Mortero de juntas cementoso	0,99	0,30

TOTAL (Euros) 51,39

- Transporte:

Tabla 6.3. Precio del transporte de los materiales. Solado fijo

Camión DAF CF85			Precio carburante	
Peso máximo	32	toneladas	1,34	euros / litro
Consumo	40	litros / 100 km		

Precio transporte	53,6	euros / (100 km x 32 ton)
	0,536	euros / (km x 32 ton)
	0,017	euros / (km x ton)
Total (ton x km)	88,82	
TOTAL (Euros)	1,49	

- Colocación:

Tabla 6.4. Precio de colocación de los materiales. Solado fijo

Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
h	Oficial 1ª construcción.	0,303	15,67	4,75
h	Peón ordinario construcción.	0,303	14,31	4,34
h	Oficial 1ª aplicador de láminas impermeabilizantes.	0,121	15,67	1,90
h	Ayudante aplicador de láminas impermeabilizantes.	0,121	14,70	1,78
h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,050	15,67	0,78
h	Ayudante montador de aislamientos.	0,050	14,70	0,74
h	Oficial 1ª soldador.	0,404	15,67	6,33
h	Ayudante soldador.	0,202	14,70	2,97
%	Medios auxiliares	2,000	82,35	1,65
%	Costes indirectos	3,000	84,00	2,52

TOTAL (Euros) 27,76

- Demolición:

Tabla 6.5. Precio de la demolición de la cubierta.Solado fijo

Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
h	Martillo neumático.	0,11	4,08	0,45
h	Compresor portátil diesel media presión 10 m³/min.	0,11	6,92	0,76
h	Peón especializado construcción.	0,108	14,6	1,58
h	Peón ordinario construcción.	1,444	14,31	20,66
%	Medios auxiliares	2	23,45	0,47
%	Costes indirectos	3	23,92	0,72

TOTAL (Euros) 24,64

Cubierta son solado flotante aislante

- Materiales:

Tabla 6.6. Listado de materiales con descomposición de base de datos de CYPE Ingenieros. Solado flotante aislante

Descomposición	Materiales
Ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11,5x9 cm, según UNE-EN 771-1.	Ladrillo cerámico
Arcilla expandida, de 350 kg/m ³ de densidad y granulometría comprendida entre 8 y 16 mm, suministrada en sacos.	Arcilla expandida
Lechada de cemento 1/3 CEM II/B-P 32,5 N.	Cemento
	Agua
Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, mecanizado lateral recto, de 20 mm de espesor, resistencia térmica 0,55 m ² K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), para junta de dilatación.	Poliestireno expandido
Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, confeccionado en obra con 250 kg/m ³ de cemento y una proporción en volumen 1/6.	Mortero de cemento
Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 150 g/m ² y una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 25 mm. Según UNE-EN 13252.	Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)
Lámina de betún modificado con elastómero SBS, UNE-EN 13707, LBM(SBS)-40/FP (140), con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 150 g/m ² , de superficie no protegida.	Lámina bituminosa oxiasfalto
	Refuerzo poliéster (150 g/ m2)
Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 200 g/m ² y una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 25 mm. Según UNE-EN 13252.	Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)
Panel rígido de poliestireno extruido, según UNE-EN 13164, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 30 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa, resistencia térmica 1,5 m ² K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego, con código de designación XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)300-DLT(2)5-CC(2/1,5/50)125-DS(TH)-WL(T)0,7-WD(V)3-FT2.	Poliestireno extruido
Loseta filtrante de 40x30x8 cm, resistencia térmica 1,3 m ² K/W, formada por 4 cm de hormigón poroso y 4 cm de poliestireno extruido, con borde a media madera y acanaladuras inferiores.	Loseta filtrante de hormigón poroso y poliestireno extruido

Tabla 6.7. Precio de los materiales en función del precio unitario. Solado flotante aislante

Ud	Rend.	Material	p.s.	Precio partida
Ud	4,000	Ladrillo cerámico	0,13	0,52
m ³	0,100	Arcilla expandida	59,50	5,95
m ³	0,010	Lechada de cemento	105,10	1,05
m ²	0,010	Poliestireno expandido	1,34	0,01
m ³	0,020	Mortero de cemento	115,30	2,31
m ²	1,050	Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)	0,82	0,86
m ²	1,100	Lámina bituminosa oxiasfalto con refuerzo poliéster 150 g/ m2	9,15	10,07
m ²	1,050	Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)	1,04	1,09
m ²	1,050	Loseta filtrante de hormigón poroso y poliestireno extruido	26,77	28,11

TOTAL (Euros) 49,97

- Transporte:

Tabla 6.8. Precio del transporte de los materiales. Solado flotante aislante

Camión DAF CF85			Precio carburante	
Peso máximo	32	toneladas	1,34	euros / litro
Consumo	40	litros / 100 km		

Precio transporte	53,6	euros / (100 km x 32 ton)
	0,536	euros / (km x 32 ton)
	0,017	euros / (km x ton)
Total (ton x km)	59,74	
TOTAL (Euros)	1,00	

- Colocación:

Tabla 6.9. Precio de colocación de los materiales. Solado flotante aislante

Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
h	Oficial 1ª construcción.	0,404	15,67	6,33
h	Peón ordinario construcción.	0,353	14,31	5,05
h	Oficial 1ª aplicador de láminas impermeabilizantes.	0,121	15,67	1,90
h	Ayudante aplicador de láminas impermeabilizantes.	0,121	14,70	1,78
h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,050	15,67	0,78
h	Ayudante montador de aislamientos.	0,050	14,70	0,74
%	Medios auxiliares	2,000	78,56	1,57
%	Costes indirectos	3,000	80,13	2,40

TOTAL (Euros) 20,55

- Demolición:

Tabla 6.10 Precio de la demolición de la cubierta. Solado flotante aislante

Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
h	Martillo neumático.	0,11	4,08	0,45
h	Compresor portátil diesel media presión 10 m³/min.	0,11	6,92	0,76
h	Peón especializado construcción.	0,108	14,6	1,58
h	Peón ordinario construcción.	0,971	14,31	13,9
%	Medios auxiliares	2	16,69	0,33
%	Costes indirectos	3	17,02	0,51

TOTAL (Euros) 17,53

Cubierta son solado flotante sobre soportes

- Materiales:

Tabla 6.11. Listado de materiales con descomposición de base de datos de CYPE Ingenieros. Solado flotante sobre soportes

Descomposición	Materiales
Ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11,5x9 cm, según UNE-EN 771-1.	Ladrillo cerámico
Arcilla expandida, de 350 kg/m ³ de densidad y granulometría comprendida entre 8 y 16 mm, suministrada en sacos.	Arcilla expandida
Lechada de cemento 1/3 CEM II/B-P 32,5 N.	Lechada de cemento
Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, mecanizado lateral recto, de 20 mm de espesor, resistencia térmica 0,55 m ² K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), para junta de dilatación.	Poliestireno expandido
Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, confeccionado en obra con 250 kg/m ³ de cemento y una proporción en volumen 1/6.	Mortero de cemento
Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 150 g/m ² y una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 25 mm. Según UNE-EN 13252.	Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)
Lámina de betún modificado con elastómero SBS, UNE-EN 13707, LBM(SBS)-40/FP (140), con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 150 g/m ² , de superficie no	Lámina bituminosa oxiasfalto <i>Refuerzo poliéster (150 g/ m2)</i>
Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 150 g/m ² y una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 25 mm. Según UNE-EN 13252.	Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)
Panel rígido de poliestireno extruido, según UNE-EN 13164, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 30 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa, resistencia térmica 1,5 m ² K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), Euroclase E de	Poliestireno extruido
Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 200 g/m ² y una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 25 mm. Según UNE-EN 13252.	Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)
Soporte regulable para baldosas, 70/120 mm, en pavimentos flotantes de cubiertas.	Soporte regulable para baldosas
Baldosa de cemento, acabado en garbancillo lavado, 40x40 cm.	Baldosa de cemento

Tabla 6.12. Precio de los materiales en función del precio unitario. Solado flotante sobre soportes

Ud	Material	Rend.	p.s.	Precio partida
Ud	Ladrillo cerámico	4,000	0,13	0,52
m ³	Arcilla expandida	0,100	59,50	5,95
m ³	Lechada de cemento	0,010	105,10	1,05
m ²	Poliestireno expandido	0,010	1,34	0,01
m ³	Mortero de cemento	0,040	115,30	4,61
m ²	Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)	1,050	0,82	0,86
m ²	Lámina bituminosa oxiasfalto con refuerzo poliéster 150 g/m2	1,100	9,15	10,07
m ²	Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)	1,050	0,82	0,86
m ²	Poliestireno extruido	1,050	7,16	7,52
m ²	Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)	1,050	1,04	1,09
Ud	Soporte regulable para baldosas	7,500	1,50	11,25
m ²	Baldosa de cemento	1,050	8,13	8,54

TOTAL (Euros) 52,33

- Transporte:

Tabla 6.13. Precio del transporte de los materiales. Solado flotante sobre soportes

Camión DAF CF85			Precio carburante	
Peso máximo	32	toneladas	1,34	euros / litro
Consumo	40	litros / 100 km		

Precio transporte	53,6	euros / (100 km x 32 ton)
	0,536	euros / (km x 32 ton)
	0,017	euros / (km x ton)
Total (ton x km)	83,74	
TOTAL (Euros)	1,40	

- Colocación:

Tabla 6.14. Precio de colocación de los materiales. Solado flotante sobre soportes

Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
h	Oficial 1ª construcción.	0,515	15,67	8,07
h	Peón ordinario construcción.	0,424	14,31	6,07
h	Oficial 1ª aplicador de láminas impermeabilizantes.	0,121	15,67	1,90
h	Ayudante aplicador de láminas impermeabilizantes.	0,121	14,70	1,78
h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,050	15,67	0,78
h	Ayudante montador de aislamientos.	0,050	14,70	0,74
%	Medios auxiliares	2,000	76,68	1,53
%	Costes indirectos	3,000	78,21	2,35

TOTAL (Euros) 23,22

- Demolición:

Tabla 6.15. Precio de los materiales en función del precio unitario. Solado flotante sobre soportes

Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
h	Martillo neumático.	0,11	4,08	0,45
h	Compresor portátil diesel media presión 10 m³/min.	0,11	6,92	0,76
h	Peón especializado construcción.	0,108	14,6	1,58
h	Peón ordinario construcción.	1,012	14,31	14,48
%	Medios auxiliares	2	17,27	0,35
%	Costes indirectos	3	17,62	0,53

TOTAL (Euros) 18,15

Cubierta verde extensiva

- Materiales:

Tabla 6.16. Listado de materiales con descomposición de base de datos de CYPE Ingenieros. Verde extensiva

Descomposición	Material
Ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11,5x9 cm, según UNE-EN 771-1.	Ladrillo cerámico
Arcilla expandida, de 350 kg/m ³ de densidad y granulometría comprendida entre 8 y 16 mm, suministrada en sacos.	Arcilla expandida
Lechada de cemento 1/3 CEM II/B-P 32,5 N.	Lechada de cemento
	Agua
Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, mecanizado lateral recto, de 20 mm de espesor, resistencia térmica 0,55 m ² K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), para junta de dilatación.	Poliestireno expandido
Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, confeccionado en obra con 250 kg/m ³ de cemento y una proporción en volumen 1/6.	Mortero de cemento
Lámina bituminosa de oxiasfalto, LO-30/PE (95), UNE-EN 13707, con armadura de film de polietileno de 95 g/m ² , de superficie no protegida.	Lámina bituminosa oxiasfalto
	Refuerzo polietileno (95 g/ m2)
Imprimación asfáltica, tipo EA, UNE 104231.	Imprimación asfáltica
Panel rígido de lana de roca soldable, de alta densidad, según UNE-EN 13162, revestido con oxiasfalto y film de polipropileno termofusible, de 50 mm de espesor, resistencia térmica >= 1,25 m ² K/W, conductividad térmica 0,039 W/(mK).	Lana de roca
Lámina de betún modificado con elastómero SBS LBM(SBS)-50/G-FP (150), UNE-EN 13707, con armadura de fieltro de poliéster reforzado y estabilizado de 150 g/m ² , con autoprotección mineral.	Lámina bituminosa oxiasfalto
	Refuerzo poliéster (150 g/ m2)
Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 200 g/m ² y una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 25 mm. Según UNE-EN 13252.	Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)
Lámina drenante y retenedora de agua formada por membrana de polietileno de alta densidad con relieve en cono truncado y perforaciones en la parte superior, para cubiertas ajardinadas extensivas.	Lámina drenante de polietileno
Geotextil no tejido sintético, termosoldado, de polipropileno-polietileno, de 160 g/m ² .	Geotextil de polipropileno-polietileno (160 g/ m2)
Sustrato orgánico, para cubiertas ajardinadas extensivas.	Sustrato orgánico
Roca volcánica de distintas granulometrías, para colocar sobre el sustrato orgánico en cubiertas ajardinadas extensivas.	Roca volcánica

Tabla 6.17. Precio de los materiales en función del precio unitario. Verde extensiva

Ud	Material	Rend.	p.s.	Precio partida
Ud	Ladrillo cerámico	4,000	0,13	0,52
m ³	Arcilla expandida	0,100	59,50	5,95
m ³	Lechada de cemento	0,010	105,10	1,05
m ²	Poliestireno expandido	0,010	1,34	0,01
m ³	Mortero de cemento	0,020	115,30	2,31
m ²	Lámina bituminosa oxiasfalto con refuerzo polietileno 95 g/m2	1,050	5,45	5,72
kg	Imprimación asfáltica	0,300	1,28	0,38
m ²	Lana de roca	1,050	13,48	14,15
m ²	Lámina bituminosa oxiasfalto con refuerzo poliéster 150 g/m2	1,100	13,55	14,91
m ²	Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)	1,050	1,04	1,09
m ²	Lámina drenante de polietileno	1,050	14,98	15,73
m ²	Geotextil de polipropileno-polietileno (160 g/ m2)	1,050	1,70	1,79
l	Sustrato orgánico	60,000	0,17	10,20
l	Roca volcánica	50,000	0,27	13,50

TOTAL (Euros) 87,31

- Transporte:

Tabla 6.18. Precio del transporte de los materiales. Verde extensiva

Camión DAF CF85			Precio carburante	
Peso máximo	32	toneladas	1,34	euros / litro
Consumo	40	litros / 100 km		

Precio transporte	53,6	euros / (100 km x 32 ton)
	0,536	euros / (km x 32 ton)
	0,017	euros / (km x ton)
<hr/>		
Total (ton x km)	83,30	
<hr/>		
TOTAL (Euros)	1,40	

- Colocación:

Figura 6.19. Precio de colocación de los materiales. Verde extensiva

Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
h	Oficial 1ª construcción.	0,303	15,67	4,75
h	Peón ordinario construcción.	0,303	14,31	4,34
h	Oficial 1ª aplicador de láminas impermeabilizantes.	0,242	15,67	3,79
h	Ayudante aplicador de láminas impermeabilizantes.	0,242	14,70	3,56
h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,050	15,67	0,78
h	Ayudante montador de aislamientos.	0,050	14,70	0,74
h	Oficial 1ª jardinero.	0,053	15,67	0,83
h	Peón jardinero.	0,053	14,31	0,76
%	Medios auxiliares	2,000	106,34	2,13
%	Costes indirectos	3,000	111,40	3,34

TOTAL (Euros) 25,02

- Demolición:

Tabla 6.20. Precio de los materiales en función del precio unitario. Verde extensiva

Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
h	Martillo neumático.	0,11	4,08	0,45
h	Compresor portátil diesel media presión 10 m³/min.	0,11	6,92	0,76
h	Peón especializado construcción.	0,108	14,6	1,58
h	Peón ordinario construcción.	1,016	14,31	14,54
%	Medios auxiliares	2	17,33	0,35
%	Costes indirectos	3	17,68	0,53

TOTAL (Euros) 18,21

Cubierta aljibe

- Materiales:

Tabla 6.21. Listado de materiales con descomposición de base de datos de CYPE Ingenieros. Aljibe

Descomposición	Material
Sustrato orgánico, para cubiertas ajardinadas extensivas.	Sustrato orgánico
Lámina bituminosa de oxiasfalto, LO-30/PE (95), UNE-EN 13707, con armadura de film de polietileno de 95 g/m ² , de superficie no protegida.	Lámina bituminosa oxiasfalto <i>Refuerzo polietileno (95 g/ m2)</i>
Loseta filtrante de 40x30x8 cm, resistencia térmica 1,3 m ² K/W, formada por 4 cm de hormigón poroso y 4 cm de poliestireno extruido, con borde a media madera y	Loseta filtrante de hormigón poroso y poliestireno extruido
Soporte regulable para baldosas, 70/120 mm, en pavimentos flotantes de cubiertas.	Soporte regulable para baldosas
Lámina de policloruro de vinilo PVC con marcado CE, apta para intemperie, de 1,0 mm de espesor, sin armadura, suministrada en rollos de 2x20m.	Lámina de PVC
Lámina de betún modificado con elastómero SBS, UNE-EN 13707, LBM(SBS)-40/FP (140), con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 150 g/m ² , de superficie no protegida.	Lámina bituminosa oxiasfalto <i>Refuerzo poliéster (150 g/ m2)</i>
Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, confeccionado en obra con 250 kg/m ³ de cemento y una proporción en volumen 1/6.	Mortero de cemento

Tabla 6.22. Precio de los materiales en función del precio unitario. Aljibe

Ud	Material	Rend.	p.s.	Precio partida
l	Sustrato orgánico	60,000	0,17	10,20
m ²	Lámina bituminosa oxiasfalto con refuerzo polietileno 95 g/m ²	1,050	5,45	5,72
m ²	Loseta filtrante de hormigón poroso y poliestireno extruido	1,050	26,77	28,11
Ud	Soporte regulable para baldosas	7,500	1,50	11,25
m ²	Lámina de PVC	1,050	4,65	4,88
m ²	Lámina bituminosa oxiasfalto con refuerzo poliéster 150 g/m ²	1,100	9,15	10,07
m ³	Mortero de cemento	0,020	115,30	2,31

TOTAL (Euros) 72,54

- Transporte:

Tabla 6.23. Precio del transporte de los materiales. Aljibe

Camión DAF CF85			Precio carburante	
Peso máximo	32	toneladas	1,34	euros / litro
Consumo	40	litros / 100 km		

Precio transporte	53,6	euros / (100 km x 32 ton)
	0,536	euros / (km x 32 ton)
	0,017	euros / (km x ton)
<hr/>		
Total (ton x km)	69,22	
<hr/>		
TOTAL (Euros)	1,16	

- Colocación:

Tabla 6.24. Precio de colocación de los materiales. Aljibe

Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
h	Oficial 1ª construcción.	0,303	15,67	4,75
h	Peón ordinario construcción.	0,303	14,31	4,34
h	Oficial 1ª aplicador de láminas impermeabilizantes.	0,121	15,67	1,90
h	Ayudante aplicador de láminas impermeabilizantes.	0,121	14,70	1,78
h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,050	15,67	0,78
h	Ayudante montador de aislamientos.	0,050	14,70	0,74
h	Oficial 1ª jardinero.	0,053	15,67	0,83
h	Peón jardinero.	0,053	14,31	0,76
%	Medios auxiliares	2,000	82,35	1,65
%	Costes indirectos	3,000	84,00	2,52

TOTAL (Euros) 20,05

- Demolición:

Tabla 6.25. Precio de los materiales en función del precio unitario. Aljibe

Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
h	Peón ordinario construcción.	0,202	14,31	2,89
%	Medios auxiliares	2	2,89	0,06
%	Costes indirectos	3	2,95	0,09

TOTAL (Euros) 3,04

Cubierta con solado de madera

- Materiales:

Tabla 6.26. Listado de materiales con descomposición de base de datos de CYPE Ingenieros. Solado de madera

Descomposición	Materiales
Ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11,5x9 cm, según UNE-EN 771-1.	Ladrillo cerámico
Arcilla expandida, de 350 kg/m ³ de densidad y granulometría comprendida entre 8 y 16 mm, suministrada en sacos.	Arcilla expandida
Lechada de cemento 1/3 CEM II/B-P 32,5 N.	Lechada de cemento
Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, mecanizado lateral recto, de 20 mm de espesor, resistencia térmica 0,55 m ² K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), para junta de dilatación.	Poliestireno expandido
Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, confeccionado en obra con 250 kg/m ³ de cemento y una proporción en volumen 1/6.	Mortero de cemento
Lámina bituminosa de oxiasfalto, LO-30/PE (95), UNE-EN 13707, con armadura de film de polietileno de 95 g/m ² , de superficie no protegida.	Lámina bituminosa oxiasfalto Refuerzo polietileno (95 g/ m2)
Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 150 g/m ² y una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 25 mm. Según UNE-EN 13252.	Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)
Panel rígido de poliestireno extruido, según UNE-EN 13164, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 30 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa, resistencia térmica 1,5 m ² K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), Euroclase E de	Poliestireno extruido
Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 200 g/m ² y una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 25 mm. Según UNE-EN 13252.	Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)
Soporte regulable para baldosas, diámetro 100mm, en listones de madera Texsaplot P 10	Soporte regulable para baldosas
Rastrel de madera de pino, con humedad entre 8% y 12%, de 50x25 mm.	Rastrel de madera de pino
Tabla machihembrada en madera maciza de pino gallego, 70x22 mm, según UNE-EN 13226 y UNE-EN 14342.	Tabla machihembrada en madera maciza

Tabla 6.27. Precio de los materiales en función del precio unitario. Solado de madera

Ud	Materiales	Rend.	p.s.	Precio partida
Ud	Ladrillo cerámico	4,000	0,13	0,52
m ³	Arcilla expandida	0,100	59,50	5,95
m ³	Lechada de cemento	0,010	105,10	1,05
m ²	Poliestireno expandido	0,010	1,34	0,01
m ³	Mortero de cemento	0,020	115,30	2,31
m ²	Lámina bituminosa oxiasfalto con refuerzo polietileno 95 g/m2	1,050	5,45	5,72
m ²	Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)	1,050	0,82	0,86
m ²	Poliestireno extruido	1,050	7,16	7,52
m ²	Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)	1,050	1,04	1,09
Ud	Soporte regulable para baldosas	7,000	5,35	37,45
m	Rastrel de madera de pino	4,000	1,30	5,20
m ²	Tabla machihembrada en madera maciza	1,020	13,52	13,79

TOTAL (Euros) 81,47

- Transporte:

Tabla 6.28. Precio del transporte de los materiales. Solado de madera

Camión DAF CF85			Precio carburante	
Peso máximo	32	toneladas	1,34	euros / litro
Consumo	40	litros / 100 km		

Precio transporte	53,6	euros / (100 km x 32 ton)
	0,536	euros / (km x 32 ton)
	0,017	euros / (km x ton)
Total (ton x km)	52,15	
TOTAL (Euros)	0,87	

- Colocación:

Tabla 6.29. Precio de colocación de los materiales. Solado de madera

Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
h	Oficial 1ª construcción.	0,303	15,67	4,75
h	Peón ordinario construcción.	0,303	14,31	4,34
h	Oficial 1ª aplicador de láminas impermeabilizantes.	0,121	15,67	1,90
h	Ayudante aplicador de láminas impermeabilizantes.	0,121	14,70	1,78
h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,050	15,67	0,78
h	Ayudante montador de aislamientos.	0,050	14,70	0,74
h	Lijadora de aplicación en pavimentos de madera, equipada con rodillos para lija y sistema de aspiración.	0,151	4,24	0,64
h	Oficial 1ª instalador de pavimentos de madera.	1,316	15,67	20,62
h	Ayudante instalador de pavimentos de madera.	0,304	14,70	4,47
%	Medios auxiliares	2,000	82,35	1,65
%	Costes indirectos	3,000	84,00	2,52

TOTAL (Euros) 44,19

- Demolición:

Tabla 6.30. Precio de los materiales en función del precio unitario. Solado de madera

Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
h	Peón especializado construcción.	0,218	14,6	3,18
h	Peón ordinario construcción.	0,273	14,31	3,91
%	Medios auxiliares	2	7,09	0,14
%	Costes indirectos	3	7,23	0,22

TOTAL (Euros) 7,45

6.2.- Evaluación económica

Se ha realizado el análisis económico comparando las seis soluciones constructivas en función de su etapa de ciclo de vida (fabricación de materiales, transporte, colocación y demolición), y por último, un análisis del coste total de la cubierta, incluyendo todas sus etapas. La unidad funcional, al igual que en el análisis de ciclo de vida, se considera una superficie de cubierta plana de 1 metro cuadrado con una vida útil de 50 años de utilización.

Al igual que en análisis ambiental, la fase de fabricación de los materiales es la que presenta los valores más elevados.

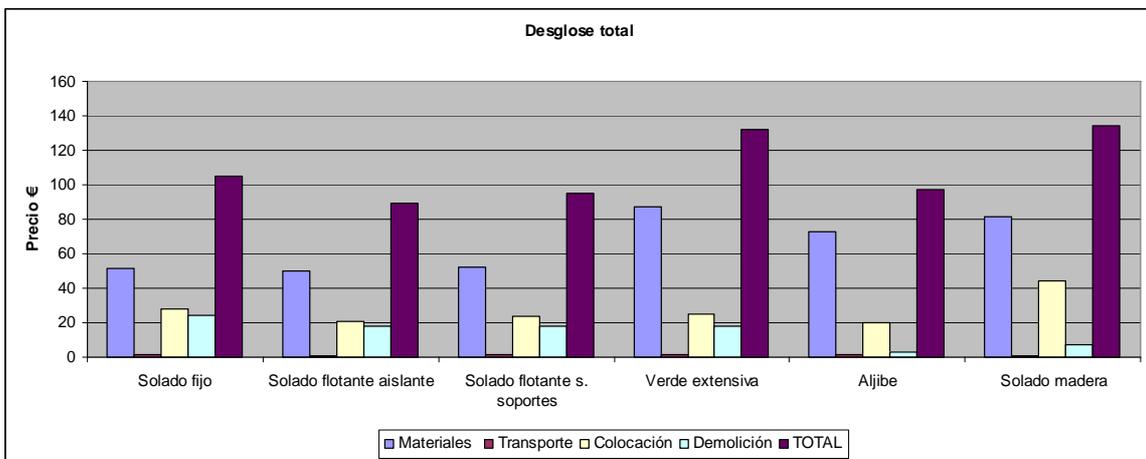


Figura 6.1. Desglose total de precios según etapa de ciclo de vida

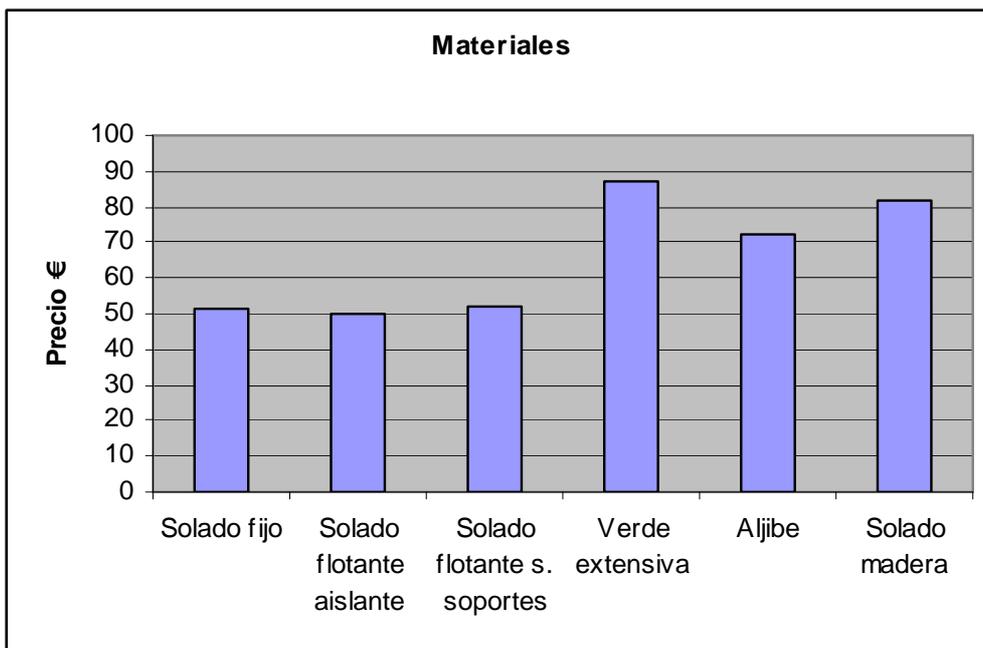


Figura 6.2. Comparativa de precios. Etapa de fabricación

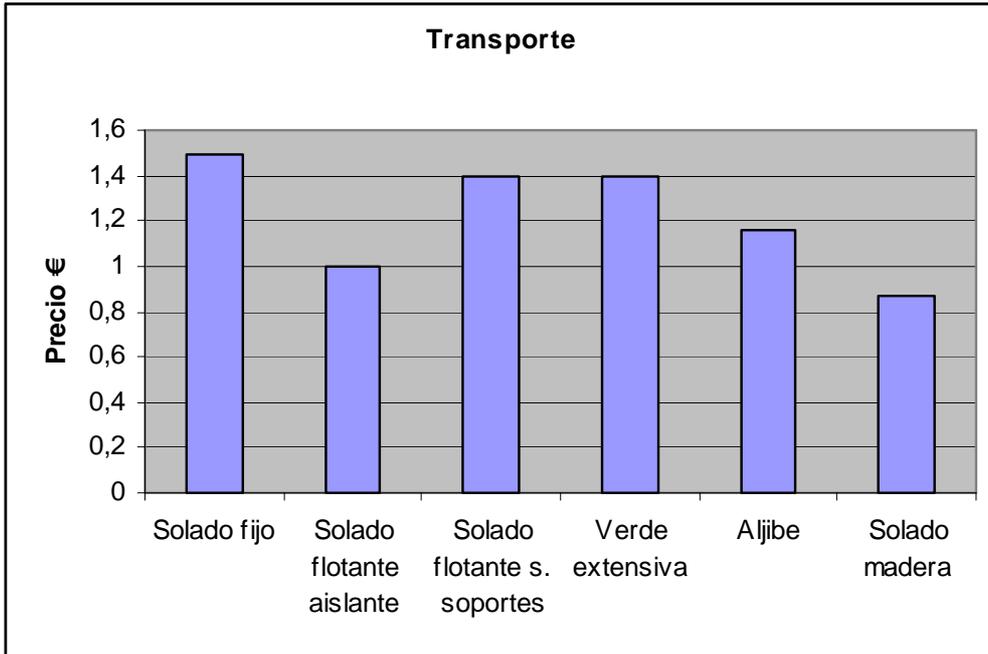


Figura 6.3. Comparativa de precios. Etapa de transporte

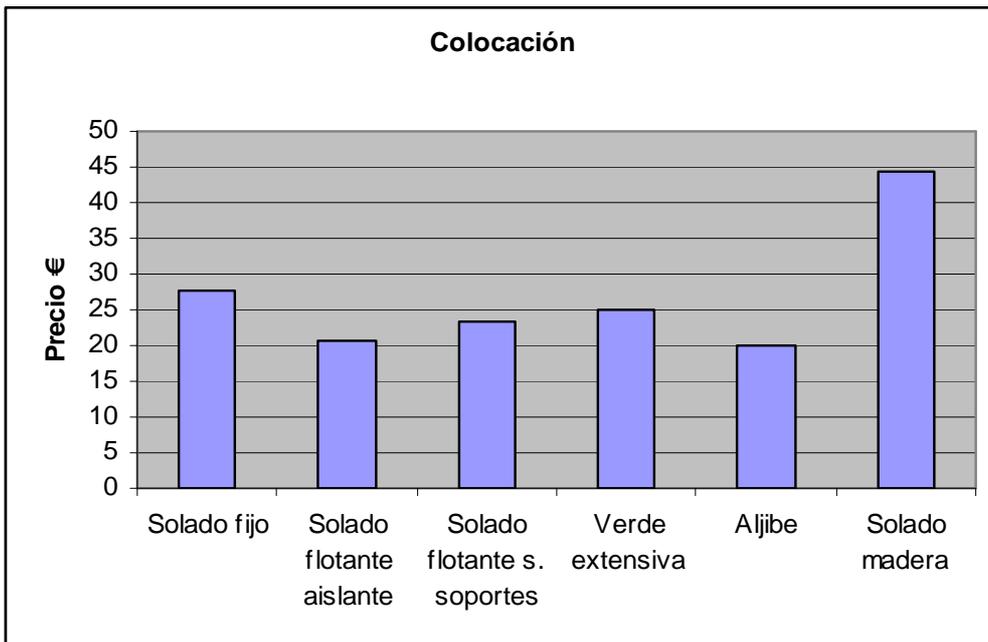


Figura 6.4. Comparativa de precios. Etapa de colocación

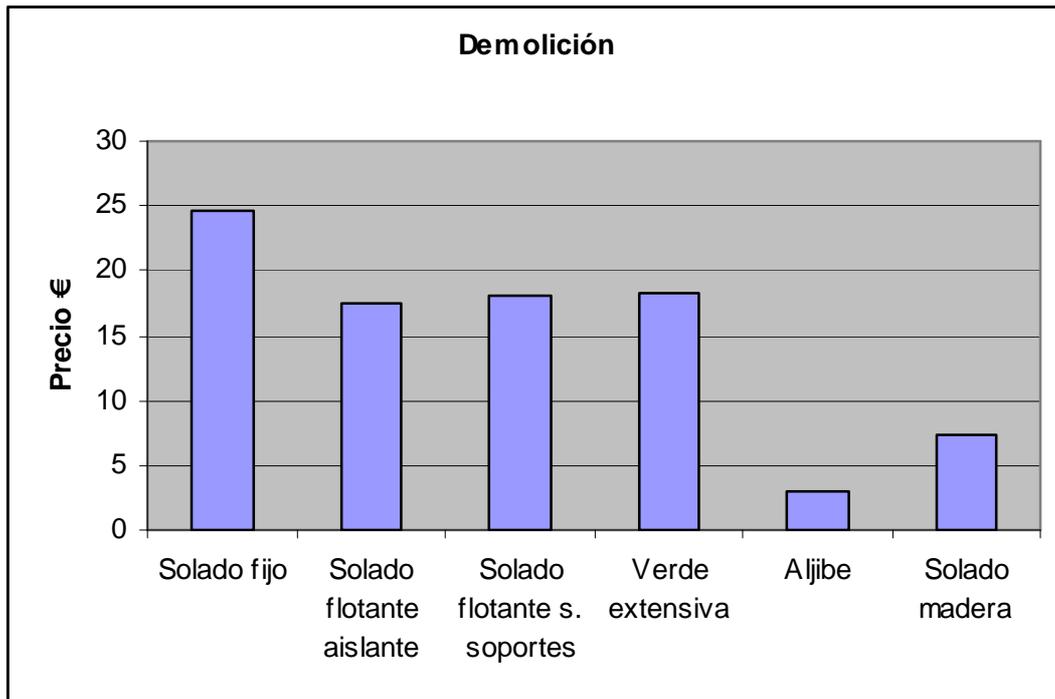


Figura 6.5. Comparativa de precios. Etapa de fabricación

Interpretación de resultados

La primera gráfica nos muestra que la colocación y los precios de los materiales representan los dos indicadores más decisivos sobre el precio final de la solución constructiva, siendo la demolición y el transporte los menos importantes.

Los resultados de la segunda gráfica, referente al precio de los materiales de fabricación, nos indican que la cubierta verde extensiva es la solución constructiva que presenta mayor coste en este ámbito. Este encarecimiento se debe fundamentalmente a los materiales de cobertura: el sustrato orgánico y la roca volcánica. La cubierta aljibe, que también cuenta con sustrato orgánico, muestra un precio menor debido a la ausencia de esta roca volcánica en su capa superior. El material de cobertura de la cubierta plana de madera (Tablas machihembradas en madera maciza) también resulta un elemento de precio elevado sobre el resto de los materiales. El resto de soluciones constructivas con baldosas presentan un precio de materiales muy parecido.

La tercera gráfica, nos muestra el precio del transporte. Este precio va proporcionado al peso de cada solución constructiva. La cubierta con solado fijo, debido a los materiales que presenta con alta densidad (mayor cantidad de mortero y materiales cerámicos), es la más cara de transportar. La cubierta verde extensiva y la cubierta con solado flotante sobre soportes tienen un peso idéntico, por lo tanto su precio de transporte es también el mismo. La cubierta con

solado de madera es la más económica de transportar, puesto que es la más ligera. El precio tiene muy poco peso sobre el precio total de la cubierta.

Los resultados de la cuarta gráfica nos revelan que la cubierta con solado de madera es la que presenta un mayor precio de colocación. Esto es debido a la necesidad de una mano de obra especializada para colocar el pavimento de madera, que presenta un precio elevado. Las cubiertas que presentan piezas colocadas en seco (sobre plots) como es el caso de la cubierta con solado flotante sobre soportes y la cubierta aljibe, son las que presentan precios más reducidos, debido a la menor mano de obra requerida.

El precio de la demolición, representado en la última gráfica, nos indica que la cubierta con solado fijo es la que presenta un mayor precio debido a la cantidad de residuos y la necesidad de maquinaria pesada para su demolición. El elevado peso de dicha cubierta, fundamentalmente de conglomerados y piezas cerámicas, la convierten en una solución compleja para demoler que requiere maquinaria pesada . La cubierta aljibe, puesto que carece de formación de pendientes es mucho más sencilla de demoler, ya que carece de arcilla expandida que presenta un coste relevante en su demolición.

La solución constructiva que presenta un coste mayor a lo largo de su ciclo de vida es la cubierta con solado de madera, seguida muy de cerca por la cubierta verde extensiva. Mientras la cubierta con solado de madera muestra un precio de materiales contenido y un coste de elevación que requiere una mano de obra con coste elevado, la cubierta verde extensiva muestra un precio de colocación más sostenible, presentando como contrapartida unos precios de materiales más elevados. La cubierta con solado flotante aislante, pese a tener un coste de fabricación muy similar a la de las alternativas con baldosa cerámica y de hormigón, se convierte en la solución más económica, puesto que su sencilla colocación conlleva un abaratamiento de precio.

7.- CONCLUSIONES

En este trabajo se han alcanzado satisfactoriamente los objetivos propuestos. Una vez realizada la comparativa ambiental y la económica individualmente, y obtenidos los resultados de sus respectivos análisis, se procede a la comparación de ambos resultados. Los datos de la comparativa ambiental son los obtenidos con el Ecoindicador 99.

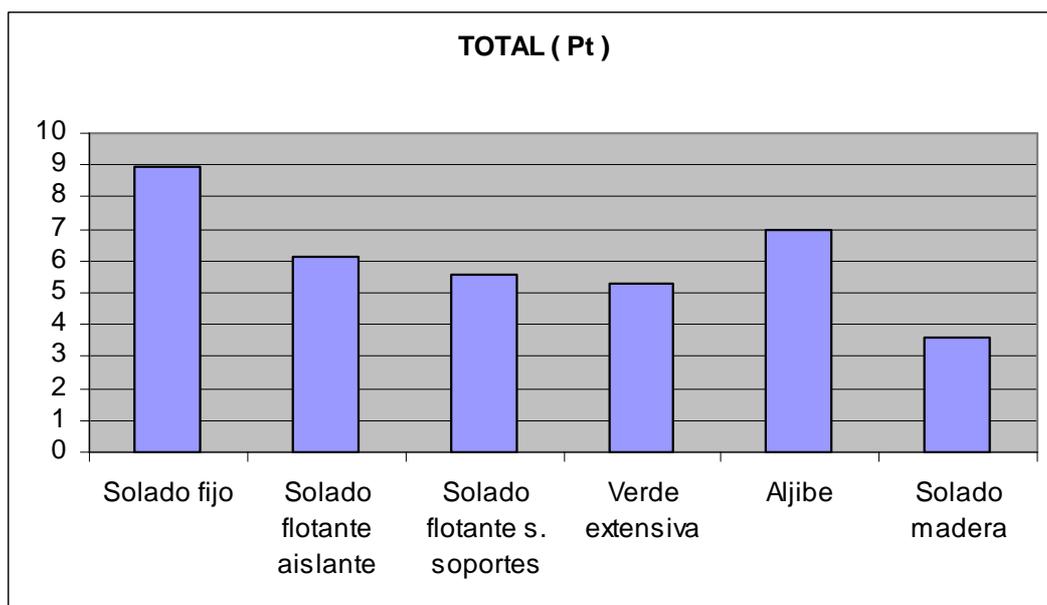


Figura 7.1 Comparativa de puntuación de cubiertas. El 99.

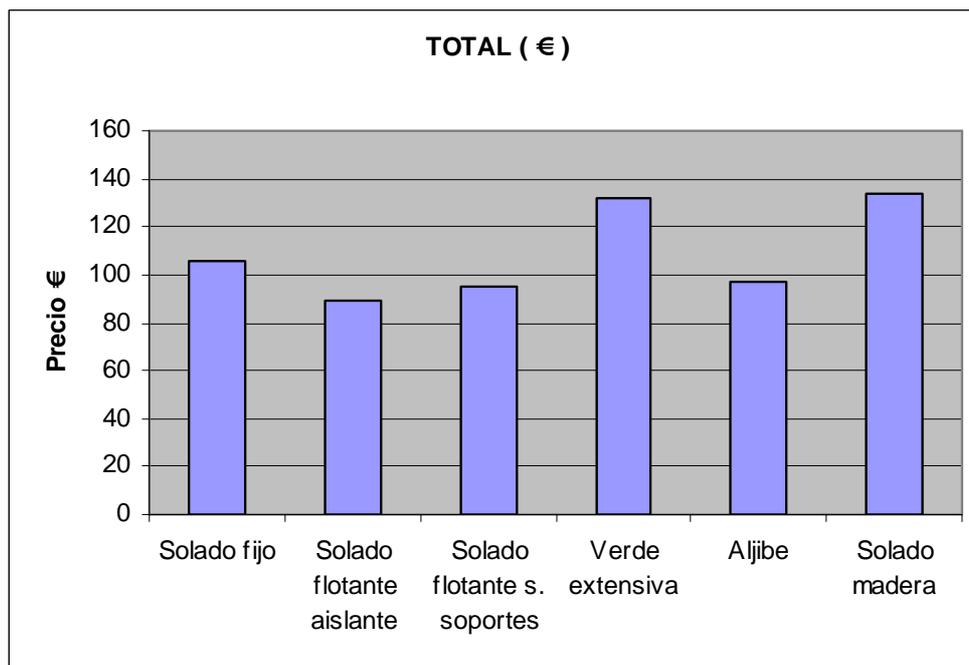


Figura 7.2 Comparativa de precios de cubiertas

El cálculo de la puntuación se ha escalado tomando como máximo la solución constructiva con más Ecopuntos (Cubierta con solado fijo). Por otra parte, los datos de la comparativa económica se han escalado tomando como máximo la solución constructiva que presenta un coste más elevado en su cómputo total (Cubierta con solado de madera). En la Figura 7.3 se refleja la puntuación obtenida en cada apartado y la puntuación final. La puntuación final se ha obtenido ponderando la puntuación del análisis ambiental y el económico al 50 %, proporcionando por lo tanto el mismo peso a cada uno de los análisis.

	Análisis económico		Análisis ambiental		Puntuación final (%)
	Precio €	%	Ecopuntos EI 99	%	
Solado fijo	105,28	78,58	8,93	100,00	89,29
Solado flotante aislante	89,05	66,47	6,10	68,35	67,41
Solado flotante s. soportes	95,10	70,98	5,57	62,35	66,67
Verde extensiva	131,94	98,48	5,27	58,99	78,73
Aljibe	96,79	72,24	6,98	78,16	75,20
Solado madera	133,98	100,00	3,62	40,52	70,26

Figura 7.3 Obtención de la puntuación de los análisis

La puntuación obtenida indica la penalización de la cubierta. A mayor puntuación del análisis económico, la cubierta muestra un precio mayor; y a mayor puntuación ambiental (EI 99), la cubierta presenta mayor carga ambiental, presentando por lo tanto menor calidad

medioambiental. Así pues, la cubierta con menor puntuación será la considerada como la solución constructiva que se adapte mejor a la sostenibilidad y a la viabilidad económica. La Figura 7.4 muestra la puntuación desglosada en los dos tipos de análisis para las seis soluciones constructivas estudiadas.

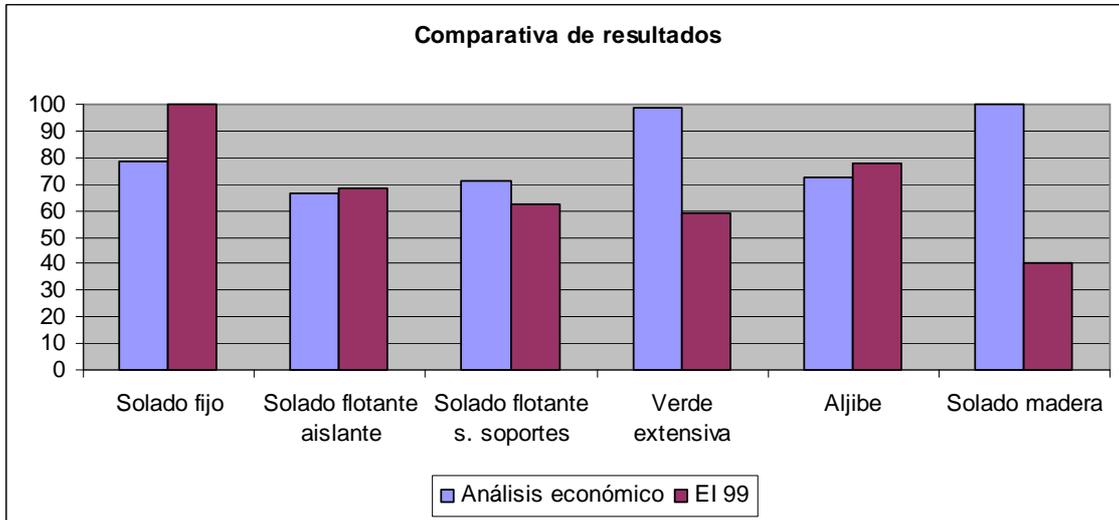


Figura 7.4 Comparativa de resultados ambientales y económicos

La figura 7.5 refleja la puntuación final obtenida en cada solución constructiva de manera descendente. La solución con menos puntuación es la que queda en primer lugar, y la que obtiene mayor puntuación es la cubierta en última posición.

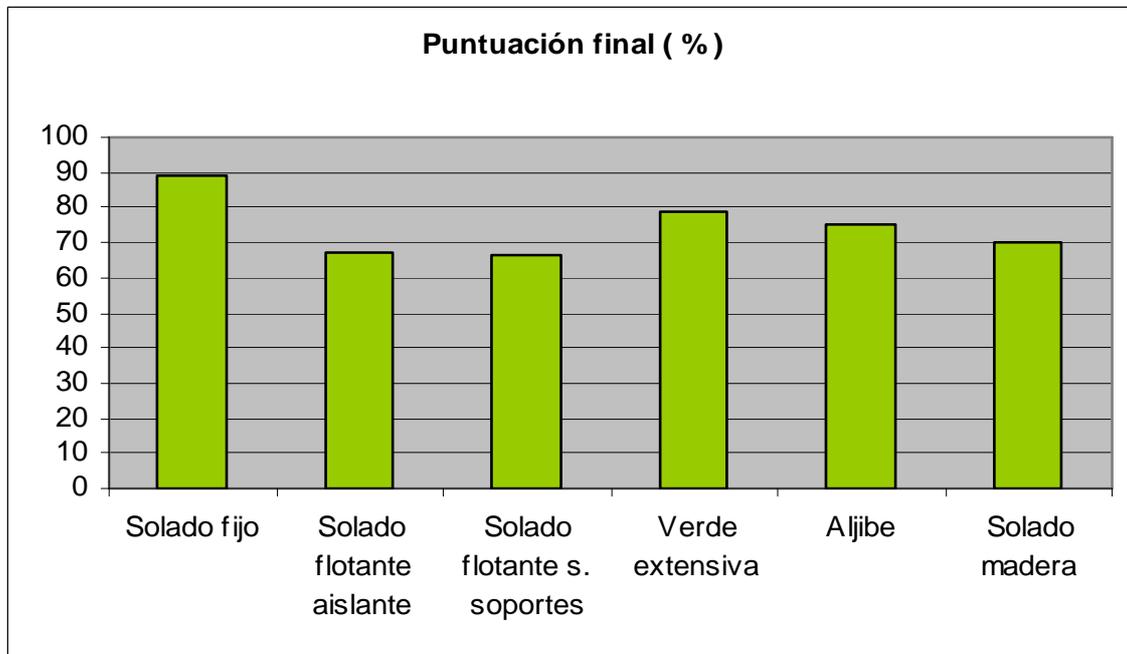


Figura 7.5. Puntuación final obtenida

La cubierta con solado flotante sobre soportes es la solución constructiva que en su conjunto resulta la más adecuada. La puntuación es muy cercana a la cubierta con solado flotante aislante, si bien esta última presenta un peor resultado en el análisis ambiental, que la coloca en segunda posición.

En tercera posición figura la cubierta con solado de madera. El precio tan elevado de esta solución constructiva, debido a la mano de obra especializada en colocación de pavimento de madera, la coloca en tercera posición, a pesar de su buen resultado en el análisis ambiental. Esta solución es la que presenta un precio más elevado de todas las soluciones que se presentan.

La cubierta aljibe se encuentra en cuarta posición. Los resultados económicos y ambientales de esta solución constructiva son semejantes, mostrando valores relativamente equitativos.

La cubierta verde extensiva presenta una disparidad de resultados entre ambos análisis al igual que ocurre con la cubierta con solado de madera. Presenta un precio también elevado, quedando en el quinto puesto.

En última posición, se encuentra la cubierta con solado fijo. Presenta el peor resultado del análisis ambiental debido a los elevados niveles de "combustibles fósiles " y de " respiramiento de inorgánicos ". Esta última categoría se debe a las emisiones de gas natural a la atmósfera en el proceso de fabricación de dichas baldosas. Su precio no resulta económico, concluyendo de esta manera que es la solución constructiva en su conjunto más inadecuada.

En la tabla 7.1 se refleja el orden de las soluciones constructivas, dispuestos según la puntuación obtenida.

Tabla 7.1. Posición y puntuación final

Solución constructiva	Posición	Puntuación final (%)
Solado flotante s. soportes	1	66,71
Solado flotante aislante	2	67,41
Solado de madera	3	70,26
Aljibe	4	75,20
Verde extensiva	5	78,73
Solado fijo	6	89,29

8.- LÍNEAS FUTURAS

Una vez realizado el TFM, se han obtenido resultados en los que es posible profundizar más, incluso servir de base para el desarrollo de futuras investigaciones.

A continuación se detallan posibles trabajos futuros que permitirían continuar en la línea de este estudio:

- Ampliar la definición del inventario utilizado para materiales de cada una de las soluciones constructivas analizadas.

En el TFM se ha tomado como referencia para conformar los inventarios del ciclo de vida de los materiales y procesos, la base de datos Ecoinvent v2, adaptándola, siempre que ha sido posible, al caso de España mediante la modificación de distancias, medios de transporte y mix eléctrico. Sin embargo, existen otras bases de datos comerciales, cuyos resultados podrían compararse. Incluso, obtener datos de inventario a partir de datos primarios (empresas).

- Ampliar el estudio de decisión multicriterio, tanto haciendo un análisis de sensibilidad en los pesos otorgados a cada criterio (ambiental/económico), como ampliando el número de criterios a considerar (técnico, social, etc.).
- Ampliar el número de cubiertas analizadas.

En el TFM se han comparado seis tipologías de cubiertas planas. Podría ampliarse el número de cubiertas a comprar, como cubierta verde intensiva, cubierta tipo Deck y

cubierta a la catalana e incluso plantear cubiertas con diferentes tipos de materiales en la formación de pendientes, que requieren un mayor peso en materiales para la formación de la pendiente.

9.- ANEXOS

9.1.- Materiales

Adhesivo cementoso



MorplaTM
series
ENSACADO

LAFARGE



TECTOR COLA PLUS
adhesivo cementoso
(CIT Según UNE-EN-12.004)

Descripción:

- Adhesivo cementoso a base de cemento blanco/gris, áridos calcáreos/silíceos, aditivos orgánicos e inorgánicos.

Aplicaciones:

- Indicado para colocación de baldosas cerámicas en pavimentos o revestimientos interiores y pavimentos exteriores, formatos pequeños y medianos con porosidades medias y altas.
- Apto para el alcatado de piscinas.

Soportes:

- Revoques de cemento o mortero.
- Fabrica de ladrillos o bloques cerámicos.
- Piedra natural dura.
- Ladrillos sílico - calcáreos.
- Cartón - yeso.

Arcilla expandida

Laterlite Più

ARCILLA EXPANDIDA REPELENTE AL AGUA

VENTAJAS

SECO

Laterlite Più no deja pasar la humedad. El coeficiente de absorción después de 30 minutos de absorción en agua el menor a 1%.

LIGERO

La densidad para el Laterlite 0/4 es de 570 kg/m³, para el 3/8 es de 350 kg/m³ y para el 3/20 es de 320 kg/m³.

ENSACADO

Laterlite Più viene en sacos de 50 litros. Si se añade el cemento adecuado se amasa con las hormigoneras convencionales. Laterlite Più sólo necesita el agua adecuada para la hidratación del ligante.



UNIDAD DE OBRA

ÁREAS DE USO

es útil para techos aislantes y ligeros, especialmente para superficies rientes donde aprovechamos al máximo las características de aislamiento de Lecapú, pudiéndose bombear a gran altura con nuestros anteriores sistemas. Si colocamos LaterlitePiù a granel con el espesor deseado, después de nivelar, se moja con lechada de cemento, compactando los granulos de la capa superior. Debemos proteger las instalaciones eléctricas y fontanería para evitar posibles daños durante el trabajo.

MASADO

Poner LaterlitePiù en la hormigonera, junto con el cemento y agua reducidos.

Remueve hasta que los granos individuales estén recubiertos por una película lechada de cemento brillante. Añadir más agua si vemos olivo de cemento y añadir más Lecapú si hemos colocado demasiada agua y vemos las bolas de color marrón. Coloque la masa en el espesor deseado y nivélela.

Si vemos, para evitar que se seque demasiado rápido, cubrala con una capa de separación los primeros 2-3 días. Para un mejor secado esperar o lo menos una semana antes de la colocación de las siguientes capas.

ACABADO

Realizamos una capa de acabado por el Lecapú; o bien un mortizo de arena y cemento nivelado, o bien una capa de LaterliteFast o otro, con el fin de obtener menores tiempos de secado, reducir el peso del sustrato y reducir los problemas retracción y aristas.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tipo	0/4	3/8	3/20
Densidad Kg/m ³	570	350	320
Resistencia a compresión de los granos MPa	3,5	1,5	1,2
Coefficiente de conductividad térmica (λ) W/mK	0,12	0,09	0,09
Relación al fuego	Euroclase A1 (incombustible)		
Sacos por pallet	50	75	75
Bajo pedido sacos por pallet	30	35	35



Baldosa de cemento



pavimento Garbancillo

Es un terrazo microvibrado y prensado, compuesto en su cara exterior de granulado de ártico de gran dureza, que mediante un procedimiento especial de lavado queda a la vista al andar, ofreciendo una hermosa textura rústica natural.

PAVIMENTO GARBANCILLO

PIEDRA DE RIO 40x40x4
REF: 660, Mirinda blanco fino.
REF: 662, Mirinda blanco.
REF: 665, Crema fino.
REF: 666, Mirinda grs.

ÁRIDO DE MACHAQUEO 40x40x4
REF: 670, Blanco y beige.
REF: 672, Blanco y Marfil medio.
REF: 674, Blanco fino.
REF: 680, Blanco y Negro.
REF: 684, Negro A la carta.
REF: 686, Negro.
REF: 688, Blanco medio.
REF: 690, Crema medio.
REF: 694, Crema fino.

TIPO
Baldosa de garbancillo.
USO PREVISTO
Uso pedaleo.



TERRAZOS RUIZ, S.A.
GRUPO RUIZ

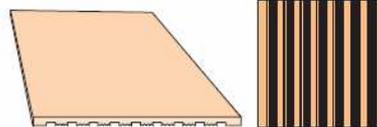
TERRAZOS RUIZ. Carretera Zaragoza, km. 73. 26540 ALFARO. La Rioja. España

Baldosa cerámica

GRES RÚSTICO

Este gres no debe confundirse con Gres esmaltado de acabado intencionadamente rústico.

GRES RÚSTICO



Medidas usuales	Grosor usual	Absorción de agua	Carga de rotura	Abrasión GL	Abrasión UGL	Resistencia a la helada	Resistencia química
11,5x11,5 a 45x45 cm.	>10 mm.	1,5-6%	2200-4500 N	—	240-400 mm ³	SI-No	SI

Definición

Es el nombre dado a las baldosas cerámicas de con Absorción de agua Baja o Media Baja y Extruidas, generalmente no esmaltadas. Están incluidas en los grupos AI, UGL (cerámicas con Absorción de agua E < 3% en las no esmaltadas, o AIIa (baldosas cerámicas extruidas con absorción 3% E < 6%, no esmaltadas). Esta denominación se aplica menos frecuentemente a baldosas moldeadas por prensado en seco con absorción de agua baja o media-baja, por lo que conviene cerciorarse de cual es el material del que se trata.

Normativa

ISO 13006 y la UNE-EN 14411.

Aplicaciones

Sus características particulares hacen estas baldosas especialmente adecuadas para el revestimiento de fachadas, solados exteriores incluso de espacios públicos, suelos de locales públicos, suelos industriales, etc. Las irregularidades de color, superficie y aristas le dan posibilidades decorativas particulares.

Cemento

CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO CEM II/B-P 32,5 N

ESPECIFICACIONES UNE EN 197-1:2000



COMPONENTES	
Clinker	65 a 79 %
Puzolanas naturales	21 a 35 %
Componentes adicionales	0 a 5 %
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	
Anhídrido Sulfúrico (SO ₃)	≤3,5 %
Cloruros (Cl)	≤0,1 %
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
Principio de fraguado	≥75 minutos
Expansión Le Chatelier	≤10 mm
RESISTENCIAS A COMPRESIÓN	
7 días	≥16,0 N/mm ²
28 días	≥32,5 N/mm ² ≤52,5 N/mm ²

Entarimado de madera (Rastrel + tabla de madera)

Ficha técnica de Suelos entarimados de madera de castaño (*Castanea sativa Mill.*) al exterior (decking)

DESCRIPCIÓN

Composición
Tablas de madera maciza que se fijan mediante diferentes sistemas (tirafondos, grapas o pletinas metálicas o de plástico) sobre un soporte de rastreles (en contacto directo con el soporte, elevados sobre pedestales, flotantes, etc.) para el revestimiento de suelos al exterior. Cada pieza está compuesta por varias tablas con unión finger en testa hasta conseguir la longitud requerida.

Los requisitos para este producto se encuentran definidos en la normas

- UNE 56823: Suelos entarimados de madera al exterior; Colocación; Especificaciones

Contenido en humedad: 12 ± 2%

CALIDAD (clase libre)

Cara

Nudos sanos (adherentes):

- Diámetro máximo individual: 20mm
- Suma total de los diámetros: máximo de 30mm por metro lineal. Las fendas de secado o ligeras grietas pueden admitirse sobre estos nudos si el ancho de la abertura no sobrepasa 1mm.

Nudos defectuosos (negros pero no pesantes):

- Diámetro máximo individual: 8mm;
- Suma total de los diámetros: máximo de 10mm por metro lineal

Otras características

- Corazón sano sin limitación
- Coloraciones amarillo claro que no excedan 5cm de largo ni un 5% de máximo de la superficie del conjunto de las láminas

Contracara

- Se aceptan anomalías que no afecten a la solidez de la tarima
- Albuza que no supere en total el 10% del ancho de la lámina

DIMENSIONES

Espesor: 20 mm
Anchos: 70 y 90mm
Largos: a medida

Dimensiones y tolerancias

Espesor: ± 0,5mm respecto a la nominal
Anchura: ± 0,1mm respecto a la nominal
Longitud: ± 2mm

Deformaciones

Aberquillado máximo de un 0,4% de la anchura de la pieza
Otras deformaciones se admiten siempre que las tablas se ensamblen correctamente en toda la longitud.

ACABADO: ramurado opcional

COLOCACIÓN: La distancia entre los rastreles debe ser como máximo 400mm, excepto en los remates de los perímetros donde la distancia entre el rastrel y el extremos no debe superar los 100mm

PROPIEDADES

Reacción al fuego: D-s2, d0
Densidad mínima media: 600 kg/m³
Emisión de formaldehído (UNE EN 13986): E1
Emisión de pentaclorofenol: -
Conductividad térmica: 0,15 W/mk
Durabilidad biológica: Clase 2 (norma UNE EN 350-2)
Clase de riesgo: 3-4 (EN 450)

Geotextil de fibra de poliéster (150 g / m2)



DANOFELT PY 150

Geotextil no tejido, fabricado a base de fibra corta de poliéster de 150 (+10%;-15%) g/m², ligado mecánicamente mediante agujeteado sin aplicación de ligantes químicos, presiones o calor.



DATOS TÉCNICOS

PROPIEDADES FÍSICAS	VALOR	UNIDAD	NORMA
Masa media	150 (+10%;-15%)	g/m ²	UNE EN ISO 9864
Espesor a 2kPa	1,90, ±0,20	mm	UNE EN 964
Resistencia a la tracción longitudinal	1,2, -0,3	KN/m	UNE EN ISO 10319
Resistencia a la tracción transversal	1,2, -0,3	KN/m	UNE EN ISO 10319
Elongación longitudinal a la rotura	90, ±30	%	UNE EN ISO 10319
Elongación transversal a la rotura	80, ±30	%	UNE EN ISO 10319
Punzonamiento estático (CBR)	0,3, -0,1	KN	UNE EN ISO 12236
Perforación dinámica (caída cono)	40, +5	mm	UNE EN 918
Permeabilidad al agua	0,04468, -0,005	m/s	UNE EN ISO 11058
Capacidad del flujo de agua en el plano	2,7 Exp-7, -0,2 Exp-7	m ² /s	UNE EN ISO 12958
Medida de abertura	100, ±20	µm	UNE EN ISO 12956
Eficacia de la protección	9,0 Exp3, -0,3 Exp3	KN/m ²	UNE-EN 13719

DATOS TÉCNICOS ADICIONALES

DATOS TÉCNICOS ADICIONALES	VALOR	UNIDAD	NORMA
Espesor a 20 kPa	1,0, ±0,20	mm	UNE EN 964
Espesor a 200 kPa	0,5, ±0,20	mm	UNE EN 964

Geotextil de fibra de poliéster (200 g / m2)



DANOFELT PY 200

Geotextil no tejido, fabricado a base de fibra corta de poliéster de 200 (+10%;-15%) g/m², ligado mecánicamente mediante agujeteado sin aplicación de ligantes químicos, presiones o calor.



DATOS TÉCNICOS

PROPIEDADES FÍSICAS	VALOR	UNIDAD	NORMA
Masa media	200 (+10%;-15%)	g/m ²	UNE EN ISO 9864
Espesor a 2kPa	2,10, ±0,20	mm	UNE EN 964
Resistencia a la tracción longitudinal	2,0, -0,3	KN/m	UNE EN ISO 10319
Resistencia a la tracción transversal	2,0, -0,3	KN/m	UNE EN ISO 10319
Elongación longitudinal a la rotura	90, ±30	%	UNE EN ISO 10319
Elongación transversal a la rotura	80, ±30	%	UNE EN ISO 10319
Punzonamiento estático (CBR)	0,4, -0,2	KN	UNE EN ISO 12236
Perforación dinámica (caída cono)	27, +3	mm	UNE EN 918
Permeabilidad al agua	0,03731, -0,005	m/s	UNE EN ISO 11058
Capacidad del flujo de agua en el plano	1,57 Exp-6, -0,1 Exp-7	m ² /s	UNE EN ISO 12958
Medida de abertura	90, ±20	µm	UNE EN ISO 12956
Eficacia de la protección	12,0 Exp3, -0,3 Exp3	KN/m ²	UNE-EN 13719

DATOS TÉCNICOS ADICIONALES

DATOS TÉCNICOS ADICIONALES	VALOR	UNIDAD	NORMA
Espesor a 20 kPa	1,3, ±0,20	mm	UNE EN 964
Espesor a 200 kPa	0,8, ±0,20	mm	UNE EN 964

Geotextil de polipropileno-polietileno (160 g / m2)



DANOFELT PP 160

Geotextil no tejido de filamentos continuos, 70% polipropileno y 30% polietileno, unidos térmicamente y estables a los rayos ultravioletas.



DATOS TÉCNICOS

PROPIEDADES FÍSICAS	VALOR	UNIDAD	NORMA
Masa media	160, ±5%	g/m ²	UNE EN 965
Resistencia a la tracción longitudinal	10,5, -0,75	KN/m	UNE EN ISO 10319
Elongación longitudinal a la rotura	28, ±5,6	%	UNE EN ISO 10319
Punzonamiento estático (CBR)	2,0, -0,15	KN	UNE EN ISO 12236
Perforación dinámica (caída cono)	34, +7	mm	UNE EN 918
Permeabilidad al agua	0,080, -0,024	m/s	UNE EN ISO 11058
Medida de abertura	130, ±39	µm	UNE EN ISO 12956

NORMATIVA Y CERTIFICACIÓN

Cumple con las exigencias del Código Técnico de la Edificación.
Cumple con los requisitos del Marcado CE.

Imprimación asfáltica



Descripción

Preparación de seuperficie de mortero, hormigón, piedra, ladrillo, etc. antes de aplicar materiales como láminas, masillas y otros.

Ladrillo cerámico

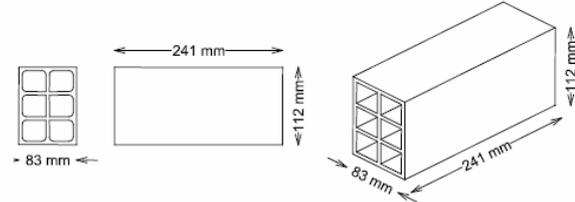
MARCA AENOR PARA PIEZAS DE ARCILLA COCIDA PARA FÁBRICAS A REVESTIR	
Nº DE FICHA TÉCNICA: 1871402	
FABRICANTE:	CERAMICA DE LA ESTANCA S.A.
LOCALIDAD:	CALAHORRA-LA RIOJA
MODELO:	PIEZA DE ARCILLA COCIDA HUECA LD CAT II R-5,0 de 241 x 112 x 83
NOMBRE COMERCIAL:	HUECO DOBLE
USO PREVISTO:	ELEMENTOS INTERIORES CON EXIGENCIAS ACÚSTICAS, TÉRMICAS Y FRENTE AL FUEGO; FÁBRICAS NO ESTRUCTURALES SUSTENTADAS; JUNTA CORRIENTE DE MORTERO
 Producto Certificado	
ESQUEMA DEL MODELO	
	

Lámina de PVC



MEMBRANA H 0.8 NEGRA

MEMBRANA H 0.8 NEGRA es una lámina sintética a base de PVC plastificado, sin armadura, de color Negro. Esta lámina NO es resistente a la intemperie, ni a los rayos U.V.



DATOS TÉCNICOS

Características	Valor Declarado	Unidad	Norma
Alargamiento a la rotura longitudinal	> 200	%	EN 12311-2 Método A
Alargamiento a la rotura transversal	> 200	%	EN 12311-2 Método A
Resistencia al desgarro longitudinal	> 30	N	EN 12310-2
Resistencia al desgarro transversal	> 30	N	EN 12310-2

DATOS TÉCNICOS ADICIONALES

DATOS TÉCNICOS ADICIONALES	Valor Declarado	Unidad	Norma
Rectitud	< 50	mm	EN 1848-2
Planeidad	< 10	mm	EN 1848-2
Defectos visibles	Pasa	Pasa/No Pasa	EN 1850-2
Longitud	20	m	EN 1848-2
Anchura	150	cm	EN 1848-2
Espesor mínimo nominal	1.5 (-5; +10%)	mm	EN 1849-2
Masa	1.08 (-5%; +10%)	kg/m2	EN 1849-2

Lámina bituminosa oxiasfalto (95 g / m²) LO-30 / PE

LÁMINAS DE OXIASFALTO (LO) NO PROTEGIDAS

Definición: Lámina bituminosa de oxiasfalto constituida por una o varias armaduras, recubrimientos bituminosos y material antiadherente.



TIPO DE ARMADURA	KG/M ²	APLICACIÓN	ESPESOR	DESIGNACIÓN
Fieltro de poliéster FP	3	Cubierta no transitable con proteccion pesada bajo teja.	2.5 mm.	LO-30-FP
Fieltro de poliéster FP	4	Sistema bicapa para cubierta no transitable y transitales para uso peatonal.	3.4 mm.	LO-40-FP
Fieltro de fibra de vidrio FV	3	Cubierta no transitable con proteccion pesada bajo teja.	2.5 mm.	LO-30-FV
Fieltro de fibra de vidrio FV	4	Sistema bicapa para cubierta no transitable y transitales para uso peatonal.	3.4 mm.	LO-40-FV
Film de polietileno PE 65	2.5	Barreras de vapor.	2 mm.	LO-2.5-PE
Film de polietileno PE 95	3	Cubierta no transitable con proteccion pesada bajo teja.	2.5 mm.	LO-30-PE
Film de polietileno PE 95	4	Sistema bicapa para cubierta no transitable y transitales para uso peatonal, con protección pesada	3.4 mm.	LO-40-PE

Lámina bituminosa oxiasfalto (150 g / m²) LBM-40 / FP

LÁMINAS POLIMÉRICAS DE BETÚN MODIFICADO LBM (SBS) NO PROTEGIDAS

Definición: Láminas a base de betún modificado con elastómero tipo caucho (SBS), con armadura y acabado antiadherente.



TIPO DE ARMADURA	Kg/m ²	APLICACIÓN	ESPESOR	DESIGNACIÓN
Fieltro de poliéster FP	4.8	Cubiertas de aparcamientos.	4 mm.	LBM (SBS) 48 -FP
Fieltro de poliéster FP	3	Sistema bicapa en cubiertas especial fijación mecanica.	2.5 mm.	LBM (SBS) 30 -FP
Fieltro de poliéster FP	4	Sistema bicapa para cubierta no transitable y transitables para uso peatonal.	3.4 mm.	LBM (SBS) 40 -FP
Fieltro de fibra de vidrio	3	Sistema bicapa unidas las láminas entre sí.	2.5 mm.	LBM (SBS) 30 -FV
Fieltro de fibra de vidrio	4	Sistema bicapa para cubierta no transitable y transitables para uso peatonal.	3.4 mm.	LBM (SBS) 40 -FV

Lámina drenante de polietileno



DANODREN H25 PLUS

Lamina de nodulos, fabricada a base de polietileno de alta densidad (PEAD) de color marron, unida por termofusion a un geotextil no tejido de polipropileno calandrado de 115 g/m².



DATOS TÉCNICOS

DATOS TÉCNICOS	VALOR	UNIDAD	NORMA
Capacidad del flujo de agua en el plano	0.00203	m ² /s	UNE EN ISO 12958
Nº de nodulos	1907	-	-
Resistencia a la compresion	300 ± 20%	KN/m ²	UNE EN ISO 12311-1
Resistencia a la tracción, aprox.	>700	N/60 mm	UNE EN ISO 12311-1
Alargamiento a la rotura, aprox.	>22	%	UNE EN ISO 12311-1
Modulo de elasticidad	1500	N/mm ²	ISO 178
Absorcion de agua	1	mg/4d	DIN 53495
Capacidad de drenaje, aprox.	4.8	l/s.m	-
Resistencia de temperaturas	-30 a 80	°C	-
Volumen de aire entre nodulos, aprox.	5.9	l/m ²	-

DATOS TÉCNICOS ADICIONALES

DATOS TÉCNICOS ADICIONALES	VALOR	UNIDAD	NORMA
Punzonamiento estático (CBR)	1.36, -0.08	KN	UNE EN ISO 12236
Resistencia a la tracción longitudinal	7.63, -0.32	KN/m	UNE EN ISO 10319
Elongacion longitudinal a la rotura	44.78 ± 2.16	%	UNE EN ISO 10319
Medida de abertura	160 ± 24	µm	UNE EN ISO 12956
Permeabilidad al agua	61.40 Exp-3, -9.21 Exp-3	m/s	UNE EN ISO 11058

CAPACIDAD DE DRENAJE EN EL PLANO DEL GEOCOMPUESTO (UNE EN ISO 12958)

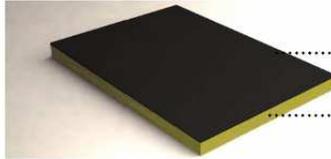
Capacidad de drenaje (i=0,1)	l/m.s	m ² /s
Compresion a 20 Kpa	0.58552	0.00059
Compresion a 100 Kpa	0.55159	0.00055
Compresion a 200 Kpa	0.50627	0.00051
Capacidad de drenaje (i=1)	l/m.s	m ² /s
Compresion a 20 Kpa	2.13417	0.00213
Compresion a 100 Kpa	1.97812	0.00198
Compresion a 200 Kpa	1.82191	0.00182

Lana de roca

 <p>Chova SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN Y AISLAMIENTO</p>	LAROC S 150/
	PANELES AISLANTES DE LANA DE ROCA, SOLDABLES
	FICHA TÉCNICA Nº 81450 - REVISIÓN 11/13 ESTA REVISIÓN ANULA TODA ANTERIOR

DESCRIPCIÓN:

Panel rígido de alta densidad, constituido por lana de roca hidrofugada. De, aproximadamente, 150 kg/m³ de densidad.
En la cara exterior tiene una capa bituminosa de betún asfáltico, protegida por un film termofusible, para permitir la adherencia de las láminas, al soldar la misma sobre el panel.



.....▶ CAPA SOLDABLE.

.....▶ LANA DE ROCA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

PROPIEDAD (TIPO)	Norma UNE EN	Unidad	§ 150/4	§ 150/5	§ 150/8
Conductividad térmica declarada (λ) A 10 °C	UNE-EN 12667/12699	W/m K	1,05	1,30	1,55
Resistencia térmica declarada. A 10 °C	UNE-EN 822/3	m ² KW	40	50	60
Espesor (Tolerancia ± 3 mm)	UNE-EN 822/3	mm		1,200	
Largo (Tolerancia ± 2 %)	UNE-EN 822/3	mm		1,000	
Ancho (Tolerancia ± 1,5 %)	UNE-EN 824	mm		Desvío largo / ancho < 0,1 mm/mm	
Elongación	UNE-EN 825	mm		Flecha ≤ 0,5 mm	
Planimetría	UNE-EN 1604	%		Ancho (Δx) Largo (Δy) ≤ 0,0	
Estabilidad dimensional (23 °C/90 % HR) y (70 °C/50 % HR)	UNE-EN 1608	kPa		180	
Resistencia a la tracción paralela	UNE-EN 1607	kPa		≥ 15	
Resistencia a la tracción perpendicular	UNE-EN 826	kPa		≥ 70	
Tensión de compresión (σ _{ru})	UNE-EN 12430	N		740	
Deformación bajo carga puntual					
Comportamiento frente al agua / humedad: Producto que repele el agua, no higroscópico y con capilaridad nula.					
Absorción de agua. (Por inmersión parcial)	UNE-EN 12087	kg/m ²		≤ 0,25 - Clase W ₀	
Factor de difusión al vapor de agua. (μ)	-	-		1,3	
Reacción al fuego. (Clasificación según "Euroclases")	UNE-EN 13501	-		F (Euroclase) *	

Losa filtrante de hormigón poroso y poliestireno extruido

AISLANTES		ASSALOSA
FTA 05 R0		

ASSALOSA 30x40



Descripción

Baldosa aislante constituida por una plancha de poliestireno extrusionado unida a una capa superior de mortero de cemento a base de agregados minerales seleccionados y aditivos especiales reforzada con fibras de polipropileno, con acabado poroso constituido por inertes seleccionados de 2 a 4 mm que funciona como capa de protección mecánica. Los cuatro laterales de las planchas de poliestireno extrusionado efectúan encaje a medio espesor, con 15mm de superposición. La capa superior de protección mecánica presenta las aristas biseladas.

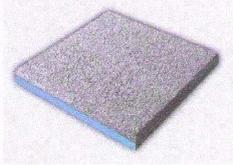
Campos de aplicación

La Assalosa 30x40 es una solución de aislamiento térmico con protección mecánica destinada especialmente para sistemas de cubierta plana invertida, pudiendo ser aplicadas en cubiertas accesibles para la circulación de personas.

Características técnicas

Dados técnicos	Norma de ensayo	Unidad	Valor	Tolerancia
Dimensión	-	mm	300 x 400	± 5 %
Espesor de aislamiento	EN 823	mm	40	± 2 %
Espesor de mortero	-	mm	40	± 3 %
Espesor total	-	mm	80	± 5 %
Peso por losa	-	kg	8,7	± 5 %
Peso m ²	-	kg	72	± 5 %
Acabado	Poroso a base de inertes seleccionados de 2 a 4mm			
Corte perimetral	Medio espesor			
Dados del aislamiento:				
Densidad mínima	EN 1602	Kg/m ³	≥ 35	-
Conductibilidad térmica	EN 12667	W/mK	0,035	≤ 0,035
Resistencia a compresión (mínima) ⁽¹⁾	EN 826	kPa	≥ 300	-
Factor de resistencia a difusión del vapor agua, μ ⁽²⁾	EN 12086	-	100-200	-
Absorción de agua por emersión	EN 12087	% v/v	≤ 0,7	-
Capilaridad	-	-	Nula	-
Reacción al fuego	EN 13501-1	Euroclase	E	-
Resistencia térmica	-	m ² K/mW	1,15	±0.06
Dados de la baldosa:				
Resistencia a compresión	EN 1015-11	Kg/cm ²	≥ 75	-
Resistencia a flexión	EN 1015-11	Kq/cm ²	≥ 20	-

Losa filtrón



LOSA FILTRÓN®

Descripción: Pavimento aislante y drenante compuesto por una base de poliestireno extruido (XPS) y una capa de Hormigón Poroso de Altas Prestaciones (HPAP).
Aplicaciones: Pavimento aislante y drenante para cubiertas transitables, base aislante y drenante para cubiertas ajardinadas, protección de la impermeabilización contra daños mecánicos, protección de la membrana impermeabilizante contra la Intemperie, caminos transitables en cubiertas ajardinadas y de grava o membranas vistas, base de apoyo de e maquinaria pesada, base de apoyo para fábricas de albañilería.

PROPIEDADES	ENSAYO	R7	R8	R9	R10
Dimensiones poliestireno extruido	-	601 x 601 mm (± 1)			
Espesor de poliestireno extruido	-	30 mm (± 2)	40 mm (± 2)	50 mm (± 2)	60 mm (± 2)
Dimensiones HPAP	-	594 x 594 mm (± 1)			
Espesor HPAP	-	35 mm	35 mm	35 mm	35 mm
Espesor total Losa Filtrón	-	65 mm (±10%)	75 mm (±10%)	85 mm (±10%)	95 mm (±10%)
Peso	-	70 kg/m ² (±10)			
Corte perimetral del XPS	-	Recto	Recto	Recto	Recto
Resistencia térmica (R)	-	0,940 (m ² ·K/W)	1,226 (m ² ·K/W)	1,512 (m ² ·K/W)	1,798 (m ² ·K/W)
Porosidad huecos comunicados del HPAP	-	>20%	>20%	>20%	>20%
Absorción de agua por inmersión de XPS	UNE EN 12087	< 0,7 %	< 0,7 %	< 0,7 %	< 0,7 %
Absorción de agua por difusión de XPS	UNE EN 12088	< 3 %	< 3 %	< 3 %	< 3 %
Resistencia difusión del vapor de agua (m)	UNE EN 12086	100 - 200	100 - 200	100 - 200	100 - 200
Resistencia a compresión del XPS	-	300 kPa	400 kPa	400 kPa	400 kPa
Resistencia a flexotracción	-	2,3 MPa	2,3 MPa	2,3 MPa	2,3 MPa
Capilaridad del XPS	-	Nula	Nula	Nula	Nula
Adherencia entre capas de HPAP y XPS	-	≥ 0,08 MPa	≥ 0,08 MPa	≥ 0,08 MPa	≥ 0,08 MPa
Resistencia al impacto	-	Sin fisuras	Sin fisuras	Sin fisuras	Sin fisuras
Reacción al fuego poliestireno extruido	UNE EN 13501-1	Euroclase E	Euroclase E	Euroclase E	Euroclase E
Reacción al fuego HPAP	UNE EN 13501-1	Euroclase AO	Euroclase AO	Euroclase AO	Euroclase AO
Comportamiento a fuego externo	UNE EN 1187	B _{roof} (t1)	B _{roof} (t1)	B _{roof} (t1)	B _{roof} (t1)

FORMA DE SUMINISTRO

	R7	R8	R9	R10
Paletas de madera normalizada	12,24 m ²	10,80 m ²	10,08 m ²	8,64 m ²
Paletas de madera normalizada	34 Losas	30 Losas	28 Losas	24 Losas
Camión completo (aproximado)	367,20 m ²	367,20 m ²	362,88 m ²	345,60 m ²
Camión completo (aproximado)	1.020 Losas	1.020 Losas	1.008 Losas	960 Losas
Camión completo (aproximado)	30 Paletas	34 Paletas	36 Paletas	40 Paletas

Colores: Gris.

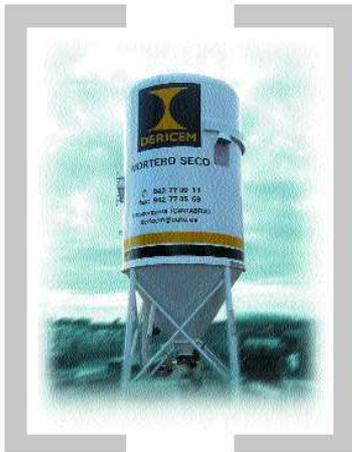
Colores: Blanca, albero y grana (bajo pedido)

La aparición de eflorescencias de origen portlandita en el HPAP, caracterizadas por cambiar el color de la losa, no suponen la disminución de sus prestaciones. Debido a las variaciones de tonalidad en las materias primas de HPAP, pueden variar también las tonalidades entre losas del mismo color.



Producto incluido en el DIT 400/R "Sistemas de impermeabilización INTEMPER TF para cubiertas" en conformidad con el CTE.

Mortero de cemento



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

CARACTERÍSTICAS	NORMA	VALORES
Resistencia a Compresión 28 días	UNE-EN 1015-11	>5 N/mm ²
Densidad Aparente Mortero Seco	UNE-B3.226-86	1,5 ± 0,1 kg/litro
Densidad Aparente Mortero Fresco	UNE-EN 1015-6	1,95 ± 0,1 kg/litro
Consistencia Mesa Sacudidas	UNE-EN 1015-3	175 ± 10 mm
Agua de Amasado	Proced. interno	14%±2%
Resistencia inicial de cizallamiento	UNE-EN 771	0,15 N/mm ²
Contenido en iones cloruros	Proced. interno	< 0,1%
Conductividad térmica	UNE-EN 1745	0,83 W/mK
Reacción frente al fuego	UNE-EN 13501-1	Clase A1

Mortero de juntas cementoso



PRODUCTO
Mortero, aditivado e hidrorrepelente, coloreado de ligantes mixtos dotado de gran finura y plasticidad.
Para el sellado de juntas de 2 a 15 mm en todo tipo de revestimientos cerámicos. Especial para el rejuntado de piezas de baja porosidad (gres porcelánico), piscinas y para la aplicación en zonas donde exista riesgo de proliferación de microorganismos.

COMPOSICIÓN
Producto hidrorrepelente a base de cemento de alta resistencia, áridos de elevada pureza, pigmentos y aditivos especiales que impiden la formación de microorganismos (algas, hongos).

CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES

- Efecto AQUASTOP: repele el agua superficial de la junta provocando un efecto perla.
- Tecnología BIOACTIVA: Impide la proliferación de microorganismos en ambientes húmedos.
- Alta resistencia a la abrasión.
- Elevada dureza.
- Color intenso.
- Fácil limpieza.
- Textura muy fina.
- Baja absorción de agua.
- Resistente al agrietamiento.
- Aplicación en interiores y exteriores.
- Antihongos.
- Antialgas.
- Hidrorrepelente.
- Deformable.
- Apto para calefacción radiante.

SOPORTES

- Las juntas vacías deben estar secas y limpias en toda su longitud y profundidad.
- El rejuntado debe realizarse al menos 24 h después del encolado en paramentos verticales y 48 h después del encolado de pavimentos.
- Antes de comenzar la aplicación, PROTECMOR tapaporos temporal protege a la cerámica porosa y no porosa de posibles manchas de pigmentos.

MODO DE EMPLEO

- Añadir agua y mezclar manual o mecánicamente hasta obtener una pasta consistente (no líquida).
- Dejar reposar la pasta unos 5 minutos y reamasar.

Poliestireno expandido

Panel aislante ALB liso



Panel aislante ALB liso plastificado, en poliestireno expandido, autoextinguible (clase F), de 20 mm de espesor y densidad 30 kg/m³ ó 30 mm de espesor y densidad 25 kg/m³; con lámina de poliestireno resistente, color gris, de 150 µm de espesor; provisto de cuadrícula de guía moldeada y de perfiles perimetrales machihembrados para el montaje.

Código	Densidad	Grosor	m ² /caja
18750	30 kg/m ³	20 mm	18
18740	25 kg/m ³	30 mm	10,8
new 18745	20 kg/m ³	25 mm	14,4

material panel aislante	poliestireno expandido		
	20 mm	30 mm	25 mm
espesor útil de aislamiento	20 mm	30 mm	25 mm
densidad nominal	30 kg/m ³	25 kg/m ³	20 kg/m ³
material de la lámina superficial	poliestireno		
espesor de la lámina plástica	150 µm		
color de la lámina superficial	gris		
largo	1200 + 20 mm		
ancho	750 + 20 mm		
superficie útil	0,9 m ²		
resistencia a la compresión (10% de deformación)	200 kPa	150 kPa	100 kPa
conductividad térmica (Δt 10 K)	0,033 / 0,034 W/m · K		
clase de reacción ante el fuego	F		
peso nominal	0,58 kg	0,85 kg	0,45 kg

Poliestireno extruido



DANOPREN 50

El Danopren 50 es un panel rígido, constituido a base de una espuma de poliestireno extruido, machihembrado a media madera en diferentes espesores.



DATOS TÉCNICOS ADICIONALES

DATOS TÉCNICOS	VALOR	UNIDAD	NORMA
Espesor T1	50	mm	-
Tolerancia de espesor	± 2	%	EN 823
Planimetría	7	mm	EN 825
Rectangularidad	5	mm/m	EN 824
Tolerancia Longitud	1.250 ± 10	mm	EN 822
Tolerancia Anchura	600 ± 8	mm	EN 822
Resistencia térmica	1.50	m ² K/w	EN 12667 EN 12939
Conductividad térmica	0.034	w/mK	EN 12667 EN 12939
Resistencia a la compresión	≥ 300	KPa	EN 826
Tracción perpendicular a las caras	> 100	Kpa	EN 1607
Absorción Agua Inmersión total	≤ 0.7	%	EN 12087
Absorción de Agua por difusión	≤ 3	%	EN 12088
Estabilidad Dimensional	≤ 5	%	EN 1604
Resistencia hielo-dehielo	≤ 1	%	EN 12091
Reacción al fuego	E	Euroclase	EN 13501-01
Código designación CE	XPS-EN 13164-T1-DS(TH)-CS(10/Y) 300	-	-

Rodapié cerámico



Tienda y Almacén:
C/ Solana nº 72 esq. C/ Azufre
28850 - Torrejón de Ardoz (Madrid)
Telf. 91 656 60 07 - Fax: 91 656 21 91

Exposición de baños:
C/ia. Loeches, 75 esq. C/ Silicio
28850 Torrejón de Ardoz (Madrid)
Tfno: 91 678 10 74 Fax: 91 678 11 67

TARIFAS 2011

PZAS. RODAPIÉS GRES PASTA ROJA *				
FABRICANTE	MODELO	MEDIDA	EMBALAJE	PVP
PAMESA	ANTEQUERA BEIGE	7.4X45	Pzas.	1.25€/pza
	ANTEQUERA COBRE			
	MEDICI MARENGO	7.4X31.6		0.87€/pza
	REUS BEIGE			
	REUS GRIS			
	ALCORA ARENA			
	ALCORA RUSTICO			

Roca / Grava

GRAVA 20/40

			Ficha Técnica Número: AF1011 Revision: F Fecha: 21/03/2011
Denominación Comercial			
GRAVA 20/40			
Norma de Referencia			
UNE-EN 12620:2003 +A1 - EHE			
Características Técnicas			
DETERMINACIÓN	VALOR	NORMA (Límite)	
Granulometría	GC 80/20	UNE-EN 933-1:1998	
Contenido Finos	f 1,5	UNE-EN 933-1:1998	
Índice de lajas	FL 20	UNE-EN 933-3:1997	
Resistencia a la fragmentación	LA35	UNE-EN 1097-2:1999	
Densidad Aparente	2,5 Mg/m3	UNE-EN 1097-6:2001	
Absorción de Agua	1,2%	UNE EN 1097-6:2001	
Resistencia al hielo-deshielo (sulfato de magnesio)	SM 18	UNE-EN 1367-2:1999	
Cloruros solubles en agua	= <0,03	UNE EN 1744-1:1999 (Apdo,7)	
Sulfatos solubles totales	As 0,2	UNE EN 1744-1:1999 (Apdo,12)	
Contenido Azufre total	= <0,5	UNE EN 1744-1:1999 (Apdo,11)	
Contaminantes orgánicos ligeros	= <0,1	UNE-EN 1744-1:1999 (Apto,14,2)	
Contaminantes orgánicos Húmicos	No contiene	UNE-EN 1744-1:1999 (Apdo,15,1)	
Partículas blandas	<5%	UNE 7134:58 (5%)	
Partículas de bajo peso Espec.	<1%	UNE 7244:71 (1%)	

Soporte regulable para baldosas

APOYO LIZA 2000 DE ALTURA REGULABLE

NOVEDAD EUROPEA

PATENTADO

4 pestañas para escuadrar las losas y para drenaje

2 contratuercas para bloqueo y fijación del sistema

Girando la columna central se regula la altura deseada

Aleta estriada indica máx desnivel

Se corrigen desniveles del suelo 0 y 1,5%

Distancia regulable desde 130 a ... (altura sin límite)

∅ 140 m/m. (Apoyo de losas)

∅ 160 m/m.

Resistencia a la compresión 2.000 kg.
(para más resistencia consúbenos)

La principal ventaja de este modelo es que sin levantar las losas y sólo accionando la columna central, se logra ajustar la altura de éstas, dejándolas "a ras" entre sí, sin que queden resaltes en la superficie del pavimento flotante.

UTILIZACIÓN: Su uso permite múltiples ventajas:

- Nuestros apoyos han sido concebidos para sostener pavimento flotante con alturas regulables desde 50 mm, compensando las pendientes y desniveles de los desagües. Son montados sobre cualquier superficie; mortero, compuestos asfálticos, capas aislantes de poliestireno expandido, madera, etc., etc.
- Se montan totalmente en seco, lo que permite el uso inmediato del enlosado; también pueden fijarse con cemento o adhesivo.
- El material empleado es poliolefina (omo y copolímero) con una importante adición de carga mineral que los dota de la resistencia mecánica y estabilidad que requiere el producto. Su elaboración se obtiene por el proceso de termo inyección, y para ello contamos con una gama de inyectoras líderes en el mercado (AsburgGermany).
- Obtención de superficies de enlosado plano, sobre suelos de albañilería con pendiente. Corrigen desniveles desde 0 a 3% de inclinación mediante las distintas conicidad incluidas en nuestros apoyos.
- Gran aislamiento por la enorme cámara de aire con ventilación constante.
- Permite albergar en su interior el cableado o tuberías de distintas instalaciones, eléctricas - informáticas - telecomunicaciones - aire acondicionado - sanitarias, etc.
- Gran facilidad en localización de averías y óptimo mantenimiento del posible cableado instalado, ya que con sólo levantar la losa, se accede a la zona deseada.
- No hay que rellenar las juntas del enlosado, ya que éstas hacen de drenaje, permitiendo tener siempre la superficie libre de agua, que se filtra a través de las ranuras de 4mm, que conforman los apoyos.

CONSUMOS: Con losas de 40 x 40 cm. = 6,9 apoyos / metro cuadrado
 Con losas de 50 x 50 cm. = 4,5 apoyos / metro cuadrado
 Con losas de 60 x 40 cm. = 4,3 apoyos / metro cuadrado
 Con losas de 60 x 60 cm. = 3,2 apoyos / metro cuadrado

MONTAJE:

- El montaje es rápido y sencillo ya que se colocan a la vez losas y apoyos de forma continuada. Una vez trazada y montada la primera hilera, la ubicación del resto es puramente mecánica, pues a cada losa le corresponde un apoyo. Es importante trazar con cordales la primera línea pues de esta inicial alineación depende el resto del montaje, que se irá acoplando sucesivamente tipo puzzle.
- Los apoyos vienen marcados con la pendiente que han de compensar (sano - 1% - 2% - 3%) y el montador dirigirá la aleta distintiva (entallada) hacia el sumidero del desagüe; esta aleta entallada indica la pendiente máxima, por eso ha de apuntar al sumidero.
- En las zonas de ángulos o paredes se pueden cortar las pestañas superiores del apoyo para facilitar el ajuste de los acabados.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

- Resistencia a la rotura por compresión: 1.000 a 2.000 kg. / apoyo (según el modelo).
- Estabilidad térmica: -25° a +110° C.
- Es resistente al envejecimiento, a la intemperie e imputrescible.
- Gran estabilidad dimensional por su alto contenido en carga mineral.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

- Resistente a soluciones acuosas de sales inorgánicas, ácidos y álcalis.
- Resistente a la mayoría de disolventes orgánicos como alcoholes, ésteres y cetonas.
- Resistente a soluciones de detergentes comerciales y lejías.
- Resistente a microorganismos por no constituir terreno de cultivo para éstos.
- No resistente a sustancias oxidantes como ácido nítrico o sulfúrico y a disolventes hidrocarburos hlogenados como gasolina.

El hecho de ser los fabricantes, nos permite poder ofrecerles el producto directamente desde nuestras máquinas (eliminando la intermediación de redes distribuidoras-comerciales) siendo esta operativa la explicación a la excelente calidad-precio de nuestros artículos.

DESARROLLOS Y PROYECTOS PLÁSTICOS POR PROCESOS DE TERMO-INYECCIÓN

Binefar, 37, local 26-28 - 08020 Barcelona (España)
 Tel. 93 305 63 61 - Fax 93 305 63 61
 e-mail: lizabar@lizabar.com - web: lizabar.com

Soporte regulable solado de madera

Plot Zoom

Elevador regulable – soporte de baldosa para cubiertas transitables peatonales



Estable incluso con altas alturas	<ul style="list-style-type: none"> Dirigir al albañil del trabajo y a la plataforma de apoyo. 	<p>Descripción</p> <p>Elevador regulable en altura, soporte de baldosa de circulación, trasluzado:</p> <ul style="list-style-type: none"> Un zócalo con diámetro grande (para la rigidez) Una placa de repartición: Una cámara de soporte de baldosa; Una tuerca para el ajuste de la altura; Una o dos arandelas de resaca de 40 mm, si necesario; Una arandela amortiguador (confortabilizada aparte) muy recomendable. <p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> Platina de repartición: superficie de 300 cm² aproximadamente; Resistencia mecánica bajo carga controlada a 20° C: 3000 kg/m², ajustada a su altura máxima: carga = 100 toneladas. (PV del Laboratorio Vialtas Nº GEN1 (101)115W11 del 14 de mayo 2001). 							
Durable	<ul style="list-style-type: none"> Dirigir al sistema que impide absorber la fuerza de maniobra bajo carga. 								
Resistente a los choques y a las cargas habituales	<ul style="list-style-type: none"> Ajuste fácil sin levantar las baldosas; Ajuste fino con la fuerza de maniobra 								
Puesta en obra fácil	<ul style="list-style-type: none"> Ajuste fácil sin levantar las baldosas; Ajuste fino con la fuerza de maniobra 								
Accondicionamiento	<p>Existen 3 modelos de Plot Zoom para cubrir una amplia gama de ajustes desde 40 hasta 225 m.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 2px;">Plot Zoom 40-65</td> <td style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 2px;">Plot Zoom 65-10</td> <td style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 2px;">Plot Zoom 100-145</td> <td style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 2px;">Suplemento altura</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 2px;">Plta de 37 unidades</td> <td style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 2px;">Plta de 18 unidades</td> <td style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 2px;">Plta de 11 unidades</td> <td style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 2px;">Caja de 20 unidades</td> </tr> </table>		Plot Zoom 40-65	Plot Zoom 65-10	Plot Zoom 100-145	Suplemento altura	Plta de 37 unidades	Plta de 18 unidades	Plta de 11 unidades
Plot Zoom 40-65	Plot Zoom 65-10	Plot Zoom 100-145	Suplemento altura						
Plta de 37 unidades	Plta de 18 unidades	Plta de 11 unidades	Caja de 20 unidades						

Sustrato orgánico



SUSTRATO PARA CUBIERTAS E-10

Sustrato de cultivo especial para el ajardinamiento de cubiertas tipo extensivo o ecológicas.

Las cubiertas extensivas son jardines creados en terrazas, azoteas y tejados con un bajo o nulo programa de mantenimiento. La vegetación utilizada en estas cubiertas es también de carácter extensivo: suculentas, herbáceas perennifolias, cespitosas, subarbutivas o vivaces. Suelen cultivarse plantas crasas, sobretudoo *Sedum sp.*, en un capa fina de sustrato especial que oscila entre los 4 a los 15 cm de grosor.

COMPOSICIÓN

Este producto está elaborado a partir de la mezcla de mantillo vegetal, fibra de coco y gravilla procedente de recuperación.

CARACTERÍSTICAS

El **SUSTRATO PARA CUBIERTAS E-10** es un producto homogéneo, equilibrado, con una elevada capacidad de drenaje que favorece el desarrollo de plantas tipo crasas.

Este producto destaca por ser una mezcla procedente en un 99,9% de materiales respetuosos con el medio ambiente. Todos los constituyentes de este sustrato proceden de fuentes renovables y procesos de recuperación.

El origen y contenido en materia orgánica de esta mezcla favorecen el desarrollo de las especies de cultivo en condiciones de clima mediterráneo.

pH	-	7,2 - 8,0
MATERIA ORGÁNICA	% s.m.s.	40%
MATERIA MINERAL	% s.m.s.	60%
DENSIDAD APARENTE HUMEDA (UNE-EN 12580)	Kg/m3	< 800
DENSIDAD APARENTE SECA	g/cm3	0,696
POROSIDAD	% v/v	66
CAPACIDAD DE AIRE	% v/v	15
AGUA A 10 cm c.a.	% v/v	51
PESO A SATURACION DE AGUA	Kg/m3	1358

APLICACIONES

El **SUSTRATO PARA CUBIERTAS E-10** es de aplicación directa y adecuada para los siguientes usos:

- Sustrato para cubiertas ajardinadas tipo extensivo en los siguientes sistemas constructivos:
 - > Sistema monocapa;
 - > Sistema con drenaje mineral;
 - > Sistema con placa drenante
- Especialmente indicada para vegetación de planta crasa, con bajas necesidades hídricas y elevada capacidad de resistencia a la exposición solar.



9.2.- Transporte

Camión de carga 32 toneladas

SU DAF PERFECTO

CF85, 8x2 (FAX), Day Cab, PACCAR MX340 / 462 CV



CF85

Para el modelo CF, hay disponible una amplia gama de motores y chasis rígidos adecuados para el transporte y la distribución regional y nacional de mercancías. Además sirven como plataforma para aquellas aplicaciones que necesitan superestructuras especiales.

Day Cab

Cabina versátil para un amplio espectro de aplicaciones. Máximo confort y un estilo cuidado con materiales que mantienen su buen aspecto tras años de uso. Suelo de cabina bajo para un fácil acceso durante la distribución.

8x2 (FAX)

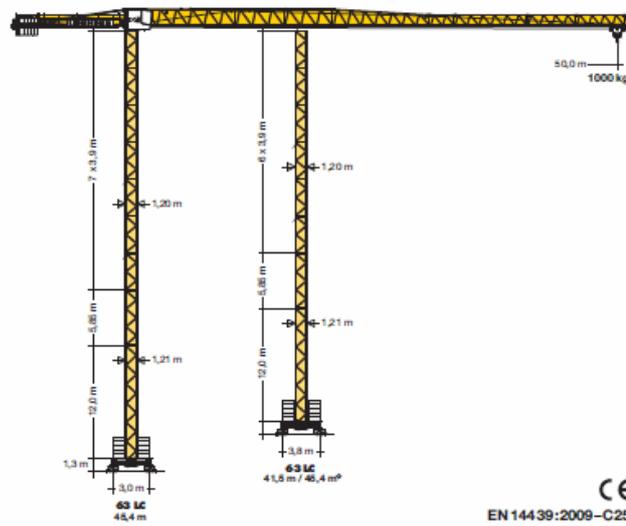
Chasis rígido 8x2 (FAX CF85). Ejes delanteros dobles dirigidos. Eje trasero accionado y eje arrastrado dirigido con suspensión neumática de 6 fuelles con control electrónico. Sist. de frenos electrónico con freno asistido integrado.

PACCAR MX340 / 462 CV

Motor PACCAR MX340. Potencia 340 kW (462 CV) a 1.500 - 1.900 rpm. Par de 2.300 Nm a 1.000 - 1.410 rpm. Seis cilindros en línea - 12,9 litros. Tratamiento de gases de escape con reducción catalítica selectiva para el nivel de emisiones Euro 5 o EEV.

9.3.- Colocación

Grúa Torre 71 EC- B5



LIEBHERR

Antriebe FR.tronic² Driving units / Mécanismes d'entraînement / Meccanismi / Mecanismos / Приводы

	U/min 0 ↔ 0,8 sl/min tr/min	5,0 kW FU
	0 ↔ 63,0 m/min	3,0 kW FU
	25,0 m/min 25,0 m/min	2 x 3,0 kW FU 2 x 4,0 kW
	kVA	24,0 kW FU 32,0

	↔ stufenlos / stepless / régl. continu régl. progressive / sin escalones / sem degraus бесступенчатый kg m/min
24,0 kW FU WIW 230 MZ 408	
	5 Lagen Layers Couches Avvolgimenti Camadas Слоев
132,0 m	1 5000 0 ↔ 25 350 0 ↔ 123
max. 260,0 m**	
	1 Geschwindigkeit / Speed Vitesse / Velocità / Velocidad Velocidade / Скорость

** Weitere Hublastdaten: siehe Betriebsanleitung. / Further hoist load data: see instruction manual. / Autres données de la charge de levage: voir manuel d'instruction. / Altri dati sui carichi sollevati: consultare il manuale d'istruzione. / Alturas bajo granchos superiores según manual. / Outras tabelas de carga: consultar manual de instruções. / Другие данные по весу поднимаемых грузов: см. инструкцию по эксплуатации.

10.- BIBLIOGRAFÍA

Ardente F., Beccali M., Cellura M., Mistretta M. , *Building energy performance: A LCA case study of kenaf-fibres insulation board*, Energy and Buildings, Vol 40, pp 1 - 10 (2008).

Asdrubalia F. , Baldassarria C., Fthenakis V. , *Life cycle analysis in the construction sector: Guiding the optimization of conventional Italian Buildings*, Energy and Buildings, Vol 64, pp 73 - 89 (2013).

ATOFINA *Informe Técnico. Químicos Fluorinados* (2000).

Audenaerta A. , H. De Cleyne S. , Buylea M., *LCA of low-energy flats using the Eco-indicator 99 method: Impact of insulation materials*, Energy and Buildings, Vol 47, pp 68 - 73 (2012).

A. P. Alexandra , do Nascimento Otávio , S. Herman *Caracterización de los copolímeros poli(etileno-co-acetato de vinilo) y evaluación de sus efectos en las propiedades modificadas de los morteros*, Qualicer 08 (2008)

Blengini G.A. *Life cycle of buildings, demolition and recycling potential: A case study in Turin, Italy*, Building and Environment, Vol 44, pp 319 - 330 (2009).

Código Técnico de la Edificación . R.D. 314 / 2006. Ministerio de Fomento (2006)

Consoli, F., et al. *Guidelines for Life Cycle Assessment: A Code of Practice. In: Proceedings Workshop in Sesimbra, Portugal*, SETAC (1993).

Doka G., *Building Material Disposal*, Life Cycle Inventories of Waste Treatment Services.ecoinvent report No. 13, Swiss Centre for Life Cycle Inventories. (2007).

Frischknecht R., Jungbluth N., Althaus H. J., Doka G., Dones R. Heck T., Hellweg S., Hischier R., Nemecek T., Rebitzer G., Spielmann M., *Implementation of Life Cycle Impact Assessment Methods: Data v2.0.* (2007).

Goedkoop M. *The Eco-indicator 95* (1995).

Goedkoop M., Oele M., de Schryver A., Vieira M. *Simapro Database Manual* (2008).

Goedkoop M., Spriensma R. *The Eco-indicator 99. A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment*, Annex report Ecoindicator 99 (2000).

Guardiglia L., Monaria F. , Bragadina M.A. *Assessing environmental impact of green buildings through LCA methods: a comparison between reinforced concrete and wood structures in the European context* , Procedia Engineering, Vol 21, pp 1199 - 1206 (2011).

Heijungs R. Guinée, *Environmental Life Cycle Assessment of Products. Guide and Backgrounds. Centre of Environmental Science*, Leiden University. The Netherlands (1992)

Hernández-Sánchez J., *Metodología basada en ACV para la evaluación de sostenibilidad en edificios* (2011).

Hu S.C. , Shiue A. , Chuang H.C., Xu T. *Life cycle assessment of high-technology buildings: Energy consumption and associated environmental impacts of wafer fabrication plants*, Energy and Buildings, Vol 56, pp 126- 133 (2013).

ISO/TR 14047:2003 Environmental management -- Life cycle impact assessment (2003).

Iyer-Raniga U. , Pow Chew Wong J., *Evaluation of whole life cycle assessment for heritage buildings in Australia*, Building and Environment, Vol 47, pp 138 - 149 (2012).

Kellenberger D., Althaus H., Künniger T., Lehmann M. *Life Cycle Inventories of Building Products* (2007).

Menoufi K. , Chemisana D. , Rosell J.I. *Life Cycle Assessment of a Building Integrated Concentrated Photovoltaic scheme* , Applied Energy, Vol 111 , pp 505 - 514 (2013).

Mercante I.T. , Bovea M.D. *Life cycle assessment of construction and demolition waste management systems: a Spanish case study*. Int J Life Cycle Assess , Vol 17, pp 232 – 241 (2012).

Ministerio de Medio Ambiente. *Prevención y control integrados de la contaminación (IPPC)* (2006).

Monteiro H. , Freire F. *Life-cycle assessment of a house with alternative exterior walls: Comparison of three impact assessment methods*, Energy and Buildings, Vol 47, pp 572 - 583 (2012).

Peuportier B.L.P. *Life cycle assessment applied to the comparative evaluation of single family houses in the French context*, Energy and Buildings, Vol 33, pp 443 - 450 (2001).

R.E.E. (2012) El sistema eléctrico español

Rincón L. , Castell A. , Pérez G. , Solé C. , Boer D. , Cabeza L. F. *Evaluation of the environmental impact of experimental buildings with different constructive systems using Material Flow Analysis and Life Cycle Assessment* , Applied Energy, Vol 109, pp 544 - 552 (2013).

Rossi B. , Marique A.F. , Reiter S. *Life-cycle assessment of residential buildings in three different European locations, case study* , Building and Environment, Vol 51, pp 402 - 407 (2012).

Simapro 7.0 , <http://www.simapro.es/>

Spriensma, *The Buwal 250 library* (2004).

Steen, *A Systematic Approach to Environmental Priority Strategies in Product Development (EPS) Version 2000 - General System Characteristics* (1999).

Sylvatica , *The Franklin US LCI library* (2004).

Uche J., Raluy G. , Serra L. y Valero A. *Aplicación de la metodología de análisis de ciclo de vida (acv) para la evaluación ambiental de desaladoras* (2010).

UNE-EN-ISO 14040 (2006) Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia

UNE-EN-ISO 14020 (2002) Etiquetas y declaraciones ambientales. Principios generales

UNE-EN ISO 14050 (2010) Gestión ambiental. Vocabulario

UNE-EN-ISO 14044 (2006) Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Requisitos y directrices

www.compostandociencia.com/2013/03/emision-de-gases-de-efecto-invernadero.html

Xiaodong L, Yimin Z. , Zhihui Z. *An LCA-based environmental impact assessment model for construction process*, Building and Environment, Vol 45, pp 766 - 775 (2010).

Zabalza I. , Aranda A. , Scarpellini S. *Life cycle assessment in buildings: State-of-the-art and simplified LCA methodology as a complement for building certification* , Building and Environment, Vol 44, pp 2510 - 2520 (2009).