UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Escuela Técnica Superior de Edificación

MADRID

Aportación Medioambiental de los paneles de lana mineral para la construcción de conductos de Climatización, en el Análisis de Ciclo de Vida en la Edificación.

Tesis Doctoral

Autor:
Silvia Herranz García
Arq. Técnico. MITE.

Tutor:
Justo García Navarro
Doctor Arquitecto. Grupo de Investigación Sostenibilidad en la Construcción y en la Industria
giSCI-UPM. Universidad Politécnica de Madrid, ETSIAAB.

Febrero 2018

Tesis Doctoral

Título: “Aportación Medioambiental de los paneles de lana mineral para la construcción de conductos de Climatización, en el Análisis de Ciclo de Vida en la Edificación.”

Tribunal nombrado por el Sr. Rector Magfco. De la Universidad Politécnica de Madrid, el día de de 2017.

Presidente:

Vocal:

Vocal:

Vocal:

Secretario:

Suplente:

Suplente:

Realizado el acto de defensa y lectura de la Tesis el día de de 2018 en la Escuela Técnica Superior de Edificación, acuerda otorgarle la calificación de:

El presidente

Los vocales

El secretario

*Dedicatoria a mis padres,
¡Porque todo esfuerzo siempre será recompensado!*

RESUMEN

Hoy en día, realizar un estudio del comportamiento ambiental de un edificio es una tarea ardua, debido a que no existe información suficiente de los materiales de construcción.

Principalmente, esta evaluación se basa en el análisis de ciclo de vida del edificio, un procedimiento reglado internacionalmente a todos los niveles, que sirve de base para unificar el formato en el que dar la información.

Los paneles de lana mineral de vidrio para la construcción de conductos de climatización, se han hecho un hueco en el listado de materiales que componen un edificio, por lo que conocer su comportamiento medioambiental ayudara a afinar los datos de la evaluación ambiental de un edificio.

El análisis de ciclo de vida (ACV) de estos paneles, conlleva no solo un estudio minucioso de la composición del material sino también del proceso de fabricación y de la fábrica en la que se han manufacturado. Para el cálculo se han tomado un muestrario de paneles fabricados en la misma planta, para realizar un estudio a nivel del comportamiento medioambiental de parámetros específicos relacionados con la fabricación según ACV.

Para completar la información obtenida por el ACV, se evaluarán diferentes parámetros intrínsecos de las prestaciones del material, que ayudan a obtener más información para valorar los materiales dentro de una instalación de climatización como serían: la aportación en la calidad del aire, la seguridad, el control de ruido, eficiencia energética o la salubridad.

Palabras clave: Paneles de lana mineral de vidrio, Conductos, ACV, Impacto medioambiental, Climatización

ABSTRACT

Nowadays, carrying out a study of the environmental behavior of a building is an arduous task, since there is not enough information on the construction materials.

Mainly, this evaluation is based on the life cycle assessment of the building, an internationally regulated procedure at all levels, which serves as a basis to unify the format in which to give the information.

Glass mineral wool panels for the construction of air conditioning ducts, which since the 40's began to manufacture, have made a hole in the list of materials that make up a building, so knowing their environmental performance will help to refine the data of the environmental evaluation of a building.

The life cycle assessment (LCA) of these panels, involves a careful study of the composition of the material but also the manufacturing process and the factory in which they were manufactured. To this end, a sample of panels manufactured in the same plant was taken to carry out a study on the environmental performance of specific parameters related to the manufacture according to LCA.

To complete the information obtained by LCA, different intrinsic parameters of the performance of the material will be evaluated, which help to obtain more information to evaluate the materials within an air conditioning installation such as: the contribution to air quality, safety, noise control, energy efficiency or sanitation.

Key words: Duct board, Glass mineral wool, LCA, Environmental Impact, HVAC.

AGRADECIMIENTOS

En este trabajo quiero expresar mi agradecimiento, en primer lugar a mi director, Justo García Navarro y a su grupo de investigación, por dejarme ser parte de su equipo, dándome la oportunidad de trabajar en el proyecto y avanzar en él.

En segundo lugar, quiero agradecer a mis compañeros de trabajo, Josep Solé Bonet, por sus incontables horas de aprendizaje y de discusión, y a Ana Belén Cuesta de la Mata, por su apoyo en los momentos duros y en su confianza depositada.

Agradecer a mi familia y amigos el apoyo recibido y especialmente a mis padres, Luis y Aurora, por su plena confianza y paciencia depositada en mí durante este difícil periodo.

ÍNDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
AGRADECIMIENTOS.....	5
ÍNDICE	6
Capítulo 1 PREÁMBULO.....	9
1.1. Hipótesis de la investigación.....	13
1.2. Objetivo principal y objetivos específicos.....	14
1.3. Bibliografía.....	15
Capítulo 2 ESTADO DEL ARTE	17
2.1. Panel de lana mineral de vidrio para la construcción de conductos.....	18
2.1.1. Descripción	18
2.1.2. Composición del panel.....	18
2.1.3. Tipos de revestimientos	19
2.1.4. Uso: Métodos de construcción de la red	20
2.1.4.1. Herramientas para el corte	21
2.1.4.2. Métodos de corte:.....	23
2.1.4.2.2. Método del tramo recto	24
2.1.4.3. Puesta en obra:.....	25
2.2. Evolución de los paneles de lana mineral de vidrio para la construcción de conductos de climatización in situ.....	26
2.2.1. Historia de las lanas minerales.....	26
2.2.2. Historia de los conductos de climatización	27
2.2.3. Historia de los paneles de lana de vidrio para la realización de conductos ..	27
2.2.3.1. Evolución: Según composición y corte de los paneles.....	29
2.2.3.2. Evolución: Según las uniones.....	52
2.3. Industria	53
2.3.1. Fabricación Americana.....	54
2.3.1.1. Normativa	54
2.3.1.2. Características técnicas.....	55
2.3.2. Fabricación europea	55
2.3.2.1. Normativa.....	56
2.3.2.2. Características técnicas.....	58
2.4. Fabricación	58
2.4.1. Origen de la empresa.....	59
2.4.2. Fábrica de lana mineral el Pla de Santa Maria	63
Localización.....	63
¿Por qué surge?.....	65
Historia de la fábrica.....	66
2.4.2.1. Factores influyentes: indicadores de crecimiento.....	70
2.1.1.4. Proceso de fabricación y Tecnología.....	79
2.1.1.5. Mercado en España.....	86
2.1.1.6. Calidad, Medio ambiente y Seguridad	90
2.1.1.7. Importancia de la sostenibilidad y de la eficiencia energética	93

A nivel de fábrica	93
2.5. Bibliografía.....	96
Capítulo 3 MATERIALES Y METODOLOGÍAS DE TRABAJO	102
3.1. Materiales	102
3.3.1. Características técnicas	103
3.1.2. Composición de paneles	104
3.1.3. Embalaje	105
3.1.4. Normativa referente a los paneles.....	106
3.2. Métodos para la evaluación ambiental:	106
3.2.1. Metodología relacionada con los impactos ambientales en el ciclo de vida	108
3.2.1.1. Antecedentes	108
3.2.1.2. Procedimiento	112
3.2.1.3. Impactos ambientales	114
3.2.1.4. Declaraciones Ambientales de Producto	114
3.2.1.5. Normas UNE relacionadas con el ACV	118
3.2.1.6. Herramientas de ACV	119
3.2.1.6.1. Para Edificios.....	119
3.2.1.6.2. Para Productos	119
3.2.1.7. Desarrollo de las Declaraciones ambientales de los paneles	121
3.2.1.7.1. La definición del objetivo y el alcance	121
3.2.1.7.2. Unidad funcional	121
3.2.1.7.3. Impactos medioambientales	122
3.2.1.7.4. Análisis de inventario	122
3.2.1.7.5. Análisis del ACV de los paneles de lana mineral de vidrio para construcción de conductos de climatización.....	123
3.2.1.7.6. Análisis de etapas.....	127
3.2.1.7.7. Evaluación de impactos	127
3.2.1.7.8. Verificación externa	128
3.2.2. Metodología relacionada con los parámetros específicos según las prestaciones	128
3.2.2.1. Metodología relacionada con el Comportamiento térmico de una instalación de climatización.....	128
3.2.2.2. Metodología relacionada con la Calidad del aire	129
3.2.2.2.1. Proliferación bacteriana	129
3.2.2.3. Metodología relacionada con la Atenuación acústica que provocan los paneles en una instalación de climatización	136
3.2.2.3.1. Pérdidas por inserción	138
3.2.2.4. Metodología relacionada con el comportamiento mecánico de los conductos	138
3.2.2.4.1. Metodología relacionada con la Estanqueidad.....	138
3.2.2.4.2. Metodología relacionada con la Resistencia a la presión	139
3.2.2.4.3. Metodología relacionada con la Emisión de partículas por erosión	140
3.3. Bibliografía:	141
Capítulo 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	144
4.1. Declaración ambiental y sanitaria de Producto de los paneles de lana mineral de vidrio	145
4.2. Verificación externa	149
4.2.1. Discusión	152
4.2.1.1. Categoría: impactos ambientales	152
4.2.1.2. Categoría: usos de los recursos.....	154

4.2.1.3. Categoría: Residuos.....	155
4.3. Estudio relacionado con los impactos ambientales en el ciclo de vida.....	155
4.3.1. Estudio comparativo en el proceso de fabricación (Etapas A1-A3)	156
4.3.2. Estudio comparativa en el transporte (Etapa A4)	159
4.3.2.1. Estudio de transporte con un camión estándar.....	160
4.3.2.2. Estudio de transporte de conductos de chapa metálica y manta de lana mineral de vidrio	160
4.3.2.3. Estudio de transporte de paneles de lana mineral de vidrio.....	161
4.3.2.4. Comparativa de transporte de los paneles de lana mineral con los conductos de chapa metálica	161
4.3.2.5. Estudio de transporte en barco de paneles de 25 mm. para diferentes ciudades.....	162
4.3.3. Estudio comparativo las diferentes mermas que se pueden producir según los métodos de corte (Etapa A5).....	164
4.3.4. Estudio comparativo de los revestimientos exteriores e interiores de los paneles	164
4.3.5. Estudio de la influencia del espesor en el comportamiento medioambiental de los paneles	166
4.4. Estudio relacionado con los parámetros específicos según las prestaciones	167
4.4.1. Estudio relacionado con el comportamiento térmico de una instalación de climatización.....	167
4.4.2. Estudio relacionado con la calidad del aire.....	168
4.4.2.1. Proliferación bacteriana	168
4.4.2.2. Las emisiones en el aire interior	170
4.4.2.3. Emisión de partículas.....	171
4.4.3. Estudio relacionado con la atenuación acústica que provocan los paneles en una instalación de climatización	171
4.4.3.1. Comparativa de absorción acústica de las muestras 1 y 2.....	171
4.4.3.2. Comparativa de las pérdidas por inserción	172
4.4.3.3. Estudio de un caso práctico de una red de conductos	174
4.4.3.3.2. Estimación de atenuación acústica	175
4.4.3.3.3. Resultados.....	177
4.4.3. Estudio relacionado con el comportamiento mecánico de los conductos	180
4.4.3.1. La estanqueidad	180
4.4.3.2. Resistencia a la presión.....	180
4.4.3.3. Emisión de partículas por erosión	181
4.5. Bibliografía	181
Capítulo 5 CONCLUSIONES	182
Capítulo 6 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	187
Capítulo 7 BIBLIOGRAFÍA GLOBAL	189
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS.....	196
LISTADO DE FIGURAS	198
LISTADO DE GRÁFICOS.....	203
LISTADO DE TABLAS	205
LISTADO DE ANEXOS	208

Capítulo 1 PREÁMBULO

En el gráfico 1.1. representa la estructura global del documento, dividido en capítulos y subcapítulos, además recoge los artículos que avalan la tesis doctoral.

El esquema se ira repitiendo al inicio de cada capítulo para orientar en qué punto del documento se encuentra.

Gráfico 1.1. Estructura general de tesis. Capítulo preámbulo. Elaboración propia

Para 2050 se espera un crecimiento de la población mundial de hasta un tercio de la actual. Cerca de 9 billones de personas necesitarán una vivienda así como lugares de trabajo e infraestructuras (Cuchí, Arcas-Abella, Casals-Tres, & Fombella, 2014). Para dar cabida a este aumento de la población será necesario construir nuevas edificaciones y rehabilitar las existentes.

Hoy en día, tanto en normativa como en metodología de edificación, se está avanzando para optimizar los recursos, así como para construir de manera más eficiente, colaborando con el desarrollo sostenible e intentando reducir la huella medioambiental de cada proyecto.

Una de las metodologías de desarrollo de los proyectos de Edificación es LEAN (“LEAN Construction,” 2018), que integra el proyecto desde una fase inicial de diseño hasta la ejecución, y la cual se alimenta de diferentes herramientas que facilitan el correcto desarrollo de los proyectos llevados a cabo. Debido a la aportación de las acciones de los diferentes actores que intervienen en la organización, a la optimización los procesos y a la valorización que se da al empleado o cualquier colaborador, se aporta un valor añadido al propio proyecto.

Una de las temáticas que se estudia, en esta o en otras metodologías de proyecto de construcción, es la evaluación medioambiental del edificio. Esta evaluación recoge, la información medioambiental de los componentes de las soluciones de proyecto, en base a las Declaraciones ambientales de producto, ya sean genéricas o de marcas comerciales.

La falta de información medioambiental de algunos productos de construcción, que se fabrican en la actualidad, es la motivación de este trabajo de investigación. Para realizar una evaluación ambiental de un edificio con exactitud, se necesita conocer el comportamiento de cada material utilizado. La metodología adecuada para realizar esta medición medioambiental del edificio es el análisis de ciclo de vida (ACV), que aporta información en las diferentes etapas de un proceso edificatorio, partiendo de la

extracción de materias primas de los materiales que se vayan a utilizar, pasando por el proceso de fabricación, de transporte y de instalación en obra, y continuando con el uso que vaya a tener el edificio durante la vida útil, hasta el proceso de fin de vida. Existe una amplia normativa que regula la forma de realizar este análisis, están enumeradas en el apartado 3.2.1.5.

Entre el inventario de materiales que se utilizan en un proyecto edificatorio se encuentran los conductos fabricados in situ mediante paneles de lana mineral de vidrio, que forman parte del día a día en la realización de instalaciones de alta eficiencia en climatización, tanto en España como en otros países. Desde su aparición en los años 30, en Estados Unidos (“North American Insulation Manufacturers Association (NAIMA),” 2017) y su posterior introducción en Europa, más concretamente en España en los años 70, no han dejado de evolucionar, tanto en su proceso de fabricación como en la mejora de sus propiedades técnicas.

Figura 1.1. Esquema de construcción de conducto de climatización con panel de lana mineral de vidrio.
URSA

El núcleo de estos paneles es de lana mineral de vidrio. Conocida desde la época de los egipcios no fue hasta principios de siglo XIX cuando empezó a fabricarse tal y como la conocemos hoy (González Talavera, 2015). Los avances de la fabricación en la lana mineral de vidrio y la necesidad de mejorar la eficiencia de las instalaciones hicieron posible la aparición de estos paneles, cuya tecnología y diseño les hace idóneos para utilizarse en redes de conductos para distribución de aire en instalaciones de climatización.

El constante aumento de las exigencias de la normativa en temas de eficiencia energética, comportamiento acústico y seguridad frente al fuego, hace que estos paneles mejoren constantemente sus prestaciones técnicas (Conductividad térmica, absorción acústica, reacción al fuego, etc...), todo ello conforme a la norma UNE-EN 14303:2010+A1:2013 *“Productos aislantes térmicos para equipos en edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de lana mineral (MW)”*, para los paneles y a la UNE-EN 13403:2003, *“Ventilación de edificios. Conductos no metálicos. Red de conductos de planchas de material aislante.”* para los conductos realizados con estos paneles.

Diferentes estudios y análisis de los materiales utilizados para la fabricación de redes de conductos (Gierzak, 2003) y otras soluciones constructivas aplicadas a la edificación (Moretti, Belloni, & Agosti, 2016), concluyen la importancia del conocimiento de comportamiento físico de los mismos para su correcta aplicación y máximo aprovechamiento.

A día de hoy, la información medioambiental de estos paneles es escasa. Tampoco se dispone de datos específicos del ciclo de vida de las redes de conductos para climatización. Sin embargo, si existen algunas referencias sobre los impactos del diseño de la red de conductos en el coste de su ciclo de vida (Khoukhi, Fezzioui, Draoui, & Salah, 2016).

Los paneles están sometidos a numerosos ensayos para verificar parámetros óptimos de confort térmico (conductividad térmica), de confort acústico (absorción acústica), de salubridad (proliferación bacteriana, emisión de partículas), de comportamiento mecánico (de pérdida de carga, presión) y de eficiencia energética (estanqueidad).

El análisis al detalle del proceso industrial que se realiza para la fabricación de los paneles, no solo da resultados de la calidad ambiental del proceso sino también de los impactos medioambientales que pueden ser reducidos o incluso eliminados. El análisis del ciclo de vida nos permite cuantificar el impacto medioambiental de estos materiales.

El procedimiento será realizado utilizando como base la norma UNE-EN 15804:2012+A1, que define el marco común para armonizar la estructura de las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) en materiales de construcción y da veracidad con base científica a los datos ambientales aportados, al ser verificados por un tercero y pueden ser un punto de partida para evaluar ambientalmente un edificio en el que se coloquen.

La información, mediante el análisis de ciclo de vida es fundamental para introducirla en las herramientas (Oregi Isasi, X. Tenorio, J.A. Gazulla, C. Zabalza, I. Cambra, D. Leao, S.O. Mabe, L. Otero, S. Raigosa, 2016) que se utilizan para realizar una evaluación global del ciclo de vida de un edificio.

Para completar la información obtenida por el análisis de ciclo de vida se tendrán que evaluar diferentes parámetros intrínsecos en las prestaciones del material, que ayudan a obtener más información para valorar los materiales dentro de una instalación de climatización como serían: la aportación en la calidad del aire, la seguridad, el control de ruido, eficiencia energética o la salubridad.

1.1. Hipótesis de la investigación

La hipótesis principal de trabajo es que la información ambiental de los paneles de lana mineral de vidrio para la construcción de conductos de climatización es escasa como para poder realizar un estudio ambiental de un edificio completo.

Para poder aportar esta información, este trabajo se basará principalmente en el estudio de análisis de ciclo de vida, teniendo en cuenta diversos factores determinantes, como son: los revestimientos de los paneles, las mermas originadas en el corte o el tipo de transporte, así como en las propiedades intrínsecas del material.

1.2. Objetivo principal y objetivos específicos

El objetivo principal es aportar información medioambiental de los paneles de lana mineral de vidrio para la aplicación en la construcción de conductos de climatización, que engloba los siguientes objetivos específicos:

1. Objetivos específicos relacionados con los parámetros específicos de la fabricación:

- Estudio comparativo en el proceso de fabricación (Etapas A1-A3)
- Estudio comparativa en el transporte (Etapa A4)
 - Estudio de transporte con un camión estándar
 - Estudio de conductos de chapa metálica aislados con manta de lana mineral
 - Estudio con paneles de lana mineral de vidrio
 - Comparativa paneles de lana mineral y chapa metálica aislada
 - Estudio de transporte en Barco
- Estudio las mermas que se pueden producir por los métodos de corte (Etapa A5)
- Estudio comparativo de los revestimientos exteriores e interiores de los paneles y su influencia en el comportamiento medioambiental de los paneles.
- Estudio de la influencia del espesor en el comportamiento medioambiental de los paneles.

2. Objetivos específicos relacionados con los parámetros específicos de sus prestaciones:

- Estudio del comportamiento térmico de una instalación de climatización
- Estudio de los parámetros relacionados con la calidad del aire
 - Proliferación bacteriana
 - Las emisiones en el aire interior
 - Emisión de partículas
- Estudio de la atenuación acústica que provocan los paneles en una instalación de climatización
 - Comparativa de absorción acústica de las muestras 1 y 2
 - Comparativa de las pérdidas por inserción

- Estudio de un caso práctico de una red de conductos
- Estudio del comportamiento mecánico de los conductos.
 - La Estanqueidad
 - Resistencia a la presión
 - Emisión de partículas por erosión

1.3. Bibliografía

- AENOR. (2014). UNE-EN 15804:2012+A1 - Sostenibilidad en la Construcción - Declaraciones Ambientales de Producto - Reglas de Categoría de productos básicas para productos de construcción.
- AENOR. (2013). UNE-EN 14.303:2010+A1 Productos aislantes térmicos para equipos en edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de lana mineral (MW). Especificación.
- Cuchí, A., Arcas-Abella, J., Casals-Tres, M., & Fombella, G. (2014). *Building a common home. Building sector. A Global Vision report. WSB14 Barcelona*. Retrieved from <http://wsb14barcelona.org/downloads/global-vision-report.pdf>
- Gierzak, J. B. (2003). Duct Liner Materials & Acoustics. *ASHRAE Journal*, 45(12), 46–51.
- González Talavera, B. (2015). *Arte y artesanía del vidrio en Segovia. La Real Fábrica de Cristales de la Granja*. (Fundación EOI, Ed.). Madrid. Retrieved from <http://a.eoi.es/artevidriosegovia>
- Khoukhi, M., Fezzioui, N., Draoui, B., & Salah, L. (2016). The impact of changes in thermal conductivity of polystyrene insulation material under different operating temperatures on the heat transfer through the building envelope. *Applied Thermal Engineering*, 105, 669–674. <http://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.03.065>
- Moretti, E., Belloni, E., & Agosti, F. (2016). Innovative mineral fiber insulation panels for buildings: Thermal and acoustic characterization. *Applied Energy*, 169, 421–432. <http://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.02.048>

Oregi Isasi, X. Tenorio, J.A. Gazulla, C. Zabalza, I. Cambra, D. Leao, S.O. Mabe, L. Otero, S. Raigosa, J. . (2016). SOFIAS – Software for life-cycle assessment and environmental rating of buildings. *Informes de La Construcción*, 68(542). <http://doi.org/10.3989/ic.15.055>

North American Insulation Manufacturers Association (NAIMA). (2017). Retrieved from <http://insulationinstitute.org/>

LEAN Construction. (2018). Retrieved from <https://www.leanconstruction.org/>

Capítulo 2

ESTADO DEL ARTE

Gráfico 2.1 Estructura general de tesis. Capítulo Estado del arte. Elaboración propia.

Los conductos de climatización y la lana mineral de vidrio, son materiales-ampliamente utilizados en el mundo de la construcción, que han evolucionado hasta nuestros días adaptándose a las necesidades de las edificaciones donde se instalaban.

A continuación, se profundizará en más detalle en estos dos materiales y en como la unión de ambos desencadenó el desarrollo de un panel para realizar los conductos en las instalaciones de climatización en el interior de un edificio.

2.1. Panel de lana mineral de vidrio para la construcción de conductos

2.1.1. Descripción

El panel de lana mineral de vidrio es un producto que ha sido diseñado para, una vez cortado y ensamblado, poder realizar las diferentes formas y figuras que permiten dar forma a una red de conductos de climatización, in situ.

Se puede encontrar en el mercado con diferentes formatos, dependiendo del fabricante. El espesor más habitual es de 25 mm., aunque ya existen versiones en 40 mm. El ancho suele ser de 1200 mm., mientras que los largos más habituales son de 2400 y 3000 mm., por lo que sus dimensiones son rectangulares.

Dependiendo de las exigencias en cuanto a prestaciones técnicas, se fabrica en función de:

- El espesor del núcleo
- Los tipos de revestimiento, tanto por la cara exterior como por la interior

Tiene los cantos rectos (donde se distingue las diferentes capas), excepto en el borde de su eje transversal, donde está canteado y recubierto con el revestimiento interior que lo rodea para cubrirlo. El revestimiento exterior sobresale en forma de lengüeta que se utilizará a modo de solape para poder cerrar el conducto, una vez esté finalizado el corte.

2.1.2. Composición del panel

El panel está formado por un núcleo de lana mineral de vidrio de densidad media/alta, que posteriormente es revestido por ambas caras. Además del espesor del núcleo del panel, la utilización de un tipo de revestimiento u otro, le da a cada panel unas características diferentes.

Figura 2.1. Composición de un panel de lana mineral de vidrio. Elaboración Propia.

2.1.3. Tipos de revestimientos

Los revestimientos empleados dotan al panel de unas determinadas características técnicas. El complejo exterior aportará además estabilidad estructural y un buen comportamiento frente a la humedad. El complejo interior le confiere importantes valores de absorción acústica, además de permitir su limpieza.

Los tipos de revestimientos que se están utilizando actualmente son:

Tabla 2.1. Tipos de revestimientos exteriores e interiores

		Complejo Exterior	Complejo Interior
1	Complejo kraft-aluminio reforzado	√	
2	Complejo tejido de aluminio	√	√
3	Complejo kraft-aluminio		√
4	Tejido acústico		√
5	Aluminio puro reforzado		√
6	Velo de vidrio		√

Las siguientes fotografías muestran los diferentes recubrimientos, pudiendo apreciarse visualmente la diferencia entre ellos.

Figura 2.2. Revestimientos exteriores e interiores de los paneles de lana mineral de vidrio. Elaboración Propia.

2.1.4. Uso: Métodos de construcción de la red

El panel de lana mineral de vidrio ha sufrido un proceso de investigación y desarrollo en muchos aspectos, y uno de ellos ha sido conseguir un material que fuera fácil de trabajar en obra, dado que es un sistema que va muy de la mano del instalador especializado, por lo que se desarrollaron dos métodos de corte según las necesidades de ellos.

Antes de proceder al corte se debe conocer el trazado de la red y tener listado los elementos que lo compondrán así como las longitudes y secciones.

Una vez realizado este ejercicio y partiendo de los paneles de lana mineral de vidrio, se aplicarán los métodos de corte de estos conductos, que precisan de herramientas propias, además de un espacio, generalmente habilitado en la obra, donde se coloca una mesa de trabajo para proceder a la ejecución de los conductos.

2.1.4.1. Herramientas para el corte

Existen herramientas específicas para la construcción de conductos, algunas se han diseñado exclusivamente, otras se han adaptado para este oficio y otras que ya existen en el mercado.

En el caso de las primeras serían las cuatro herramientas de corte, formados por:

- Pestañas, que facilitan la toma de contacto con el panel.
- Patines, que sirven para ayudar al deslizamiento de la herramienta sobre el panel.
- Cuchillas, que realizan los cortes en el revestimiento interior y la lana mineral de vidrio. Su colocación se realiza en el maneral para conseguir el mecanizado en “V”, en “L”, a media madera (2/3) y hacer el macho y la hembra a las tapas y tabicas.

Figura 2.3 Herramientas de corte. (URSA Ibérica Aislantes S.A., 2017)

En el caso de las segundas serían:

- Escuadra es un elemento metálico con tres posiciones: 90° para realizar conductos rectos, posición de $67,5^\circ$ para la realización de figuras a partir de conductos rectos y otras posiciones como 45° .

Figura 2.4. Escuadra (URSA Ibérica Aislantes S.A., 2017)

- Triángulo es una escuadra metálica que permite realizar las marcas de $22,5^\circ$, en los dos sentidos, para la construcción rápida de piezas a partir de conductos rectos.

Figura 2.5. Triángulo (URSA Ibérica Aislantes S.A., 2017)

- Espátula, es un elemento de presión que garantiza el sellado de la cinta de aluminio

Figura 2.6. Espátula (URSA Ibérica Aislantes S.A., 2017)

En el caso de las terceras, serían:

- Grapa es un elemento que se aplica con una grapadora para unir el solape del recubrimiento exterior de uno de los lados longitudinales del panel con el del otro, en el caso del tramo recto o de las tapas y paredes.
- Flexómetro, permite la medición y trazado en la construcción de conductos.

- Cinta aluminio es un elemento de aluminio puro con adhesivo a base de resinas acrílicas, de 50 micras de espesor, con un ancho de 75 mm.
- Cuchillo, que permite hacer cortes precisos con el mínimo esfuerzo.

Figura 2.7. Grapas, Cinta de aluminio y Cuchillo (URSA Ibérica Aislantes S.A., 2017)

- Otros: Cola, adhesivo que sirve para asegurar las uniones en figuras realizadas con el método del tramo recto.

2.1.4.2. Métodos de corte:

Los métodos de corte son los que le dan valor a estos paneles, dado que la finalidad es la de realizar tramos rectos y figuras (codos, pantalones, derivaciones, reducciones...) que conformaran la red de conductos de climatización.

Existen dos métodos, el de tapas y tabicas, método tradicional, más sencillo de ejecutar pero que cuenta con más uniones y el del tramo recto que de un solo panel sin dividirlo, se puede realizar un conducto.

Cada fabricante publica un manual de corte específico para los materiales que desarrolla, son ayuda fundamental para los instaladores. (URSA Ibérica Aislantes S.A., 2017) (NAIMA. North American Insulation Manufacturers Association, 2007) (Saint Gobain Isover Ibérica, 2017).

2.1.4.2.1. Método de tapas y tabicas o tradicional

Método que consiste en realizar la tapa superior e inferior con la forma de la figura, y cerrar estas dos tapas con las tabicas laterales que sean necesarias, que son las que definen el alto de la sección. (NAIMA. North American Insulation Manufacturers Association, 2007)

Figura 2.8. Ejecución de una figura por el método de tapas y tabicas. (NAIMA. North American Insulation Manufacturers Association, 2007)

2.1.4.2.2. Método del tramo recto

Método que consiste en realizar las figuras a partir de tramos rectos, convenientemente cortados con la ayuda de una escuadra que posea los ángulos requeridos y pegados entre sí a tope, generalmente mediante cola y cinta. (URSA Ibérica Aislantes S.A., 2017)

Figura 2.9. Ejecución de una figura por el método de tramo recto (URSA Ibérica Aislantes S.A., 2017)

2.1.4.3. Puesta en obra:

Dentro de la fase de diseño de la instalación y dependiendo de las características de la obra se deberán analizar la suspensión de conductos, los refuerzos y las conexiones con las máquinas y con las unidades terminales.

2.2. Evolución de los paneles de lana mineral de vidrio para la construcción de conductos de climatización in situ

2.2.1. Historia de las lanas minerales

La lana mineral de vidrio, en forma de mantas, era el material idóneo para recubrir los conductos de chapa metálica, y quedar aislarlos correctamente. Las primeras comunicaciones de este material datan de principios del siglo XVIII. (Rougeron, 1977). Se tiene experiencia de su colocación en edificaciones como un material aislante.

En el caso de España, en la Fábrica de Cristales de San Ildefonso a partir del s. XVIII se empezó a trabajar el vidrio, antecesor del trabajo de la lana mineral de vidrio. Destacar el periodo desde 1911 hasta 1972, bajo la sociedad cooperativa La Esperanza, donde se empezaron a producir los materiales de construcción, a excepción de las vidrieras: (González Talavera, 2015)

- 1911-1928: Vidrio plano por soplado
- 1930-1941: Moldeados para la construcción y aisladores eléctricos
- 1941-1963: Fibra de vidrio, *“Se inicia en “Esperanza” la producción de fibra de vidrio por estirado (seda) por el procedimiento Gossler. Un año más tarde, da comienzo la producción de fibra de aislamiento (lana) por centrifugado, sistema Hager”*, este segundo procedimiento proporciona fibras discontinuas y cortas. (González Talavera, 2015)
- 1970: Frascos, copas y vasos

Figura 2.10. Horno de secado para seda o fibra de vidrio. Real fábrica de Cristales. Segovia. (“Real Fábrica de Cristales de La Granja,” 2017.)

2.2.2. Historia de los conductos de climatización

Los conductos de climatización son parte de la historia de la ventilación; cualquier respiradero o canalización de aire realizadas habitualmente en edificación podría considerarse antepasado de los conductos de climatización. Estas canalizaciones datan de civilizaciones como la egipcia o la romana. La necesidad de introducir o extraer aire en las edificaciones, ha llegado hasta nuestros días transformada en la utilización de los conductos como parte fundamental y haciéndose hueco en edificaciones que demandan un control de la ventilación interior.

2.2.3. Historia de los paneles de lana de vidrio para la realización de conductos

Las redes de climatización se han realizado y se siguen realizando con conductos de chapa metálica, siendo aislados térmicamente con mantas de lana mineral de vidrio,

dotadas de un revestimiento exterior para evitar las humedades por condensaciones que se podían producir sobre todo cuando circula aire frío.

La necesidad de mejorar las prestaciones y aligerar el peso de las instalaciones de climatización ha permitido el desarrollo de un producto manufacturado, los paneles de lana mineral de vidrio para la construcción de conductos que podría sustituir a los conductos tradicionales.

Los paneles han sido desarrollados para proporcionar prestaciones térmicas, acústicas, buen comportamiento frente al fuego, estanqueidad, evitar condensaciones, todos ellos requisitos que se especifican en una red de climatización y además que tuvieran facilidad en su manipulación.

Figura 2.11. Evolución de un conducto de chapa aislando con una manta de lana mineral de vidrio en un conducto hecho con panel de lana mineral de vidrio. ("URSA," 2017)

Desde la aparición de los paneles de lana mineral de vidrio para la construcción de conductos de climatización en los años 30 en EEUU, (R. W. Smith, 1939) hasta nuestros días, han sufrido una evolución constante, mejorando las prestaciones técnicas a diferentes niveles, relativos a:

Gráfico 2.2 Evolución de los paneles de lana mineral de vidrio para conductos de climatización.
Elaboración propia

2.2.3.1. Evolución: Según composición y corte de los paneles

Las patentes, son unas fuentes de información muy importantes, concisas y fiables para hacer una retrospectiva por la historia de los paneles de lana mineral de vidrio para la construcción de conductos de climatización, apoyadas sobre la documentación técnica de los productos de los fabricantes como de las asociaciones relacionadas con estos materiales, esta es la finalidad de este apartado.

Las primeras patentes de paneles de conductos de climatización de lana mineral de vidrio datan de los años 30, en Estados Unidos. En ellas se habla de paneles de lana mineral de vidrio, sujetos con herrajes metálicos para conformar una forma rectangular (Rinehart, 1947). Ya existían experiencias donde se colocaban tableros de madera o paneles de corcho con estos anclajes (R. W. Smith, 1939). La construcción de los conductos para las instalaciones de climatización, se realizaban por el método de tabicas, al que se hará referencia en el capítulo 2.1.4.2.1., que consiste en la unión de cuatro paneles iguales dos a dos y unidos con herrajes metálicos en las esquinas.

Figura 2.12. Descripción de un conducto según la patente (Rinehart, 1947)

Comienza la construcción de un conducto basado en cortes prefabricados en el eje longitudinal utilizando un solo panel para formar la figura, comprobando la estabilidad estructural. Mejorando la estanqueidad del aire aplicando recubrimientos exteriores, como el asfalto o material bituminoso, y añadiendo barrera de vapor para utilizarse sobre todo en refrigeración, siendo un complejo que mejorara el aspecto visual del conducto. La unión última en el eje transversal se hace por machihembrado. (Stephens, 1953)

En la década de los cincuenta se observa una evolución en el concepto de construcción del conducto. Se realizan una serie de hendiduras (cortes) en un único panel sin la necesidad de cortar el revestimiento exterior que es el que daba uniformidad y continuidad al panel, añadiendo en el proceso de fabricación una lengüeta para facilitar la unión final.

La composición del panel en ese momento ya contempla un revestimiento exterior adecuado para aguantar la construcción de conductos, utilizando un recubrimiento de aluminio, con diferentes capas formadas por mallas de vidrio para dar mayor resistencia al panel y reforzar así el conducto y con papel kraft entre la lana mineral de vidrio y el revestimiento exterior para mejorar el comportamiento frente a las condensaciones que se pudieran producir, todos unidos por adhesivo. En la cara interior existe un acabado de co-polímero de cloruro acetato de vinilo siendo un recubrimiento que previene la erosión de las fibras de la lana mineral cuando esté en funcionamiento el conducto.

La composición que se determina en las siguientes figuras será el punto de partida de lo que conocemos en la actualidad, con pequeñas diferencias, principalmente en el recubrimiento interior.

Figura 2.14. Descripción del objeto de la patente (Pearson, 1955).

Siendo la leyenda de la figura anterior la siguiente:

- 12- Panel de un aislamiento fibroso
- 13- Recubrimiento de aluminio
- 17- Papel kraft
- 18- Malla de vidrio
- 19- Refuerzos de vidrio en paralelo
- 20- Refuerzos de vidrio en paralelo
- 21- Adhesivo
- 22- Hoja de adhesivo de asfalto u otro material adecuado
- 23- Recubrimiento Co-polímero cloruro-acetato de vinilo
- 24- Cortes

La composición del panel consta de un recubrimiento exterior de plástico o vinilo, al que le sigue un recubrimiento metálico y una malla de vidrio de refuerzo, unidos por adhesivo principalmente en base de caucho o ingredientes que tengan la función de retardante de llama, que se une a la lana mineral de vidrio. Aparece la lengüeta en el revestimiento exterior para facilitar la unión final del panel y formar el conducto.

En la siguiente figura se hace mención a una composición parecida a la anterior y que contemplan esta lengüeta con pequeñas modificaciones (Pearson, 1970).

Figura 2.15. Descripción del objeto de la patente. (Pearson, 1970)

Siendo la leyenda de la figura anterior la siguiente:

- 10 - Panel
- 12 - Armadura
- 16 - Armadura
- 17 - lana mineral de vidrio
- 18 - 46 resina, película de resina
- 32, 34, 36, 38 - panel
- 40 - borde
- 42 - enrejado abierto o refuerzo
- 44 - lámina metálica
- 48 - esquina
- 50 - lengüeta

A partir de los años 60, el desarrollo del producto se centra principalmente en como cortar los paneles para hacer más eficiente el ensamblaje del conducto. Se patentan diferentes máquinas para el corte, tanto industrializadas como herramientas de mano, que son las antecesoras de las que se utilizan actualmente (Barr, 1971).

Figura 2.16. Descripción del objeto de la patente (Barr, 1971)

Comienza el uso de vendas para las uniones de las diferentes piezas de conductos:

Ya en los años 70, se sigue investigando como mejorar el comportamiento en la ejecución de los conductos, focalizando en las hendiduras y de cómo doblar los paneles, por ejemplo con dos guías, como muestra la siguiente imagen (Malone, Joseph G., Morton Smith, 1972).

Figura 2.17. Descripción del objeto de la patente (Malone, Joseph G., Morton Smith, 1972)

No solo se evolucionó en temas de ejecución, sino también de composición, utilizando retardante de llama plastificante, que se añadían a la composición del revestimiento con emulsión de agua, materiales como carbonato cálcico preferiblemente, pudiendo ser también talco, sílice, arcilla... (de Paul Clark, 1975)

Siendo los ligante de látex acuoso de co-polímeros de resinas acrílicas y componentes vinílicos, en la siguiente imagen se recoge parte de una composición:

Ingredients In Order of Addition	Amount
Total water	163 gallons
Initial water	120 gallons
Dispersing agent	
hydroxy methyl cellulose	12 lbs.
Wetting agent	
octylphenoxypolyethoxyethanol	24 lbs.
Thickening agent	
hydroxy ethyl cellulose	12 lbs.
Binder, aqueous latex of a copolymer comprising about 80% vinyl acetate and about 20% butyl acrylate	912 lbs.
Filler, Ca CO ₃	3,150 lbs.
Anti-foaming agent	
hydrophobic silica type defoamer	12 lbs.
Disperse 20 minutes at high speed	
Plasticizer emulsion	409 lbs.
Carbon black dispersion	900 lbs.
Fungicide: 2,3,5,6-tetrachloro- 4-methyl sulfonyl pyridine	12 lbs.
Add remainder of water	
PLASTICIZER EMULSION	
Ingredient	Amount
Water	69 lbs.
Emulsifying agent, polyoxyethylated fatty alcohol	21 lbs.
Emulsifying agent, polyoxyethylated vegetable oil	15 lbs.
Plasticizer, tris (2,3-dibromopropyl) phosphate	152 lbs.
Plasticizer, chlorinated phosphate ester, Phosgard 2XC-20	152 lbs.

Figura 2.18. Descripción del objeto de la patente (de Paul Clark, 1975)

Se establecen porcentajes dentro de la composición del revestimiento, siendo un 70-90% hidratos de aluminio o magnesio, un 5-20% del ligante de látex de vinilo acrílico o acetato de vinilo de polietileno y un 1-10% de retardante de llama de borato de sodio o ácido bórico (De Paul Clark, 1975).

The coating composition of this invention may be represented by the following general formulation:

Ingredient	Parts*
Fire retardant filler	70 to 90
Binder	5 to 20
Fire retardant borate	1 to 10

* The terms "percent" (%) and "parts" are used herein and in the appended claims to refer to percent and parts by weight of coating solids, unless otherwise indicated.

A preferred composition is:

Ingredient	Parts
Fire retardant filler	80 to 85
Binder	10 to 15
Fire retardant borate	2 to 4

Figura 2.19. Descripción del objeto de la patente (De Paul Clark, 1975)

Referente a la composición, el hecho de añadir una impregnación de asfalto al panel proporcionaba uniformidad y homogeneidad, además permitía añadir otros elementos, siendo una forma económica de ahorrar en el uso de otras capas y permitía aplicarlo de manera continua en la fabricación de los paneles (Plumberg. L.J., 1975).

Figura 2.20. Descripción del objeto de la patente (Plumberg. L.J., 1975)

Siendo la leyenda de la figura anterior la siguiente:

- 38- Velo de vidrio
- 44- Resina
- 66- Velo de vidrio
- 81- Capa continua de asfalto
- 101-Capa de polietileno

La capa de polietileno era de 0,0002 de 0,001 pulgadas de grosor, adherida a la capa continua de asfalto, confiriéndola una resistencia como para funcionar como una capa de separación e impidiendo que se pegue a los tableros adyacentes y que se moldea a la temperatura del asfalto.

Otros de los avances de la época de los 70 fueron en el método de corte y en desarrollo de herramientas manuales para el corte de los paneles de lana mineral. Se empieza a hablar de macho y hembra, refiriéndose a los bordes del panel (Lewis W. Goold & CO, 1977), que se consiguen colocando al final de la línea en el proceso de producción unos troqueles para cantear los bordes, cuya finalidad es la de facilitar el ensamblaje del conducto.

22, 42,- canteado del borde del panel

Figura 2.21. Descripción del objeto de la patente (Lewis W. Goold & CO, 1977)

En cuanto a la composición de los paneles se explora en las diferentes capas; en este caso fue utilizar una carga de sílice y perlita a la capa de imprimación (Chollet, 1979):

Tabla 2.2. Relativa a la composición de la invención de la patente. (Chollet, 1979)

	Invención 1	Invención 2
Silicato de metal alcalino	70-96%	35-91%
Arcilla	20-2%	15-2%
Catalizador de adhesión y estabilización	10-2%	10-2%
Carga mineral (sílice y perlita)		40-5%

O composiciones que servirán para poder hacer ranuras longitudinales para posteriormente plegar el panel para formar un producto industrial con diferente sección, para la cual se utilizó revestimiento de aluminio, material de lana de vidrio, tejido de vidrio, malla de vidrio, tejido de vidrio o no y papel kraft.

Figura 2.22. Descripción del objeto de la patente (Chollet, 1979)

Siendo la leyenda de la figura anterior la siguiente:

- 1- Primera capa
- 2 - Núcleo
- 3 - Capa de cola
- 4 - Capa cuarta
- 5, 8 - Ranuras longitudinales
- 6 - Partes
- 7,10 - Recubrimiento, lengüeta
- 9 - Pegamento que recubre el espacio de las ranuras

Se buscaba facilitar el corte de las hendiduras, por lo que se realizaron diferentes prototipos de herramientas manuales de corte, consistentes, por ejemplo, en un elemento que servirá de guía para el corte transversal del panel (H. M. Smith, 1979).

Figura 2.23. Descripción del objeto de la patente (H. M. Smith, 1979)

A partir de los años 80, se mejoraron las uniones de los paneles con refuerzos metálicos en las esquinas (Marquette, R.L; Jones, 1980) y los herrajes para unión de los paneles, principalmente en las esquinas (Gnant, 1981).

Figura 2.24. Descripción del objeto de la patente (Gnant, 1981)

También se desarrolló una máquina para el tratamiento de los paneles de lana mineral de vidrio, que aplica el adhesivo líquido y el revestimiento en las dos caras del panel, por lo que evita la deslaminación cuando se cantea los bordes. Esta industrialización de los paneles, mejora el acabado y posterior manipulado del panel (McCort, 1980).

Figura 2.25. Descripción del objeto de la patente (McCort, 1980)

En el proceso de fabricación de los paneles se desarrolló una máquina que facilitara el ensamblaje por presión del panel (Auer, 1985), siendo ésta una técnica que se utiliza actualmente.

Figura 2.26. Descripción del objeto de la patente (Auer, 1985)

Siendo la leyenda de la figura anterior la siguiente:

- 36 - conducto
- 38 - herraje de cierre
- 40 - por cinta estructural aplicada periféricamente

En la figura 31, se puede observar la apariencia de un conducto realizado con paneles de lana mineral de vidrio.

Figura 2.27. Conductos de los años 80. ("URSA," 2017)

En la década de los 90, se investigó lo relativo a la protección frente al fuego de la red de conductos realizados con paneles de lana mineral de vidrio. (Parrott, R.D.J., Franklin, 1991). También se encontró la manera más adecuada de transportar este

material, siendo de manera apilada y en cajas de cartón. (Soler i Aguilar, J., Pujol Rovira, 1992)

Figura 2.28. Descripción del objeto de la patente (Parrott, R.D.J., Franklin, 1991)

Se buscaron formas de ejecutar las uniones entre piezas, al ser puntos débiles de los conductos y un punto crítico durante el funcionamiento de la instalación. Para ello se utilizan cintas adhesivas de escayola, buscando reforzar las uniones, debido a que la resistencia en esos puntos es menor por la reducción de espesor (Palacios Sagredo, 1993).

La problemática de las uniones es en la puesta en marcha, cuando la presión de aire en el interior del conducto hace que esos puntos se vuelvan críticos y provoquen las fugas de aire a través de ellas y en algunos casos la destrucción del conducto (Masia Figueras, 1994).

Una unión que mejora el mantenimiento, reparación o inspección se realiza con dos herrajes iguales dispuestos en los dos conductos que se quieran unir, estas piezas tienen forma de perfil en I con alma y alas, en cuya alma se anexiona una pieza en forma de C que colocadas de manera simétrica se unen con un perfil en forma de H que encajara perfectamente con el resto de piezas:

Figura 2.29. Descripción del objeto de la patente (Masia Figueras, 1994)

La composición del panel de lana mineral de vidrio está en constante evolución. En el caso que podemos observar a continuación, se plantearon las siguientes capas (Isover Saint Gobain. FR, 1994):

FIG.1

FIG.2

Figura 2.30. Descripción del objeto de la patente (Isover Saint Gobain. FR, 1994).

- 10 - Lana mineral de una densidad de 15 a 80 kg/m³, espesor entre 10 y 100 mm y con resina de entre 3 a 7 %
- 12 - Velo de vidrio, gramaje de 35 a 180 gr/m²
- 14 - Revestimiento en una de sus caras (velo de vidrio y aluminio unidos con un adhesivo termo endurecido)
- 16 - Capa de adhesión por calor, por ejemplo polietileno, cuyo gramaje esta entre 10 y 50 gr/m²
- 18 - Aluminio liso de 20 a 150 micrómetros y gofrado de 40 a 150 micrómetros.
- 20 - Capa de laca (gramaje entre 0 et 3 gr/m²)
- 22 - Velo de vidrio

También se investigó en la búsqueda de revestimientos:

- Polimérico interior, en este caso con biocida orgánico, contenido de solidos secos entre 10 y 20 gr/pies, que hace que conserve su resistencia a la abrasión y resistencia a la perforación en el interior y que pueda ser limpiado sin que sufra daños. Este revestimiento evita el crecimiento microbiológico, mejorando el comportamiento de la absorción acústica (Matthews, K.R., Schakel, E.G., Gamboa, 1995).

Figura 2.31. Descripción del objeto de la patente (Matthews, K.R., Schakel, E.G., Gamboa, 1995)

- Protección que contenga fungicida, para evitar crecimiento microbiológico (Batdort, V., Brendle, 1998).
- Barrera de vapor con aluminio y papel kraft unidos por un adhesivo retardante, que proporciona un mejor comportamiento mecánico, rigidez y resistencia a la abrasión (Petty, 1998).

Figura 2.32. Descripción del objeto de la patente (Petty, 1998)

Siendo la leyenda de la figura anterior la siguiente:

- 10 - Barrera de vapor
- 12 - Lamina de papel kraft interior
- 14 - Malla de vidrio
- 16 - Lamina intermedia de papel kraft
- 18 - Aluminio
- 20 - Adhesivo

A finales de siglo hay un hito destacable debido a la evolución de los recubrimientos, principalmente en el exterior, por el cual se deja de utilizar vendas de escayola para el ensamblaje final de los conductos y se sustituyen por cinta de aluminio, que junto con la fijación con grapas, mejora la estabilidad de los conductos en el momento de su funcionamiento.

A partir del año 2000, empieza un período donde se mejora la unión de los paneles, con mecanizados laterales a media madera y reforzados por la lengüeta en el revestimiento exterior, que actúa de solape con el siguiente panel (Ros Castello, 2001). Esta técnica se ha ido perfeccionando con el paso de los años.

FIG.1

FIG.2

Figura 2.33. Descripción del objeto de la patente (Ros Castello, 2001)

A partir de 2010, se empezaron a desarrollar paneles que tuvieran altas prestaciones acústicas (Parks, 2010), y las mejoras en la composición de los recubrimientos, además de mejorar las prestaciones acústicas, contribuyen a mejorar el comportamiento de resistencia mecánica del panel (Pasalaigua Huguet, 2011).

Figura 2.34. Descripción del objeto de la patente. (Pasalaigua Huguet, 2011)

Siendo la leyenda de la figura anterior la siguiente:

- 1- Lana mineral
- 2- Malla de vidrio
- 3 - Revestimiento
- 4- Adhesivo
- 5- Tejido de vidrio

La composición más actual es la que se puede observar en la siguiente figura:

Figura 2.35. Descripción del objeto de la patente (Pasalaigua Huguet, J., Pérez Puyuelo, O., Uriz Sola, 2012)

Siendo la leyenda de la figura anterior la siguiente:

- 1 – Lana mineral de vidrio
- 2,3 – Superficie principal
- 4 – Bordes laterales, mecanizados con forma de macho y hembra (13 y 14)

- 5 – Borde delantero
- 6 - Borde trasero
- 7 – Revestimiento de tejido de vidrio (densidad entre 50-250 gr/m²), siendo el número de filamentos o unidad de longitud inferior a 10 filamentos por cm.
- 8 - segunda capa de revestimiento
- 9 – Capa no tejida
- 10 - Capa adhesiva acrílica y su densidad superficial varía entre 30-350 gr/m²
- 11 - Película adhesiva continua, termosellable, de polietileno o de resina acrílica varía entre 9-11 µm.
- 12 – Capa portadora
- 13 - Macho
- 14 - Hembra

La constante inquietud por mejorar la lana mineral de vidrio se traduce en avances en el interior de los paneles, mejorando la composición del núcleo con resinas libres de formaldehidos (Yang, 2013).

FIG. 1

Figura 2.36. Descripción del objeto de la patente (Yang, 2013)

Del mismo modo, se han realizado pruebas de recubrimientos con velos combinados con poliéster para mejorar el recubrimiento exterior (Nagarajan, V. S., Haubrich, D., Parks, J.M., Hettler, N., Qi, W., Kunkler, 2013).

Para facilitar el corte y ensamblaje del conducto a partir de los paneles, algunos fabricantes marcan el recubrimiento con unas líneas guía, tanto transversales como oblicuas, para facilitar la realización no solo de tramos rectos sino de diferentes figuras.

En el mercado también se contempla la línea del borde para guiar donde se encontrará la cinta adhesiva de aluminio y asegurar la correcta estanqueidad del conducto. Incluyen, además, unas flechas en dirección de la circulación del aire (Diez Monforte, A., Juarranz Moratilla, N., Rodero Antunez, 2013).

Figura 2.37. Descripción del objeto de la patente (Diez Monforte, A., Juarranz Moratilla, N., Rodero Antunez, 2013)

La constante evolución de los recubrimiento exterior, lleva a un panel de lana mineral reforzado, que presenta un complejo exterior compuesto por dos capas: una de ellas (3) formada por una lámina de aluminio unida por adhesivo a la superficie exterior de la lana mineral, y otra capa, unida a la primera a la que se le pega una lámina (4) compuesta por una lámina reforzada y protectora de tejido de vidrio con una textura de malla cerrada (Soriano Hoyuelos, 2014).

Figura 2.38. Descripción del objeto de la patente (Soriano Hoyuelos, 2014)

Por otro lado, también se investiga en cómo mejorar la conexión de diferentes conductos en puntos críticos, por lo que se desarrollan piezas metálicas de unión entre tramos de conductos (Fanelli, 2014).

Figura 2.39. Descripción del objeto de la patente. (Fanelli, 2014)

Hoy en día, con el objetivo de la normativa de buscar instalaciones lo más eficientes posibles, se busca minimizar las pérdidas térmicas y mejorar las prestaciones acústicas de las instalaciones de climatización, por lo han aparecido en el mercado paneles de 40 mm de espesor.

Para finalizar, se observa en la siguiente cronología la evolución del mercado, según el proceso de implantación de las diferentes patentes:

- Paneles revestidos por el exterior con papel kraft y sin recubrimiento interior
- Paneles revestidos por el exterior con complejo aluminio kraft blanco y sin revestimiento interior
- Paneles revestidos por el exterior con complejo kraft aluminio blanco y con velo de vidrio interior
- Hasta aquí todas las uniones se efectuaban con vendas de escayola
- Panes revestidos exteriormente con aluminio kraft y uniones con cinta de aluminio y revestimiento interior desnudos o con velo de vidrio

- Paneles revestidos exteriormente con aluminio kraft y uniones con cinta de aluminio revestidos interiormente con aluminio
- Paneles revestidos exteriormente con aluminio kraft y uniones con cinta de aluminio revestidos interiormente con aluminio perforado o micro perforado
- Paneles revestidos exteriormente con aluminio kraft y uniones con cinta de aluminio revestidos interiormente con tejidos de aluminio
- Paneles de 40 mm de espesor

2.2.3.2. Evolución: Según las uniones

A lo largo del apartado anterior hemos ido viendo, de la mano de la evolución en la configuración y la fabricación de los paneles, la evolución de las uniones y la forma de ensamblarlos.

Figura 2.40. Descripción del objeto de la patente (Barr, 1971)

Como resumen al proceso de ejecución de la unión tenemos el siguiente gráfico:

Gráfico 2.3. Evolución de los paneles de MW clasificados por las uniones ejecutadas con vendas y con cinta de aluminio. Elaboración propia.

2.3. Industria

Hoy en día estos materiales se fabrican en el continente norteamericano (EE.UU.) y en Europa, más concretamente en España, siendo distribuidos a cualquier otro parte del mundo. Aunque el mercado americano fue pionero en producir estos materiales por los años 30 (R. W. Smith, 1939), el mercado europeo ha madurado rápidamente desde que empezara a fabricarlos en los años 70, por lo que se pueden encontrar materiales muy similares.

Este mercado lo copan actualmente estas cinco empresas:

Tabla 2.3. Fabricantes de paneles de lana mineral de vidrio para la construcción de conductos de climatización. Elaboración propia

Fabricante	Fábrica	País	Web
Johns Manville		EEUU	http://www.jm.com/en/
Certain Teed Corp		EEUU	https://www.certainteed.com/
Knauf Insulation		EEUU	http://www.knaufinsulation.us/
Isover		Europa	https://www.isover.com/
	Azuqueca de Henares (Madrid)	España	https://www.isover.es/
URSA		Europa	http://www.ursa.com/
	El Pla de Santa Maria (Tarragona)	España	http://www.ursa.es/

Las normas que regulan estos productos serán diferentes de los lugares donde se comercialicen y se fabriquen, por lo que hay que distinguir la fabricación americana y la europea.

2.3.1. Fabricación Americana

En el mercado americano, la variedad de paneles de lana mineral de vidrio se limita a Complejo kraft-aluminio reforzado por el exterior y velo de vidrio por el interior, los espesores que utilizan son 1 in. (25 mm), 1 ½ in. (38 mm) y 2 in. (51 mm) y la conductividad térmica se especifica a una temperatura de 75°F (24°C) es acorde a la ASTN C518, el valor de las fichas técnicas de los fabricantes es 0,033 W/m°C para los diferentes espesores (Owens Corning, 2017) (Jhons Manville, 2017).

2.3.1.1. Normativa

No existe una norma armonizada para estos paneles, sino una serie de Normas de ensayo de características específicas que se requieren para la aplicación en redes de climatización que se encuentran bajo el marco normativo de ASHRAE.

2.3.1.2. Características técnicas

Las normas de ensayo a las que hace referencia el apartado anterior se muestran en la siguiente tabla y están referenciadas a las características técnicas que se declaran en EE.UU.

Tabla 2.4. Características técnicas y normativa americana de los paneles de lana mineral de vidrio. Elaboración propia.

Normativas	Propiedades
Asociación nacional de protección frente al fuego	
NFPA 90ª- Estándar para la instalación de sistemas de aire acondicionado y ventilación	Combustibilidad
NFPA 90B - Estándar para la instalación de sistemas de calefacción y aire acondicionado de aire caliente	
NFPA 255 - Método estándar de prueba de características de combustión superficial de materiales de construcción	
NFPA 259 - Método de prueba estándar para el calor potencial de los materiales de construcción	
Underwriters laboratories Inc.	
UL 181	Temperatura operativa (máx.), Velocidad del aire (máx.), Presión interna (máx.)
UL 181A	Sistemas de cierre para el uso de conductos
UL 723	Combustibilidad superficial
ASTM INTERNACIONAL (Normativa)	
ASTM E 84	Combustibilidad superficial
ASTM C 411	Temperatura operativa (máx.)
ASTM C 423	Coeficiente de absorción acústica
ASTM C 518	Propiedades de transmisión térmica
ASTM G 21	Existencia a los hongos
ASTM G 22	Resistencia a las bacterias
Estándares de fabricación e instalación	
NAIMA Fibrous Glass Duct Construction Standart	
NAIMA Fibrous Glass Residential Duct Const. Std.	
SMACNA Fibrous Construction Standarts	
Normas y códigos de conservación de energía	
ASHARE/IESNA 90.1-1889	
ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2001	
IECC – INTL. ENERGY CONSERVATION CODE	
IRC – INTL. RESIDENTIAL CODE	

2.3.2. Fabricación europea

En el mercado europea, la variedad de paneles es mayor que el americano en cuanto a revestimientos exteriores interiores, los espesores que utilizan son 25 mm. y 40 mm.

2.3.2.1. Normativa

Los paneles de lana mineral son materiales que se utilizan para la realización de conductos de climatización in situ y son conformes a la UNE-EN 14303:2010+A1:2013. *“Productos aislantes térmicos para equipos en edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de lana mineral (MW)”*.

En ella se reflejan las características técnicas, así como el método de ensayo, probetas y las condiciones específicas:

Apartado		Método de ensayo		Dimensiones de la probeta de ensayo ^a	Número mínimo de mediciones para obtener un resultado de ensayo	Condiciones específicas
Nº	Título	Plano	Cilíndrico			
4.2.1	Conductividad térmica	EN 12667 o EN 12939	EN 12667 o EN 12939 para $D_0 \geq 500$	Depende del equipo	1	
			EN ISO 8497	Tamaño original	1	
4.2.2	Dimensiones y tolerancias					
4.2.2.1	Longitud y anchura	EN 822	EN 13467	Tamaño original	1	
4.2.2.1	Espesor	EN 823	EN 13467	Tamaño original	Mantas, fieltros, rollos, colchonetas, mantas acolchadas: 1 Bandas, planchas, paneles, placas: 3	
	Diámetro interior		EN 13467	Tamaño original	1	
4.2.2.2	Rectangularidad	EN 824	EN 13467	Tamaño original	1	
4.2.3	Estabilidad dimensional	EN 1604		200 × 200	3	
4.2.4	Reacción al fuego	Véase la Norma EN 13501-1				Véase la Norma EN 15715:2009
4.3.2	Temperatura máxima de servicio	EN 14706	EN 14707	100 × 100 150 × 150 200 × 200 300 × 300 para coquillas véase la Norma EN 14707	3	
4.3.4	Resistencia a compresión	EN 826		200 × 200 300 × 300	5 3	Alisamiento
4.3.5	Absorción de agua	EN 1609		200 × 200	4	Método A
	Absorción de agua		EN 13472	Véase método de ensayo	3	
4.3.6	Resistencia a la difusión del vapor de agua ^b	EN 12086		Véase la Norma EN 12086	Véase la Norma EN 12086:1997	Sólo para productos con barrera de vapor ^c
			EN 13469	Véase la Norma EN 13469	5	
4.3.7	Trazas de iones solubles al agua y valor pH	EN 13468			3	20 g
4.3.8	Absorción acústica	EN ISO 354		mín. 10 m ²	1	A indicar
4.3.9	Emisión de sustancias peligrosas	"	"			
4.3.10	Incandescencia continua	"	"			

^a Siempre espesor del producto original, excepto en el apartado 4.3.3.

^b Cuando se someten a ensayo productos con barrera de vapor, de acuerdo con la Norma EN 12086, el espesor de la probeta a medir es el espesor de la barrera de vapor más 2 o 3 mm.

^c De momento no disponible.

Figura 2.41. Métodos de ensayo, probetas y condiciones. UNE-EN 14303:2010.

Dado que la norma incluye otros productos aislantes térmicos para equipos en edificación e instalaciones industriales, no todas las características técnicas que se especifican en la tabla anterior se tienen que ensayar en los paneles. De manera

obligatoria de debe evaluar: la conductividad térmica (4 valores en el rango de temperaturas de servicio), las dimensiones y tolerancias, la estabilidad dimensional, la reacción al fuego y las características de durabilidad.

Como parámetro opcional de ensayo estaría la resistencia a la difusión del vapor de agua, que vendrá condicionada por el revestimiento exterior que se coloque sobre el núcleo de lana mineral. En este caso el método de ensayo se hará conforme a la norma UNE-EN 12086, dado que es un material plano. Existen dos niveles, según el espesor de la capa de agua equivalente a la difusión de vapor de agua: MV 1 para 100 m y MV 2 para 200 m. Por lo general estos paneles tendrán un código de designación: MW EN 14303 -T5 - MV1

Otro parámetro de ensayo opcional es la absorción acústica, que se determina de acuerdo a la Norma EN ISO 354:2004, siempre sin plenum.

2.3.2.2. Características técnicas

Las características técnicas que se especifican son:

- Código de designación
- Conductividad térmica en función de 4 temperaturas (10°C, 24°C, 40°C y 60°C)
- Espesor de la capa de aire equivalente a la difusión del vapor de agua
- Dimensiones y tolerancias
- Reacción al fuego
- Resistencia a la difusión del vapor de agua
- Absorción acústica sin plenum, en el caso de tener algún revestimiento que afecte a este valor.

2.4. Fabricación

El conocimiento de la historia de una fábrica da una visión de cómo se abre mercado un producto, en este caso en Europa, y de cómo evoluciona para conseguir los

resultado de fabricación de hoy en día. La fábrica que se analizará está ubicada en el Pla de Santa María (Tarragona) y pertenece a la empresa URSA.

2.4.1. Origen de la empresa

Diez años después de la guerra civil española y a tres de acabada la contienda mundial, la economía española comenzaba a tener una leve recuperación en aspectos de empleo, subsistencia, escolarización, sanidad... siendo notables las precariedades en infraestructuras, transportes, comunicaciones, energía, servicios y en vivienda. Siendo deficitario los materiales básicos como el cemento y el acero, en el sector de la construcción (Jorba, 1999).

Haciendo una retrospectiva en la historia de la compañía desde comienzos, nos encontramos que en:

Finales de los años 40 se crea la empresa familiar de Jordi Masià i Mas-Bagà, ingeniero químico, dedicada a la conformación de metacrilato y Poliestireno (Baratech, 2000).

En los años 50:

- Se inaugura “Comercial de Plásticos” con más de 30 personas, que más adelante pasaría a llamarse “Poliglas” (Jorba, 1999).
- Dämmstoffe Held inicia sus actividades, estableciendo su división de aislamiento en Dinslaken, Alemania (URSA Insulation S.A., 2017).
- Comienza la fabricación de placas onduladas de poliéster reforzadas con fibra de vidrio.
- Madrid, 18 de enero de 1957, se constituye la empresa Poliglas S.A. (Capital 5.040.000 pesetas.). Se inició fabricación de claraboyas, piezas de motocicletas, electrodomésticos en poliéster reforzado con fibra de vidrio, pequeñas embarcaciones, siendo los primeros en diseñar, desarrollar y producir una embarcación para motor fueraborda.
- Comienza la fabricación de Poliestireno expandido (EPS).

En los años 60:

- Se instaló la primera línea de placa de poliéster semimanual, a la par que se adquirió 25.000 m² en Barbera del Vallès (Barcelona) y un equipo completo de

producción de bloques en poliestireno expandido (EPS) en EEUU. Se produjo la puesta en marcha de una sección dedicada a la producción de rótulos luminosos y se trasladaron los equipos industriales de Barcelona a la recién construida factoría en Barbera del Vallès, mientras se construía y se ponía en marcha la máquina continua para la fabricación de la paca de poliéster.

- Incorporación de la línea de moldeo de envases y embalajes en Poliestireno expandido. Consolidación de la división náutica con los modelos. Y de la sección de Poliestireno expandido (EPS) con un nuevo equipo completo de producción de bloques.

En los años 70:

- Puesta en marcha una línea continua para producción de placa de poliéster en rollo (Jorba, 1999).
- Dämmstoffe Held GmbH construye una planta de lana mineral de vidrio en Wesel (Alemania), doce años después de empezar su actividad (URSA Insulation S.A., 2017).
- Traslado de las oficinas centrales a nueva fábrica de Barbera del Vallès (Barcelona).
- El consejo de administración, entre producir lana de vidrio y lana de roca, decidió apostar por la primera alternativa. Se empieza a construir la fábrica del Pla de Santa Maria (Tarragona). Se cumplen 25 años del nacimiento de Poliglas ("hoy hace... 25 años," 1974).
- Se crea a OTP (Oficina Técnica de Poliglas) para desarrollar el proyecto de lana de vidrio y venta de tecnología propia (F.B.S., 1982).
- Inauguración de la fábrica de lana mineral de vidrio en el Pla de Santa María, para la producción de aislamientos térmicos y acústicos (La vanguardia Española, 1976). Poliglas se introdujo en el mercado francés.
- Puesta en marcha de la planta de lana mineral de vidrio GRAHAM FIBER GLASS LTD en Erin, a 50 Km de Toronto (Canadá) (Baratech, 2000).

En los años 80:

- Constitución de Poliglas S.A. Francia e implementación de una filial en Toulouse, iniciándose la internacionalización de Poliglas.

- Construcción y puesta en marcha de una nueva planta Plaessa en el Pla de Santa Maria para la fabricación de Poliestireno Extruido (XPS).
- Poliglas se incorpora al Grupo Uralita, primer grupo español en la fabricación de materiales de construcción.
- Se alcanza un volumen de facturación anual de 7.194 millones de pesetas, en los siete centros de producción de Poliglas, con un equipo humano de 342 personas y diez delegaciones comerciales (Jorba, 1999).

En los años 90:

- Pfeiderer AG adquiere al fabricante de aislamiento Dämmstoffe Held GmbH, ubicado en Wesel (Alemania) (“URSA,” 2017).
- Pfeiderer adquiere KRKA Novoterm d.o.o., una compañía eslovena con posición en el mercado de la antigua Yugoslavia, tenía una planta de lana mineral de vidrio que suministraba también a mercados como el italiano y austriaco.
- Apertura de Fronteras en el ámbito de la Comunidad Europea. Constitución de Poliglas GmbH. Alemania y de Poliglas Srl. Italia (El Vallenc, 1994).
- Pfeiderer adquiere Isoglass N.V., compañía belga con una planta de lana mineral de vidrio en Desselgem y Presencia en mercados de Benelux, Francia y Reino Unido. Además inaugura una nueva planta de lana mineral de vidrio en Delitzsch (Alemania).
- Pfeiderer adquiere una planta de lana mineral de vidrio en Chudovo (Rusia) que inicialmente había sido establecida por Mehr&Held GmbH, la parte de ingeniería de Dämmstoffe Held GmbH.
- Pfeiderer aumenta su capacidad productiva. Debido el crecimiento del mercado, se incrementan las capacidades de las plantas de Novo Mesto (Eslovenia) y Desselgem (Bélgica). Pfeiderer technika izolacyjna Polska se establece como oficina comercial en Polonia. Constitución y puesta en Marcha en 1996 de una planta industrial para la fabricación de XPS en Queis (Alemania) (LA VANGUARDIA, 1995).
- Adquisición de La fábrica de lana de roca, Isolyth Rt en Tapolca (Hungría) (“Protagonista: Juan Antonio García Díez,” 1997). Se lanza al mercado la nueva lana de roca de Poliglas. Pfeiderer abre oficina comercial en Kiev (Ucrania) (“URSA,” 2017).

- Constitución de Poliglas Dämmssysteme GmbH en Frankfurt (Alemania) (Jorba, 1999) y *Poliglas Ltd en Londres (Inglaterra)*. Poliglas France Industrie S.A. (“Promover la internacionalización,” 1998) empieza la construcción de la nueva planta de fabricación de lana mineral de vidrio en Saint Avold. *Se constituyó una fábrica de EPS en Tapolca (Hungría)*.
- Adquisición de Tictor S.A.-Fibraver S.N.C (Francia) con Fábrica en Beaucaire (Baratech, 2000). Poliglas celebra su 50 aniversario (Jorba, 1999). Pfeiderer se hace con dos plantas de lana mineral de vidrio, una en Salgotarjan (Hungría) y la planta de Dabrowa Gornicza (Polonia).

A partir del 2000:

- La planta de Saint. Avold comienza la producción de lana mineral de vidrio.
- Pfeiderer empieza a construir una segunda planta de lana mineral de vidrio en Serpukhov (Rusia).
- El Grupo Uralita adquiere la división de aislamiento de Pfeiderer. Poliglas empieza el desarrollo de su proyecto del Adriático (C.A., 2002), con la construcción de una planta en Bondeno (Italia).
- Instalación de una segunda línea en la planta de XPS en Bondeno (Italia) para incrementar la capacidad de producción.
- Con la fusión de Poliglas y Pfeiderer, se crea la nueva compañía URSA (“URSA,” 2017).
- Instalación de una segunda línea de producción en la planta de Serpukhov (Rusia), para aumentar de capacidad de producción.
- URSA construye una planta de XPS en Saint. Avold (Francia) con una capacidad de 250.000 m³.
- El grupo Uralita celebra su centenario. Se construye una nueva planta de XPS en Serpuchov (Rusia) y se incrementa la capacidad de producción en la planta de lana mineral de vidrio de St. Avold (Francia) en 34.000 toneladas.
- URSA compra una planta de lana mineral de vidrio ubicada en Polatli (Ankara-Turquía).
- URSA presenta PUREONE, la primera lana mineral blanca, suave y con altas prestaciones en Europa. Responde a la estrategia de la empresa de ofrecer productos innovadores y sostenibles que contribuyen a mejorar la calidad del

aire interior. Se presenta también URSA TERRA, una lana mineral con alto grado de aislamiento acústico.

A partir del 2010:

- URSA GEO se presenta a nivel internacional, como un producto innovador en la gama estándar (“URSA,” 2017).
- PUREONE recibe reconocimientos de Producto innovador BAU 2011, certificado Green Brand Innovation, reconocimientos de consumidores.
- URSA Alemania obtiene el sello de evaluación del Institut for Bauen und Umwelt, obteniendo la Declaración Ambiental de Producto (“URSA,” 2017).
- El fondo de inversión americano Kohlberg Kravis & Roberts (KKR) asume la deuda del grupo Uralita, del que es parte URSA (Casado, 2013).
- Se reanuda la producción en la fábrica de Poliestireno extruido de URSA en Bondeno (Italia) tras una profunda reconstrucción debida a los daños causados por el terremoto que asoló la región de Ferrara el 20 de Mayo de 2012.
- URSA lanza su nueva imagen corporativa. Se firma el traspaso de URSA al fondo de inversión estadounidense KKR (“ALIMARKET,” 2018).
- URSA es adquirida por el Grupo Alemán Xella.

2.4.2. Fábrica de lana mineral el Pla de Santa Maria

Este apartado se centrará en analizar la construcción y desarrollo de la fábrica de lanas minerales, sita en el Pla de Santa Maria y única la compañía en España. Para entender la evolución de la fábrica se analizará la localización y porqué surge.

Localización

La búsqueda de la localización es esencial para poder hacer una planificación estratégica de la producción de una fábrica. Para ello se tiene en cuenta como objetivo, el mercado al que se va a abastecer, las infraestructuras y las condiciones técnicas necesarias para el buen funcionamiento de la planta.

El análisis del mercado al que se quiere llegar es fundamental, no solo para valorar la capacidad productiva de la fábrica sino para ubicarla de manera estratégica para hacer frente al mercado, considerando infraestructuras, medios de transporte disponibles, plazos de entrega óptimos, etc... El objetivo no solo era el mercado español, sino la proyección de exportar a otros mercados, tales como el francés (Salvadó, 1994), contando con la problemática de las regulaciones estatales, aduanas, idiomas, etc... Hay que valorar que en aquel momento, no existía la Unión Europea y por consiguiente el libre comercio que conocemos actualmente.

Una buena comunicación era imprescindible para hacer factible el buen desplazamiento en tiempo y forma de la producción, para cumplir con los compromisos de venta, por lo que debía tener un acceso a varias vías. Vilafranca del Penedés se planteó en un inicio por su cercanía a la ciudad de Barcelona, pero finalmente, se optó por la localización actual, ya que se conocía la próxima construcción de la nueva autopista del Ebro; el presidente de la empresa también lo era de autopistas del Mediterráneo, y era conocedor del plazo de construcción y del trazado, que conectaría Lérida y Zaragoza con la autopista del Mediterráneo, a la altura del Vendrell, llegando así hasta Madrid (Oliveras, 2017) (Solé Bonet, 2017).

Figura 2.42. Mapa de zona de la ubicación de la Fábrica de El Pla de Tarragona, en 1970 (a la derecha) y 2017 (a la izquierda). Fuente: Mapa de tráfico – año 1970. Ministerio de Obras Públicas. Dirección general de Carreteras y Caminos Vecinales. Ministerio de Fomento. España. Mapa de tráfico- año 2017. ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.

El lugar elegido debía cumplir con dos requerimientos, el primero de ellos era ser una zona plana, debido a la gran extensión que tendría la fábrica, no solo por el espacio dedicado a la producción, con posibilidad de incrementarla, sino también para la

estrategia logística, y con vistas a futuras expansiones, y el segundo requerimiento era contar con suministro de agua, ya fuera a nivel de municipio o del subsuelo del terreno, para cubrir las necesidades de la planta. La ventaja de tener en plantilla personal que conociera la zona y la casuística de la burocracia municipal, fueron un punto importante para la decisión final (Oliveras, 2017).

¿Por qué surge?

La crisis del petróleo de los años 70 (F.B.S., 1982), generó una necesidad creciente del ahorro energético en edificación, lo que hizo plantear un cambio en la estrategia de la compañía, debido no solo a la dependencia que tenía de esta materia la fabricación de los plásticos, que en esa época se consideraban materiales innovadores, sino también ante la oportunidad de negocio que se abría ante la necesidad de mitigar esta crisis con el aumento de demanda de materiales aislantes y con la aparición de la normativa NBE-79, donde se regulaba y obligaba al uso de aislamiento a nivel nacional.

Los materiales aislantes eran por lo tanto el punto de referencia de la nueva estrategia empresarial, por lo que desarrollar productos alternativos y que cubrieran todas las aplicaciones, fue el eje de referencia de la misma. La necesidad de ampliar la gama de productos a todas las aplicaciones de un edificio, provocó la necesidad de ampliar el negocio de los aislamientos más allá de los plásticos, por lo que se estudió la posibilidad de fabricar lanas minerales, tanto de roca como de vidrio, decantándose por esta última debido a su especialización en el proceso de fabricación, aunque el de la lana de roca requiere, a priori, una tecnología más sencilla, asequible y con menor coste de inversión.

Al igual que Poliglas en España, otras empresas familiares en el resto de Europa tuvieron la misma visión. Tal fue el caso de Held en Alemania, que centró sus esfuerzos en fabricar materiales aislantes, en este caso lana mineral de vidrio.

Las dificultades de la fabricación de la lana mineral de vidrio, fueron principalmente la poca tecnología libre que existía en el mercado así como la apuesta financiera que

representaba esta industria, por lo que inversión iba de la mano de un exhaustivo control del riesgo para que las expectativas de éxito fueran reales (Oliveras, 2017).

Historia de la fábrica

Una vez definida la estrategia de la compañía, referente a la fabricación de lana mineral de vidrio, organizó un equipo exclusivo que se focalizara y centrara todos sus esfuerzos en poner en marcha la planta, tanto la construcción de la misma como la líneas del proceso de producción, siendo un proyecto independiente al funcionamiento de la empresa. El desarrollo inicial del proyecto se ubicó en una oficina técnica en Barcelona, más concretamente en la calle Santaló, relativamente cerca de la fábrica central de Poliglas ubicada en Barbera del Vallés, donde se encontraba la oficina técnica Central, hoy en día Ingeniería Central, que nutriría de personal al nuevo proyecto así como de las herramientas necesarias para su correcto desarrollo.

Figura 2.43. Equipo Oficina Técnica que lidero la construcción la planta. Barcelona. Agosto 1975 - noviembre de 1975Fuente: Archivo privado de URSA Ibérica Aislantes. S.A.

Uno de los propósitos del proyecto era encontrar tecnología libre para evitar la dependencia tecnológica como empresa.

La búsqueda de esta tecnología, les llevo hasta EEUU, cuando en el año 1973, la empresa Glass International, que sigue existiendo en la actualidad, desarrollo un prototipo de fibrador para la fabricación de lana mineral de vidrio. Esta fue la base para que en 1974, se diera luz verde para arrancar el proyecto y que fuera tomando forma

la construcción de la línea de fabricación, partiendo de una de segunda mano proveniente de una fábrica de Vancouver (Canadá), que cerró sus puertas después de 30 años. Partiendo de esto elementos, el resto de la línea se desarrollaría en la Oficina central, contando con el asesoramiento de Glass International. El prototipo del horno de fusión de vidrio se basó en el diseño que poseía otra empresa americana, líder en la fabricación de lana mineral de vidrio. A todas estas dificultades técnicas hay que sumarles los escasos medios de comunicación existentes en aquella época, reducidos casi exclusivamente a teléfonos fijos y telefax.

En 1974, y partiendo de un proyecto básico de la línea de fabricación, se comenzó el proceso de petición de licencias, permisos y la adquisición de los terrenos, que hoy en día pertenecen al Polígono Industrial del municipio, siendo la primera fábrica en ubicarse en él.

A finales de 1974, se empezó el trabajo de un pozo de agua para el abastecimiento de la fábrica, así como los trabajos de explanación del terreno.

A principios de 1975 se empezó a construir la nave de fabricación (Oliveras, 2017).

*Figura 2.44. Cimentación de la Fábrica de lana mineral de vidrio en el Pla de Santa María. Tarragona.
Fuente: Archivo privado de URSA Ibérica Aislantes. S.A.*

A principios de 1976, empezaron a llegar contenedores con la máquina que se adquirió en Canadá, coincidiendo con el traslado de la Oficina central de Barcelona a las instalaciones donde se ubicaría la fábrica, contando con unas oficinas provisionales, con la finalidad de completar el resto de edificación y la instalación de la línea de producción sobre el terreno.

Figura 2.45. La nave de fabricación en construcción con la maquinaria recién llegada de Canadá estocada en el interior. Junio de 1976. El Pla de Santa Maria. Tarragona Fuente: Archivo privado de URSA Ibérica Aislantes. S.A.

Finalmente, el día 2 de febrero de 1977 se producía el primer panel de lana mineral de vidrio en la planta.

A partir de ese momento, la estrategia de la compañía fue hacerse un hueco en el mercado español con la lana mineral de vidrio para las aplicaciones en edificación, sin olvidarse de los mercados vecinos, que formaban parte del desarrollo estratégico inicial del proyecto. El interés del mercado español y el avance innovador de los paneles de lana mineral de vidrio para la construcción de conductos de climatización en el mercado estadounidense, donde llevaban casi tres décadas implementando, hicieron que la fábrica de Poliglas, fuera consciente de la oportunidad de negocio de la innovación de esta aplicación y un punto estratégico a nivel nacional, comenzara a plantearse la fabricación de estos paneles.

Las diferencias con los productos fabricados hasta ahora en la fábrica eran importantes: pasar de unas lanas minerales de vidrio de baja densidad a unas de alta densidad, era prácticamente volver a planificar el proceso de producción de la línea aunque se partiera de las mismas materias primas. El concepto de panel sería totalmente diferente, por lo que llevó a la dirección a plantear un proyecto interno (F.B.S., 1982) exclusivo para el desarrollo de este material, no solo para el desarrollo de las características técnicas necesarias para su correcta aplicación sino para la adecuación de la línea, fundamental para alcanzar el objetivo propuesto. En 1983, siendo conscientes de la necesidad de ser competitivos con este producto en el mercado y de asegurar las prestaciones técnicas, era necesario dar un salto cualitativo y agresivo, por lo que se decidió realizar una segunda línea de producción específica para estos paneles de lana mineral de vidrio que requerirían no sólo mayor densidad sino mejoras técnicas importantes para garantizar las propiedades exigidas en su correcta aplicación, como serían, por ejemplo, los recubrimientos (Oliveras, 2017).

El 27 de noviembre de 1984, se pone en marcha la producción de una segunda línea proveniente de una fábrica de Dinamarca y con el mismo sistema de fibración que la línea vigente, dado que los avances en el desarrollo del producto, se habían hecho con la primera línea, que con el paso de los años y con las inversiones efectuadas habría sufrido mejoras significativas (F.B.S., 1982).

No conformes con esta segunda línea, en el año 1988, se realizó un cambio en la tecnología de fibración para ser más competitivos y dar un salto cualitativo a la hora de desarrollar productos con mejores propiedades técnicas y sobre todo mecánicas, para facilitar el corte del panel para la construcción del conducto, cambio que enseguida se notó en los instaladores que lo manipulaban e instalaban.

A principios de los años 90, se empezaron a tener en cuenta las prestaciones acústicas que podrían proporcionar los paneles en las redes de conductos de climatización. Con ello llegó la investigación en diferentes complejos que mejorarían las características acústicas intrínsecas de las que disponía la lana mineral de vidrio, como fue el aluminio perforado, en sus comienzos, seguido de velos de vidrio, doble aluminio.

Habiendo transcurrido solo doce años desde la puesta en marcha de la segunda línea, y debido a los continuos avances tecnológicos y a las necesidades del mercado tanto prestacionales como de calidad, en el año 1996 se procede a renovar por completo la línea de fabricación. Los cambios se basan en la investigación, desarrollo e innovación interno de la compañía, siendo esta línea una fuente de mejoras de la cual se nutre también la primera línea de producción (El Vallenc, 1994).

Siguiendo la evolución del mercado, en el año 2000 se desarrolló un sistema para poder fabricar los paneles de lana mineral de vidrio canteados, con lo que la gama de producto daría nuevamente un gran salto cualitativo (Oliveras, 2017).

Desde el desarrollo del canteado del panel hasta nuestros días, los productos han sufrido una evolución más constante, tanto en la fibración, como en los binders, en lo que se refiere al alma del panel. Ha sido en los recubrimientos donde se ha evolucionado de manera más significativa debido a las exigencias normativas de fuego, acústicas, sanitarias... y teniendo muy presente la manipulación para el instalador.

También tiene una importancia fundamental para el buen desarrollo de la distribución del producto la optimización de los embalajes y la logística de los palets. Por ello también se han realizado mejoras considerables al final de línea en esta dirección.

2.4.2.1. Factores influyentes: indicadores de crecimiento

La evolución de personal de la empresa ha sido muy significativa. A medida que ha ido creciendo debido a la adquisición y construcción de las plantas, desde su creación con una sola persona hasta la actualidad donde la compañía cuenta con aproximadamente 1.800 personas en plantilla.

El capital humano de la compañía partió con un reducido grupo de personas dispuestas a desarrollar un proyecto muy ambicioso, con capacidad de crecimiento internacional. Desde aquel momento hasta hoy, la empresa está formada por un variopinto grupo de personas: Europeos, Rusos, Asiáticos, africanos...

En el siguiente cuadro puede verse lo vertiginoso de esta evolución:

Tabla 2.5. Números de trabajadores entre 1949 y 2015. Fuente: Libro de Oro del Cincuentenario: 1949-1999. Poliglas S.A. y URSA Ibérica Aislantes

Año	Nº de trabajadores
1949	1 persona
1950	10 personas
1960	90 personas
1970	264 personas
1994	300 personas (El Vallenc, 1994)
2000	700 personas (Baratech, 2000)
2015	1.800 personas

Según han ido aumentando las necesidades de la compañía debido a su crecimiento y expansión, se ha ido contratando personas de diferentes lugares, con diferente formación y experiencia y de muy variadas índoles. Esto hace que la empresa tenga un ambiente multicultural y multinacional, reflejo de la sociedad de hoy en día, donde no solo se mezclan las nacionalidades sino también las culturas, fruto de la variedad de lugares donde está implantada.

En la siguiente gráfica se muestra el porcentaje de Recursos Humanos en función de su país de origen que hay actualmente en la compañía.

Gráfico 2.4. Personal según nacionalidad 015. Fuente: URSA Sustainability Report: Sustainability at work. 2013 y Sustainability report: Insulation is Energy. 2017.

El crecimiento de los recursos humanos es vital para el correcto funcionamiento de la compañía, por lo que existen diferentes posibilidades de crecimiento dentro de la empresa:

- Oportunidades de desarrollo. Los empleados, en los diferentes escalones del organigrama, tienen programas de formación, oportunidades de crecimiento. En el 2012, más del 95% de ellos fueron evaluados según sus propios planes de desarrollo personal (URSA Insulation S.A., 2013).
- Promociones Internas. El plan de desarrollo de carreras se basa en la promoción interna, valorando y reconociendo el compromiso y el saber hacer de sus trabajadores. Datos del 2012, apuntan que el 3% de los puestos vacantes fueron ocupados por personal interno (URSA Insulation S.A., 2013).

Centrándonos en los recursos humanos que actualmente existen en la fábrica, podemos observar en comparación con los datos globales de la empresa, que el porcentaje de Hombres frente al de mujeres, es de un 95% frente a un 5% en fábrica y un 80% frente al 20% en el global, como se muestra en la siguiente gráfica:

Gráfico 2.5. Personal por Género. 2015. Fuente: URSA Sustainability Report: Sustainability at work. 2013 y Sustainability report: Insulation is Energy. 2017.

En la siguiente gráfica se muestra el porcentaje por franjas de edad: menores de 30 años, entre 30 y 50 años y mayores de 50 años, que existen tanto en la empresa como en fábrica, en su estado actual. La franja de edad comprendida entre 30 a 50 años es la que mayor porcentaje aporta tanto en fábrica, con un 67 %, como a nivel compañía, siendo un 56%.

Gráfico 2.6. Personal por edad. 2015. Fuente: URSA Sustainability Report: Sustainability at work. 2013 y Sustainability report: Insulation is Energy. 2017.

Desde el momento de apertura de la fábrica la variación de personal ha estado comprendida en una franja de 110-155 personas, cuya variación ha sido incrementada por la construcción de nuevas líneas y disminuida por la introducción de nuevos medios tecnológicos, sin sufrir puntos de inflexión, siendo constante a lo largo de estos 40 años y centrándose en una franja menor del 30% de la plantilla. En el momento de inauguración de la fábrica se contó con 136 personas; actualmente es de 102 personas.

Como dato curioso sobre la plantilla de personal de la fábrica, el primer contrato asociado a ella se realizó el 30 de junio de 1975, persona que aún conserva su puesto de trabajo y que ha tenido promoción interna.

Otro factor importante son las condiciones laborales que están estipuladas en el Estatuto de los trabajadores, a nivel general. A nivel más específico se rige por el Convenio de Cerámica y vidrio y por los diferentes textos legales específicos (Reales Decretos...) (Molina, 2017).

La salud y seguridad en el trabajo van de la mano de los recursos humanos, no se puede tratar de manera independiente. Este apartado se centrará en la política de salud y seguridad, valorando diferentes indicadores que evalúa. La fábrica del Pla de Santa María, es contemplada dentro de esa Política a nivel internacional de las 13 fábricas que posee la compañía, siendo una estrategia integral donde el conocimiento de las diferentes fábricas se comparte, haciéndolo más eficaz. Esto no excluye que cada una

de las fábricas tenga una evaluación de riesgos específico, no solo debido a la ella sino a la normativa de cada país en esta materia.

A nivel global, la sensibilización de la prevención de riesgos laborales (Moreno, 2016) es la base la gestión de la seguridad y salud del trabajo, para ello es importante:

- **Formar:** Impartiendo formaciones a los empleados, pero principalmente a los mandos intermedios que son los que supervisaran a los trabajadores y alinearán al responsable de seguridad y salud.
- **Integrar:** Incluir la seguridad en el día a día del trabajador, a través de la rutinas, incluyendo puntos de seguridad en cada reunión. Al igual que se intercambian las incidencias en los cambios de turno, aplicar esta transferencia de información a la seguridad.
- **Hacer Partícipes:** Los trabajadores, son las personas que mejor conocen su puesto de trabajo, por lo que son los que tienen y deben proponer ideas de mejora para ir implementándolas y reconociendo este trabajo. Es importante hacerles entender que estos procedimientos se aplican no solo para protegerlos sino también a los compañeros que vendrán después.
- **Auditar:** Revisar los puntos críticos y tratarlos como parte del trabajo.
- **Reconocer:** El conjunto del trabajo correcto se debe reconocer, para servir de motivación a los que no lo están haciendo tan bien y mostrarles que es posible alcanzar el objetivo

Estos puntos se integran dentro del día a día de la fábrica, en todos los departamentos y puestos de trabajo, tratándolo como tareas intrínsecas a cada actividad. A esto se debe aplicar la parte legal (Ley de prevención de los riesgos laborales en el caso de la Fábrica de Tarragona) en la cual se recoge las normas a seguir.

Hacer una valoración del ambiente es importante, para mantenerlo en un estado óptimo dado que genera una actitud más proactiva y colaborativa, además de los condicionantes ambientales que debe tener el puesto de trabajo (Libre de agentes contaminantes, confort lumínico, acústico, térmico...). Para ello la empresa debe estar involucrada y comprometida desde el inicio, haciendo inversiones, proporcionando

formaciones, realizando procedimientos reales y útiles a través de la participación, lanzando mensajes motivantes, estudiando indicadores adecuados, acercar la prevención desde el conocimiento de los trabajadores, incentivando a los que lo realizan correctamente.

La seguridad, requiere de varios factores:

- 1- Conocimiento técnico
- 2- Participación de los empleados
- 3- Colaboración y compromiso de la Dirección: Con hechos y mensajes.

Dentro de la Seguridad es fundamental destacar al Comité de Seguridad y Salud. Cuyos integrantes son los delegados de prevención, que son trabajadores, a través de los que se canaliza la seguridad al resto de los compañeros, las posibles desviaciones, inseguridades y conflictos. Se tienen que reunir cada tres meses con levantamiento de acta, para hacer seguimiento de la Seguridad y Salud en el trabajo, todo ello recogido en el Plan de Prevención, el cual especifica las funciones y obligaciones de cada trabajador.

Existe un documento de referencia en el cual se refleja la Evolución de Riesgos, es el documento madre (Moreno, 2016), donde se realiza un estudio de cada puesto no solo de las condiciones generales sino también las particulares, evaluando los riesgos de cada tarea, valorándolos los 35 tipos de riesgos en triviales, tolerables, moderados, importantes e intolerables y proponer unas medidas que puedan eliminarlos o reducirlos lo máximo posible, empezando con medidas de protección colectiva y aplicando sino medidas de protección individual. Recogiendo los siguientes puntos destacados:

- Ficha informativa de los riesgos: Resumen de la evaluación de riesgos, que se debe entregar a cada trabajador.
- Planificación de la actividad preventiva: Hacer una lista de las medidas, como son, cuando se tienen que hacer, quien es el responsable...
- Otras evaluaciones de los riesgos, son de acciones preventivas, que amplían las fichas informativas o incluso anularlas.

- Reconocimiento médico: es un derecho del trabajador y obligación de la empresa, quien tiene un protocolo médico y en función de los riesgos, se tiene que hacer uno específico.
- Acciones disciplinarias si no se cumplen las medidas: Se debe realizar un esfuerzo en investigar porque no se llevan a cabo, y enseñar cuales son los riesgos, y si se sigue sin aplicarlos se impondrán sanciones ejemplarizantes.

Toda esta política se debe realizar bajo un ambiente de transparencia, que hará que mejore la integración al ser comunicado y aumentara la involucración de los trabajadores sin apenas esfuerzo, convirtiéndose en parte de su trabajo en el día a día. Esta política es una implementación a nivel de compañía debido a su grado de importancia.

Para llegar a la política de Seguridad y Salud, recogida en el apartado anterior, se han tenido que ir realizando inversiones e integrando hitos a lo largo del tiempo, desde la puesta en marcha de las fábricas hasta hoy. Del informe de seguimiento del día a día de las plantas de la compañía se han destacado los siguientes acontecimientos en materia de Seguridad y Salud:

- Desde 2005 el número de accidentes de las fábricas se ha visto reducido en un 80%.
- 2006. Los altos directivos, han tomado la iniciativa de monitorizar los objetivos de salud y seguridad, y anualmente cada fábrica implementa un nuevo programa de seguridad.
- 2009. Se establecen estándares propios de la empresa en materia de seguridad.
- 2010. Implementación de un programa que sigue muy de cerca las cinco principales acciones en las distintas áreas de salud y seguridad.
- 2011. Implementación del Programa Radar de seguridad y Salud, para el seguimiento en las distintas áreas de salud y seguridad. En 2010 y 2011, 9 de 14 plantas recibieron los premios internos por el mantenimiento de nivel cero de accidentes durante 500 y 1000 días consecutivos.

- 2012. Implementación del Plan global de Acciones de Seguridad. La fábrica de Serpukhov de XPS, alcanzó la cifra record de 1.000.000 horas sin accidentes (URSA Insulation S.A., 2013).
- 2013. Implementación del Programa de Seguridad para Supervisores. Primera oleada de nuestra planta: programa de estandarización. Gestión de accidentes, visualización de la seguridad, formación en seguridad impartida por los supervisores.
- 2014. Implementación del Programa de cartografía de riesgos. La fábrica de Dabrowa (Polonia) consiguió estar 1.500 días sin accidentes (URSA Insulation S.A., 2017). Los accidentes han sido reducidos casi cinco veces, de 97 en 2006 a 20 en 2014.

Indicadores en materia de Seguridad y Salud:

Para medir la eficacia del plan de riesgos se han establecido una serie de indicadores, tales como es el nivel de accidentes y el de absentismo, que se han ido reduciendo considerablemente a nivel global e igualmente en la planta del Pla de Santa Maria, no solo debido a la concienciación sino a las inversiones que se han ido realizando para mejorar las condiciones y el proceso, automatizando algunos que antes eran más manuales.

Índice de Siniestralidad:

Este nivel contempla la siniestralidad, siendo el nivel de accidentes que se ha producido en el periodo de tiempo entre 2006 hasta 2014, de los cuales disponemos de datos, en las siguientes gráficas (URSA Insulation S.A., 2017) se muestra la siniestralidad como la tasa:

Gráfico 2.7. Tasa de siniestralidad 2006-2014

Gráfico 2.8. Siniestralidad 2006-2014.

Índice de Absentismo:

El índice de absentismo, muestra los días donde no se ha producido actividad con respecto al calendario laboral, ya sea por enfermedad o días perdidos, en las siguientes tablas (URSA Insulation S.A., 2017) se puede observar los siguientes índices de absentismo con datos de 2006 hasta 2014:

Gráfico 2.9. Tasa de Absentismo 2006-2014

Gráfico 2.10. Tasa de días Perdidos 2006-2014

Gráfico 2.11. Absentismo por enfermedad 2006-2014

Gráfico 2.12. Absentismo total. 2006-2014

2.1.1.4. Proceso de fabricación y Tecnología

Otro de los factores a tener en cuenta cuando se habla de una fábrica es la tecnología que se utiliza.

Los avances en el proceso de fabricación así como en la demanda del mercado, han hecho que los presupuestos de las inversiones en las fábricas sean cada vez mayores y más focalizadas en diferentes puntos de la línea para optimizar. La planta de El Pla de Santa Maria, ha sufrido diferentes cambios e hitos significativos, los cuales han ido

de la mano de grandes inversiones (Casalé, 1996) por parte de la compañía. En la siguiente tabla se recoge las más significativas correspondientes a esos saltos cualitativos en los productos de paneles de lana mineral de vidrio para la construcción de conductos de climatización:

Tabla 2.6. Hitos importantes referentes a la tecnología en fábrica. Fuente: Archivo privado de URSA Ibérica Aislantes S.A

Período de tiempo	Hitos importantes	Coste
1977-1984	Puesta en marcha de la Fábrica	500.000 €
1984	Puesta en marcha de la 2ª línea	2.000.000 €
1988	Cambio de tecnología de Fibración	800.000 €
1997	Renovación de la 2ª línea	7.000.000 €
2000	Sistema de canteado	3.500.000 €
2007	Nueva línea de paletización	1.500.000 €
2010 -2016	Inversiones	150.000 € /Anual

La fabricación de la lana mineral de vidrio empieza con el suministro de las materias primas, las principales serían arena (óxido de sílice) y el vidrio reciclado, a los que se le añadirían feldespatos, dolomita, carbonatos, boro... y aditivos, que se almacenan en sus pertinentes silos. De los cuales son dosificadas de manera automatizada a la mezcladora, que genera lotes de materias primas que son trasladadas al horno de fusión, donde se pueden llegar a alcanzar temperaturas de 1.200 °C, en el cual se funden con la energía calorífica aportada por el horno, ya sea de gas o eléctrico.

La mezcla licuada, se traslada a los discos giratorios o fibradores que giran a alta velocidad, separando el vidrio fundido en millones de filamentos, que tras ser rociadas con una solución aglutinante o resinas termo endurecidas y se acumulan sobre una cinta transportadora, donde la lana se encuentra sin polimerizar.

El producto resultante se transporta a través de un horno de curado o de polimerización, donde la solución aglutinante se endurece gracias a una fuerte corriente de aire caliente. Una vez termina el proceso de polimerización se procede al corte lateral y posteriormente el transversal. Para por último empaquetar y paletizar.

El proceso de fabricación de los paneles de lana mineral de vidrio para la construcción de conductos de climatización varía sustancialmente al de los paneles de lana mineral de vidrio, por este motivo se fabrican en líneas diferentes. Principalmente difieren en la temperatura del vidrio y el proceso de fibración, donde la tecnología ha hecho que cada

vez, las fibras sean de diferente longitud y grosor que las que se utilizan para el resto de aplicaciones de construcción, esta variación hace que tengan un mejor corte, realizado con cuchillas específicas para la realización de conductos, ya sea por medio del método del tramo recto o por el de tapas y tabicas.

Este proceso de fibración, dota al panel de mayor compacidad, proporcionándole mayor rigidez para el embalaje, transporte y posterior manipulación en obra, y organiza las fibras de tal modo que mejorara el deslizamiento de la cuchilla sin importar la proximidad de los cortes, además de evitar la laminación de fibras.

Una vez pasado del horno de fusión y la fibración, el siguiente punto en el proceso de fabricación es el horno de curado, en el cual hay que tener especial cuidado al proceso de conformado del producto, su proliferación y su capacidad, puntos a tener en cuenta en la rigidez del panel y en la adhesión de los recubrimientos, que le dan el aspecto final al panel, siendo necesario un tren de conformado del horno de polimerización específico para este tipo de paneles, para asegurar la uniformidad en el espesor, respecto a la tolerancia, tan restrictiva que debe tener este producto, debido a que puede repercutir en el montaje final del conducto, por problemas de encuadre, formación de las curvas, empalmes del mismo e incluso en la planimetría final.

Recepción de materia prima

Arena (óxido de silice)
Feldespatos
Dolomita
Carbonatos
Boro
Vidrio reciclaje
Vidrio reciclaje del proceso interno

Figura 2.46. Proceso de Fabricación de los paneles de lana mineral para la construcción de conductos de climatización. URSA

El sistema de canteado del producto hizo que la línea de producción, mejorara significativamente, dando valor al material, al reducir los tiempos de corte en la confección del conducto.

Los recubrimientos son una parte importante de los paneles, por lo que cualquier mejora que se haga para su colocación es mirada con lupa, debido a que la adherencia de cada uno de ellos debe ser regular y lo más plana posible, esta optimización fue posible con el tren de conformado mencionado anteriormente. La evolución según los recubrimientos:

- En los inicios solo se colocaba recubrimiento de aluminio por la cara exterior y sin él por la cara interior.
- Este recubrimiento evoluciono a un aluminio laqueado en color blanco, si iba a ser visto o no, y un velo de vidrio con el variante de color (amarillo, negro o blanco) por la cara interior del conducto.
- El paso siguiente fue colocar recubrimientos de aluminio en ambas caras, la única diferencia era que el de la cara interior tenía un porcentaje de perforación para favorecer la absorción acústica en el interior del conducto.

- Hasta que se evolucione colocando recubrimiento en la cara interior para mejorar las prestaciones del conducto, en este caso existen diferentes velos o tejidos y en la cara exterior con aluminio kraft reforzado.

En los últimos 15 años, han existido cambios normativos más exigentes, referidos a la salubridad (olores, polvo, bacterias...), seguridad frente al fuego, por lo que la evolución en investigación y desarrollo de las resinas y aditivos de los paneles ha ido de la mano con las exigencias requeridas, obligando intrínsecamente a un sistema apropiado para el pegado de los diferentes recubrimientos.

No solo la composición de los paneles han evolucionado sino también la tecnología referida a la última parte de la línea de fabricación, como es el caso del embalaje, la cual evoluciona de una caja de cartón como inicialmente se suministraba los paneles a una paletización de estas cajas, así como poder suministrarlo sin caja de cartón y paletizado a granel, esta última manera para reducir los costes económicos y de material de embalaje.

Sin duda, estos productos, necesitan personal altamente cualificado para realizar una correcta instalación en obra, por lo que hace que el instalador juegue un papel vital a la hora de desarrollar este material en la fábrica, a lo que hay que sumar la complejidad técnica, que hace que se deba desarrollar una tecnología exclusiva y de alta eficiencia que minimice las tolerancias de todos los parámetros del panel. Este alto nivel técnico ha sido un elemento motivador y de cambio en la mentalidad del personal de la fábrica, a la hora de la investigación permanente y de desarrollo. Con este hecho se han visto beneficiadas las diferentes gamas que se desarrollan en la planta.

El siguiente paso será introducir a todos los niveles de las líneas de producción y de la fábrica la concepción de la industria 4.0. sin que se vea afectada la plantilla actual.

Figura 2.47. Mapa de la situación de las fábricas en 1949 a la izquierda, 1999 en centro y en 2017 a la derecha. Fuente: Archivo privado de URSA Ibérica Aislantes. S.A.

Como hitos destacables (Oliveras, 2017), sin contar con la puesta en marcha de la propia fábrica los siguientes:

- 1981. Aumento de la capacidad productora de la línea de baja densidad.
- 1984. Instalación de la segunda línea de producción y la fabricación de la resina en la misma planta.
- 1985. Instalación del segundo horno de fusión del vidrio.
- 1989. Instalación de la nueva tecnología de fibración en la línea de alta densidad.
- 1998. La totalidad de la empresa Poliglas es comprada por el Grupo Uralita, constituyéndose así, su división de aislante aunque mantendrá su independencia como organización.
- 1992. Inició de la paletización de los productos para el mercado francés en un principio. Con la crisis de la construcción que sufrió el mercado español después de los JJ.OO. de Barcelona, la planta amplió el mercado de exportación a otros países además de Francia y Portugal. Llegando a exportar a: Inglaterra, Irlanda, Alemania, Bélgica, Holanda, Italia, Suiza, Grecia y Marruecos. En todos ellos se certificó la gama de productos de acuerdo a las normativas de cada país, llegando a fabricar un portafolio de 1.200 referencias.
- 1995. Reconstrucción total de la primera línea de producción, cambio de la tecnología de fibración de la línea, construcción de un horno único de fusión con gas natural y recuperación de calor. Un acuerdo con la empresa Gas Tarraconense (hoy Gas Natural), permitió la eliminación de los dos tanques

- criogénicos de gas natural licuado más grandes de España, por la construcción de una tubería directa de gas natural desde Tarragona a la planta, siendo el principio de gasificación por canalización de toda el área geográfica.
- 1996. El Grupo Uralita confirma su expansión a Europa a través de su división de aislantes, utilizando a Poliglas como buque insignia y líder para realizar dicha expansión, mediante nuevas adquisiciones y/o construcción de nuevas plantas. La fábrica del Pla de Santa María es la base de apoyo para ejecutar el proyecto.
 - 1997. Reconstrucción de la segunda línea de producción reforzando tecnológicamente las partes que pudieran influir sobre la mejora del panel de aire acondicionado.
 - 1997. Se crea la Ingeniería e I+D Central en la propia planta que sería el embrión del programa de internacionalización industrial (“Promover la internacionalización,” 1998) a Europa de la división de aislantes del Grupo Uralita.
 - 1998. Se decide construir la planta de Saint Avold en Francia, siendo el equipo del Pla de Santa María el formador y líder del proyecto hasta su puesta en marcha y estabilización del proceso productivo.
 - 2000. Se cambia la tecnología de fibración de la primera línea (Floría, 1999). Instalación de canteado para el panel de Climatización. Ampliación del almacén cubierto y del exterior como de la nave para las instalaciones auxiliares de producción.
 - 2003. Se instala una nueva tecnología de bobinado de rollos en la primera línea y se moderniza la instalación de paletización.
 - 2002. A finales de año, el Grupo Uralita compra Pfeiderer, fusionándola con Poliglas, ampliando así la división de aislantes, con el nuevo nombre de URSA.
 - 2006. Se reconstruye el horno de fusión de vidrio con la nueva tecnología de fusión de Oxígeno-gas.
 - 2007. Se instala la nueva línea de palatización de cajas del panel de Climatización.

A partir de este año y durante todo el periodo de la crisis económica se han realizado inversiones de mantenimiento, sin destacar ningún proyecto relevante hasta este año 2017.

2.1.1.5. Mercado en España

El conocimiento del mercado es un factor muy importante para el desarrollo de la fábrica, dado que toda la estrategia productiva, logística y económica de la misma se verá afectada por ello, y determinará la dirección de la compañía a todos los niveles.

A nivel global, cada país genera anualmente información sobre las ventas en el mercado de las lanas minerales. En el caso de España, es AFELMA (Asociación de Fabricantes Españoles de Lanas Minerales Aislantes) quien cada año presenta estos datos, de los cuales extraemos datos más concretos del mercado lanas minerales para edificación. Estos últimos se pueden complementar con los datos de evolución del mercado de las máquinas para climatización, obteniendo así ratios muy fidedignos sobre el posicionamiento de la compañía en el sector.

Evolución del Mercado de la Climatización

En la siguiente gráfica se observa una evolución del mercado de Climatización en millones de euros en total, con respecto a las máquinas que se utilizan en el sector, desde 1997 hasta el 2016, y a los sectores: Industrial, Residencial/Doméstico y Comercial.

Gráfico 2.13. Evolución de Mercado de Climatización 1997-2016. Fuente: AFEC. 2017

Con Valores totales del mercado, cercanos a los 1.000 millones de Euros en 2016.

Evolución del Mercado de los materiales aislantes

A continuación, se muestra la evolución del mercado de aislantes para la construcción en España, en millones de Euros, desde 2008 a 2015, tanto en volumen de negocio, como producción y mercado nacional:

Tabla 2.7. Evolución del mercado español de los materiales aislantes. Fuente: Alimarket Construcción. 2015

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Unidad	millones de Euros							
Volumen de Negocio	649	513	498	508	461	459	447	468
Producción nacional	566	449	441	455	416	418	406	424
Mercado nacional	505	387	371	346	296	280	277	286

El valor del mercado nacional de 2015, asciende a 286 millones de Euros, que se distribuyen de la siguiente manera: el 29,2% es para las lanas minerales, el 23,5% es para el Poliuretano aplicado, el 17% es para el Poliestireno Expandido, el 12,3% es para el Poliestireno Extruido, el 6,8% para las espumas elastoméricas y el 11,2% para el resto. De los cuales el 8,2% es el que correspondería a URSA siendo el cuarto en el mercado del aislamiento. En la siguiente gráfica se recoge porcentaje del reparto del mercado de los materiales aislantes en 2015.

Gráfico 2.14. Reparto estimado del % de mercado nacional de aislantes para la construcción en 2015. Fuente: Alimarket Construcción. 2015

Evolución del Mercado de las lanas minerales

Dentro del mercado de las lanas minerales en España, formado por cuatro fabricantes URSA, Isover, Knauf Insulation y Rockwool solo los tres primeros son fabricantes de paneles de lana mineral de vidrio para la construcción de conductos de climatización.

El valor estimado del mercado de las lanas minerales para 2015 fue de 83 Millones de Euros. Con un reparto del 33,3% para Rockwool, el 31% para Isover, el 18,7 % para URSA, el 13,7% para Knauf Insulation y 3,3% para otros.

Gráfico 2.15. Reparto estimado del % de mercado nacional de las lanas minerales en 2015. Fuente: Alimarket Construcción. 2015

2.1.1.5.1. Evolución del imagen de la compañía en el mercado

La evolución de la empresa no solo se ha visto reflejada en el aumento de producción y de la cuota de mercado, sino también en la imagen corporativa, que ha ido adaptándose a los tiempos, manteniendo la identidad y valores de la compañía, y siempre consciente de la realidad de cada momento.

El sello que mejor define este cambio y que representa su identidad es el logo de la empresa que como se puede observar en la siguiente figura desde los comienzos en 1949 hasta llegar a la imagen actual lanzada en 2015. En la imagen actual (Fernández, 2017) se mantienen los osos polares que simbolizan la protección y que representa los valores de la empresa: bienestar, cercanía y humanidad. Los colores han aumentado en fuerza y dinamismo para reforzar la imagen de multinacional.

Figura 2.48. Esquema de la evolución del logo desde 1949 hasta 2015. Fuente: Archivo privado de URSA Ibérica Aislantes. S.A.

El desarrollo de los productos ha sido vital para la evolución y aumento de la cuota de mercado. En los años 50 se empezó con una gama básica que ha pasado a tener más de 1.300 referencias. Con la evolución de los fibradores y de las resinas la complejidad y variedad del producto ha ido creciendo de manera muy significativa, y adaptándose a las necesidades de cada mercado. Cada fábrica está focalizada en los mercados a los que da servicio.

Actualmente en la fábrica del Pla de Santa María, además de la gama de GLASSWOOL (que es la evolución de GLASCO, de los años 90), fabrican también las gamas de TERRA y de URSA AIR, siendo esta fábrica la única de la compañía, a nivel

internacional, con capacidad para fabricar la gama URSA AIR de mantas y paneles de lana mineral de vidrio para la construcción y el aislamiento de conductos de climatización, productos más exigente técnicamente.

2.1.1.6. Calidad, Medio ambiente y Seguridad

2.1.1.6.1. Implementación ISO 9001, ISO 14001

Hoy en día, es común que las empresas tengan sistemas de gestión de calidad y de medioambiente, pero en los años 90 esta casuística no era tan habitual. Por eso la empresa Poliglas fue pionera no solo en integrar tanto el sistema de gestión de calidad sino el de medioambiente y seguridad, así como en certificarlos por terceros. Consiguió la certificación UNE-EN ISO 9002:1994 (equivalente a la UNE-EN ISO 9001:2015.) en la fábrica del Pla de Santa María, siendo la primera del sector a nivel Europeo en el año 1996 (Espada, 1996). Lo mismo sucedería a nivel nacional al obtener la UNE-EN ISO 14001:1996, en el año 1999. Con esto, en 1999 completaría el triángulo de calidad integral de la planta.

Simultáneamente al crecimiento de la compañía, ha ido creciendo el marco normativo en materia de calidad, por lo que ha existido un proceso de adaptación y mejora continua en la empresa en esta materia. (Morén, 1995)

Las normativas en materia de Calidad que se han ido adoptando son las siguientes:

- UNE-EN ISO 9002:1994. Sistemas de la Calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en la producción, la instalación y el servicio posventa. (ISO 9002:1994). (Versión Oficial EN-ISO 9002:1994).
- UNE-EN ISO 9001:2000. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos. (ISO 9001:2000).
- UNE-EN ISO 9001:2008. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos. (ISO 9001:2008)
- UNE-EN ISO 9001:2015. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos (ISO 9001:2015).

Las normativas en materia de medioambiente que se han ido adoptando son las siguientes

- UNE-EN ISO 14001:1996. Sistemas de Gestión Medioambiental. Especificaciones y directrices para su utilización. (ISO 14001:1996).

Figura 2.49. Certificado UNE-EN ISO 14001:1996. Siendo La fábrica del Pla de Santa Maria la primera en obtenerla a nivel nacional. Fuente: Archivo privado de URSA Ibérica Aislantes. S.A.

- UNE-EN ISO 14001:2004. Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso. (ISO 14001:2004)
- UNE-EN ISO 14001:2015. Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso. (ISO 14001:2015).

2.1.1.6.2. Normativa de Calidad a nivel producto

No solo la gestión integral de la fábrica es importante sino la calidad de los productos que se fabrican en ella. El sistema de gestión hace que sea más fácil conseguir esta calidad a nivel individual, pero existen diferentes normas a las que son conformes los productos de lana mineral que se fabrican en el Pla de Santa Maria, siendo:

- UNE-EN 13162:2013. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana mineral (MW). Especificación.

- UNE-EN 14303:2010+A1:2013 Productos aislantes térmicos para equipos en edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de lana mineral (MW). Especificación.

La primera se aplica a las gamas de paneles y rollos para las diferentes aplicaciones en edificación y la segunda a las mantas como revestimiento interno y externo de conductos de chapa metálica y a los paneles para la construcción de conductos de climatización.

En el apartado de evolución de la fábrica de este capítulo, se profundiza en la fabricación de paneles de lana mineral para la construcción de conductos de climatización, y como se ve afectada por unos mayores niveles de exigencia a nivel técnico, debido al uso tan específico que se da al producto. En este sentido, se tiene en cuenta una serie de limitaciones (Oliveras, 2017) (Cuesta, 2017) en algunos parámetros para el cumplimiento conforme a los métodos de ensayo, recogidas en las citadas normas, y son los siguientes:

Reacción Al fuego: Según la Norma EN 13501-1 de las Euro clases, las exigencias varían según los países:

- Para Francia, el valor mínimo es A2-s1, d0
- Para España, el valor mínimo es B-s1, d0

Rigidez del Panel: Según la Norma UNE-EN 13403, define la rigidez medida mediante clases.

La clase mínima debería ser R3 ($EI > 160000 \text{ Nmm}^2$) para los productos revestidos en sus dos caras, para tener mayor rigidez.

Erosión de Fibras: Según la Norma UNE-EN 13403, las erosiones y emisiones de partículas, utilizando 2,5 veces la velocidad máxima recomendable (de 18,6 m/s), tienen que ser:

- Para partículas $> 0,5 \mu\text{m}$, $< 60 \mu\text{g/m}^3$
- Para partículas $> 5,0 \mu\text{m}$, $< 4,0 \mu\text{g/m}^3$

Resistencia a la Presión: Según la UNE-EN 13403, el ensayo se realizado con una presión de 2.000 Pa y con un coeficiente de seguridad de 2,5. El sistema del conducto

permitiendo resistir una presión nominal de 800 Pa, por lo que cumpliría con las exigencias del RITE (Reglamento Instalaciones Térmicas en los Edificios) que especifica refuerzos para presiones mayores de 150 Pa y/o lados superiores a 100 cm.

Resistencia a la difusión del vapor del revestimiento: Según la UNE-EN 13403, la resistencia a la difusión del vapor del revestimiento tiene que ser mayor de $50 \text{ m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa} / \text{mg}$.

Estanqueidad del conducto: Según la norma UNE-EN 13779 y UNE-EN 12237, se determinan cuatro clases de estanqueidad, siendo valores decrecientes y van en función de la presión recomendable:

Clase A $0,027 \text{ Ps}^{0,65}$

Clase B $0,009 \text{ Ps}^{0,65}$

Clase C $0,003 \text{ Ps}^{0,65}$

Clase D $0,001 \text{ Ps}^{0,65}$

La máxima exigencia de clasificación de estanqueidad para los conductos de lana mineral de vidrio es Clase B.

2.1.1.7. Importancia de la sostenibilidad y de la eficiencia energética

A nivel de fábrica

Conscientes de tener fábricas que colaboren con el desarrollo sostenible, la excelente gestión medioambiental que se lleva a cabo en cada una de ellas, es fundamental. La implementación progresiva que se ha ido realizando de la ISO 14001, ha constituido una cadena de valor en materia medioambiental y de cual se ha nutrido cada engranaje de la compañía.

El control, es exhaustivo en la reducción y reciclaje de humos, gases, aguas, basuras y residuos sólidos o líquidos... para mantener intacto el entorno de las fábricas.

Todo ello de la mano de la eficiencia energética de las fábricas y centrándonos en la del Pla de Santa Maria, se tiene presente en su propia estrategia, no solo como argumento de marketing, sino del ahorro que se puede tener al reducir consumos y a su vez emisiones, disminuyendo la demanda de la propia planta, dado que la energía tiene un peso muy relevante en el coste total del producto. Esto ha llevado a introducir progresivamente inversiones, para realizar acciones en la reducción de la demanda, mejorando la eficiencia productiva con nuevas tecnologías en la fusión del vidrio como en la reconversión de los canales de distribución del mismo, por lo cual han sido premiados por la Generalitat de Cataluña (Morén, 1995). A estos avances hay que sumarle tecnología puntera de filtración, siendo más eficiente en los sistemas de filtración de emisiones de gases a las atmosfera y todas las estrategias de reducción y optimización de los consumos en aéreas auxiliares como son iluminación, motores eléctricos...

Desde mediados de los 90, la administración empezó a implementar la recogida selectiva de residuos urbanos, entre ellos el vidrio, por lo que empezó a crearse una red de recogida de residuos, que beneficio a la planta a la hora de obtener material reciclado acorde con las prestaciones que exigía el producto. Este hito hizo que la reducción en materias primas fuera muy significativa, siendo hoy en día un porcentaje muy elevado el del reciclado que se utiliza en planta.

En 1999, con la implementación de la UNE-EN ISO 14001:1996 en la planta se dinamizo principalmente las reducciones de emisiones a la atmósfera, de consumo de energía y de consumo de agua, además de generar un plan global de selección y reciclaje de residuos sólidos internos.

El próximo objetivo es integrar en esta fábrica el certificado ISO 50001, que ya se ha aplicado a otras fábricas de la compañía, para hacerlas energéticamente eficientes. Esta norma fija los requisitos necesarios de establecimiento implementación, mantenimiento y mejora de un sistema de gestión energético sistemático, basado en la mejora continua no solo a nivel energético, sino de eficiencia, seguridad, uso y consumo.

A nivel producto:

Todos estos avances en la gestión han sido de gran utilidad para conocer mejor el comportamiento medioambiental de las fábricas y llevarlos a nivel de producto, para que colaboren igualmente con el desarrollo sostenible, no solo conociendo su comportamiento en el entorno donde se vaya a utilizar, sino también del proceso de producción.

Se ha valorado principalmente:

- El aumento de vidrio reciclado como materia prima, incluso alcanzado valores de hasta el 85% en alguna fábrica como ha sido el caso de la Delitzsch en Alemania. Intentando reducir lo máximo posible las materias primas vírgenes.
- Eficiencia en el uso del agua. Dado que es un ciclo cerrado, intentar reciclar la mayor cantidad de agua posible, sin utilizar agua dulce.
- Eficiencia en el uso de los recursos naturales.
- Mejora en la compresibilidad de los paquetes, llegando a compactar hasta 8 veces el espesor del producto, y usando el embalaje de manera eficiente y eficaz.
- Eficiencia en el uso de la energía, por tanto se reducirá las emisiones de CO₂.

Con datos desde 2010 a 2104:

Tabla 2.8. Comportamiento ambiental. Fuente: Sustainability report: Insulation is Energy. 2017.

	2010	2011	2012	2013	2014
Material reciclado (Evolucion en %, si en 2010 =100%)	100%	103%	122%	124%	154%
Emisiones totales de CO₂ (Tn/año)	212	217	218	189	188
Consumo total de Energía (MWh/año)	954	989	981	928	889
Evolución de energía utilizada (MWh/Tn de producto, si en 2010=100%)	100%	100%	95%	96%	93%
Emisiones de CO₂ (Tn de CO ₂ de producto, si en 2010=100%)	100%	99%	95%	88%	89%

Valorando este nivel de precesión en los datos de consumo de la fábrica, URSA comenzó a realizar sus primeras declaraciones ambientales de producto (DAP) el año

2000, siendo pioneros en el sector en facilitar estos datos. En las cuales se recogían datos del análisis de ciclo de vida de los materiales, no solo en su etapa de producto (que comprende los módulos de suministro de materias primas, transporte y fabricación), sino también el resto de información del ciclo de vida del edificio, con las etapas de proceso de construcción (comprendiendo los módulos de transporte a obra y el proceso de instalación), la etapa de uso (módulos de uso, mantenimiento, reparación, sustitución y rehabilitación), la etapa final de vida (módulos de deconstrucción, demolición, transporte, tratamiento de residuos, eliminación de residuos) y el módulo D donde se da información más allá del ciclo del edificio, el alcance de la DAP, lo establece el propio fabricante.

Figura 2.50. Esquema del Ciclo de vida de un material de construcción. Fuente: URSA Sustainability Report: Sustainability at work. 2013

2.5. Bibliografía

- AENOR. (2013). UNE-EN 14303:2010+A1:2013 Productos aislantes térmicos para equipos en edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de lana mineral (MW). Especificación.
- Auer, M. J. (1985). Manufacturing Fiberboard Ducts. US Patente N° 4,528,053A.
- Baratech, F. (2000). Periscopio Empresarial. Poliglas. Pastelería Ballabriga. Dakota Building. Avneza. BCF Consultors. Donut. Editor. *LA VANGUARDIA*, (3 de abril de 2000).
- Barr, W. H. (1971). Board Cutting Machine. US Patente N° 3,605,534 A.

- Batdort, V., Brendle, W. J. (1998). Fungicidal protective coating for air handling equipment. EP Patente N° 0 616 015 B1.
- Casado, R. (2013). KKR rescata a Uralita con una inyección de 320 millones de euros. *Expansión*, 2–4. Retrieved from ww.expansion.com
- Casalé, G. (1996). Inversió de 800 milions de pessetes a la planta de poliglas del pla. *Diari de Tarragona. Comarques*, (12 de març de 1996), 23.
- Chollet, J. A. L. F. (1979). Element préfabriqué destiné notamment à la construction de gaines. FR Patente N° 2,409,855 A1.
- Cuesta, A. B. (2017). Entrevista a Ana Belén Cuesta. Responsable de Prescripción Clima. URSA. Madrid.
- de Paul Clark, V. (1975). Hardenable, water-based coating composition from aqueous latexes of acrylic and vinyl compounds. US Patente N° 3,926,894 A.
- De Paul Clark, V. (1975). Coating Composition. US Patente N° 3,861,425 A.
- Diez Monforte, A., Juarranz Moratilla, N., Rodero Antunez, C. (2013). Panel para conductos de aire. Patente N° WO 2013/182727 A1.
- Espada, F. (1996). El conceller subira presideix el lliurament del certificat 9002, (22 de març de 1996), 21.
- F.B.S. (1982). Perisopio empresarial: Fábrica de gases industriales totalmente automática en Barcelona. Muestra de los textiles de hogar catalanes en Madrid. Vente de tecnología en fibra de vidrio a Italia. *LA VANGUARDIA*, (7 de Junio de 1982), 25.
- Fanelli, C. (2014). Insulated Ducts and Insulated ductworks. Patente N° US 2014/290783 A1.
- Fernández, M. del C. (2017). Entrevista a Maria del Carmen Fernández. Responsable de Comunicación URSA. Madrid.

- Floría, B. (1999). Uralita invertirá 5.000 millones en Tarragona en los próximos tres años. *LA VANGUARDIA*, (2 de febrero de 1999).
- Gnant, E. (1981). Connecting device for insulated duct work. US Patente N° 4,280,536 A.
- González Talavera, B. (2015). *Arte y artesanía del vidrio en Segovia. La Real Fábrica de Cristales de la Granja*. (Fundación EOI, Ed.). Madrid. Retrieved from <http://a.eoi.es/artevidriosegovia>
- Hiss, J. L. (1954). Means for fastening sheets of insulation on ducts. US Patente N° 2,670,763 A.
- Isover Saint Gobain. FR. (1994). Panneau resistant au feu, à base de fibres minérales. FR Patente N° 2 671 817 A1.
- Jhons Manville. (2017). Duct Board product Data Sheet - JM -Spanish. Retrieved from http://www.jm.com/content/dam/jm/global/en/hvac-insulation/HVAC-documents/Duct Board/Mat-Faced Micro-Aire/SPAN_052217_MicroAire_Mat-Faced_Data_Sheet.pdf
- Jorba, F. (1999). *Libro de Oro del Cincuentenario: 1949-1999. Poliglas*. Barcelona: Poliglas. Retrieved from http://ccuc.cbuc.cat/record=b2500793~S23*cat
- Lewis W. Goold & CO. (1977). Method and apparatus for making a fibrous board-like product. GB Patente N° 1,549,097A.
- Malone, Joseph G., Morton Smith, H. (1972). Heat Insulating Assembly. US Patente N° 3,687,170A.
- Marquette, R.L; Jones, E. (1980). Duct board assembly. US Patente N° 4,183,379 A.
- Masia Figueras, J. (1994). Unión para conductos de aire acondicionado. ES Patente N° 1 027 793 U.
- Matthews, K.R., Schakel, E.G., Gamboa, R. R. (1995). Fiber Glass air duct with coated Interior Surface Containing an Organic Biocide. US Patente N° 5,379,806 A.

- McCort, R. E. (1980). Apparatus for treating fibrous boards. US Patente N° 4,226,662 A.
- Molina, S. (2017). Entrevista a Sandra Molina. Responsable de RRHH. URSA. Tarragona.
- Morén, P. (1995). Premio al ahorro energético al centre d'història de la conca y a poliglas. *Diari de Tarragona*, (5 de julio de 1996), 23.
- Moreno, A. (2016). Entrevista a Alejandro Moreno. Responsable de Calidad. URSA. Madrid.
- Nagarajan, V. S., Haubrich, D., Parks, J.M., Hettler, N., Qi, W., Kunkler, W. (2013). Duct Insulation Laminates and Methods of manufacturing and Installation. Patente N° US 2013/291990 A1.
- NAIMA. North American Insulation Manufacturers Association. (2007). Fibrous Glass Duct Construction Standards, *Fifth Edition*, 11.
- Oliveras, F. (2017). Entrevista con Ferrán Oliveras. Responsable de Fábrica. URSA. Tarragona.
- Owens Corning. (2017). Duct Board Product Data Sheet-Spanish. Retrieved from <http://insulation.owenscorning.com/homeowners/renovation/products/quietr-duct-board/>
- Palacios Sagredo, V. (1993). Plancha de fibra de vidrio aglomerado. ES Patente N° 1 030 237 U.
- Parrott, R.D.J., Franklin, R. H. (1991). Fire resistant materials. .GB Patente N° 2,241,466A.
- Pasalaigua Huguet, J. (2011). Mineral Wool thermal-acoustic insulation panel. Patente N° GB 2471777 A.

- Pasalaigua Huguet, J., Pérez Puyuelo, O., Uriz Sola, P. (2012). Panel aislante termo-acústico, conducto autoportante para conducción de aire que comprende dicho panel y proceso para obtener dicho panel. ES Patente N° 2 368 229 B1.
- Pearson, A. J. (1970). Ummantelter Faserkörper. DE Patente N° 1,635,571 A1.
- Pearson, A. J. (1955). Duct or Conduit Blank. US Patente N° 3,092,529 A.
- Petty, C. J. (1998). Laminated Vapor Barrier. US Patente N° 5,750,225 A.
- Plumberg, L.J. (1975). Roofing board for integration in a built-up roofing structure. US Patente N° 3,922,425 A.
- Rinehart, E. (1947). Insulated Duct. US Patente N° 2,489,048 A. USA.
- Ros Castello, R. (2001). Panel aislante para conductos de aire. ES Patente N° 1 046 544 U.
- Rougeron, C. (1977). *Aislamiento acústico y térmico en la construcción*. (E. Técnicos asociados S.a., Ed.). Barcelona.
- Saint Gobain Isover Ibérica, S. L. (2017). Manual de Conductos CLIMAVÉR, 135. Retrieved from www.isover-aislamiento-tecnico.es
- Salvadó, J. (1994). La exportación, una necesaria salida para nuestras empresas. *Diari de Tarragona*, p. 4.
- Smith, H. M. (1979). Cutting guide tool for fabrication of air duct transitions and method of its use. US Patente N° 4,179,808 A.
- Smith, R. W. (1939). Insulated Duct Construction. US Patente N° 2,183,174.
- Solé Bonet, J. (2017). Entrevista a Josep Solé Bonet, Responsable Técnico y de Sostenibilidad. URSA. Barcelona.
- Soler i Aguilar, J., Pujol Rovira, A. (1992). Paneles precortados para la construcción y montaje de conductos de aire acondicionado, extracción y ventilación. ES Patente N° 1 021 405 U.

- Soriano Hoyuelos, E. (2014). Reinforced insulation panel with external coating for air distribution ducts. EP Patente N° 2 292 426 B1.
- Stephens, J.F, Kerr, G. W. (1953). Insulated Duct. US Patente N° 2,790,464 A.
- Stephens, J. F. (1953). Folding insulated duct. US Patente N° 3,078,880A.
- URSA Ibérica Aislantes S.A. (2017). Conductos de Climatización. URSA AIR Manual del instalador. Retrieved from www.ursa.es
- URSA Insulation S.A. (2017). *Insulation is energy* (1st ed.). Madrid.
- URSA Insulation S.A. (2013). *Sustainability at work. URSA Sustainability Report*.
- Yang, A. (2013). Formaldehyde-Free Duct Liner. EP Patente N° 1718896 B2.
- URSA. (2017). Retrieved from www.ursa.es
- hoy hace... 25 años. (1974). *LA VANGUARDIA*, (9 de noviembre 1974), 22.
- ALIMARKET. (n.d.). Retrieved from www.alimarket.es
- Promover la internacionalización. (1998). *LA VANGUARDIA. CATALUÑA EN EL MUNDO*, (22 de octubre de 1998), 21.
- Protagonista: Juan Antonio García Díez. (1997). *LA VANGUARDIA*, (4 de septiembre de 1997), 63.
- Real Fábrica de Cristales de La Granja. (2017). Retrieved from <http://www.realfabricadecristales.es/es/exposiciones/maquinas-de-interes-patrimonial>
- El grup Poliglas inverteix 600 milions a la factoria del Pla. (1994). *El Vallenc*, 332(9 de setembre de 1994).

Capítulo 3

MATERIALES Y METODOLOGÍAS DE TRABAJO

Gráfico 3. 1. Estructura general de tesis. Capítulo Materiales y Metodologías de trabajo. Elaboración propia.

3.1. Materiales

Los paneles de lana mineral de vidrio para la construcción de conductos de climatización in situ serán objeto del análisis en este trabajo de investigación. Los siguientes apartados recogerán la información necesaria para poder desarrollarlo correctamente.

Se ha realizado un muestreo inicial dentro de la producción de estos paneles, partiendo de una cantidad de 7 materiales, de los cuales se han despreciado dos de ellos debido a que son prácticamente iguales; la única diferencia es la propiedad de reacción al fuego de uno de los complejos para el recubrimiento del panel, aunque proceden del mismo proveedor y el proceso de fabricación es el mismo. Por tanto el muestreo con el que se trabajará contará con 5 muestras, véase tabla 3.1., que representan las composiciones y los revestimientos caso de estudio, siendo los más representativos.

3.3.1. Características técnicas

Uno de los parámetros técnicos que definen estos productos es la conductividad térmica. La norma UNE-EN 14303:2010+A1:2013 define que las conductividades térmicas (λ) se deben ensayar a cuatro temperaturas para proceder a la caracterización de la conductividad térmica $\lambda_{90/90}$. La resistencia térmica (R) se facilitará a 10°C, la menor de las temperaturas, siendo opcional.

Otros parámetros que se describen para la caracterización de las muestras son las dimensiones, la reacción al fuego y el código de designación, que incluye parámetros de absorción acústica y resistencia a la difusión del vapor de agua.

En la siguiente tabla pueden observarse los datos técnicos de las diferentes muestras:

Tabla 3.1. Características técnicas de las muestras tomadas. Elaboración propia.

Descripción		Norma	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Largo		-	m	3	3	3	3	3
Ancho		-	m	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Espesor		-	mm	25	40	25	25	25
Conductividad térmica λ (90/90)	a 10°C	EN	W/mK	0,032				
	a 24°C	12667		0,034				
	a 40°C	EN		0,036				
	a 60°C	12939		0,038				
Resistencia térmica	a 10°C	-	m ² K/W	0,75	1,25	0,75	0,75	0,75
Reacción al fuego superficie interior		EN 13501-1	-	B s1 d0	B s1 d0	A2s1d0	A2s1d0	B s1 d0
Reacción al fuego superficie exterior		Euro clases	-	B s1 d0	B s1 d0	A2s1d0	A2s1d0	B s1 d0
Código de designación		-	-	UNE-EN 14.303-T5-MV1-AW0,6		UNE-EN 14.303-T5-MV1		
Absorción acústica*		UNE-EN ISO 11654	-	Tipo B	Tipo B	Tipo D	ND	Tipo D
Complejo interior		-	-	Tejido de vidrio acústico	Tejido de vidrio acústico	Aluminio puro reforzado	Velo de vidrio	Kraft aluminio
Complejo exterior		-	-	Kraft aluminio reforzado	Kraft aluminio reforzado	Tejido aluminio A2	Kraft aluminio reforzado	Kraft aluminio reforzado

*Clasificación productos absorbentes acústicos de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 11654 –“Absorbentes acústicos para su utilización en edificios. Evaluación de la absorción acústica”

3.1.2. Composición de paneles

En el apartado 2.1.2 se especificaba la composición general de este tipo de paneles, y más concretamente:

- Un núcleo de lana mineral de vidrio de alta densidad (60 - 80 Kg/m³) cuyas materias primas son principalmente: vidrio reciclado (al menos el 35%), óxido de sílice, carbonato cálcico, dolomía, bórax pentahidratado, feldespato y los componentes con los que se aglutina el ligante que son: resinas, urea, amoníaco, hidróxido sódico, aceite, sulfato amónico, silano...
- Un revestimiento en la cara interior. (Definidos en la tabla del apartado 4.1.1.)
- Un revestimiento en la cara exterior. (Definidos en la tabla del apartado 4.1.1.)

Dependiendo del tipo de panel, variarán tanto el espesor del núcleo de lana mineral de vidrio como los revestimientos. Los cuales, con sus respectivas configuraciones y gramajes, son los que dotan al panel de unas características técnicas u otras.

En la tabla siguiente se detallan los datos técnicos de los diferentes componentes, según el muestreo de los cuatro paneles analizados:

Tabla 3.2. Datos de los componentes de las muestras tomadas. Elaboración propia.

Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Densidad	kg/m ³	75	65	75	75	75
Naturaleza del ligante	-	Baja emisiones fenólicas	Baja emisiones fenólicas	Baja emisiones fenólicas	Baja emisiones fenólicas	Baja emisiones fenólicas
% de Ligante	%	12	12	12	12	12
Tipo de revestimiento exterior	-	Aluminio Kraft reforzado + velo de vidrio	Aluminio Kraft reforzado + velo de vidrio	Tejido aluminio-Vidrio + velo de vidrio	Aluminio Kraft reforzado + velo de vidrio	Aluminio kraft reforzado+ tejido de vidrio + velo de vidrio
Gramaje del revestimiento exterior	g/m ²	131+35	131+35	142+35	131+35	131+35
Tipo de revestimiento interior	-	Tejido de Vidrio	Tejido de Vidrio	Aluminio Kraft reforzado	Velo de Vidrio	Kraft aluminio
Gramaje del revestimiento interior	g/m ²	126+25	126+25	131	35	131

3.1.3. Embalaje

Dependiendo de las necesidades de cada aplicación a la que van destinados los paneles se realiza el suministro en un tipo de embalaje u otro. Este puede ser en formato caja, paletizado posteriormente, o con los paneles paletizados a granel. En todos los casos el palet configurado se sella con un film de plástico para facilitar el transporte y proteger el producto.

En la siguiente tabla se detalla el tipo de embalaje:

Tabla 3.3. Datos del embalaje de las muestras tomadas. Elaboración propia.

Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Film de Plástico	kg/m ²	-	0,050	-	-	-
Pack cartón	kg/m ²	0,241	-	0,241	0,241	0,241
Panel/Paquete	ud	6,000	39,000	6,000	6,000	6,000
Paquete/Palet	ud	7,000	1,000	7,000	7,000	7,000
Masa Superficial	kg/m ²	1,875	2,600	1,875	1,875	1,875

3.1.4. Normativa referente a los paneles

Los paneles de lana mineral empleados para diferentes soluciones constructivas en edificación deben ser conformes a la norma UNE-EN 13162:2013+A1:2015 y en de lana mineral para insuflado es la UNE-EN 14064-2:2014. Sin embargo, los paneles de lana mineral empleados para la construcción de conductos de climatización in situ, son productos destinados a la realización de instalaciones y, por lo tanto, están afectados por el cumplimiento del Reglamento de instalaciones térmicas (RITE). Además deben ser conformes a la norma UNE-EN 14303:2010, y ensayados conforme a la UNE-EN 13403:2003.

3.2. Métodos para la evaluación ambiental:

La sostenibilidad en el sector de la construcción de edificios tiene sus bases metodológicas en las normas ISO/FDIS 15392, ISO/TR 21932 ("UNE-ISO 21930. Sostenibilidad en la construcción de edificios. Declaración ambiental de productos de construcción.," 2010) y ISO/TS 21929-1, definiendo los principios generales, la terminología y los indicadores de sostenibilidad, en los cuales se hacen referencia a aspectos ambientales, económicos y sociales.

Dentro de los aspectos medioambientales, el marco de trabajo de los métodos de evaluación del comportamiento medioambiental de los edificios lo marca la norma ISO/TS 21931-1 y a nivel de materiales de construcción nos debemos referenciar en la

ISO 21930: Sostenibilidad en la construcción de edificios. Declaración ambiental de los productos de construcción.

Tabla 3.4. Conjunto de Normas internacionales relacionadas con la sostenibilidad en la construcción de edificios y en las obras de construcción ISO 21930. ("UNE-ISO 21930. Sostenibilidad en la construcción de edificios. Declaración ambiental de productos de construcción.," 2010)

	Aspectos Ambientales	Aspectos Económicos	Aspectos Sociales
Bases metodológicas	ISO/FDIS 15392: Sostenibilidad en construcción de edificios -Principios Generales. ISO/TR 21932: Terminología		
	ISO/TS 21929-1: Sostenibilidad en construcción de edificios- Indicadores de sostenibilidad- Parte 1: Marco para el desarrollo de indicadores para edificios		
Edificación	ISO/TS 21931-1: Sostenibilidad en construcción de edificios. Marco de trabajo para los métodos de evaluación del comportamiento medioambiental de los trabajos de construcción. Parte 1: Edificios		
Productos para la construcción de edificios	ISO 21930: Sostenibilidad en la construcción de edificios. Declaración ambiental de los productos de construcción.		

Según la tabla anterior se observa que existe una estructura normativa suficientemente definida que permite tener un marco de referencia para que todos los interesados puedan facilitar información de manera común, y realizar un trabajo en la misma línea.

Cuando se habla de que un material tiene que colaborar con el desarrollo sostenible, se debe buscar el enfoque preciso para estudiar todas las características que se puedan medir, tanto a nivel de fabricación como las características intrínsecas que hace que ese material sea óptimo para su uso. Puntos para analizar:

Fabricación:

- El proceso de fabricación
- Economía circular
- Materias primas recicladas
- Todo englobado en el ciclo de vida del material (ACV)

Prestacionales:

- Ahorro energético
- Calidad del aire
- Acústica
- Mecánico

3.2.1. Metodología relacionada con los impactos ambientales en el ciclo de vida

3.2.1.1. Antecedentes

El Análisis de vida se aplicó por primera vez en el año 1969 y desde entonces está en evolución continua, intentando armonizar la información detallada en módulos a través de las declaraciones ambientales de productos, basado en el estudio científico de los datos de entrada y de salida.

El análisis de ciclo de vida desde los años 90 ha llevado un proceso de estudio y análisis para transformarse en la metodología actual, es un ente vivo que se ha ido adaptando a los resultados obtenidos. La evolución del método de análisis de ciclo de vida se puede observar en este esquema donde tiene 4 líneas de trabajo, y como se han visto reflejada en las diferentes normas ISO y sus posteriores modificaciones:

Figura 3.1. Evolución de los métodos de ACV. (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2016)

Nota: Midpoint type: Tipo inicial, Weighting (theme oriented): Ponderación (orientada al tema), Endpoint type: Tipo final, Weighting (damage oriented): Ponderación (daño orientado).

Los resultados del inventario de análisis de ciclo de vida se expresan en impactos ambientales que a su vez están relacionados con las diferentes categorías de daños, como pueden ser la salud humana, calidad del ecosistema, recursos naturales. Para que el resultado final sea más ajustado se debe realizar la ponderación de cada uno de ellos, siendo un paso opcional.

Figura 3.2. Estructura de marco de LCIA. (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2016)

NOTA: *Environmental Interventions (LCI): intervenciones Ambientales, Emissions (to air, water and soil): Emisiones (al aire, agua y suelo), Resource extraction: Extracción de recursos, Impact categories: Categorías de impacto, Ozono depletion: Agotamiento de Ozono, Climate change: Cambio climático, Photochemical ozone: Ozono fotoquímico, PM Health impacts: Impactos sobre la salud, Human toxicity: Toxicidad en los seres humanos, Ionizing radiation impacts: Impactos de radiación ionizante, Ecotoxicity: Ecotoxicidad, Acidification: Acidificación, Land use impacts: Impactos del uso de la tierra, Water use impacts: Impactos del uso del agua, Resources depletion: Agotamiento de los recursos, Noise impacts: Impacto del ruido, Seabed impacts: Impactos del lecho marino, Damages categories: Categorías de Daños, Human Health: Salud humana, Ecosystem quality: Calidad del ecosistema, Natural resources, ecosystem services: Recursos naturales, servicios ecosistémicos y Weighted score: Puntuación ponderada.*

La metodología de análisis de ciclo de vida tiene asentada sus bases en esta normativa, se sigue trabajando y ampliando líneas de trabajo en base a ella para que el estudio sea lo más exhaustivo posible y fiel a la realidad.

Tabla 3.5. Normativa relacionada con ACV. Elaboración propia.

Normativa	Gestión ambiental	Gestión ambiental. Integración de los aspectos ambientales en el diseño y desarrollo de productos. UNE-ISO/TR 14062:2007 IN
		Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia. UNE-EN ISO 14040:2006. (ISO 14040:2006).
		Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Requisitos y directrices. UNE-EN ISO 14044:2006. (ISO 14044:2006).
	Declaraciones ambientales	Etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales. Principios generales. UNE-EN ISO 14020:2002. (ISO 14020:2000).
		Etiquetas y declaraciones ambientales. Declaraciones ambientales tipo III. Principios y procedimientos. UNE-EN ISO 14025:2010. (ISO 14025:2006).
		Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Metodología para la selección y uso de datos genéricos. UNE-CEN/TR 15941:2011 IN.
		Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de productos básicas para productos de construcción. UNE-EN 15804:2012+A1.

El resultado de la evaluación de la sostenibilidad de un material es complejo de definir con exactitud pero, como premisas fundamentales, se debe tener en cuenta no solo la evaluación medioambiental del ciclo de vida del material sino también su coste y su evaluación social, como se indica en la Life Cycle Initiative, donde se especifica:

Evaluación de la Sostenibilidad del Producto (LCSA) = LCA + LCC + SLCA
(UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2016)

Siendo:

LCA: Análisis de Ciclo de Vida de Aspectos Medioambientales

LCC: Análisis de Ciclo de Vida de Aspectos Económicos

SLCA: Análisis de Ciclo de Vida de Aspectos Sociales

Figura 3.3. Estructura de ACV a nivel de sostenibilidad (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2016)

Como especifica la ISO 14040:2006, en el apartado 3. “El objetivo global de las etiquetas y declaraciones ambientales es alentar la demanda y el suministro de aquellos productos y servicios que afectan menos al medio ambiente, y estimular así el potencial para la mejora ambiental continua impulsada por el mercado, por medio de la comunicación de información verificable, precisa y no engañosa sobre los aspectos ambientales de los productos y servicios.”

3.2.1.2. Procedimiento

La normativa actual regula, tanto la metodología de ACV, principios, requisitos, directrices y marco de referencia, como los principios generales, procedimientos de las DAP, que será la base de la gran mayoría de las hipótesis que se analicen.

Según la UNE-EN ISO 14040:2006, el primer paso a tener en cuenta es la definición del objetivo y el alcance que se va a realizar, y no perderlo de vista. Se continuará con un análisis del inventario y evaluación de impacto, todo ello rodeado de interpretación de la entrada y salida de datos así como de los resultados.

El resultado final de ACV de un producto es una herramienta muy potente, con la que se puede añadir valor a ese producto, desarrollando políticas públicas, marketing o incluso mejorando la fabricación y comportamiento medioambiental donde se podrá desarrollar una mejora del producto.

Figura 3.4. Etapas de un ACV. UNE-EN ISO 14040:2006

El Análisis del Inventario de ciclo de vida (ICV) es una fase en la cual se recopilan los datos necesarios para realizar los procedimientos de cálculo para cuantificar las entradas y salidas pertenecientes a un sistema del producto (UNE-EN ISO 14040:2006).

La Evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV) es una fase en la cual se asocian los datos del inventario con las categorías de impactos ambientales específicos y con los indicadores (UNE-EN ISO 14040:2006).

3.2.1.3. Impactos ambientales

El resultado de aplicar la metodología de ACV, se refleja en los siguientes parámetros evaluados, que especifica la UNE-EN 15804:2012+A1:2014:

Tabla 3.6. Parámetros evaluados según el ACV. UNE-EN 15804:2012+A1:2014.

	Categoría de Producto	Parámetro	Unidad
Impactos Ambientales (Tabla 3 de la UNE-EN 15804)	Agotamiento de recursos abióticos-elementos	Potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos no fósiles (APD-elementos)	kg SB eq
	Agotamiento de recursos abióticos- combustibles fósiles	Potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos fósiles (ADP-combustibles fósiles)	MJ, valor calorífico neto
	Acidificación del suelo y el agua	Potencial de acidificación del suelo y de los recursos de agua, AP.	kg SO ₂ eq
	Agotamiento de la capa de ozono	Potencial de agotamiento de la capa de ozono estratosférico, ODP	Kg CO ₂ eq
	Calentamiento global	Potencial del calentamiento global GWP	kg CO ₂ eq
	Eutrofización	Potencial de Eutrofización EP	Kg (PO ₄) ₃ eq
	Formación de ozono fotoquímico	Potencial de formación de ozono troposférico POCP	kg etileno eq
Uso de recursos (tabla 4. de la UNE-EN 15804)		Uso de energía primaria renovable excluyendo los recursos de energía primaria renovable utilizada como materia prima	MJ, valor calorífico neto
		Uso de energía primaria renovable utilizada como materia prima	MJ, valor calorífico neto
		Uso total de energía primaria renovable (energía primaria y recursos de energía primaria renovable utilizada como materia prima)	MJ, valor calorífico neto
		Uso de energía primaria no renovable utilizada como materia prima	MJ, valor calorífico neto
		Uso total de la energía primaria no renovable (energía primaria y recursos de energía primaria renovable utilizada como materia prima)	MJ, valor calorífico neto
		Uso de materiales secundarios	kg
		Uso de combustibles secundarios renovables	MJ, valor calorífico neto
		Uso de combustibles secundarios no renovables	MJ, valor calorífico neto
		Uso neto de recursos de agua dulce	m ³
Categoría de residuos (tabla 5. de la UNE-EN 15804)		Residuos peligrosos eliminados	Kg
		Residuos no peligrosos eliminados	Kg
		Residuos radiactivos eliminados	kg
Información ambiental que describe los flujos de salida (Tabla 6. de la UNE-EN 15804)		Componentes para su reutilización	kg
		Materiales para el reciclaje	kg
		Materiales para valorización energética (recuperación de energía)	kg
		Energía exportada	MJ, por vector energético

3.2.1.4. Declaraciones Ambientales de Producto

Según la norma UNE-EN ISO 14.025:2010, y tal como muestra la tabla 3.7., las declaraciones ambientales de producto se clasifican según la información de forma modular que se proporcione:

“Cuna a puerta”:

- Obligatoriedad en los módulos de A1-A3
- El módulo D no se declara.
- La vida útil de referencia no es posible declararla.

“Cuna a puerta con opciones”:

- La vida útil de referencia es posible declararla si se dan todos los módulos A1-A3 y B1-B5.
- El módulo D es opcional.

“Cuna a tumba”:

- La vida útil de referencia se tiene que declarar.
- Es obligatorio los módulos A-C
- El módulo D es opcional.

Existen dos opciones metodológicas para su obtención y son las que se distinguen en el siguiente esquema:

Figura 3.5. Dos opciones metodológicas diferentes para las DAP tipo III y los programas. UNE-EN ISO 14025:2010.

En la opción A de la figura 3.5., tiene en cuenta los flujos de materiales así como los impactos ambientales y la interpretación de ellos, añadiendo una información ambiental adicional para generar la DAP tipo III.

La otra opción, B, es igual a la anterior pero se saltaría los impactos ambientales y pasaría directamente a la interpretación.

Además, se podría realizar a través de módulos de información con un diagrama simplificado, como el que muestra la figura 3.6, que recoge el ejemplo de una botella de vidrio formada por una tapa de aluminio y una etiqueta de papel:

Figura 3.6. "Representación del desarrollo de una declaración ambiental tipo III a partir de módulos de información en un diagrama simplificado." UNE-EN ISO 14025:2010

Una vez definidos la metodología y el tipo de DAP se debe referenciar a la normativa UNE-EN 15804:2012+A1:2014, específica para productos de construcción, en la cual se especifica la información del ciclo de vida del edificio, siendo el marco en el que se podrá realizar una evaluación completa del edificio.

Información de la evaluación del edificio														
INFORMACIÓN DEL CICLO DE VIDA DEL EDIFICIO														INFORMACIÓN ADICIONAL MÁS ALLÁ DEL CICLO DE VIDA DEL EDIFICIO
A1-3			A4-5		B1-7					C1-4				
Etapa de producto			Etapa de proceso de construcción		Etapa de uso					Etapa de fin de vida				
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	
Suministro de materias primas	Transporte	Fabricación	Transporte	Etapa de proceso de construcción - Instalación	Uso	Mantenimiento	Reparación	Sustitución	Rehabilitación	Deconstrucción, demolición	Transporte	Tratamiento de residuos	Eliminación de residuos	
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Escenario				
Escenario			Escenario		Escenario					Esc				

En el módulo D, donde se especifica información más allá del ciclo de vida del edificio, se tiene que tener en cuenta que se está hablando de un material que ha dejado de ser un residuo que es lo que se parte de la deconstrucción, la figura 3.8., muestra el proceso que tiene que seguir un residuo para dejar de serlo:

* Sustancias muy preocupantes (substances of very high concern).

Figura 3.8. Árbol de decisiones del fin de residuo. UNE-EN 15804:2012+A1:2014

3.2.1.5. Normas UNE relacionadas con el ACV

El conocimiento de la normativa del ACV permite su correcta aplicación en el proceso de obtención de resultados. Las siguientes normas son las que componen la base del ACV:

- La Norma UNE-EN ISO 14040:2006. Describe el marco de referencia para el análisis de ciclo de vida donde interaccionan las tres fases del inventario del ciclo de vida, con su posterior interpretación. Como muestra el diagrama siguiente, esta será la metodología que se siga.

- La Norma UNE-EN ISO 14044:2006. Describe *los requisitos y directrices del ACV*.
- La Norma UNE-ISO/TR 14062:2007 IN. Describe la Integración de los aspectos ambientales en el diseño y desarrollo de productos.
- La Norma EN ISO 14020:2002. Describe los Principios generales de las etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales.
- La Norma UNE-CEN/TR 15941:2011 IN. Describe la metodología para la selección y uso de datos genéricos en las declaraciones ambientales de producto.
- La Norma UNE-EN 15804:2012+A1:2014. Es la que especifica los requisitos para realizar el ACV y orienta como se tiene que realizar una DAP en productos de construcción. Será la norma base de este estudio.

3.2.1.6. Herramientas de ACV

3.2.1.6.1. Para Edificios

Francia es uno de los países más avanzados de la Unión Europea con respecto a la temática de evaluación ambiental de edificios, donde se ha desarrollado un proyecto sobre la validación con el soporte experimental (Récapitulatif Standardisé d'Etude Environnementale (RSEnv)), en el cual han participado las herramientas de la tabla 3.7. para evaluar el desempeño ambiental en los edificios:

Tabla 3.7. Listado de Herramientas de evaluación de desempeño ambiental en los edificios. (Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, 2017)

Editor	Software	Página web
BBS Slama	ClimaWin	www.bbs-logiciels.com/clima-win/
Bionova Ltd	OneClick LCA	www.oneclicklca.com/green-building-software/
CSTB	ELODIE	www.elodie-cstb.fr
IZUBA énergies	novaEQUER	www.izuba.fr
Logiciels PERRENOUD	ThermACV	www.logicielsperrenoud.com

3.2.1.6.2. Para Productos

Existen diferentes herramientas que se están utilizando actualmente para hacer análisis de ciclo de vida son las siguientes:

Tabla 3.8. Listado de Software de programas de ACV. (Lehtinen, Saarentaus, Rouhiainen, Pitts, & Azapagic, 2011)

Editor	Software	Página web
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)	AIST-LCA Ver.4	http://www.aist-riss.jp/main/modules/product/software/nire.html?ml_lang=en
National Institute of Standards and Technology (NIST)	BEES 4.0	https://www.nist.gov/services-resources/software/bees
The University of Manchester	CCaLC Tool	http://www.ccalc.org.uk/index.php
Doka Life Cycle Assessments (Doka Okobilanzen)	Ecoinvent waste disposal inventory tools v1.0	http://www.ecoinvent.org/
CODDE	EIME V3.0	https://codde.fr/
Athena Sustainable Materials Institute	Environmental Impact Estimator V3.0.2	http://www.athenasmi.org/
Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud	Eco-Bat 2.1	http://www.eco-bat.ch/index.php?option=com_content&view=frontpage&Itemid=1&lang=en
ENEA - Italian National Agency for New Technology, Energy and the Environment	eVerdEE v.2.0	
PE International GmbH, University of Stuttgart, LBP-GaBi	GaBi 8.0	http://www.gabi-software.com/spain/index/
Oeko-Institut (Institute for applied Ecology) Darmstadt Office	GEMIS version 4.4	http://iinas.org/gemis.html
VTT	KCL-ECO 4.1	
t.h.e. Software GmbH	LTE OGIP; Version 5.0; Build-Number 2092; 2005/12/12	
LEGEP Software GmbH	LEGEP 1.2	
GreenDeltaTC GmbH	OpenLCA	http://www.openlca.org/
Quantis	Quantis suite 2.0	http://quantis-intl.com/software.php?step=fonct
sinum AG	REGIS 2.3	
Agroscope ReckenholzTänikon Research Station ART	SALCA-tools	https://www.agroscope.admin.ch/aktuell/index.html?lang=en
STENUM GmbH	SankeyEditor 3.0	http://www.stenum.at/en/?id=software/sankey/sankey-intro
PRé Consultants B.V.	SimaPro 7	http://www.pre.nl/
Ecobilan PricewaterhouseCoopers	TEAM™ 5.2.	https://www.ecobilan.com/uk_team.php
Boustead Consulting Limited	The Boustead Model 5.0.12	http://www.boustead-consulting.co.uk/
ifu Hamburg GmbH	Umberto 5.5	http://www.umberto.de/en/product/index.htm
Radboud University Nijmegen	USES-LCA	http://www.ru.nl/environmentalscience/research/themes-0/
UK Environment Agency	WRATE	http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcaifohub/tool2.vm?tid=197

El software empleado para la realización de este estudio ha sido TEAM™ 5.2 PWC (PWC, 2017), Software que utiliza la metodología del Análisis de ciclo de vida para evaluar diferentes parámetros medioambientales, según la norma ISO 14040:2006 e ISO 14044:2006 y desarrollado por Ecoliban (Francia).

Es una herramienta que permite introducir una base de datos, a partir de la cual generará un modelo inicial que será imprescindible para calcular los parámetros medioambientales definidos en la metodología del presente estudio. El modelo contiene la información relativa a entradas y salidas así como las especificaciones de cada una de las muestras descritas en los apartados anteriores, a las cuales se les asigna la parte proporcional tanto de las materias primas como de la producción

Se ha empleado también bases de datos secundarias: Módulos genéricos incluidos en las bases de datos de DEAM intrínseca de TEAM 5.2/PWC, Ecoinvent, así como datos específicos proporcionados por los proveedores.

3.2.1.7. Desarrollo de las Declaraciones ambientales de los paneles

Partiendo de esta base, este apartado se focalizará en la evaluación medioambiental del material en su ciclo de vida completo.

3.2.1.7.1. La definición del objetivo y el alcance

El objetivo de este análisis del ACV es desarrollar las DAP tipo “De la cuna a la tumba” de los paneles de lana mineral de vidrio, para su posterior verificación. En este tipo de DAP es obligatorio tener información en las etapas de productos, del proceso de construcción, de uso y de fin de vida, siendo opcional el módulo D correspondiente al potencial de reutilización, recuperación y reciclaje, que queda excluido.

El alcance lo define la unidad funcional, al igual que los parámetros que se van a evaluar.

3.2.1.7.2. Unidad funcional

Se define la unidad funcional de la DAP con el fin de focalizar los elementos que serán de referencia para comenzar el análisis del inventario.

En este estudio, su definición es exactamente:

“Aislamiento térmico sobre 1 m² de conducción que garantice la resistencia térmica de $R = 0,75 \text{ K.m}^2.\text{W}^{-1}$ para la aplicación Aislamiento de construcción de conductos de climatización.” (URSA, 2016)

La recopilación de datos, tanto de materias primas como de consumos de energía, es el punto de partida para comenzar con el análisis de inventario, basándonos en el análisis de ciclo de vida del material y teniendo en cuenta las reglas de categoría de producto que se definen en la UNE-EN 15804:2012+A1:2014.

Hay que tener en cuenta:

- Asignaciones: Los criterios de asignación se basan en la masa.
- Representación geográfica y temporal: País de producción España. País de utilización España. Datos de Producción de 2013.

3.2.1.7.3. Impactos medioambientales

Los impactos que se evaluarán son los indicados en el apartado 4.2.1.3.

3.2.1.7.4. Análisis de inventario

El diagrama de flujo, que se encuentra en la herramienta, describe el proceso que se llevará a cabo para obtener los resultados en temas fundamentalmente de materia y energía pero también ampliables a ruido, radiaciones, biodiversidad afectada, utilización del suelo, etc.

Otra función, no menos relevante, es la de dar un mayor conocimiento del proceso y focalizar en la recopilación de datos, con el fin de dar más efectividad, al alcance y a los objetivos del estudio.

El diagrama de flujo está compuesto por subsistemas, que a su vez se dividen en procesos unitarios, que contienen la información más precisa del diagrama.

El análisis del inventario cuantifica las entradas (materias primas y recursos) y las salidas (emisiones ambientales) en el diagrama de flujo. (Fullana, P. Puig, 1997).

3.2.1.7.5. Análisis del ACV de los paneles de lana mineral de vidrio para construcción de conductos de climatización

El ciclo de vida se divide en diferentes etapas, recogidas en diferentes módulos, como son:

Tabla 3.9. Aplicación de datos genéricos y específicos UNE-EN 15804:2012+A1:2014

	A1-A3		A4 y A5	B1-B7	C1-C4
Módulos	Producción de productos básicos, materias primas	Fabricación de producto	Proceso de instalación	Procesos de uso	Procesos de fin de vida
Tipo de proceso	Procesos aguas arriba	Procesos sobre los que el fabricante tiene influencia	Procesos aguas abajo		
Tipo de datos	Datos genéricos	Datos medios o específicos del fabricante	Datos genéricos		

Etapas de Producción: Módulos A1-A3

Los módulos referenciados corresponden a:

- A1 – Fabricación/Obtención de Materias Primas
- A2 - Transporte hasta la fábrica
- A3 – Fabricación
- A4 – Transporte a obra

Se tendrá en cuenta como tipo de transporte un camión con carga útil de 24 Tn, con un consumo medio de 38 litros de diésel cada los 100 Km. Considerando un 100 % de la capacidad de utilización y un 30% de retornos vacíos. La capacidad de carga del camión varía en función de la muestra analizada, tomando como consideración un intervalo de entre 104,40 y 165,60 m²/palet con 8 palet por camión.

La información modular permite adaptar la información de transporte dependiendo de las distancias requeridas para la DAP. Para este estudio se estima una distancia media

de 460 Km, de tal manera que compense las distancias más cercanas y lejanas de la fábrica al punto donde se instale.

Tabla 3.10. Datos a tener en cuenta en el transporte de camión a obra. Elaboración propia

Según Norma UNE-EN 15804		Valores Adoptados de Panel de 25 mm.	Valores Adoptados de Panel de 40 mm.
Parámetro	Unidad		
Tipo y consumo de combustible del vehículo, tipo de vehículos utilizados para el transporte; por ejemplo camiones de larga distancia, barco, etc.	Litro de tipo de combustible, por tipo de vehículo o por distancia, Directiva 2007/37/CE (norma europea sobre emisiones)	Camión con una carga útil de 24 Tn; consumo de diésel de 38 litros/100km.	
Distancia	km	460 km	460 km
Utilización de la capacidad (incluyendo el retorno en vacío)	%	100% de la capacidad en volumen 30% de retornos sin carga	
Densidad aparente de los productos transportados	kg/m ³	151,20 m ² por palet y 8 palets por camión. Densidad del producto = $1875/25 = 75 \text{ kg/m}^3$	140,40 m ² por palet y 8 palets por camión. Densidad del producto = $2600/40 = 65 \text{ kg/m}^3$
Factor de capacidad útil (factor = 1 o <1 o ≥ 1 para los productos que se empaquetan comprimidos o anidados)	NA	>1 (productos comprimidos en los embalajes)	

Además de este escenario tipo para todo el muestreo se estudiarán diferentes escenarios posibles, tomando un muestrario de dos paneles de diferente espesor, 25 y 40 mm. Caracterizados por sus propiedades técnicas. Se aplicarán varias hipótesis posibles teniendo en cuenta el transporte marítimo y terrestre en función de las ciudades más representativas, incluyendo una comparativa de la capacidad de un camión de transportar diferentes materiales para la fabricación del mismo conducto.

A5 – Instalación en Obra

En este módulo se consideran no solo los residuos generados durante la instalación en obra (mermas), sino también las mermas derivadas del despiece antes de la colocación y los residuos de los embalajes, estimados en un 15%.

Tabla 3.11. Datos de Instalación del producto en el edificio. Elaboración propia.

Según Norma UNE-EN 15804		Valores Adoptados de Panel de 25 mm.	Valores Adoptados de Panel de 40 mm.
Parámetro	Unidad		
Materiales auxiliares para la instalación (especificando cada material)	kg u otras unidades apropiadas	Sin productos auxiliares	
Uso de agua	m ³	No se utiliza agua	
Uso de otros recursos	kg	No se utilizan otros recursos	
Descripción cuantitativa del tipo de energía (mix regional) y el consumo durante el proceso de instalación	kWh o MJ	No se necesita energía	
Desperdicio de materiales en la obra antes de tratamiento de residuos, generados por la instalación del producto (especificado por tipo)	%	15 % de lana mineral	15 % de lana mineral
Salida de materiales (especificados por tipo) como resultado del tratamiento de residuos en la parcela del edificio, por ejemplo recogida para el reciclaje, valorización energética, eliminación (especifica por ruta)	kg	Todos los residuos de lana mineral, sus embalajes y los derivados de producción para la instalación se consideran como eliminados en vertedero	
		834 gr/UF	1258 gr/UF
Emisiones directas al aire ambiente, al suelo y al agua	kg	No se prevén emisiones	

Etapas de Uso: Módulos B1-B7

Los paneles no presentan ningún impacto, debido a que una vez instalado no necesita ninguna manipulación.

Estos módulos corresponderían a:

- B1 – Uso o aplicación del producto instalado
- B2 - Mantenimiento
- B3 - Reparaciones
- B4 - Reposiciones
- B5 - Rehabilitación
- B6 – Uso operacional de energía
- B7 – Uso operacional de agua

Etapas de fin de vida: Módulos C1-C4**C1 – Deconstrucción, demolición**

Los impactos que producen los paneles son despreciables considerados frente al conjunto de la deconstrucción o demolición del edificio en su totalidad. Se estima que la vida útil de la instalación será igual que la del edificio.

C2 – Transporte hasta el tratamiento de residuos

La cantidad y procedimiento de deconstrucción será de los Kg de lana mineral de vidrio de cada producto (mezclados con el resto de materiales de la demolición), considerados como vertidos en vertederos para residuos inertes no peligrosos. Se considera el transporte realizado con un camión de carga útil de 24 Tn, con un consumo medio de 38 litros de diésel a los 100 Km.

C3 – Tratamiento de los residuos

Se pueden considerar diferentes escenarios: eliminación en vertedero, que sea recuperado o que sea reciclado. En este caso se ha considerado el de eliminación en vertedero, debido a que no existe ningún proceso de recuperación o de reciclaje del material.

C4- Eliminación

El panel está considerado como un residuo no inerte, no peligroso en su totalidad. Según la Orden Ministerial MAM/304/2002, publicada en España, los productos de lana mineral están considerados como "residuos no peligrosos", siguiendo los criterios establecidos en el listado europeo de residuos y son los siguientes epígrafes:

10 11 03 para los residuos generados durante el proceso de fabricación.

17 06 04 para los residuos generados en las obras de construcción.

Etapas: Módulo D

En este módulo se describen escenarios e información técnica adicional. En este caso los beneficios del reciclado de embalajes en A5 no se consideran por su escaso valor e incertidumbre sobre la real revalorización.

3.2.1.7.6. Análisis de etapas

En el siguiente esquema se pueden identificar las diferentes etapas y los módulos en los que se divide, al igual que los datos que son obligatorios y/o opcionales, de las DAP, en este estudio se opta por una de la cuna a la tumba, donde se da información de todo el ciclo de vida, desde A1 a C4, siendo opcional la información del módulo D.

Etapas y módulos del ciclo de vida considerados															
Etapa de producción	Etapa de construcción		Etapa de utilización							Etapa de fin de vida útil			D Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema		
A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Uso de energía	B7 Uso de agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos		C4 Eliminación	
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	NA	

Figura 3.9. Descripción de las etapas y módulos de un ACV, según la DAP Tipo III.

3.2.1.7.7. Evaluación de impactos

Una vez definidos los impactos a evaluar en el objetivo y el alcance, descritos en el apartado 3.2.2., se extraen del ACV y se analizan, comprobando que son datos coherentes.

3.2.1.7.8. Verificación externa

Una vez obtenidos los resultados de los diferentes impactos se procede a la verificación externa de los mismos.

En este caso se recurre a un evaluador externo, de la base de datos INIES (Les données environnementales et sanitaires de référence pour le bâtiment), donde se alojarán los resultados finales obtenidos. (INIES, 2017)

Dicha verificación externa debe realizarse atendiendo a la norma UNE-EN ISO 14025:2010.

Para la verificación de las declaraciones ambientales de producto, se realizó un estudio de todos los componentes de siete paneles de la lana mineral de vidrio que componían el muestrario inicial. A partir de ese estudio se seleccionaron los cuatro candidatos a obtener los valores de máximos y mínimos.

Se tomaron en cuenta diferentes características intrínsecas y comunes a cada uno de los seis paneles integrantes de la muestra y se especificaron los valores límite inferior y superior entre los que se encontraban todos ellos englobados.

3.2.2. Metodología relacionada con los parámetros específicos según las prestaciones

3.2.2.1. Metodología relacionada con el Comportamiento térmico de una instalación de climatización

La propiedad intrínseca que define el grado de aislamiento térmico de los productos aislantes es la conductividad térmica, que dependerá de la temperatura. Acorde a la norma UNE-EN 14.303 se tiene que declarar la conductividad térmica de los materiales para diferentes temperaturas, sin establecer cual deben ser.

Las temperaturas declaradas, se han elegido teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- 10°C – Temperatura en el transporte de aire frío
- 24°C - Temperatura ambiente
- 40°C y 60 °C – Temperatura en el transporte de aire caliente

Tabla 3.12. Conductividades térmicas y resistencia térmica en temperaturas de 10°C, 24°C, 40°C y 60°C. Elaboración propia.

Temperatura	10°C	24°C	40°C	60°C
Conductividad Térmica muestra 1 λ (W/mK)	0,032	0,034	0,036	0,038
Resistencia térmica muestra 1 – R(m ² K/W)	0,75	0,75	0,50	0,50
Conductividad Térmica muestra 2 λ (W/mK)	0,032	0,034	0,036	0,038
Resistencia térmica muestra 2 – R(m ² K/W)	1,25	1,15	1,10	1,05
Conductividad Térmica muestra 3 λ (W/mK)	0,032	0,034	0,036	0,038
Resistencia térmica muestra 3 – R(m ² K/W)	0,75	0,75	0,50	0,50
Conductividad Térmica muestra 4 λ (W/mK)	0,032	0,034	0,036	0,038
Resistencia térmica muestra 4 – R(m ² K/W)	0,75	0,75	0,50	0,50
Conductividad Térmica muestra 5 λ (W/mK)	0,032	0,034	0,036	0,038
Resistencia térmica muestra 5 – R(m ² K/W)	0,75	0,75	0,50	0,50

Las exigencias del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE (Ministerio de Energía, 2007) en cuanto a aislamiento térmico de los conductos, varían en función de si se tratan del transporte de aire frío o de aire caliente, por interior o el exterior de los locales.

En el apartado IT 1.2.4.2.2 del RITE especifica que para aislamiento de redes de conductos la exigencia es:

- Conductividad térmica 0,040 W/mK a 10°C
- Un espesor de 30 mm en el interior de un local.

Siendo la resistencia térmica, el espesor entre la conductividad térmica, el valor para este caso es 0,75 m²K/W.

Por lo que con un panel de 25 mm y conductividad térmica de 0,032 Wm/K, se consigue la misma resistencia térmica, como sucede con las muestras.

3.2.2.2. Metodología relacionada con la Calidad del aire

3.2.2.2.1. Proliferación bacteriana

- Determinación de la proliferación bacteriana:

Ensayo basado en la norma UNE-EN 13403:2003, en el cual se preparan 3 muestras de 100 x 100 mm, aplicando el microorganismo seleccionado durante 60 días y además son productos conforme con la UNE-EN 13403:2003. Una vez transcurrido el plazo se evalúa si el tejido está dañado y la extensión del cultivo.

- Actividad Antibacteriana:

Ensayos cuantitativos basados en la norma internacional ISO 20743:2007, se compara los resultados respecto a la muestra de control y la muestra tratada una vez transcurridos 18-24 horas (a una temperatura óptima) y posteriormente con la de cultivo, para obtener la reducción del crecimiento microbiano. Los microorganismos utilizados para los ensayos son *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Escherichia coli* ATCC 8739.

Ensayos según la norma JIS Z 2801:2006, en el cual se comparan los resultados obtenidos de la muestra tratada y de la muestra de control, una vez transcurridos 18-24 horas (a una temperatura óptima) y posteriormente con la de cultivo, para obtener la actividad antimicrobiana. Los microorganismos utilizados para los ensayos son *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Escherichia coli* ATCC 8739.

En los ensayos según la norma ATSM E 2149-01, se evalúa la resistencia de las muestras con tratamiento antimicrobiano al crecimiento de microorganismos en condiciones dinámicas. Se valora la reducción en un periodo de 24 horas, para las muestras en contacto con las bacterias en agitación constante en una suspensión del microorganismo seleccionado durante un periodo de tiempo determinado.

Los microorganismos utilizados para los ensayos son: *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Escherichia coli* ATCC 8739.

El AATCC TEST Method 100-1998, es un procedimiento cuantitativo para la evaluación del grado de actividad antibacteriana, consistente en la inoculación del material textil

con un microorganismo adecuado, al cabo de 24 horas se determinara el porcentaje de reducción del microorganismo originario por el agente antibacteriano.

Los microorganismos utilizados para los ensayos son: *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Escherichia coli* ATCC 8739.

3.2.2.2.2. Las emisiones en el aire interior

No existe una normativa específica en la Unión Europea sobre las emisiones en el aire interior, aunque hay algunos países donde hacen mención a algunos componentes de acabados, como es el caso de Alemania, Bélgica y Francia. En el caso más concreto de España, tampoco existe una normativa específica. De las existentes en la UE, la normativa francesa es la más exigente y se aplica tanto para materiales de acabado como para aislamientos, aunque no recogería el resto de materiales de construcción, tales como los paneles de lana mineral de vidrio para la construcción de conductos de climatización. Se basa en una orden ministerial del 19 de abril de 2011, donde obliga a dar información sobre emisiones en el aire interior, sin exigir un valor mínimo y tratándose de una auto declaración.

En la siguiente tabla se puede ver las clases de emisiones que establece la orden ministerial, citada anteriormente.

D. – *Seuils limites des concentrations d'exposition
(en $\mu\text{g.m}^{-3}$) et classes correspondantes*

Les classes d'émission sont établies sur la base de mesures réalisées après vingt-huit jours en chambre ou en cellule d'essai d'émission, ou avant ce délai si les émissions respectent les exigences de la classe des émissions les plus faibles (A+)

CLASSES	C	B	A	A+
Formaldéhyde	> 120	< 120	< 60	< 10
Acétaldéhyde	> 400	< 400	< 300	< 200
Toluène	> 600	< 600	< 450	< 300
Tétrachloroéthylène	> 500	< 500	< 350	< 250
Xylène	> 400	< 400	< 300	< 200
1,2,4-Triméthylbenzène	> 2000	< 2000	< 1500	< 1000
1,4-Dichlorobenzène	> 120	< 120	< 90	< 60
Ethylbenzène	> 1500	< 1500	< 1000	< 750
2-Butoxyéthanol	> 2000	< 2000	< 1500	< 1000
Styrène	> 500	< 500	< 350	< 250
COVT	> 2000	< 2000	< 1500	< 1000

Figura 3.10. Clases de emisiones según los límites de concentraciones de exposición. (Journal officiel de la République française., 2011)

Siendo los métodos normalizados: ISO 16000-3, ISO 16000-6, ISO 16000-9, ISO 16000-11.

3.2.2.2.3. Emisión de partículas

Referente al núcleo de lana mineral del panel de lana mineral de vidrio, se indica:

Irritación mecánica de las fibras

Las fibras de lana mineral ya no están clasificadas como R38 en relación con la irritación de la piel, desde enero de 2009 (Directiva 2009/2/CE) y, por consiguiente, ya no están catalogadas como irritantes. Las fibras más gruesas de este tipo (con un diámetro

superior a aproximadamente 5 μm) pueden, como cualquier cuerpo extraño, causar picores, que son una reacción mecánica y no química, además de temporal.

Clasificación de las fibras según Reglamento (CE) n° 1272/2008:

Las fibras que componen las lanas minerales quedan exentas de la clasificación cancerígena, conforme al Reglamento sobre clasificación y etiquetado de sustancias y mezclas, el Reglamento (CE) n° 1272/2008 (Parlamento Europeo, 2007) y su primera actualización, el Reglamento (CE) n° 790/2009. (Comisión Europea, 2009) En efecto, estas fibras superaron con éxito los ensayos que dispone dicho Reglamento, siendo su bio-persistencia inferior a los valores definidos en su nota «Q». La exención está certificada por el European Certification Board for Mineral wool Products. (EUCEB, 2017)

El EUCEB certifica que las fibras cumplan con las disposiciones de la nota «Q» del Reglamento (CE) n° 1272/2008, garantizando que los ensayos se han hecho conforme a los protocolos europeos, y siendo el control en la fabricación verificados y validados por una tercera parte.

El compromiso de los fabricantes respecto del EUCEB consiste en:

- Presentar un informe del ensayo establecido por uno de los laboratorios reconocidos por el EUCEB, que demuestre que las fibras cumplen con una de las cuatro condiciones de exención previstas en la nota «Q» del Reglamento (CE) n° 1272/2008.
- Someterse, dos veces al año, al control de su producción por parte de un tercero independiente, reconocido por el EUCEB (extracción de muestras y conformidad con el análisis químico inicial).
- Implantar los procedimientos de control interno en cada fábrica.

Los productos que cumplen con esta certificación se reconocen gracias al logotipo EUCEB que figura en el empaquetado.

Recomendaciones de uso

Las recomendaciones que se indican para la aplicación de los materiales aislantes compuestos por lana mineral son similares a las que se aplican en cualquier obra de construcción; y se especifica en la figura 3.11:

Cubrir las partes del cuerpo expuestas. En un área sin ventilación, use una máscara desechable.

Enjuagar con agua fría antes de lavar

Limpiar con una aspiradora

Ventilar el lugar de trabajo si es posible

Respetar las normas sobre residuos

Usar gafas de protección

Figura 3.11. Recomendaciones de uso. (URSA, 2016)

Adicionalmente, las mediciones realizadas en las obras de construcción muestran un promedio en la exposición de los instaladores de los aislantes de lana mineral más bajo que la registrada en los lugares de producción.

Tabla 3.13. Resultados de las mediciones de exposición a las fibras de lanas minerales tomadas en 2006 y 2007 en las obras de construcción en Francia. (FILMM, 2017)

Tipo de aplicación	Mediciones individuales de exposición tomadas a los operarios			
	Número de mediciones	Media	Mediana	Probabilidad de superar el límite de exposición profesional
		(f/ml)	(f/ml)	(1 f/ml)
Paredes – Lana de vidrio sobre estructura metálica	9	0,10	0,07	0,07%
Paredes – Complejo de revestimiento	7	0,23	0,19	2,01%
Techos – Lana de vidrio insuflada	8	0,09	0,05	0,12%
Vertientes – Lana de vidrio	4	0,08	0,06	0,00%
Proyección – Lana de escorias (operario de alimentación)	6	0,07	0,06	0,00%
Proyección – Lana de escorias (proyector)	10	0,07	0,06	0,00%

Durabilidad de las fibras durante la vida útil del edificio

El Observatorio de la Calidad del Aire Interior (OQAI) midió las concentraciones de fibras minerales en el aire ambiente, en el marco de un estudio piloto realizado en 2002. Estos resultados, según el OQAI, no reflejaron que exista “una especificidad aparente de los espacios interiores. Los valores medidos son del orden de 10^{-4} fibras por litro, sin constatar una diferencia marcada entre el exterior y el interior para el conjunto de los lugares objeto de medición”.

El análisis de estos resultados y la jerarquización de los contaminantes, que realizó el grupo de expertos del OQAI, llevaron a adoptar la decisión de no volver a realizar las mediciones de concentración de fibras en el aire interior de las viviendas, durante la campaña de 2003-2005.

Las fibras de lanas minerales representan sólo una ínfima parte de las partículas y fibras respirables, presentes en el aire ambiente. En los locales de uso privado o colectivo, los niveles de exposición son del orden de 0,0002 a 0,005 fibra/ml, es decir, 1/200 del Valor Límite de Exposición profesional (Schneider T., 1995).

Figura 3.12. Las Fibras respiradas en el aire interior. (FILMM, 2017)

3.2.2.3. Metodología relacionada con la Atenuación acústica que provocan los paneles en una instalación de climatización

Partiendo de la clasificación de absorción acústica en los cuales se engloba los paneles de lana mineral de vidrio para la construcción de conductos de climatización, se procedera a valorar la atenuación acústica de una instalación de red de conductos:

Tabla 3.14. Clasificación de absorción acústica acorde a la EN ISO 11654 y VDI 3755/2000.

Clase de absorción acústica (Acorde a la EN ISO 11654)	α_W	Clase de absorción acústica (Acorde VDI 3755/2000)
A	0,90;0,95;1,00	Extremadamente absorbente
B	0,80;0,85	Extremadamente absorbente
C	0,60;0,65;0,70;0,75	Muy absorbente
D	0,30;0,35;0,40;0,45;0,50;0,55	Absorbente
E	0,15;0,20;0,25	Poco Absorbente
Sin Clasificar	0,05;0,10	Reflectante

Para analizar el nivel de ruido existente en una instalación de climatización hay que considerar tres puntos:

- La fuente de generación de ruido, en este caso la máquina de climatización. En este punto hay que tener en cuenta el nivel de potencia sonora que genera la

propia máquina, que es un dato técnico facilitado por el fabricante; el caudal y la velocidad de impulsión del aire a través de la red.

- En segundo lugar hay que analizar la red de distribución del aire, que se convertirá en el canal de transmisión de ruido. Es importante la forma y el dimensionado de la red, así como la elección de las unidades difusoras de aire.
- Y en tercer lugar se analizara la recepción del sonido, tanto directa como la indirecta, a través de las reflexiones del sonido dentro del recinto. Se caracteriza por el nivel de presión sonora en decibelios que es percibida por el receptor y su comparación por las curvas del nivel de confort.

Figura 3.13. Transmisión de ruido a través de la red de conductos. Elaboración propia.

Partiendo de la formulación del Nivel de Presión Sonora Directa:

$$L_{p,d} = L_P + 10 \cdot \log(q) - 20 \cdot \log(d) - 11$$

Siendo:

$L_{p,d}$: El Nivel de Presión Sonora Directa

L_P : El Nivel de Potencia acústica

d : La distancia entre la rejilla y el oído del oyente

q : La sección del difusor

Donde la directividad:

- Difusor de techo $q = 2$
- Difusor de pared $q = 4$
- Difusor de pared en esquina $q = 8$

3.2.2.3.1. Pérdidas por inserción

La propagación del ruido a través de un conducto es proporcional a la absorción acústica de la superficie interior ($a \cdot b$). La reducción de la propagación acústica es la siguiente:

$$IL [dB] = 1,05 \cdot \alpha^{1,4} \cdot \frac{\text{perímetro [m]}}{\text{superficie [m]}}$$

Siendo:

$$\text{Perímetro} = 2 \cdot (a \cdot b)$$

$$\text{Superficie} = a \cdot b$$

IL: Pérdidas por inserción

α : Absorción acústica

3.2.2.4. Metodología relacionada con el comportamiento mecánico de los conductos

3.2.2.4.1. Metodología relacionada con la Estanqueidad

El ensayo que se realiza es acorde a la norma EN 1507, por el cual se construyen siete módulos de 1,16 m de longitud y una sección de 300 mm. x 300 mm.

Figura 3.14. Esquema de distribución de los módulos. ("URSA," 2017)

Referente a la estanqueidad de la red de conductos, parámetro que determinara la pérdida de energía a través del conducto y por tanto la eficiencia energética de la instalación de climatización, se establece diferentes clasificaciones:

- La clasificación según EN 13403:2003:

Tabla 3.15. Clases de Estanqueidad y límites de fugas de aire según la EN 13403:2003(AENOR, 2003)

Clases de Estanqueidad	Límite de fugas de aire $f=c \cdot p^{0,65}$
	$1 \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$
A	$0,027 p_s^{0,65}$
B	$0,009 p_s^{0,65}$
C	$0,003 p_s^{0,65}$

- La clasificación según EN 1507

Tabla 3.16. Clases de Estanqueidad y límites de fugas de aire según la EN 1507

Clases de Estanqueidad	Límite de fugas de aire $f=c \cdot p^{0,65}$
	$1 \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$
A	$0,027 p_{ensayo}^{0,65}$
B	$0,009 p_{ensayo}^{0,65}$
C	$0,003 p_{ensayo}^{0,65}$
D	$0,001 p_{ensayo}^{0,65}$

Siendo:

f: fugas de aire ($dm^3/s \cdot m^2$)

c: Coeficiente de estanqueidad

p: presión estática (Pa)

3.2.2.4.2. Metodología relacionada con la Resistencia a la presión

Se realiza un ensayo a un conducto con una sección de 300 mm x 300 mm. que se ensambla con una junta periférica, y colocando cinta adhesiva adicional excepto en la junta, de esta manera se determinara la idoneidad de la unión.

Se sella un golpe de presión en la muestra de prueba y se conecta a un manómetro que debe ser calibrado a cero al comienzo y al final de cada prueba.

Se sella con cinta el suministro de aire a la muestra de prueba, para poder suministrar la presión de aire especificada (UNE-EN 13403:2003).

La presión nominal del fabricante es de 800 Pa, se alcanza gradualmente en un tiempo entre 45 y 60 segundos, y se mantiene durante 1 minuto y posteriormente se aumenta a 2000 Pa (2,5 veces 800 Pa), y se mantiene durante 1 h.

3.2.2.4.3. Metodología relacionada con la Emisión de partículas por erosión

Se realiza un ensayo en laboratorio consistente en realizar un conducto en forma de L, con sección 300 mm. x 300 mm., donde se insufla aire durante una hora a una velocidad de 12 m/s, se para durante 15 minutos y se realiza la prueba de erosión durante cinco horas, a una velocidad de 18,6 m/s (UNE-EN 13403:2003).

Figura 3.15. Esquema del conducto para la realización de Emisión de partículas por erosión. ("URSA," 2017)

Siendo:

1. Caja de succión
2. Ventilador de succión
3. Válvula de control
4. Filtros
5. pleno de Soplado
7. conexión con el conducto
8. conducto de ensayo

Se contabilizan las partículas con un contador laser en diferentes canales. El rango según el canal es el siguiente:

Tabla 3.17. Rango del contador laser. ("URSA," 2017)

Canal	Rango
1	0,2 - 0,3 μm
2	0,3 - 0,5 μm
3	0,5 - 0,7 μm
4	0,7 - 1,0 μm
5	1,0 - 2,0 μm
6	2,0 - 3,0 μm
7	3,0 - 5,0 μm
8	>5 μm

El caudal extraído es de 28,3 l / min.

La concentración promedio de partículas se calcula a partir del volumen de aire extraído y la masa de la partícula utilizando la siguiente fórmula:

$$C = \frac{M}{Q_v t}$$

Donde:

C es la concentración de partículas en $\mu\text{g} / \text{m}^3$

M es la masa de las partículas en μg ,

Q_v es el caudal de extracción en m^3 / s .

La masa de partículas se determina a partir del número de partículas contadas y la relativa densidad del vidrio (2500 kg/m^3)

3.3. Bibliografía:

AENOR. (2002). *Una Norma Española. UNE 14020:2000 Etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales. Principios generales (ISO 14020:2000)*. (Vol. España).

AENOR. (2014). UNE-EN 15804:2012+A1 - Sostenibilidad en la Construcción - Declaraciones Ambientales de Producto - Reglas de Categoría de productos básicas para productos de construcción.

- AENOR. (2003). UNE-EN 13.403. Ventilación de edificios. Conductos no metálicos. Red de conductos de planchas de material aislante.
- AENOR. (2007). UNE-ISO/TR 14062 IN Gestión ambiental. Integración de los aspectos ambientales en el diseño y desarrollo de productos.
- AENOR. (2014). UNE-EN 14064-2. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos aislantes térmicos formados in-situ a partir de lana mineral (MW). Parte 2: Especificación para los productos instalados.
- AENOR. (2010). UNE-ISO 21930. Sostenibilidad en la construcción de edificios. Declaración ambiental de productos de construcción.
- AENOR. (2013). UNE-EN 14.303:2010+A1 Productos aislantes térmicos para equipos en edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de lana mineral (MW). Especificación.
- AENOR. (2010). UNE ISO 14025: Etiquetas y declaraciones ambientales, declaraciones ambientales tipo III, principios y procedimientos.
- AENOR. (2006). UNE-EN ISO 14044 Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Requisitos y Directrices.
- AENOR. (2006). UNE-EN ISO 14040 norma española. Gestión ambiental Análisis del ciclo de vida Principios y marco de referencia.
- BIOCHEM. (2017). BIOCHEM - Eco-IP Partnership for Driving Innovation in the Sector of Bio-based Products. Retrieved from <http://www.biochem-project.eu/>
- Comisión Europea. (2009). Reglamento (CE) N° 790/2009.
- EUCB. (2017). European Certification Board for Mineral Wool Products. Retrieved from <http://www.euceb.org/>
- FILMM. (2017). FILMM-Syndicat national des Fabricants d'Isolants en Laines Minérales Manufacturées. Retrieved from <http://filmm.org/>

- INIES. (2017). INIES -Les données environnementales et sanitaires de référence pour le bâtiment. Retrieved from <http://www.inies.fr/accueil/>
- Lehtinen, H., Saarentaus, A., Rouhiainen, J., Pitts, M., & Azapagic, A. (2011). *A Review of LCA Methods and Tools and their Suitability for SMEs*. Retrieved from http://www.biochem-project.eu/download/toolbox/sustainability/01/120321BIOCHEM_LCA_review.pdf
- Ministère de la Transition Écologique et Solidaire. (2017). Bâtiment à énergie Positive & Réduction Carbone. Retrieved from <http://www.batiment-energiecarbone.fr/>
- Ministerio de Energía, T. y A. digital. (2007). Reglamento Instalaciones Térmicas en los Edificios. Retrieved from <http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Paginas/InstalacionesTermicas.aspx>
- Parlamento Europeo. (2007). (Reglamento (CE) N° 1272/2008.
- PWC. (2017). TEAM TM 5.2 PWC. Retrieved from <http://ecobilan.pwc.fr/boite-a-outils/team.html>
- UNEP/SETAC Life Cycle Initiative. (2016). *Global Guidance For Life Cycle Impact Assessment Indicators. Volumen 1*. Paris.
- URSA. (2016). FICHE DE DECLARATION ENVIRONNEMENTALE ET SANITAIRE DU PRODUIT. Retrieved from www.ursa.es

Capítulo 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Gráfico 4.1. Estructura general de tesis. Capítulo Resultados y discusión. Elaboración propia.

En este apartado se exponen los resultados obtenidos tras aplicar los métodos de trabajo planteados al muestreo realizado de los paneles de lana mineral de vidrio, descritos anteriormente.

En primer lugar, se mostrarán los resultados obtenidos con respecto al estudio de análisis de ciclo de vida del muestreo, aportando el análisis de los datos en las distintas etapas y la valoración de la influencia que los revestimientos y el espesor en el estudio de ciclo de vida.

En segundo lugar, se mostrarán los resultados obtenidos del análisis de los parámetros específicos relacionados con las prestaciones que aportaran información ambiental a los edificios, a través de ensayos realizados a las muestras así como de estimaciones teóricas realizadas.

4.1. Declaración ambiental y sanitaria de Producto de los paneles de lana mineral de vidrio

La metodología de análisis de ciclo de vida se ha aplicado a los cinco materiales del muestreo descritos en el apartado 3.1., cuyos resultados completos se encuentran en los anexos 1-5.

Las plantillas que se han utilizado unifican el contenido de las DAP de la cuna a la tumba, cuya estructura sigue las pautas de la normativa descrita en el apartado 4.2.

Los resultados de ACV se representan por las siguientes tablas:

La primera es la que recoge los resultados de los Impactos ambientales con respecto a la UNE-EN 15804, evaluados para las diferentes etapas:

IMPACTOS AMBIENTALES																
Impactos Ambientales	Etapas de producción	Etapas de construcción		Etapas de utilización								Etapas de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de la frontera del sistema
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Desconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación		
Calentamiento climático kg CO ₂ eq/UF	4,1	4,0E-01	7,0E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	4,0E-03	0	2,1E-02	MNA	
El potencial de calentamiento total de un gas se relaciona con la contribución total al calentamiento global resultante de la emisión de una unidad de dicho gas, respecto de una unidad del gas de referencia, el dióxido de carbono, al que se le atribuye el valor 1.																
Pérdida de la capa de ozono kg CFC 11 eq/UF	2,6E-07	2,9E-07	8,5E-08	0	0	0	0	0	0	0	0	2,9E-09	0	4,7E-09	MNA	
La destrucción de la capa de ozono estratosférica, que protege la Tierra de los rayos ultravioleta, nocivos para la vida, está causada por la ruptura de ciertos cloros y/o compuestos que contienen bromo al alcanzar la atmósfera, y destruyen luego las moléculas de ozono mediante reacciones catalíticas.																
Acidificación de suelos y agua kg SO ₂ eq/UF	2,4E-02	1,8E-03	4,1E-03	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0E-05	0	1,7E-04	MNA	
Los contaminantes ácidos tienen un impacto negativo sobre los ecosistemas naturales y el medio ambiente, causado por el hombre, incluidos los edificios. Las principales fuentes de emisiones de sustancias acidificantes son la agricultura y la quema de combustibles fósiles utilizados para la producción de electricidad, para la calefacción y los transportes.																
Eutrofización kg (PO ₄) ³⁻ eq/UF	4,0E-03	4,3E-04	8,8E-04	0	0	0	0	0	0	0	0	2,1E-06	0	1,5E-04	MNA	
Un enriquecimiento excesivo en nutrientes, de las aguas y de las superficies continentales, que conlleva efectos biológicos nefastos.																
Formación de ozono fotoquímico Eteno eq/UF	1,7E-03	2,8E-04	3,6E-04	0	0	0	0	0	0	0	0	2,4E-06	0	6,3E-05	MNA	
Las reacciones químicas provocadas por la energía de la luz solar.																
Agotamiento de los recursos abióticos (elementos) kg Sb eq/UF	1,0E-06	3,7E-10	1,7E-07	0	0	0	0	0	0	0	0	3,8E-12	0	1,9E-08	MNA	
La reacción de los óxidos de nitrógeno con los hidrocarburos en presencia de la luz solar, formando ozono, es un ejemplo de una reacción fotoquímica.																
Agotamiento de los recursos abióticos (combustibles fósiles) MJ/UF	70	5,1	11,5	0	0	0	0	0	0	0	0	5,1E-02	0	0,4	MNA	
El consumo de recursos no renovables, que reduce su disponibilidad para las generaciones futuras.																
Contaminación del aire - m ³ /UF	840	25	136	0	0	0	0	0	0	0	0	2,4E-01	0	5,0	MNA	
Contaminación del agua - m ³ /UF	0,7	1,1E-01	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1E-03	0	8,6E-01	MNA	

Figura 4.1. Formato de los resultados de los impactos ambientales. Elaboración propia

La segunda tabla muestra los datos de la utilización de los recursos con respecto a la UNE-EN 15804, evaluados para las diferentes etapas:

UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS															
Utilización de los recursos	Etapas de producción	Etapas de construcción		Etapas de utilización							Etapas de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
Utilización de la energía primaria renovable, excluidos los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	1,6	2,5E-03	2,4E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5E-05	0	5,0E-03	MNA
Utilización de los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	11	0	1,6E+00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización total de los recursos de energía primaria renovables (energía primaria y recursos de energía primaria utilizados como materias primas) - MJ/UF	12	2,5E-03	1,9E+00	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5E-05	0	5,0E-03	MNA
Utilización de la energía primaria no renovable, excluidos los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	62	5,1	10,3	0	0	0	0	0	0	0	0	5,2E-02	0	0,4	MNA
Utilización de los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	11	0	1,7E+00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización total de los recursos de energía primaria no renovables (energía primaria y recursos de energía primaria utilizados como materias primas) - MJ/UF	74	5,1	12,0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,2E-02	0	0,4	MNA
Utilización de materias primas secundarias- kg/UF	0,8	0	1,2E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización de combustibles secundarios renovables - MJ/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización de combustibles secundarios no renovables - MJ/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización neta de agua dulce - m³/UF	1,2E-02	4,8E-04	2,5E-03	0	0	0	0	0	0	0	0	4,9E-06	0	6,9E-04	MNA

Figura 4.2. Formato de los resultados de la utilización de los recursos. Elaboración propia

La tercera tabla muestra la categoría de residuos y de flujos salientes con respecto a la UNE-EN 15804, evaluados para las diferentes etapas:

CATEGORIA DE RESIDUOS																	
Categoría de residuos	Etapas de producci	Etapas de construcción		Etapas de utilización							Etapas de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema		
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Destrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación			
	Residuos peligrosos eliminados - kg/UF	5,3E-02	1,5E-04	7,9E-03	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6E-06	0		0	MNA
	Residuos no peligrosos eliminados - kg/UF	0,6	4,2E-04	8,8E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	4,2E-06	0		2,2	MNA
Residuos radiactivos eliminados - kg/UF	9,9E-05	8,1E-05	2,7E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	8,2E-07	0	0	MNA		
FLUJOS SALIENTES																	
Flujos salientes	Etapas de producc	Etapas de construcción		Etapas de utilización							Etapas de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema		
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Destrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación			
	Componentes destinados a su reutilización - kg/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	MNA
	Materiales destinados a su reciclado - kg/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	MNA
Materiales destinados a la recuperación de energía - kg/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA		
Energía eléctrica suministrada al exterior - MJ/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA		
Energía de vapor suministrada al exterior - MJ/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA		
Energía de gas y proceso suministrada al exterior - MJ/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA		

Figura 4.3. Formato de los resultados de categoría de residuos y de flujos salientes. Elaboración propia

Las anteriores tablas muestran los datos descompuestos por etapas y por parámetros evaluados, mientras que la siguiente tabla recoge la agregación de los diferentes módulos para obtener los resultados finales según etapa y según el ciclo de vida. A esta se suma un gráfico que describe la interpretación del ciclo de vida de los impactos ambientales en las diferentes etapas:

Cálculo de impactos ambientales para un metro lineal de conducto

Para facilitar los cálculos de la evaluación ambiental de los paneles en algunos casos se deben realizar por metro lineal de conducto con la sección de referencia, debido a que los instaladores calculan las superficies del conducto para realizar los suministros de los paneles, utilizando de esta manera el m² como unidad funcional.

En la siguiente tabla se proporciona un coeficiente para los impactos ambientales de las DAP, para poder calcularlos en función del metro lineal a lo largo de las diferentes secciones de conductos:

Tabla 4.1. Función del metro lineal a lo largo de diferentes secciones de conductos. Elaboración propia.

		Ancho del conducto (m)															
Altura del conducto (m)	0.25	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50
	0.30	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60
	0.35	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70
	0.40	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80
	0.45	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90
	0.50	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00
	0.55	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10
	0.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20
	0.65	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30
	0.70	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40
	0.75	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50
	0.80	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60
	0.85	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70
	0.90	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70	3.80
	0.95	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70	3.80	3.90
	1.00	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70	3.80	3.90	4.00

4.2. Verificación externa

Conjuntamente con el desarrollo del análisis de ciclo de vida de los paneles se ha realizado la verificación externa, que recoge la normativa.

Para la verificación de las declaraciones ambientales de producto, se realizó un estudio de los componentes de seis tipos de paneles de la lana mineral de vidrio, a partir del cual se escogieron los cuatro candidatos a obtener los valores máximo y mínimo.

Las premisas (características técnicas de los paneles) que se tomaron en cuenta fueron:

- Aglutinante: Resina entre 11-13%
- Densidad: 60-80 kg/m³
- Espesores 25 - 40 mm.
- Revestimiento exterior:
 - Papel kraft / Malla de vidrio / Aluminio reforzado
- Revestimiento interior:
 - Velo de vidrio / Malla de vidrio / Aluminio Kraft / Aluminio Reforzado
- Embalaje: en caja de cartón y paletizado a granel
- Paletización: palet estándar de madera 3 x 1,2 m. con film de plástico.

– Fábrica: El Pla de Santa María (Tarragona)

Se introdujeron los datos de los componentes, los consumos de fábrica en el modelo y se extrajeron los resultados de los diferentes impactos caracterizados con respecto a las cuatro muestras, como se indica en la siguiente tabla. De estos valores se identifican los valores mínimos y máximos, pudiendo éstos no pertenecer a una misma muestra.

Se han identificado para cada uno de los impactos analizados, en color verde los parámetros más optimistas y en rojo los más desfavorables.

Tabla 4.2. Resultados de ACV de las muestras, de los mínimos y máximos de cada impacto medioambiental del muestreo. Elaboración propia.

Parámetros		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Min	Max
Potencial de Calentamiento Global	Kg CO ₂ equiv.	5,26E+00	7,07E+00	5,47E+00	4,90E+00	4,90E+00	7,07E+00
Potencial de Agotamiento de Ozono Estratosférico	Kg CFC11 equiv.	6,42E-07	8,58E-07	7,78E-07	6,35E-07	6,35E-07	8,58E-07
Potencial de Acidificación de suelo y agua	Kg SO ₂ equiv.	3,02E-02	4,09E-02	3,27E-02	2,90E-02	2,90E-02	4,09E-02
Potencial de Eutrofización	Kg	5,48E-03	7,51E-03	5,55E-03	5,42E-03	5,42E-03	7,51E-03
Potencial de Formación de Ozono Fotoquímico	Kg etano equiv.	2,44E-03	3,29E-03	2,57E-03	2,24E-03	2,24E-03	3,29E-03
Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos - elementos	Kg Sb equiv.	1,20E-06	1,60E-06	1,31E-06	1,23E-06	1,20E-06	1,60E-06
Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos - combustibles fósiles	Kg Sb equiv.	8,71E+01	1,18E+02	8,96E+01	7,97E+01	7,97E+01	1,18E+02
Contaminación del aire	m ³ /UF	1,01E+03	1,36E+03	1,06E+03	9,70E+02	9,70E+02	1,36E+03
Contaminación del agua	m ³ /UF	3,13E+00	4,05E+00	3,17E+00	2,75E+00	2,75E+00	4,05E+00
Uso de la energía primaria renovable, excluyendo los recursos de energía primaria renovable utilizada como materia prima	MJ	1,86E+00	4,20E+00	1,34E+00	1,57E+00	1,34E+00	4,20E+00
Uso de los recursos renovables de energía primaria utilizada como materia prima	MJ	1,25E+01	1,42E+01	1,46E+01	1,42E+01	1,25E+01	1,46E+01
Uso total de los recursos renovables de energía primaria	MJ	1,43E+01	1,84E+01	1,59E+01	1,58E+01	1,43E+01	1,84E+01
Uso de energía primaria no renovable, excluyendo los recursos energéticos primarios no renovables utilizados como materias primas	MJ	7,84E+01	1,05E+02	8,07E+01	7,17E+01	7,17E+01	1,05E+02
Uso de fuentes de energía primaria no renovables utilizados como materias primas	MJ	1,32E+01	1,96E+01	1,33E+01	1,24E+01	1,24E+01	1,96E+01
Uso total de los recursos de energía primaria no renovable	MJ	9,16E+01	1,25E+02	9,40E+01	8,41E+01	8,41E+01	1,25E+02
Uso de materiales secundarios	MJ	9,01E-01	1,24E+00	9,01E-01	9,01E-01	9,01E-01	1,24E+00
Uso de combustibles secundarios renovables	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Uso de combustibles secundarios no renovables	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Uso neto de agua dulce	m ³	1,57E-02	1,93E-02	1,48E-02	1,60E-02	1,48E-02	1,93E-02
Residuos peligrosos eliminados	Kg	6,06E-02	7,86E-02	5,51E-02	4,44E-02	4,44E-02	7,86E-02
Residuos no peligrosos eliminados	Kg	3,65E+00	4,96E+00	3,68E+00	3,52E+00	3,52E+00	4,96E+00
Residuos Radioactivos eliminados	Kg	2,08E-04	2,81E-04	1,97E-04	1,77E-04	1,77E-04	2,81E-04
Componentes para su reutilización	kg/UF	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Materiales para el reciclado	kg/UF	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Materiales para la recuperación de energía	kg/UF	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
La energía eléctrica suministrada fuera	MJ/UF	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Energía del vapor suministrado de fuera	MJ/UF	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Energía del gas del proceso suministrada fuera	MJ/UF	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Todos los datos facilitados en esta tabla han sido verificados externamente, como exige la normativa, para dar validez a las DAP obtenidas.

4.2.1. Discusión

El análisis de los impactos, se divide en 3 categorías:

- Impactos ambientales
- Uso de Recursos
- Categorías de Residuos

4.2.1.1. Categoría: impactos ambientales

En la siguiente tabla, se analizan los impactos medioambientales, agrupados por unidades, en relación a las diferentes etapas del ciclo de vida de los paneles, a excepción de la etapa de uso, debido a que los valores son despreciables

Figura 4.5. Resultados de ACV según los impactos medioambientales. Elaboración propia.

En las cuatro muestras, la etapa predominante es la de producción, excepto en el impacto de residuos eliminados, donde la etapa más predominante es la de fin de vida, siendo las muestra 2, la que refleja mayores valores para estos impactos, seguida las muestras 3, 1 y 4, respectivamente.

4.2.1.2. Categoría: usos de los recursos

Se puede ver que de la segunda categoría, en las cuatros muestras, el impacto predominante es el del uso total de los recursos de energía primaria no renovable, seguido del de consumo de energía primaria no renovable con exclusión de los recursos energéticos primarios no renovables y por último el del uso de fuentes de energía primaria no renovables utilizados como materias primas. Nuevamente es la muestra 2 la que refleja mayores valores para estos impactos, seguida las muestras 3, 1 y 4, respectivamente.

Figura 4.6. Resultados de ACV según uso de recursos. Elaboración propia.

4.2.1.3. Categoría: Residuos

De la categoría de Residuos, sólo se obtienen valores en el impacto relativo a residuos no peligrosos eliminados. Nuevamente es la muestra 2 la que genera mayores valores en este impacto, seguida por las muestras 3, 1 y 4, respectivamente.

Figura 4.7. Resultados de ACV según categorías de recursos. Elaboración propia.

4.3. Estudio relacionado con los impactos ambientales en el ciclo de vida

Las DAP reflejan información ambiental de un producto y la comparación que se haga entre ellas debe estar basada en el uso de esos materiales sobre un edificio en la totalidad de su ciclo de vida.

En el caso de estudio siguiente se utilizara la información ambiental para valorar el comportamiento de los diferentes materiales fabricados en la misma planta de producción y con la misma tecnología, para valorar la influencia que tienen en los diferentes componentes que los constituyen.

4.3.1. Estudio comparativo en el proceso de fabricación (Etapas A1-A3)

Los datos que se obtienen de las 5 muestras, descritas en el apartado 3.1., según los impactos ambientales evaluados basados en el análisis de ciclo de vida, en las etapas de fabricación A1-A3, son los siguientes:

Gráfico 4.2. Potencial del Calentamiento global- Etapas A1-A3. Elaboración propia.

Gráfico 4.3. Potencial de agotamiento de Ozono Estratosférico- Etapas A1-A3. Elaboración propia.

Gráfico 4.4. Potencial de Acidificación de Suelo y agua- Etapas A1-A3. Elaboración propia.

Gráfico 4.5. Potencial de Eutrofización- Etapas A1-A3. Elaboración propia.

Gráfico 4.6. Potencial de Formación de Ozono fotoquímico- Etapas A1-A3. Elaboración propia.

Gráfico 4.7. Potencial de agotamiento de recursos abióticos (Elementos) - Etapas A1-A3. Elaboración propia.

Gráfico 4.8. Potencial de agotamiento de recursos abióticos (combustibles fósiles) - Etapas A1-A3. Elaboración propia.

Gráfico 4.9. Contaminación de aire - Etapas A1-A3. Elaboración propia.

Gráfico 4.10. Contaminación del agua- Etapas A1-A3. Elaboración propia.

Los datos obtenidos muestran que los valores mayores de la muestra 2 con respecto al resto, son debidos al núcleo de lana mineral, como es el caso de Calentamiento global, acidificación del suelo, eutrofización, formación de ozono fotoquímico, agotamiento de recursos abióticos (combustibles fósiles) y contaminación del aire.

En el caso de la formación de ozono estratosférico y del agotamiento de recursos abióticos (elementos), los valores mayores los da la muestra 5, debido al revestimiento interior y exterior.

4.3.2. Estudio comparativa en el transporte (Etapa A4)

Se analizan diferentes escenarios que contemplan diferentes hipótesis de transporte y de mermas en la instalación en obra, partiendo de un muestreo de dos paneles de lana mineral de vidrio de diferente espesor, 25 y 40 mm.

Para el Módulo A4 se tomara una distancia media que se estima 460 km y para el módulo A5, el valor de mermas será de 15 % de mermas, tomado como valor medio, según el método de construcción de conducto in situ que se utilice, ya sea el de “tramo recto” o el de “tapas y tabicas”. En ambos casos los valores se determinan para abarcar todos los escenarios posibles y compensar los desfavorables con los favorables.

Los datos tomados son los siguientes:

Tabla 4.3. Datos de transporte a obra con camión. Elaboración propia.

Según Norma UNE-EN 15804		Valores Adoptados de Panel de 25 mm.	Valores Adoptados de Panel de 40 mm.
Parámetro	Unidad		
Tipo y consumo de combustible del vehículo, tipo de vehículos utilizados para el transporte; por ejemplo camiones de larga distancia, barco, etc.	Litro de tipo de combustible, por tipo de vehículo o por distancia, Directiva 2007/37/CE (norma europea sobre emisiones)	Camión con una carga útil de 24 Tn; consumo de diésel de 38 litros/100km.	
Distancia	km	460 km	460 km
Utilización de la capacidad (incluyendo el retorno en vacío)	%	100% de la capacidad en volumen 30% de retornos sin carga	
Densidad aparente de los productos transportados	Kg/m³	151,20 m²/palet y 8 palets por camión Densidad del producto = 1875/ 25 = 75 kg/m³	140,4 m²/palet y 8 palets por camión Densidad del producto = 2600 / 40 = 65 kg/m³
Factor de capacidad útil (factor = 1 o <1 o ≥ 1 para los productos que se empaquetan comprimidos o anidados)	No aplicable	>1 (productos comprimidos en los embalajes)	

La metodología constara de una valoración de la información ambiental cuantificada sobre el ciclo de vida de estos paneles en el módulo A4, y una comparativa de la capacidad de un camión en transportar diferentes materiales para la fabricación del mismo conducto. Según las siguientes hipótesis de transporte:

4.3.2.1. Estudio de transporte con un camión estándar

Se estima el transporte con un camión con una carga útil de 24 Tn; consumo de diésel de 38 litros/100km. Cuyas dimensiones son 13,95 x 2,55 x 2,40 m.

4.3.2.2. Estudio de transporte de conductos de chapa metálica y manta de lana mineral de vidrio

Los conductos de chapa metálica para conductos de climatización, se realizan en taller y se transportan a obra en camión. El Reglamento Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), exige que estos conductos tienen que ir aislados térmicamente, por lo que se emplean mantas de lana mineral, por el interior o por el exterior, para su cumplimiento.

4.3.2.3. Estudio de transporte de paneles de lana mineral de vidrio

Las dimensiones de un panel son de 25 mm. de espesor, 1200 mm. de ancho y 3000 mm. de largo. Los paneles de lana mineral para la construcción de conductos de climatización in situ, se transportan a la obra apilados unos encima de otros y son cortados y montados en obra. Siendo necesario solamente grapas y cinta de aluminio para su realización.

Si se fabrica un conducto de 35 x 35 mm y 1,20 m, se debe hacer las marcas a 33 cm. (35-2), 39cm. (35+4), 39 cm. (35+4) y a 39 cm. (35+4), con una longitud de 1,50 m, por lo que si un panel tiene de largo 3 m, este nos servirá para hacer 2 conductos de las dimensiones previstas.

Figura 4.8. Esquema de corte de un panel de lana mineral y construcción de conducto. ("URSA," 2017)

4.3.2.4. Comparativa de transporte de los paneles de lana mineral con los conductos de chapa metálica

Se determina que en un camión estandar se tiene que transportar conductos de 35 cm. x 35 cm. x 1,20 m, y se compara el material necesario para construirlos con paneles de lana mineral de 25 mm, de 40 mm y con chapa metálica que incluya la manta de lana mineral para cumplir con la normativa.

Tabla 4.4. Datos logísticos. Elaboración propia.

Producto	Panel de lana mineral 25 mm	Panel de lana mineral 40 mm	Conducto de chapa	Manta de lana mineral 50 mm
Ud/paquete	6	29	-	1
m ² /paquete	21,6	104,4	-	19,8
m ³ /conducto	-	-	0,84	-
Paquete/palet	7	1	-	18
m ² /palet	151,2	104,4	-	356,4
palet/camión	16	16	-	18
ud/palet	42	29	-	18
ud/camión	672	464	-	324
m ³ panel ó manta	0,09	0,14	-	0,99
nº de conductos	1344	928	115,5	648
m ³ /camión	121,0	133,6	97	320,8
m ³ del camión	97	97	97	97
m ³ compresibilidad	24,0	36,6		223,8
Disponibilidad de camión teniendo en cuenta la manta	-	-	77,2	-
nº de conductos con manta	-	-	91,9	-

Nota: un paquete de manta sirve para aislar 11 conductos.

En la anterior tabla se puede valorar como el número de posibles conductos fabricados es mayor en el caso de los paneles de lana mineral de espesor 25 mm., debido a sus dimensiones y paletizado.

4.3.2.5. Estudio de transporte en barco de paneles de 25 mm. para diferentes ciudades

Para las ciudades de Palma de Mallorca y Santa Cruz de Tenerife, como ciudades españolas representativas de los dos archipiélagos, los datos obtenidos para el módulo A4, respecto a un panel de 25 mm son los siguientes:

Tabla 4.5. Indicadores de Análisis del ciclo de vida de dos ciudades. Elaboración propia.

Ciudades		Palma de Mallorca			Santa Cruz de Tenerife		
Km desde el puerto Barcelona		218			2505		
Indicadores	Unidad	Transporte			Transporte		
		Marítimo	Terrestre	%*	Marítimo	Terrestre	%*
Potencial de Calentamiento Global	Kg CO ₂ equiv.	6,10E-03	3,95E-01	2	7,01E-02	3,95E-01	15
Potencial de Agotamiento de Ozono Estratosférico	Kg CFC ₁₁ equiv.	1,01E-11	2,86E-07	0	1,16E-10	2,86E-07	0
Potencial de Acidificación de suelo y agua	Kg SO ₂ equiv.	2,02E-04	1,81E-03	10	2,32E-03	1,81E-03	56
Potencial de Eutrofización	Kg	1,92E-05	4,25E-04	4	2,20E-04	4,25E-04	34
Potencial de Formación de Ozono Fotoquímico	Kg etano equiv.	9,90E-06	2,83E-04	3	1,14E-04	2,83E-04	29
Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos – elementos	Kg Sb equiv.	2,16E-10	3,70E-10	37	2,48E-09	3,70E-10	87
Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos - combustibles fósiles	Kg Sb equiv.	7,58E-02	5,06E+00	1	8,71E-01	5,06E+00	15
Contaminación del aire	m ³ /UF	NA	2,54E+01		NA	2,54E+01	
Contaminación del agua	m ³ /UF	NA	1,12E-01		NA	1,12E-01	
Uso de la energía primaria renovable, excluyendo los recursos de energía primaria renovable utilizada como materia prima	MJ	0,00E+00	2,47E-03		0,00E+00	2,47E-03	
Uso de los recursos renovables de energía primaria utilizada como materia prima	MJ	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00	
Uso total de los recursos renovables de energía primaria	MJ	9,65E-05	2,47E-03	4	1,11E-03	2,47E-03	31
Uso de energía primaria no renovable, excluyendo los recursos energéticos primarios no renovables utilizados como materias primas	MJ	0,00E+00	5,09E+00		0,00E+00	5,09E+00	
Uso de fuentes de energía primaria no renovables utilizados como materias primas	MJ	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00	
Uso total de los recursos de energía primaria no renovable	MJ	7,62E-02	5,09E+00	1	8,76E-01	5,09E+00	15
Uso de materiales secundarios	MJ	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00	
Uso de combustibles secundarios renovables	MJ	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00	
Uso de combustibles secundarios no renovables	MJ	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00	
Uso neto de agua dulce	m ³	5,35E-07	4,83E-04		6,15E-06	4,83E-04	1
Residuos peligrosos eliminados	Kg	0,00E+00	1,54E-04		0,00E+00	1,54E-04	
Residuos no peligrosos eliminados	Kg	1,82E-04	4,18E-04	30	2,09E-03	4,18E-04	83
Residuos Radioactivos eliminados	Kg	0,00E+00	8,13E-05		0,00E+00	8,13E-05	
Componentes para su reutilización	Kg	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00	
Materiales para el reciclado	Kg	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00	
Materiales para la recuperación de energía	MJ	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00	
La energía eléctrica suministrada fuera	MJ	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00	
Energía del vapor suministrado de fuera	MJ	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00	
Energía del gas del proceso suministrada fuera	MJ	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00	

* Repercusión del Transporte marítimo sobre el total

4.3.3. Estudio comparativo las diferentes mermas que se pueden producir según los métodos de corte (Etapa A5)

Tabla 4.6. Instalación del producto en el edificio. Elaboración propia.

Según la Norma UNE-EN 15804		Valores adoptados de Panel de 25 mm.	Valores adoptados de Panel de 40 mm.
Parámetro	Unidad		
Materiales auxiliares para la instalación (especificando cada material)	kg u otras unidades apropiadas	Sin productos auxiliares	
Uso de agua	m ³	No se utiliza agua	
Uso de otros recursos	kg	No se utilizan otros recursos	
Descripción cuantitativa del tipo de energía (mix regional) y el consumo durante el proceso de instalación	kWh o MJ	No se necesita energía	
Desperdicio de materiales en la obra antes de tratamiento de residuos, generados por la instalación del producto (especificado por tipo)	%	15 % de Lana mineral	
Salida de materiales (especificados por tipo) como resultado del tratamiento de residuos en la parcela del edificio, por ejemplo recogida para el reciclaje, valorización energética, eliminación (especifica por ruta)	kg	Todos los residuos de lana mineral, sus embalajes y los derivados de producción para la instalación se consideran como eliminados en vertedero	
		834 gr/UF	1258 gr/UF
Emisiones directas al aire ambiente, al suelo y al agua	kg	No se prevén emisiones	

La metodología constara de una valoración de la información ambiental cuantificada sobre el ciclo de vida de estos paneles en el módulo A5.

- Evaluar los diferentes métodos de corte para valorar diferentes hipótesis, valorar diferentes medidas de conductos y extraer valores de % de mermas, realizar gráfica relación dimensiones de conductos con % de merma
- La vida útil de una instalación puede ser menor de la estipulada por la vida útil del edificio, por lo que también debería contemplarse poder parametrizarla.

4.3.4. Estudio comparativo de los revestimientos exteriores e interiores de los paneles

En la siguiente tabla, se observa la comparación de los impactos en las etapas de A1-A5, entre las diferentes muestras. Las casillas en verde, son de muestras de diferente espesor, por lo que se tendrá en cuenta en el análisis del apartado 4.3.5.

Se ha tomado como límite de comparación, si el valor era superior a 20%, por lo que las casillas marcadas en gris estarían por encima del límite fijado.

Tabla 4.7. Comparativo en porcentaje de muestras estudiadas. Elaboración propia.

			Combinación de Muestras									
			4 - 1	4 - 2	4 - 3	4 - 5	5 - 1	5 - 2	5 - 3	3 - 1	3 - 2	2 - 1
Impactos Ambientales	Potencial de Calentamiento Global	Kg CO ₂ equiv.	6,73%	30,81%	10,52%	15,80%	-10,77%	17,83%	-6,27%	-4,23%	22,68%	-34,81%
	Potencial de Agotamiento de Ozono Estratosférico	Kg CFC ₁₁ equiv.	0,16%	24,52%	17,66%	39,04%	-63,78%	-23,81%	-35,06%	21,26%	8,33%	-32,28%
	Potencial de Acidificación de suelo y agua	Kg SO ₂ equiv.	4,01%	28,43%	10,87%	21,80%	-22,74%	8,48%	-13,98%	-7,69%	19,70%	-34,11%
	Potencial de Eutrofización	Kg	0,38%	27,63%	2,40%	3,82%	-3,58%	24,76%	-1,48%	-2,07%	25,85%	-37,66%
	Potencial de Formación de Ozono Fotoquímico	Kg ethane equiv.	5,56%	30,94%	9,80%	17,23%	-14,10%	16,56%	-8,98%	-4,70%	23,44%	-36,75%
	Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos - elementos	Kg eq Sb	-0,85%	23,38%	8,52%	21,85%	-29,05%	1,96%	-17,05%	10,25%	16,24%	-31,63%
	Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos - combustibles fósiles	MJ	7,51%	32,29%	9,90%	11,10%	-4,04%	23,84%	-1,35%	-2,66%	24,85%	-36,61%
	Contaminación del aire	M3	3,50%	28,87%	8,09%	15,49%	-14,19%	15,83%	-8,75%	-5,00%	22,61%	-35,66%
	Contaminación del agua	M3	8,23%	33,96%	8,23%	10,92%	-3,03%	25,86%	-3,03%	0,00%	28,04%	-38,96%
Uso de los Recursos	El uso de la exclusión de los recursos de energía primaria renovable	MJ	12,48%	75,87%	-16,64%	62,17%	-131,34%	36,22%	-208,32%	24,97%	79,32%	-262,75%
	El uso de los recursos renovables de energía primaria utilizada como materia prima	MJ	-	-20,87%	6,71%	-0,72%	-9,52%	-20,00%	7,38%	18,25%	-29,57%	8,73%
	El uso total de los recursos renovables de energía primaria	MJ	-	15,82%	12,50%	0,00%	12,50%	-32,37%	0,01%	-14,28%	15,82%	12,50%
	Consumo de energía primaria no renovable, con exclusión de los recursos energéticos primarios no renovables utilizados como materias primas	MJ	7,49%	31,42%	10,16%	13,84%	-7,36%	20,40%	-4,27%	-2,97%	23,66%	-34,88%
	El uso de fuentes de energía primaria no renovables utilizados como materias primas	MJ	0,79%	35,71%	8,03%	-10,53%	10,24%	41,84%	16,79%	-7,87%	30,10%	-54,33%
	El uso total de los recursos de energía primaria no renovable	MJ	8,78%	32,66%	11,12%	11,69%	-3,29%	23,74%	-0,64%	-2,63%	24,23%	-35,46%
	El uso de materiales secundarios	MJ	2,17%	28,57%	2,17%	0,00%	2,17%	28,57%	2,17%	0,00%	26,98%	-36,96%
	El uso de combustibles alternativos renovables	MJ	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	El uso de combustibles secundarios no renovables	MJ	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	El uso neto de agua dulce	m3	-0,67%	20,21%	-8,65%	-34,88%	25,37%	40,85%	19,45%	7,34%	26,56%	-26,17%
Categorías de Residuos	residuos peligrosos eliminados	Kg	28,01%	43,81%	20,60%	0,00%	28,01%	43,81%	20,60%	9,34%	29,24%	-28,12%
	residuos no peligrosos eliminados	Kg	3,38%	31,58%	3,38%	5,30%	-2,03%	27,75%	-2,03%	0,00%	29,19%	-41,22%
	eliminación de residuos radiactivos	Kg	14,98%	38,68%	10,20%	0,00%	14,98%	38,68%	10,20%	5,31%	31,71%	-38,65%

4.3.5. Estudio de la influencia del espesor en el comportamiento medioambiental de los paneles

Los resultados obtenidos en el proceso de fabricación son:

Tabla 4.8. Resultados de ACV para las etapas A1-A5, de las muestras 1 y 2, y el porcentaje de diferencia entra ambas. Elaboración propia.

			Muestra 1	Muestra 2	
			A1-A5	A1-A5	%
Impactos ambientales	Potencial de Calentamiento Global	Kg CO2 equiv.	5,20E+00	7,01E+00	25,82%
	Potencial de Agotamiento de Ozono Estratosférico	Kg CFC11 equiv.	6,35E-07	8,40E-07	24,40%
	Potencial de Acidificación de suelo y agua	Kg SO2 equiv.	2,99E-02	4,01E-02	25,44%
	Potencial de Eutrofización	Kg	5,31E-03	7,31E-03	27,36%
	Potencial de Formación de Ozono Fotoquímico	Kg ethane equiv.	2,34E-03	3,20E-03	26,88%
	Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos - elementos	Kg eq Sb	1,17E-06	1,54E-06	24,03%
	Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos - combustibles fósiles	MJ	8,66E+01	1,18E+02	26,80%
	Contaminación del aire	m3	1,00E+03	1,36E+03	26,29%
	Contaminación del agua	m3	2,31E+00	3,21E+00	28,04%
Uso de los Recursos	El uso de la exclusión de los recursos de energía primaria renovable	MJ	1,84E+00	6,68E+00	72,43%
	El uso de los recursos renovables de energía primaria utilizada como materia prima	MJ	1,26E+01	1,15E+01	-9,57%
	El uso total de los recursos renovables de energía primaria	MJ	1,39E+01	1,84E+01	24,46%
	Consumo de energía primaria no renovable, con exclusión de los recursos energéticos primarios no renovables utilizados como materias primas	MJ	7,74E+01	1,04E+02	25,86%
	El uso de fuentes de energía primaria no renovables utilizados como materias primas	MJ	1,27E+01	1,96E+01	35,20%
	El uso total de los recursos de energía primaria no renovable	MJ	9,11E+01	1,23E+02	26,18%
	El uso de materiales secundarios	MJ	9,20E-01	1,26E+00	26,98%
	El uso de combustibles alternativos renovables	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00%
	El uso de combustibles secundarios no renovables	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00%
	el uso neto de agua dulce	m3	1,50E-02	1,89E-02	20,74%
Categorías de Residuos	Residuos peligrosos eliminados	Kg	6,11E-02	7,82E-02	21,95%
	Residuos no peligrosos eliminados	Kg	1,48E+00	2,09E+00	29,19%
	Eliminación de residuos radiactivos	Kg	2,07E-04	2,87E-04	27,87%
Salidas	Componentes para su reutilización	Kg	0	0,00E+00	0,00%
	Los materiales para el reciclado	Kg	0	0,00E+00	0,00%
	Materiales para la recuperación de energía	MJ	0	0,00E+00	0,00%
	La energía eléctrica suministrada fuera	MJ	0	0,00E+00	0,00%
	Energía del vapor suministrado fuera	MJ	0	0,00E+00	0,00%
	Gas de proceso y energía suministrada fuera	MJ	0	0,00E+00	0,00%

4.4. Estudio relacionado con los parámetros específicos según las prestaciones

Las prestaciones de estos los paneles también aportan información para la evaluación ambiental de un edificio, relacionados con la reducción de ruido, ahorro energético, calidad del aire interior, salubridad, seguridad, etc. Estos parámetros empiezan a ser tenidos en cuenta en las certificaciones de sostenibilidad tales como VERDE, LEED, BREEAM, WELL.

4.4.1. Estudio relacionado con el comportamiento térmico de una instalación de climatización

Se observa que la muestra 2, al tener mayor espesor a igual conductividad térmica que el resto de muestras para la temperatura de 10°C, tendrá mejor resistencia térmica, por lo tanto aportará mayor aislamiento térmico de la red de conductos.

Tabla 4.9. Conductividades térmicas y resistencia térmicas a temperaturas 10°C, 24°C, 40°C y 60°C. Elaboración propia

Descripción		Norma	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Espesor		-	mm	25	40	25	25	25
Conductividad térmica (λ 90/90)	a 10°C	EN	W/mK	0,032				
	a 24°C	12667	W/mK	0,034				
	a 40°C	EN	W/mK	0,036				
	a 60°C	12939	W/mK	0,038				
Resistencia térmica		-	m ² ·K/W	0,75	1,25	0,75	0,75	0,75

Todas las muestras tienen como recubrimiento exterior, complejos que tienen integrada una barrera de vapor que evitan tener condensaciones en la cara externa del conducto.

Dentro del comportamiento térmico además de las prestaciones intrínsecas del material hay que tratar al confort como un parámetro difícil de medir, pero transmite seguridad y ausencia de molestias, sin variaciones de temperatura.

4.4.2. Estudio relacionado con la calidad del aire

La lana mineral no es soporte para la proliferación de hongos o bacterias, pero si además se le añade un revestimiento interior, que disponga de un tratamiento antimicrobiano que inhibe el crecimiento de las colonias bacterias, reduce al mínimo la suciedad acumulado en el interior del conducto. Este revestimiento puede ser limpiado por lo que se consigue una buena calidad del aire interior de los lugares donde se coloques estos conductos.

Hay tres parámetros a tener en cuenta en este apartado:

- La Proliferación bacteriana
- Las emisiones en el aire interior
- Emisión de partículas

4.4.2.1. Proliferación bacteriana

El estudio de la Proliferación Bacteriana, está basado en la norma UNE-EN 13403:2003. Se ha escogido la muestra 1, debido a que es la más crítica por la configuración del panel y por el revestimiento interior.

Para comenzar el ensayo, se toman 3 muestras de 100x100 mm. y se aplica el organismo “*Saccharomyces cerevisiae*” en condiciones especificadas en la norma de ensayo durante 60 días. Como resultados se determina que no hay crecimiento microbiológico sobre la muestra ensayada, según e número de informe 2009AN8644.

Existen diferentes normativas de ensayo para ver el comportamiento de la actividad antibacteriana:

Actividad Antibacteriana según la norma ISO 20743:2007 para la muestra 1:

Tabla 4.10. Actividad Antibacteriana según la norma ISO 20743:2007. Muestra 1. ("URSA," 2017)

Microorganismo utilizado	Staphylococcus aureus ATCC 6538		Escherichia coli ATCC8739	
Método de ensayo y lectura	Contaje en Placa		Contaje en Placa	
Concentración del inóculo (ufc/ml)	20,1 x10 ⁵		26,1 x10 ⁵	
Valor del crecimiento en la muestra control F=C _t -C ₀ (log)	C ₀	C _t	C ₀	C _t
	80.400	7.037.200	100.600	9.259.200
	1,94		1,97	
Valor del crecimiento en la muestra a ensayar G=T _t -T ₀ (log)	T ₀	T _t	T ₀	T _t
	98.000	1.000	113.400	5.555.600
	-1,99		1,69	
Valor de actividad antibacteriana A=F-G(log)	3,93		0,28	

Actividad Antibacteriana según la norma JIS Z 2801:2006 para la muestra 1:

Tabla 4.11. Actividad Antibacteriana según la norma JIS Z 2801:2006. Muestra 1. ("URSA," 2017)

Staphylococcus aureus ATCC 6538		
	ufc/ml	Log ufc/ml
Inóculo	266.700	5,4
Muestra de control		
	ufc/ml	Log ufc/ml
Tiempo 0 h	145.000	5,2
Tiempo 24 h (B)	160.250	5,2
Muestra ref.		
	ufc/ml	Log ufc/ml
Tiempo 24 h (C)	575	2,8
Valor actividad antimicrobiana (R)	R=log B/C	2,4

Escherichia coli ATCC 8738		
	ufc/ml	Log ufc/ml
Inóculo	513.300	5,7
Muestra de control		
	ufc/ml	Log ufc/ml
Tiempo 0 h	252.500	5,4
Tiempo 24 h (B)	83.000	4,9
Muestra ref.		
	ufc/ml	Log ufc/ml
Tiempo 24 h (C)	25	1,4
Valor actividad antimicrobiana (R)	R=log B/C	3,5

Actividad Antibacteriana según la norma ATSM E 2149-01 para la muestra 1:

- Para la actividad antimicrobiana después de 24 horas en contacto frente a Staphylococcus aureus, de una reducción del 100%

Tabla 4.12. Actividad Antibacteriana según la norma ATSM E 2149-01. Muestra 1 frente a *Staphylococcus aureus*. ("URSA," 2017)

Recuento ufc/ml		% Reducción
Tiempo inicial (1 min±5s)	10503	100
Tiempo final (24h ± 5min)	< 20	

- Para la actividad antimicrobiana después de 24 horas en contacto frente a *Escherichia coli*, de una reducción del 100%

Tabla 4.13. Actividad Antibacteriana según la norma ATSM E 2149-01. Muestra 1 frente a *Escherichia coli*. ("URSA," 2017)

Recuento ufc/ml		% Reducción
Tiempo inicial (1 min±5s)	21212	100
Tiempo final (24h ± 5min)	< 20	

Tabla 4.14. Actividad Antibacteriana según la norma AATCC Test Method 100-1998 para la muestra 1. ("URSA," 2017)

Recuento ufc/ml		% Reducción
Staphylococcus aureus ATCC 6538		
A Tiempo 0 horas	12910	100
A Tiempo 24 horas	< 20	

Recuento ufc/ml		% Reducción
Escherichia coli ATCC 4157		
A Tiempo 0 horas	47.727	99.6
A Tiempo 24 horas	160	

4.4.2.2. Las emisiones en el aire interior

Según el apartado 3.2.1.10.1. los paneles de lana mineral de vidrio para la construcción de climatización de las muestras de estudio, tienen la auto declaración conforme a la Orden Ministerial Francesa de 19 de abril de 2011, relativa al etiquetado de las emisiones de contaminantes volátil.

Los paneles para construcción de conductos se encuentran en este momento en el proceso de realización de ensayos según los métodos normalizados: ISO 16000-3, ISO 16000-6, ISO 16000-9, ISO 16000-11.

4.4.2.3. Emisión de partículas

Según el apartado 3.2.1.10.2. los paneles de lana mineral de vidrio para la construcción de climatización de las muestras de estudio están certificados por el European Certification Board, (EUCB, 2017) cumpliendo con las disposiciones de la nota Q, del Reglamento (CE) nº 1272/2008 (Parlamento Europeo, 2007).

4.4.3. Estudio relacionado con la atenuación acústica que provocan los paneles en una instalación de climatización

En el caso de los paneles de lana mineral para la construcción de conductos de climatización in situ, sus características hacen que confieran este parámetro a las redes de climatización. Dado que aportan a la red una mínima propagación del sonido a través del conducto, debido a su excelente absorción acústica.

Este apartado expondrá los resultados comparativos de las muestras 1 y 2, que disponen por el interior un revestimiento que mejora la absorción acústica del panel, las dos muestras tienen diferente espesor 25 y 40 mm. así como la comparativa con la muestra 5 cuyo revestimiento interior es de aluminio y con un conducto de chapa metálico.

Se han tomado como muestras de estudio la 1 y la 2 debido a la naturaleza de sus revestimientos interiores proporcionan prestaciones acústicas.

4.4.3.1. Comparativa de absorción acústica de las muestras 1 y 2

El coeficiente de absorción acústica del ensayo realizado según la UNE-EN ISO 354:2004, para las muestras 1 y 2 es:

Gráfico 4.11. Coeficientes de absorción acústica según bandas de octava. Elaboración propia.

Tabla 4.15. Datos de coeficiente y clase absorción acústica de las muestra 1 y 2. ("URSA," 2017)

	Muestra 1	Muestra 2
Coeficiente de Absorción sonora ponderada α_w	0,80	0,90
Clase de absorción acústica	B	A

4.4.3.2. Comparativa de las pérdidas por inserción

Tomando como base la fórmula de la reducción de la propagación del apartado 4.2.2, se analiza la sección 400 x 400, que es muy habitual, se observa las pérdidas de ruido por inserción dependiendo de los diferentes materiales empleados para construir la red.

En la siguiente gráfica se pueden ver valores absolutos:

Gráfico 4.12. Comparativa de pérdidas por inserción de una sección de 400x400 de diferentes conductos. Elaboración propia

En la siguiente tabla se observa el comportamiento acústico de un conducto metálico, un conducto realizado con panel de 25 mm y otro con un panel de 40 mm., ambos revestidos por el interior con un tejido de vidrio, teniendo en cuenta diferentes secciones:

Tabla 4.16. Atenuación acústica en tramos rectos de diferentes secciones según conductos de chapa metálica, de paneles de lana mineral de 25 mm. y de 40 mm. Elaboración propia

Frecuencias (Hz)	125	250	500	1000	2000
α Conducto metálico (sin aislar)	0,01	0,01	0,02	0,60	0,50
α Conducto de lana mineral de 25 mm: Muestra 1	0,35	0,60	0,80	1,00	1,00
Atenuación acústica en tramo recto (dB/m)					
Sección 200x200	4,83	10,27	12,75	21,00	21,00
Sección 300x400	2,82	5,99	7,43	12,25	12,25
Sección 400x500	2,17	4,62	5,74	9,45	9,45
Sección 400x500	1,90	4,04	5,01	8,25	8,25
Sección 500x700	1,45	3,08	3,82	6,30	6,30
α Conducto de lana mineral de 40 mm: Muestra 2	0,50	0,70	0,80	1,00	1,00
Atenuación acústica en tramo recto (dB/m)					
Sección 200x200	7,96	12,75	15,37	21,0	21,0
Sección 300x400	4,64	7,43	8,96	12,25	12,25
Sección 400x500	3,58	5,74	6,91	9,45	9,45
Sección 400x500	3,13	5,01	6,04	8,25	8,25
Sección 500x700	2,39	3,82	4,61	6,30	6,30

4.4.3.3. Estudio de un caso práctico de una red de conductos

En este caso práctico se simulara una red de conductos y se analizara la atenuación acústica que se puede conseguir en la instalación dependiendo del tipo de conductos empleados para realizarla, si es lana mineral o chapa metálica.

Para el correcto diseño y ejecución de una instalación de climatización con conductos de lana mineral, hay que tener en cuenta diferentes factores. Entre ellos hay que destacar:

- Ubicación de la fuente sonora (con el diseño se puede disminuir la transmisión de ruido al local que va a dar aire).
- La tipología de las máquinas (que dan a uno, dos, tres... locales); y el tipo y uso de los locales son factores a considerar.
- Actuar en el origen del ruido. Valorar los flancos que se pueden atacar:
 - Colocando anti vibratorios
 - Hermeticidad del habitáculo, donde se ubique la máquina.
- Una vez sopesados estos puntos intentar minimizar la propagación del ruido a través de la red, utilizando materiales que lo atenúen.

4.4.3.3.1. Datos de Partida

Para comenzar la simulación hay que tener en cuenta los siguientes puntos:

- Fuentes de sonido: Datos de ventilador de impulsión, ya sea conociendo el caudal (Q) y la Presión estática (P) o a través del dato de Potencia acústica (L_w) y determinar qué tipo de ventilador es, si axial o centrífugo.
- Canal de transmisión: tomando un conducto rectangular y el tipo material de conducto si es lana mineral o de chapa
- Local de recepción: Conociendo el volumen del recinto y donde se encuentra ubicado el difusor de impulsión del aire.

4.4.3.3.2. Estimación de atenuación acústica

Con el objetivo de analizar los datos de pérdidas de ruido por inserción dependiendo del tipo de conducto empleado, una vez revisados los puntos de partida, se va a realizar el siguiente supuesto:

Los datos de partida basándonos en estos puntos, serán los siguientes:

- Vivienda de 62 m² en Valencia
- Unidad interior: Centrifugo
- El conducto de chapa metálica de 0,6 mm. de espesor, valor estándar y conductos de lana mineral de 25 mm. y 40 mm.
- Volumen del recinto suponiendo una superficie de 60 m² y una altura de 2,5 m. será:
 - o Dormitorio de matrimonio de 31 m³
 - o Salón- comedor de 50 m³

Figura 4.9. Esquema en planta de la vivienda caso de estudio. Elaboración Propia.

Se realiza el cálculo de la carga frigorífica de la vivienda donde se obtiene los siguientes valores:

Tabla 4.17. Resultados de la carga frigorífica. Elaboración Propia.

	Carga frigorífica (W)	Porcentaje %
Salón-comedor	3.645	48
Dormitorio doble	1.655	22
Dormitorio individual	730	10
Cocina	1.619	20
Total	7.649	100

Con una carga de 7,65 kW, se selecciona el equipo de unidad interior, que en este caso tendrá los siguientes datos:

- Capacidad frigorífica: 7,84 kW
- Caudal de aire: 1.532 m³ /h
- Presión estática 50 Pa
- Nivel presión sonora: 48 dB(A)
- Nivel potencia sonora: 61 dB(A)
- Dimensiones: 285x925x750 mm.

Se realiza el replanteo de la red de conductos y el posterior dimensionado, en este caso se utilizara el método de recuperación estática:

Figura 4.10. Esquema de la red de conductos y el cálculo de los caudales. Elaboración propia.

Una vez calculada la instalación se realizara el cálculo de la atenuación acústica de la instalación para ello se han tomado el punto más cercano a la unidad interior que es el dormitorio de matrimonio y el punto más lejano que es el salón comedor.

4.4.3.3.3. Resultados

Se han realizado los cálculos de pérdidas de ruido por inserción en el supuesto de realizar la red de conductos con tres productos diferentes:

1. Red realizada con conducto de chapa
2. Red realizada con conductos de lana mineral de 25 mm. De espesor
3. Red realizada con conductos de lana mineral de 40 mm. De espesor

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 4.18. . Resultados de nivel de presión acústica total (dBA) en el punto más cercano a la unidad interior: Dormitorio de matrimonio, en los casos de conductos de chapa metálica, de paneles de lana mineral de 25 mm. y de 40 mm. Elaboración propia.

		125	250	500	1000	2000	4000	Global	
Conducto de chapa	L _P TOTAL	44	39	34	29	24	19	46	dB
								37	dB(A)
	Nivel de presión acústica total dBA
Conducto de lana mineral de 25 mm	L _P TOTAL	36	22	13	0	0	0	36	dB
								21	dB(A)
	Nivel de presión acústica total dBA
Conducto de lana mineral de 40 mm	L _P TOTAL	31	18	8	0	0	0	31	dB
								17	dB(A)
	Nivel de presión acústica total dBA

Tabla 4.19. Resultados de nivel de presión acústica total (dBA) en el Punto más lejano a la unidad interior: Salón-comedor, en los casos de conductos de chapa metálica, de paneles de lana mineral de 25 mm. y de 40 mm. Elaboración propia.

		125	250	500	1000	2000	4000	Global	
Conducto de chapa	L _P TOTAL	42	37	32	27	22	17	44	dB
								35	dB(A)
	Nivel de presión acústica total dBA
Conducto de lana mineral de 25 mm	L _P TOTAL	1	0	0	0	0	0	8	dB
								8	dB(A)
	Nivel de presión acústica total dBA
Conducto de lana mineral de 40 mm	L _P TOTAL	0	0	0	0	0	0	8	dB
								8	dB(A)
	Nivel de presión acústica total dBA

4.4.3. Estudio relacionado con el comportamiento mecánico de los conductos

Existen 3 puntos a tener en cuenta referente al comportamiento mecánico de los conductos, que son:

- La estanqueidad
- Resistencia a la presión, tanto negativa como positiva
- Emisión de partículas debidas a la erosión del conducto en el interior

En el apartado 3.3. se recogen los ensayos de referentes a estas tres puntos, en las siguientes tablas se observa los valores obtenidos a través de los ensayos pertinentes:

4.4.3.1. La estanqueidad

En el caso de la estanqueidad, referente a las dos normativas de ensayo se obtiene la clase para las muestras:

Tabla 4.20. Clasificación de la estanqueidad de las muestras según las normas EN 1507 y EN 13403:2003

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
EN 1507	Clase D	Clase D	Clase D	Clase D	Clase D
EN 13403:2003	Clase C	Clase C	Clase C	Clase C	Clase C

4.4.3.2. Resistencia a la presión

En el caso de la Resistencia a la presión, referente a la presión determinada para el ensayo se determina si lo pasa:

Tabla 4.21. Resultados de los ensayos de resistencia a presión de las muestras. ("URSA," 2017)

Ensayo a Resistencia a la presión	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
	Presión de 2000 Pa				
Las grapas del conducto no se abrieron durante el ensayo					

4.4.3.3. Emisión de partículas por erosión

En el caso de la emisión de partículas por erosión, existen unos valores máximos referente a la longitud de las partículas. Los valores de ensayo deben estar por debajo de ellos en las diferentes muestras, siendo óptimos en todos los casos:

Tabla 4.22. Resultados de los ensayos de erosión y emisión de partículas. ("URSA," 2017)

Ensayo de erosión y emisión de partículas						
Velocidad del aire		18.6 m/s	19.1 m/s	18.6 m/s	18.9 m/s	18.6 m/s
	Requerimientos	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Partículas > 0,5 µm	< 60 µg/m ³	0,007 µg/m ³	0.014 µg/m ³	0.023 µg/m ³	0.103 µg/m ³	0.015 µg/m ³
Partículas > 5,0 µm	< 4,0 µg/m ³	0,004 µg/m ³	0.010 µg/m ³	0.013 µg/m ³	0.077 µg/m ³	0.007 µg/m ³

4.5. Bibliografía

Parlamento Europeo. (2007). (Reglamento (CE) N° 1272/2008.

EUCEB. (2017). European Certification Board for Mineral Wool Products. Retrieved from <http://www.euceb.org/>

Capítulo 5

CONCLUSIONES

Gráfico 5.1. Estructura general de tesis. Capítulo Conclusiones. Elaboración propia.

Este apartado se dividirá en conclusiones Generales y específicas, extraídas de los capítulos anteriores. Las conclusiones generales serían las siguientes:

- Los datos obtenidos, de los paneles de lana mineral de vidrio, en los apartados de resultados y discusión son suficientes para introducirlos en una evaluación ambiental de un edificio según la metodología de ACV.
- Se han aportado datos extras, relacionados con otros parámetros, que pueden ayudar a comprender mejor el impacto ambiental de un edificio.

- Detallar y parametrizar los datos de las DAP, permite afinar en el resultado final del ciclo de vida no sólo del material sino del edificio.

Las conclusiones específicas de los diferentes capítulos serían las siguientes:

Referente al ACV de los paneles de lana mineral en las etapas de fabricación A1-A5, se puede indicar:

La información del análisis de ciclo de vida, refleja los impactos medioambientales de los paneles de lana mineral de vidrio para la construcción de conductos, por lo que sirve para obtener un valor más preciso en la evaluación ambiental total del edificio, debido a la importancia que tienen las instalaciones de climatización. El aporte ambiental de este estudio concluye con:

- Los resultados obtenidos nos permiten identificar las etapas e indicadores más críticos durante el ciclo de vida de los paneles de lana mineral de vidrio para la construcción de conductos. Esto nos permite determinar el marco de validación, para la verificación de la declaración ambiental de producto, en cada una de las seis muestras estudiadas.
- Se ha determinado el marco de validación, obteniendo los valores de mínimo y máximo para cada uno de los impactos. El mayor número de valores máximos (más desfavorables medioambientalmente) se ha obtenido en la muestra 2. Por contra, la muestra 4 arroja mayor número de valores mínimos (más favorable medioambientalmente).
- De este análisis se extrae que la etapa más dominante es la de fabricación, excepto en el impacto de residuos eliminados, correspondiente a la etapa de fin de vida del producto. Esta información de las DAP puede convertirse en la base fundamental para el desarrollo de una estrategia en el proceso de producción, que ayude a reducir los impactos medioambientales al máximo, y optimice costes.

- Por otro lado, se deduce que la masa del producto es determinante en el impacto medioambiental del mismo. En este caso, cuando las densidades se mantienen constantes, se traduce en que a mayor espesor se produce un mayor impacto.
- Debido a que la masa del producto tiene un gran peso sobre el impacto medioambiental del producto, se observa que el resto de elementos que lo componen, como son los revestimientos interiores y exteriores tienen una incidencia mínima.

Respecto a los revestimientos:

- Los revestimientos tienen un impacto pequeño en comparación a la fabricación de la lana mineral de vidrio.
- En el Potencial de Calentamiento Global, se observa que el porcentaje de diferencia entre las muestras no llega en ningún caso al 20%
- En el Potencial de Agotamiento de Ozono Estratosférico, se observa que las muestras 1 y 4, son las que peor comportamiento tienen, cuyo recubrimiento interior es un tejido y un velo de vidrio, respectivamente, seguidas por la muestra 3 que es un aluminio perforado y por último la muestra 5 que tiene un aluminio.
- En el Potencial de Acidificación de suelo y agua, se observa la muestra 4 y 1 tiene peor comportamiento que la 5, aunque el porcentaje no es tan elevado como en el impacto anterior.
- En el Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos – elementos, se observa que la muestra 4 y 1 tiene peor comportamiento que la 5.
- En el uso de la exclusión de los recursos de energía primaria renovable, se observa que las muestras 1 y 4, son las que peor comportamiento tienen, cuyo recubrimiento interior es un tejido y un velo de vidrio respectivamente, seguidas por la muestra 3 que es un aluminio perforado y por último la muestra 5 que tiene un aluminio.
- En el uso total de los recursos renovables de energía primaria se observa que el comportamiento peor es de la muestra el 1 con respecto a la 5.
- En el uso neto de agua dulce, se observa que la muestra 5 tiene peor comportamiento que la muestra 1.

- En los residuos peligrosos eliminados, se observa que las muestras 4 y 5 son las que peor comportamiento tienen, seguidos de la muestra 3 y por último la 1.

Respecto al espesor:

- Se observa que según la muestra 1 y la muestra 2, idénticas en composición, pero de diferente espesor, 25 y 40 mm. respectivamente, los porcentajes de diferencia en los parámetros evaluados están entre 20 y 30%, excepto en el “uso de la exclusión de los recursos de energía primaria renovable” donde es del 72,43%, y en el “uso de los recursos renovables de energía primaria utilizada como materia prima” que es del -9,57%.
- Con respecto a los muestras 3, 4 y 5, en la mayoría de los impactos se comportan peor que la muestra 2 aunque sea de mayor espesor.

Respecto al transporte:

- En un camión estándar, puede transportar:
 - 672 paneles de 25 mm. que se transformarían en 1344 conductos de 0,35 x 0,35 x 1,20 m.
 - 464 paneles de 40 mm. que se transformarían en 928 conductos de 0,35 x 0,35 x 1,20 m.
 - 91 conductos de chapa metálica de 0,35 x 0,35 x 1,20 m. y su correspondiente manta de lana mineral.
 - Por lo que se necesitarían 14 camiones transportando conductos de chapa metálica para llegar a la cantidad de paneles de lana mineral.
- Se necesita personal cualificado en obra para la construcción de los conductos de lana mineral, mientras que los conductos de chapa ya vienen con las medidas específicas desde el taller.
- En el transporte, de los paneles de lana mineral para la construcción de conductos de climatización, a las islas Canarias y Baleares, el peso del marítimo es más representativo en indicadores como Residuos no peligrosos eliminados, Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos – elementos.

- En el peso del transporte referente al Potencial de Calentamiento Global, es de 2% para Baleares y un 15% para Canarias.

Respecto al comportamiento acústico:

- Los conductos metálicos no son absorbentes acústicos por lo que el ruido se transmitirá a través de la red, llegando a las rejillas y difusores y alcanzando las diferentes estancias. Se puede observar que el nivel de ruido que llega al punto más cercano y el que llega al más lejano hay muy poca diferencia de atenuación acústica, lo que corrobora que la red no actúa como absorbente.
- Los conductos realizados con lana mineral, tanto de 25 mm como de 40 mm, actúan como atenuantes de ruido ya que se observa una disminución del mismo a través de la red. Del mismo modo existe una diferencia importante entre el nivel de ruido que llega a la estancia más cercana y el que llega a la más lejana, lo que corrobora que a medida que el ruido viaja por el conducto, se va atenuando.
- Utilizar materiales absorbentes acústicos ayuda a optimizar los valores de ruido existente en las instalaciones, contribuyendo de forma importante a alcanzar el confort acústico.
- La atenuación acústica de la red permite hacer instalaciones de climatización que mejoran el confort acústico de las estancias donde se coloquen. La potencia sonora de las máquinas es el punto crítico al que se debe vigilar para que la red de conductos sea acústicamente viable.

Respecto al comportamiento mecánico:

- Los paneles cumplen con las exigencias de la normativa de instalación, de estanqueidad y superando la resistencia a la presión de 800 Pa, hasta los 2000 Pa.
- Tiene condiciones óptimas de Salubridad, dado que no ayudan a la proliferación bacteriana y colaborando con la calidad del aire interior.

Capítulo 6

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Gráfico 6.1. Estructura general de tesis. Capítulo Futuras líneas de investigación. Elaboración propia.

Habida cuenta del endurecimiento y especialización de la normativa que se prevé en la Unión Europea para cumplimiento de la hoja de ruta de los objetivos de reducción de consumo de energía, sería conveniente ampliar la información acorde con estos futuros cambios.

Las líneas de investigación que se abren en el sector de los materiales de construcción con respecto a la temática de sostenibilidad son enormes, y más concretamente a los paneles de lana mineral de vidrio se puede indicar las siguientes:

Más inmediatas:

- Revisión de la atenuación acústica con respecto a los métodos de cálculo
- Buscar revestimientos que mejoren la absorción acústica en espesores de 25 mm
- Tratar los residuos tanto en el punto de mermas de instalación como en la parte final del ciclo del edificio para reintroducirlos en sistemas productivos ya sean a la fabricación de los mismos paneles o buscar otros mercados en los que se puedan incorporar como materias primas
- Desarrollar paneles que sean capaces de tratar el aire interior para mejorar la calidad de la misma
- Desarrollar herramientas que faciliten al instalador el corte y manejo de los paneles
- Desarrollar paneles que cumplan con las exigencias sanitarias específicas en quirófanos
- Desarrollar paneles cuyo revestimiento interior les proporcione mejor comportamiento frente a la limpieza.
- Estudiar la durabilidad de los paneles.

Capítulo 7

BIBLIOGRAFÍA GLOBAL

- AENOR. CTN 100 - Climatización. (2003). UNE-EN 13403:2003. Ventilación de edificios. Conductos no metálicos. Red de conductos de planchas de material aislante.
- AENOR. CTN 150 - Gestión Ambiental. (2006). UNE-EN ISO 14040:2006. Gestión ambiental Análisis del ciclo de vida Principios y marco de referencia.
- AENOR. CTN 150 - Gestión Ambiental. (2010). UNE-EN ISO 14025:2010. Etiquetas y declaraciones ambientales, declaraciones ambientales tipo III, principios y procedimientos.
- AENOR. CTN 198 - Sostenibilidad en la construcción. (2014). UNE-EN 15804:2012+A1:2014. Sostenibilidad en la Construcción - Declaraciones Ambientales de Producto - Reglas de Categoría de productos básicas para productos de construcción.
- AENOR. CTN 92 - Aislamiento Térmico. (2013). UNE-EN 14303:2010+A1 Productos aislantes térmicos para equipos en edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de lana mineral (MW). Especificación.
- ALIMARKET. (2018). Retrieved from www.alimarket.es
- Auer, M. J. (1985). Manufacturing Fiberboard Ducts. US Patente N° 4,528,053A.
- Baratech, F. (2000). Periscopio Empresarial. Poliglas. Pastelería Ballabriga. Dakota Building. Avneza. BCF Consultors. Donut. Editur. *LA VANGUARDIA*, (3 de abril de 2000).
- Barr, W. H. (1971). Board Cutting Machine. US Patente N° 3,605,534 A.
- Batdort, V., Brendle, W. J. (1998). Fungicidal protective coating for air handling equipment. EP Patente N° 0 616 015 B1.
- C.A. (2002). El futuro de la empresa catalana en la Europa ampliada. *EXPANSION*, (1 de octubre de 2002), 7.
- Casado, R. (2013). KKR rescata a Uralita con una inyección de 320 millones de euros.

- Expansión*, 2–4. Retrieved from www.expansion.com
- Casalé, G. (1996). Inversió de 800 milions de pessetes a la planta de poliglas del pla. *Diari de Tarragona. Comarques*, (12 de març de 1996), 23.
- Chollet, J. A. L. F. (1979). Element préfabriqué destiné notamment à la construction de gaines. FR Patente N° 2,409,855 A1.
- Comisión Europea. (2009). Reglamento (CE) N° 790/2009.
- Cuchí, A., Arcas-Abella, J., Casals-Tres, M., & Fombella, G. (2014). *Building a common home. Building sector. A Global Vision report. WSB14 Barcelona*. Retrieved from <http://wsb14barcelona.org/downloads/global-vision-report.pdf>
- Cuesta, A. B. (2017). Entrevista a Ana Belén Cuesta. Responsable de Prescripción Clima. URSA. Madrid.
- de Paul Clark, V. (1975). Hardenable, water-based coating composition from aqueous latices of acrylic and vinyl compounds. US Patente N° 3,926,894 A.
- De Paul Clark, V. (1975). Coating Composition. US Patente N° 3,861,425 A.
- Diez Monforte, A., Juarranz Moratilla, N., Roderó Antunez, C. (2013). Panel para conductos de aire. Patente N° WO 2013/182727 A1.
- El Vallenc. (1994). El grup poliglas inverteix 600 milions de pesseter a la planta de produccion del Pla. *El Vallenc*, (9 de setembre de 1994), 9.
- Espada, F. (1996). El conceller subira presideix el lliurament del certificat 9002, (22 de març de 1996), 21.
- EUCEB. (2017). European Certification Board for Mineral Wool Products. Retrieved from <http://www.euceb.org/>
- F.B.S. (1982). Perisopio empresarial: Fábrica de gases industriales totalmente automática en Barcelona. Muestra de los textiles de hogar catalenes en Madrid. Vente de tecnología en fibra de vidrio a Italia. *LA VANGUARDIA*, (7 de Junio de 1982), 25.
- Fanelli, C. (2014). Insulated Ducts and Insulated ductworks. Patente N° US 2014/290783 A1.
- Fernández, M. del C. (2017). Entrevista a Maria del Carmen Fernández. Responsable de Comunicación URSA. Madrid.
- FILMM. (2017). FILMM-Syndicat national des Fabricants d'Isolants en Laines Minérales Manufacturées. Retrieved from <http://filmm.org/>

- Floría, B. (1999). Uralita invertirá 5.000 millones en Tarragona en los próximos tres años. *LA VANGUARDIA*, (2 de febrero de 1999).
- Fullana, P. Puig, R. (1997). *Análisis de Ciclo de vida* (Rubes Edit). Barcelona.
- Gierzak, J. B. (2003). Duct Liner Materials & Acoustics. *ASHRAE Journal*, 45(12), 46–51.
- Gnant, E. (1981). Connecting devide for insulated duct work. US Patente N° 4,280,536 A.
- González Talavera, B. (2015). *Arte y artesanía del vidrio en Segovia. La Real Fábrica de Cristales de la Granja*. (Fundación EOI, Ed.). Madrid. Retrieved from <http://a.eoi.es/artevidriosegovia>
- Hiss, J. L. (1954). Means for fastening sheets of insulation on ducts. US Patente N° 2,670,763 A.
- hoy hace... 25 años. (1974). *LA VANGUARDIA*, (9 de noviembre 1974), 22.
- INIES. (2017). INIES -Les données environnementales et sanitaires de référence pour le bâtiment. Retrieved from <http://www.inies.fr/accueil/>
- Isover Saint Gobain. FR. (1994). Panneau resistant au feu, à base de fibres minérales. FR Patente N° 2 671 817 A1.
- Jhons Manville. (2017). Duct Board product Data Sheet - JM -Spanish. Retrieved from http://www.jm.com/content/dam/jm/global/en/hvac-insulation/HVAC-documents/Duct Board/Mat-Faced Micro-Aire/SPAN_052217_MicroAire_Mat-Faced_Data_Sheet.pdf
- Jorba, F. (1999). *Libro de Oro del Cincuentenario : 1949-1999. Poliglas*. Barcelona : Poliglas. Retrieved from http://ccuc.cbuc.cat/record=b2500793~S23*cat
- Journal officiel de la République française. (2011). Journal officiel de la République française - N° 111 du 13 mai 2011.
- Khoukhi, M., Fezzioui, N., Draoui, B., & Salah, L. (2016). The impact of changes in thermal conductivity of polystyrene insulation material under different operating temperatures on the heat transfer through the building envelope. *Applied Thermal Engineering*, 105, 669–674. <http://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.03.065>
- LA VANGUARDIA. (1995). Uralita invetirá 1.500 millones para construir una fábrica en Alemania. *LA VANGUARDIA*, (24 de octubre de 1995), 74.
- La vanguardia Española. (1976). Hoy construir bien es aislar mejor. *La Vanguardia*

Española, 44.

- LEAN Construction. (2018). Retrieved from <https://www.leanconstruction.org/>
- Lehtinen, H., Saarentaus, A., Rouhiainen, J., Pitts, M., & Azapagic, A. (2011). *A Review of LCA Methods and Tools and their Suitability for SMEs*. Retrieved from http://www.biochem-project.eu/download/toolbox/sustainability/01/120321BIOCHEM_LCA_review.pdf
- Lewis W. Goold & CO. (1977). Method and apparatus for making a fibrous board-like product. GB Patente N° 1,549,097A.
- Malone, Joseph G., Morton Smith, H. (1972). Heat Insulating Assembly. US Patente N° 3,687,170A.
- Marquette, R.L; Jones, E. . (1980). Duct board assembly. US Patente N° 4,183,379 A.
- Masia Figueras, J. (1994). Unión para conductos de aire acondicionado. ES Patente N° 1 027 793 U.
- Matthews, K.R., Schakel, E.G., Gamboa, R. R. (1995). Fiber Glass air duct with coated Interior Surface Containing an Organic Biocide. US Patente N° 5,379,806 A.
- McCort, R. E. (1980). Apparatus for treating fibrous boards. US Patente N° 4,226,662 A.
- Ministère de la Transition Écologique et Solidaire. (2017). Bâtiment à énergie Positive & Réduction Carbone. Retrieved from <http://www.batiment-energiecarbone.fr/>
- Ministerio de Energía, T. y A. digital. (2007). Reglamento Instalaciones Térmicas en los Edificios. Retrieved from <http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Paginas/InstalacionesTermicas.aspx>
- Molina, S. (2017). Entrevista a Sandra Molina. Responsable de RRHH. URSA. Tarragona.
- Morén, P. (1995). Premio al ahorro energético al centre d'història de la conca y a políglas. *Diari de Tarragona*, (5 de juliol de 1996), 23.
- Moreno, A. (2016). Entrevista a Alejandro Moreno. Responsable de Calidad. URSA. Madrid.
- Moretti, E., Belloni, E., & Agosti, F. (2016). Innovative mineral fiber insulation panels for buildings: Thermal and acoustic characterization. *Applied Energy*, 169, 421–432. <http://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.02.048>

- Nagarajan, V. S., Haubrich, D., Parks, J.M., Hettler, N., Qi, W., Kunkler, W. (2013). Duct Insulation Laminates and Methods of manufacturing and Installation. Patente N° US 2013/291990 A1.
- NAIMA. North American Insulation Manufacturers Association. (2007). Fibrous Glass Duct Construction Standards, *Fifth Edition*, 11.
- North American Insulation Manufacturers Association (NAIMA). (2017). Retrieved from <http://insulationinstitute.org/>
- Oliveras, F. (2017). Entrevista con Ferrán Oliveras. Responsable de Fábrica. URSA. Tarragona.
- Oregi Isasi, X. Tenorio, J.A. Gazulla, C. Zabalza, I. Cambra, D. Leao, S.O. Mabe, L. Otero, S. Raigosa, J. . (2016). SOFIAS – Software for life-cycle assessment and environmental rating of buildings. *Informes de La Construcción*, 68(542). <http://doi.org/10.3989/ic.15.055>
- Owens Corning. (2017). Duct Board Product Data Sheet-Spanish. Retrieved from <http://insulation.owenscorning.com/homeowners/renovation/products/quietr-duct-board/>
- Palacios Sagredo, V. (1993). Plancha de fibra de vidrio aglomerado. ES Patente N° 1 030 237 U.
- Parks, J. (2010). Pre-Applied waterless adhesive on HVAC Facings with Sealable Flange. EP Patente N° 2297506A1.
- Parlamento Europeo. (2007). (Reglamento (CE) N° 1272/2008.
- Parrott, R.D.J., Franklin, R. H. (1991). Fire resistant materials. .GB Patente N° 2,241,466A.
- Pasalaigua Huguet, J., Pérez Puyuelo, O., Uriz Sola, P. (2012). Panel aislante termo-acústico, conducto autoportante para conducción de aire que comprende dicho panel y proceso para obtener dicho panel.. ES Patente N° 2 368 229 B1.
- Pasalaigua Huguet, J. (2011). Mineral Wool thermal-acoustic insulation panel. Patente N° GB 2471777 A.
- Pearson, A. J. (1955). Duct or Conduit Blank. US Patente N° 3,092,529 A.
- Pearson, A. J. (1970). Ummantelter Faserkörper. DE Patente N° 1,635,571 A1.
- Petty, C. J. (1998). Laminated Vapor Barrier. US Patente N° 5,750,225 A.
- Plumberg. L.J. (1975). Roofing board for integration in a built-up roofing structure. US

- Patente N° 3,922,425 A.
- Promover la internacionalización. (1998). *LA VANGUARDIA. CATALUÑA EN EL MUNDO*, (22 de octubre de 1998), 21.
- Protagonista: Juan Antonio García Díez. (1997). *LA VANGUARDIA*, (4 de septiembre de 1997), 63.
- PWC. (2017). TEAM TM 5.2 PWC. Retrieved from <http://ecobilan.pwc.fr/boite-a-outils/team.html>
- Rinehart, E. (1947). Insulated Duct. US Patente N° 2,489,048 A. USA.
- Ros Castello, R. (2001). Panel aislante para conductos de aire. ES Patente N° 1 046 544 U.
- Rougeron, C. (1977). *Aislamiento acústico y térmico en la construcción*. (E. técnicos asociados S.a., Ed.). Barcelona.
- Saint Gobain Isover Ibérica, S. L. (2017). Manual de Conductos CLIMAVÉR, 135. Retrieved from www.isover-aislamiento-tecnico.es
- Salvadó, J. (1994). La exportación, una necesaria salida para nuestras empresas. *Diari de Tarragona*, p. 4.
- Smith, H. M. (1979). Cutting guide tool for fabrication of air duct transitions and method of its use. US Patente N° 4,179,808 A.
- Smith, R. W. (1939). Insulated Duct Construction. US Patente N° 2,183,174.
- Solé Bonet, J. (2017). Entrevista a Josep Solé Bonet, Responsable Técnico y de Sostenibilidad. URSA. Barcelona.
- Soler i Aguilar, J., Pujol Rovira, A. (1992). Paneles precortados para la construcción y montaje de conductos de aire acondicionado, extracción y ventilación. ES Patente N° 1 021 405 U.
- Soriano Hoyuelos, E. (2014). Reinforced insulation panel with external coating for air distribution ducts. EP Patente N° 2 292 426 B1.
- Stephens, J.F, Kerr, G. W. (1953). Insulated Duct. US Patente N° 2,790,464 A.
- Stephens, J. F. (1953). Folding insulated duct. US Patente N° 3,078,880A.
- UNE-ISO 21930. Sostenibilidad en la construcción de edificios. Declaración ambiental de productos de construcción. (2010).
- UNEP/SETAC Life Cycle Initiative. (2016). *Global Guidance For Life Cycle Impact Assessment Indicators. Volumen 1*. Paris.

- URSA. (2016). FICHE DE DECLARATION ENVIRONNEMENTALE ET SANITAIRE DU PRODUIT. Retrieved from www.ursa.es
- URSA. (2017). Retrieved from www.ursa.es
- URSA Ibérica Aislantes S.A. (2017). Conductos de Climatización. URSA AIR Manual del instalador. Retrieved from www.ursa.es
- URSA Insulation S.A. (2013). *Sustainability at work. URSA Sustainability Report*.
- URSA Insulation S.A. (2017). *Insulation is energy* (1st ed.). Madrid.
- Yang, A. (2013). Formaldehyde-Free Duct Liner. EP Patente N° 1718896 B2.

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

ACV: (ELCA o LCA) – Análisis del ciclo de vida ambiental (Environmental Life cycle assessment)

AENOR: Asociación Española de Normalización

DAP: (EPD) – Declaraciones Ambientales de Producto (Environmental product declaration)

dB: Decibelios

dB/m: Decibelios por metro

EICV: Evaluación del impacto del ciclo de vida

EUCEB: European Certification Board

FILMM: Syndicat national des Fabricants d'Isolants en Laines Minérales Manufacturées

gr/m²: Gramos por metros cuadrados

gr/UF: Gramos por unidad funcional

f/ml: fibras por mililitro

HPD: Ficha Sanitaria del Producto (Health Product Declaration)

ICV (LCI): Análisis del Inventario del ciclo de vida (Life Cycle Inventory)

Km: Kilómetro

LCC: Análisis de Ciclo de Vida de Aspectos Económicos

kWh: Kilowatios horas

kg/m³: Kilogramos por metro cúbico

kg/UF: Kilogramos por unidad funcional

mm: Milímetros

m³: Metros cúbicos

MJ: MegaJulios

NA: No aplica

OQAI: Observatorio de la Calidad del Aire Interior

Pa: Pascal

p_{ensayo}: Presión estática de ensayo

RITE: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios

RSL: La vida útil de referencia

SLCA: Análisis de Ciclo de Vida de Aspectos Sociales

s⁻¹.m⁻²: Segundo por metro cuadrado

Tn: Tonelada

UNE: Una norma Española

α W: Absorción acústica

μ m: Micro metros

°C: Grados Celsius

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1.1. Esquema de construcción de conducto de climatización con panel de lana mineral de vidrio. URSA	11
Figura 2.1. Composición de un panel de lana mineral de vidrio. Elaboración Propia.	19
Figura 2.2. Revestimientos exteriores e interiores de los paneles de lana mineral de vidrio. Elaboración Propia.....	20
Figura 2.3 Herramientas de corte. (URSA Ibérica Aislantes S.A., 2017).....	21
Figura 2.4. Escuadra (URSA Ibérica Aislantes S.A., 2017).....	22
Figura 2.5. Triángulo (URSA Ibérica Aislantes S.A., 2017).....	22
Figura 2.6. Espátula (URSA Ibérica Aislantes S.A., 2017)	22
Figura 2.7. Grapas, Cinta de aluminio y Cuchillo (URSA Ibérica Aislantes S.A., 2017)	23
Figura 2.8. Ejecución de una figura por el método de tapas y tabicas. (NAIMA. North American Insulation Manufacturers Association, 2007)	24
Figura 2.9. Ejecución de una figura por el método de tramo recto (URSA Ibérica Aislantes S.A., 2017)	25
Figura 2.10. Horno de secado para seda o fibra de vidrio. Real fábrica de Cristales. Segovia. ("Real Fábrica de Cristales de La Granja," 2017.).....	27
Figura 2.11. Evolución de un conducto de chapa aislando con una manta de lana mineral de vidrio en un conducto hecho con panel de lana mineral de vidrio. ("URSA," 2017)	28
Figura 2.12. Descripción de un conducto según la patente (Rinehart, 1947).....	29
Figura 2.13. Descripción del objeto de la patente (Hiss, 1954).	30
Figura 2.14. Descripción del objeto de la patente (Pearson, 1955).....	32
Figura 2.15. Descripción del objeto de la patente. (Pearson, 1970).....	33
Figura 2.16. Descripción del objeto de la patente (Barr, 1971)	34
Figura 2.17. Descripción del objeto de la patente (Malone, Joseph G., Morton Smith, 1972)	35
Figura 2.18. Descripción del objeto de la patente (de Paul Clark, 1975).....	36

Figura 2.19. Descripción del objeto de la patente (De Paul Clark, 1975)	37
Figura 2.20. Descripción del objeto de la patente (Plumberg. L.J., 1975)	37
Figura 2.21. Descripción del objeto de la patente (Lewis W. Goold & CO, 1977) ..	38
Figura 2.22. Descripción del objeto de la patente (Chollet, 1979)	39
Figura 2.23. Descripción del objeto de la patente (H. M. Smith, 1979)	40
Figura 2.24. Descripción del objeto de la patente (Gnant, 1981)	41
Figura 2.25. Descripción del objeto de la patente (McCort, 1980)	41
Figura 2.26. Descripción del objeto de la patente (Auer, 1985)	42
Figura 2.27. Conductos de los años 80. ("URSA," 2017)	42
Figura 2.28. Descripción del objeto de la patente (Parrott, R.D.J., Franklin, 1991)	43
Figura 2.29. Descripción del objeto de la patente (Masia Figueras, 1994)	44
Figura 2.30. Descripción del objeto de la patente (Isover Saint Gobain. FR, 1994).	45
Figura 2.31. Descripción del objeto de la patente (Matthews, K.R., Schakel, E.G., Gamboa, 1995)	46
Figura 2.32. Descripción del objeto de la patente (Petty, 1998)	46
Figura 2.33. Descripción del objeto de la patente (Ros Castello, 2001)	47
Figura 2.34. Descripción del objeto de la patente. (Pasalaigua Huguet, 2011)	48
Figura 2.35. Descripción del objeto de la patente (Pasalaigua Huguet, J., Pérez Puyuelo, O., Uriz Sola, 2012)	48
Figura 2.36. Descripción del objeto de la patente (Yang, 2013)	49
Figura 2.37. Descripción del objeto de la patente (Diez Monforte, A., Juarranz Moratilla, N., Rodero Antunez, 2013)	50
Figura 2.38. Descripción del objeto de la patente (Soriano Hoyuelos, 2014)	50
Figura 2.39. Descripción del objeto de la patente. (Fanelli, 2014)	51
Figura 2.40. Descripción del objeto de la patente (Barr, 1971)	52
Figura 2.41. Métodos de ensayo, probetas y condiciones (AENOR, 2013)	57
Figura 2.42. Mapa de zona de la ubicación de la Fábrica de El Pla de Tarragona, en 1970 (a la derecha) y 2017 (a la izquierda).Fuente: Mapa de tráfico – año 1970. Ministerio de Obras Públicas. Dirección general de Carreteras y Caminos Vecinales. Ministerio de Fomento. España. Mapa de tráfico- año 2017. ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.	64

Figura 2.43. Equipo Oficina Técnica que lidero la construcción la planta. Barcelona. Agosto 1975 - noviembre de 1975Fuente: Archivo privado de URSA Ibérica Aislantes. S.A.	66
Figura 2.44. Cimentación de la Fábrica de lana mineral de vidrio en el Pla de Santa María. Tarragona. Fuente: Archivo privado de URSA Ibérica Aislantes. S.A.	67
Figura 2.45. La nave de fabricación en construcción con la maquinaria recién llegada de Canadá estocada en el interior. Junio de 1976. El Pla de Santa Maria. Tarragona Fuente: Archivo privado de URSA Ibérica Aislantes. S.A.	68
Figura 2.46. Proceso de Fabricación de los paneles de lana mineral para la construcción de conductos de climatización. URSA.....	82
Figura 2.47. Mapa de la situación de las fábricas en 1949 a la izquierda, 1999 en centro y en 2017 a la derecha. Fuente: Archivo privado de URSA Ibérica Aislantes. S.A.	84
Figura 2.48. Esquema de la evolución del logo desde 1949 hasta 2015.Fuente: Archivo privado de URSA Ibérica Aislantes. S.A.....	89
Figura 2.49. Certificado UNE-EN ISO 14001:1996. Siendo La fábrica del Pla de Santa Maria la primera en obtenerla a nivel nacional. Fuente: Archivo privado de URSA Ibérica Aislantes. S.A.	91
Figura 2.50. Esquema del Ciclo de vida de un material de construcción. Fuente: URSA Sustainability Report: Sustainability at work. 2013	96
Figura 3.1. Evolución de los métodos de ACV. (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2016)	109
Figura 3.2. Estructura de marco de LCIA. (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2016)	110
Figura 3.3. Estructura de ACV a nivel de sostenibilidad (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2016)	112
Figura 3.4. Etapas de un ACV. UNE-EN ISO 14040:2006 (AENOR, 2006a)	113
Figura 3.5. Dos opciones metodológicas diferentes para las DAP tipo III y los programas. (AENOR, 2006a)	116
Figura 3.6. “Representación del desarrollo de una declaración ambiental tipo III a partir de módulos de información en un diagrama simplificado.” (AENOR, 2010b)...	117

Figura 3.7. Tipos de DAP en función de las etapas del ciclo de vida cubierta y etapas del ciclo de vida y módulos para la evaluación de edificios. (AENOR, 2014b)	117
Figura 3.8. Árbol de decisiones del fin de residuo. (AENOR, 2014b)	118
Figura 3.9. Descripción de las etapas y módulos de un ACV, según la DAP Tipo III.	127
Figura 3.10. Clases de emisiones según los límites de concentraciones de exposición. (de & légale, 2011)	132
Figura 3.11. Recomendaciones de uso. (URSA, 2016)	134
Figura 3.12. Las fibras respiradas en el aire interior. (FILMM, 2017)	136
Figura 3.13. Transmisión de ruido a través de la red de conductos. Elaboración propia.	137
Figura 3.14. Esquema de distribución de los módulos. ("URSA," 2017)	138
Figura 3.15. Esquema del conducto para la realización de Emisión de partículas por erosión. ("URSA," 2017)	140
Figura 4.1.. Formato de los resultados de los impactos ambientales. Elaboración propia	145
Figura 4.2. Formato de los resultados de la utilización de los recursos. Elaboración propia	146
Figura 4.3. Formato de los resultados de categoría de residuos y de flujos salientes. Elaboración propia	146
Figura 4.4. Formato de los resultados agregados de las etapas y del fin de vida y el gráfico de la interpretación del ciclo de vida de los impactos ambientales. Elaboración propia	148
Figura 4.5. Resultados de ACV según los impactos medioambientales. Elaboración propia.	153
Figura 4.6. Resultados de ACV según uso de recursos. Elaboración propia.	154
Figura 4.7. Resultados de ACV según categorías de recursos. Elaboración propia.	155
Figura 4.8. Esquema de corte de un panel de lana mineral y construcción de conducto. ("URSA," 2017)	161

Figura 4.9. Esquema en planta de la vivienda caso de estudio. Elaboración Propia.	175
Figura 4.10. Esquema de la red de conductos y el cálculo de los caudales. Elaboración propia.	176

LISTADO DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1. Estructura general de tesis. Capítulo preámbulo. Elaboración propia ..9	
Gráfico 2.1 Estructura general de tesis. Capítulo Estado del arte. Elaboración propia.	
.....	17
Gráfico 2.2 Evolución de los paneles de lana mineral de vidrio para conductos de climatización. Elaboración propia	29
Gráfico 2.3. Evolución de los paneles de MW clasificados por las uniones ejecutadas con vendas y con cinta de aluminio. Elaboración propia.....	53
Gráfico 2.4. Personal según nacionalidad 015. Fuente: URSA Sustainability Report: Sustainability at work. 2013 y Sustainability report: Insulation is Energy. 2017.....	71
Gráfico 2.5. Personal por Género. 2015. Fuente: URSA Sustainability Report: Sustainability at work. 2013 y Sustainability report: Insulation is Energy. 2017.....	72
Gráfico 2.6. Personal por edad. 2015. Fuente: URSA Sustainability Report: Sustainability at work. 2013 y Sustainability report: Insulation is Energy. 2017.....	73
Gráfico 2.7. Tasa de siniestralidad 2006-2014.....	78
Gráfico 2.8. Siniestralidad 2006-2014.	78
Gráfico 2.9. Tasa de Absentismo 2006-2014	78
Gráfico 2.10. Tasa de días Perdidos 2006-2014	79
Gráfico 2.11. Absentismo por enfermedad 2006-2014.....	79
Gráfico 2.12. Absentismo total. 2006-2014	79
Gráfico 2.13. Evolución de Mercado de Climatización 1997-2016. Fuente: AFEC. 2017	87
Gráfico 2.14. Reparto estimado del % de mercado nacional de aislantes para la construcción en 2015. Fuente: Alimarket Construcción. 2015.....	88
Gráfico 2.15. Reparto estimado del % de mercado nacional de las lanas minerales en 2015. Fuente: Alimarket Construcción. 2015.....	88
Gráfico 4.1. Estructura general de tesis. Capítulo Resultados y discusión. Elaboración propia.	144

Gráfico 4.2. Potencial del Calentamiento global- Etapas A1-A3. Elaboración propia.	156
Gráfico 4.3. Potencial de agotamiento de Ozono Estratosférico- Etapas A1-A3. Elaboración propia.	156
Gráfico 4.4. Potencial de Acidificación de Suelo y agua- Etapas A1-A3. Elaboración propia.	157
Gráfico 4.5. Potencial de Eutrofización- Etapas A1-A3. Elaboración propia.	157
Gráfico 4.6. Potencial de Formación de Ozono fotoquímico- Etapas A1-A3. Elaboración propia.	157
Gráfico 4.7. Potencial de agotamiento de recursos abióticos (Elementos) - Etapas A1-A3. Elaboración propia.	158
Gráfico 4.8. Potencial de agotamiento de recursos abióticos (combustibles fósiles) - Etapas A1-A3. Elaboración propia.	158
Gráfico 4.9. Contaminación de aire - Etapas A1-A3. Elaboración propia.	158
Gráfico 4.10. Contaminación del agua- Etapas A1-A3. Elaboración propia.	159
Gráfico 4.11. Coeficientes de absorción acústica según bandas de octava. Elaboración propia.	172
Gráfico 4.12. Comparativa de pérdidas por inserción de una sección de 400x400 de diferentes conductos. Elaboración propia	173
Gráfico 5.1. Estructura general de tesis. Capítulo Conclusiones. Elaboración propia.	182
Gráfico 6.1. Estructura general de tesis. Capítulo Futuras líneas de investigación. Elaboración propia.	187

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2.1. Tipos de revestimientos exteriores e interiores	19
Tabla 2.2. Relativa a la composición de la invención de la patente. (CHOLLET, 1979)	39
Tabla 2.3. Fabricantes de paneles de lana mineral de vidrio para la construcción de conductos de climatización. Elaboración propia.....	54
Tabla 2.4. Características técnicas y normativa americana de los paneles de lana mineral de vidrio. Elaboración propia.	55
Tabla 2.5. Números de trabajadores entre 1949 y 2015. Fuente: Libro de Oro del Cincuentenario: 1949-1999. Poliglas S.A. y URSA Ibérica Aislantes	71
Tabla 2.6. Hitos importantes referentes a la tecnología en fábrica. Fuente: Archivo privado de URSA Ibérica Aislantes S.A.....	80
Tabla 2.7. Evolución del mercado español de los materiales aislantes. Fuente: Alimarket Construcción. 2015.....	87
Tabla 2.8. Comportamiento ambiental. Fuente: Sustainability report: Insulation is Energy. 2017.....	95
Tabla 3.1. Características técnicas de las muestras tomadas. Elaboración propia.	104
Tabla 3.2. Datos de los componentes de las muestras tomadas. Elaboración propia.	105
Tabla 3.3. Datos del embalaje de las muestras tomadas. Elaboración propia.	106
Tabla 3.4. Conjunto de Normas internacionales relacionadas con la sostenibilidad en la construcción de edificios y en las obras de construcción ISO 21930. (AENOR, 2010a)	107
Tabla 3.5. Normativa relacionada con ACV. Elaboración propia.....	111
Tabla 3.6. <i>Parámetros evaluados según el ACV. (AENOR, 2014b)</i>	114
Tabla 3.7. Listado de Herramientas de evaluación de desempeño ambiental en los edificios. (Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, 2017).....	119

Tabla 3.8. Listado de Software de programas de ACV. (Lehtinen, Saarentaus, Rouhiainen, Pitts, & Azapagic, 2011)	120
Tabla 3.9. Aplicación de datos genéricos y específicos UNE-EN 15804. (AENOR, 2014b)	123
Tabla 3.10. Datos a tener en cuenta en el transporte de camión a obra. Elaboración propia	124
Tabla 3.11. Datos de Instalación del producto en el edificio. Elaboración propia.	125
Tabla 3.12. Conductividades térmicas y resistencia térmica en temperaturas de 10°C, 24°C, 40°C y 60°C. Elaboración propia.	129
Tabla 3.13. Resultados de las mediciones de exposición a las fibras de lanas minerales tomadas en 2006 y 2007 en las obras de construcción en Francia. (FILMM, 2017)	135
Tabla 3.14. Clasificación de absorción acústica acorde a la EN ISO 11654 y VDI 3755/2000.	136
Tabla 3.15. Clases de Estanqueidad y límites de fugas de aire según la EN 13403:2003(AENOR, 2003)	139
Tabla 3.16. Clases de Estanqueidad y límites de fugas de aire según la EN 1507	139
Tabla 3.17. Rango del contador laser. ("URSA," 2017).....	141
Tabla 4.1. Función del metro lineal a lo largo de diferentes secciones de conductos. Elaboración propia.	149
Tabla 4.2. Resultados de ACV de las muestras, de los mínimos y máximos de cada impacto medioambiental del muestreo. Elaboración propia.	151
Tabla 4.3. Datos de transporte a obra con camión. Elaboración propia.....	160
Tabla 4.4. Datos logísticos. Elaboración propia.	162
Tabla 4.5. Indicadores de Análisis del ciclo de vida de dos ciudades. Elaboración propia.	163
Tabla 4.6. Instalación del producto en el edificio. Elaboración propia.	164
Tabla 4.7. Comparativo en porcentaje de muestras estudiadas. Elaboración propia.	165
Tabla 4.8. Resultados de ACV para las etapas A1-A5, de las muestras 1 y 2, y el porcentaje de diferencia entra ambas. Elaboración propia.	166

Tabla 4.9. Conductividades térmicas y resistencia térmicas a temperaturas 10°C, 24°C, 40°C y 60°C. Elaboración propia	167
Tabla 4.10. Actividad Antibacteriana según la norma ISO 20743:2007. Muestra 1. ("URSA," 2017).....	169
Tabla 4.11. Actividad Antibacteriana según la norma JIS Z 2801:2006. Muestra 1. ("URSA," 2017).....	169
Tabla 4.12. Actividad Antibacteriana según la norma ATSM E 2149-01. Muestra 1 frente a Staphylococcus aureus. ("URSA," 2017).....	170
Tabla 4.13. Actividad Antibacteriana según la norma ATSM E 2149-01. Muestra 1 frente a Escherichia coli. ("URSA," 2017).....	170
Tabla 4.14. Actividad Antibacteriana según la norma AATCC Test Method 100-1998 para la muestra 1. ("URSA," 2017).....	170
Tabla 4.15. Datos de coeficiente y clase absorción acústica de las muestra 1 y 2. ("URSA," 2017).....	172
Tabla 4.16. Atenuación acústica en tramos rectos de diferentes secciones según conductos de chapa metálica, de paneles de lana mineral de 25 mm. y de 40 mm. Elaboración propia	173
Tabla 4.17. Resultados de la carga frigorífica. Elaboración Propia.....	176
Tabla 4.18. . Resultados de nivel de presión acústica total (dBA) en el punto más cercano a la unidad interior: Dormitorio de matrimonio, en los casos de conductos de chapa metálica, de paneles de lana mineral de 25 mm. y de 40 mm. Elaboración propia.	178
Tabla 4.19. Resultados de nivel de presión acústica total (dBA) en el Punto más lejano a la unidad interior: Salón-comedor, en los casos de conductos de chapa metálica, de paneles de lana mineral de 25 mm. y de 40 mm. Elaboración propia...	179
Tabla 4.20. Clasificación de la estanqueidad de las muestras según las normas EN 1507 y EN 13403:2033.....	180
Tabla 4.21. Resultados de los ensayos de resistencia a presión de las muestras. ("URSA," 2017).....	180
Tabla 4.22. Resultados de los ensayos de erosión y emisión de partículas. ("URSA," 2017).....	181

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1. Declaración ambiental y sanitaria del producto Muestra 1.....	209
Anexo 2. Declaración ambiental y sanitaria del producto Muestra 2.....	229
Anexo 3. Declaración ambiental y sanitaria del producto Muestra 3.....	252
Anexo 4. Declaración ambiental y sanitaria del producto Muestra 4.....	275
Anexo 5. Declaración ambiental y sanitaria del producto Muestra 5.....	298
Revestimiento 1: Aluminio Kraft Reforzado.....	321
Revestimiento 2: Tejido de vidrio.....	322
Revestimiento 3: Aluminio Kraft.....	323
Revestimiento 4: Velo de vidrio negro.....	324
Revestimiento 5: Aluminio + tejido.....	325

Declaración ambiental y sanitaria del producto

Environmental and Health Product Declaration (EPD & HPD)
Conforme a la Norma NF EN 15804+A1 y su complemento nacional NF
15 804/CN

6.-Paneles rígidos revestidos con Lana de Vidrio URSA
URSA AIR P8858 Zero / AIR32GT0B
25 mm
R= 0,75 m²·K/W

Fecha de realización: enero 2017
Fecha de edición: Julio 2017

Índice

Índice	210
Advertencia	211
Guía de lectura	211
Precaución al utilizar la FDES / DAP para comparar productos	211
• Información general.....	212
• Descripción de la unidad funcional y del producto	213
Descripción de la unidad funcional:.....	213
Descripción del producto y de su utilización:.....	213
Datos técnicos y características físicas:.....	213
Norma de referencia para declarar la eficacia del producto: EN 14303.....	213
Descripción de los principales compuestos y/o materiales por m ² de producto:	214
Descripción de la vida útil de referencia	214
• Etapas del ciclo de vida	215
Etapas de producción, A1-A3	215
Etapas de construcción A4-A5.....	217
Etapas de utilización (exclusión de ahorro de energía en fase de utilización), B1-B7	218
Etapas de fin de vida útil C1-C4.....	218
Beneficios y cargas (aplicar la norma), D	219
• Información para el cálculo del análisis del ciclo de vida	219
• Resultados del análisis de ciclo de vida (ACV)	219
• Interpretación del ciclo de vida	221
• Informaciones adicionales acerca de la emisión de sustancias peligrosas en el aire interior, el suelo y el agua durante la etapa de utilización.....	222
Aire interior	222
• Contribución del producto a la calidad de vida en el interior de los edificios	225
Características del producto en la creación de las condiciones de confort higrotérmico en el edificio	225
Características del producto en la creación de las condiciones de confort acústico en el edificio.....	226
Características del producto en la creación de las condiciones de confort visual en el edificio.....	226
Características del producto en la creación de las condiciones de confort olfativo en el edificio.....	226
Perímetro de verificación de la FDE&S	227
Cálculo de impactos ambientales para un ml de conductos	228

Advertencia

Este documento es la traducción del original francés incluido en la base de datos INIES.

Las informaciones contenidas en la presente declaración se suministran bajo la responsabilidad de: **URSA** (productor de la FDES / DAP), conforme a la NF EN 15804+A1 y al complemento nacional NF 15 804/CN.

Cualquier uso, total o parcial, que se haga de las informaciones que se suministran en el presente documento deberá ir acompañado, como mínimo, de la referencia completa de la ficha original FDES (DAP), así como del productor correspondiente, que podrá entregar un ejemplar completo.

La norma EN 15804+A1 del CEN y el complemento nacional NF 15 804/CN se han usado como reglas de definición de las categorías de productos (RCP).

La presente ficha ha sido establecida a partir de los elementos metodológicos comunes desarrollados por PWC para el FILMM (Sindicato nacional de fabricantes de aislantes de lana mineral manufacturada) N°: Abril 2015.

NOTA: La traducción literal en francés de «EPD (Environmental Product Declaration)» es «DEP» (Déclaration Environnementale de Produit) [en español, DAP- Declaración Ambiental de Producto]. No obstante, en Francia se utiliza corrientemente el término FDES (Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (Ficha de Declaración Ambiental y Sanitaria), que agrupa, a la vez, la Declaración Ambiental y las informaciones Sanitarias del producto objeto de dicha ficha. La FDES es, por consiguiente, una DAP cumplimentada con los datos sanitarios.

Guía de lectura

Ejemplo de lectura: $-9,0 \text{ E } -03 = -9,0 \times 10^{-3}$

Se aplicarán las normas de presentación siguientes:

- Si el resultado de cálculo del inventario es cero, aparece dicho valor cero.
- Abreviatura utilizada.
- ...

Precaución al utilizar la FDES / DAP para comparar productos

Si no cumplen con la norma NF EN 15804+A1, puede que las FDES / DAP de los productos de construcción no sean comparables.

La norma NF EN 15804 define en el § 5.3 «Comparabilidad de las Declaraciones Ambientales de Producto para los productos de construcción», las condiciones exigidas para que los productos de construcción se puedan comparar a partir de las informaciones suministradas por la FDES:

"Una comparación del comportamiento ambiental de los productos de construcción, aplicando las informaciones de las DAP, se debe basar en el uso de los productos y su impacto sobre el edificio, y debe tener en cuenta la totalidad del ciclo de vida (todos los módulos de información)."

• Información general

«Declaración Ambiental de Producto conforme a la norma NF EN ISO 14025 y NF EN 15804+A1»

Nota: Si no cumplen con la norma NF EN 15804+A1, puede que las DAP de los productos de construcción no sean comparables.

Tipo de Declaración Ambiental	«de la cuna a la tumba» FDES / DAP individual para la referencia comercial con el nombre del producto, declarada más abajo.
Identificación de RCP (Regla de Categoría de Producto)	La norma EN 15804+A1 y el complemento nacional NF 15 804/CN sirven como reglas de definición de las categorías de productos (RCP).
Editor de la DAP	Josep Sole (Sustainability & Technical Manager URSA Insulation) josep.sole@ursa.com
Nombre del producto declarado	URSA AIR P8858 Zero / AIR32GT0B 25 mm R= 0,75 m ² ·K/W
Propietario de la declaración	URSA France SAS. Noisy-Le-Grand 93160 Maille Nord III 7 Porte de Neuilly www.ursa.fr URSA Ibérica Aislantes SA. www.ursa.es
Fabricante vinculado a la declaración	URSA Producto fabricado en la fábrica EL PLA
Logo del programa y dirección del sitio web	AFNOR-INIES www.inies.fr
Fecha de publicación	Enero 2017
Periodo de validez (5 años)	Enero 2022
Composición del producto (flujo de referencia)	Cantidad de lana mineral: 1875 g Espesor: 25 mm Revestimientos superficiales: 317 g/m ² Aluminio Kraft reforzado + tejido de vidrio Embalaje para transporte y distribución: 0,241kg/m ² caja de cartón Paletización (151,2 m ² /palet) 1,62 kg/palet HDLPE 1,61 kg/palet LDPE 0,01 kg/palet PP 24 kg/palet Madera

Demostración de la Verificación:

La norma EN 15804 se utiliza como RCP		
Verificación independiente conforme a EN ISO 14025	☒ Externa	
Nombre del perito verificador	Yannick Le Guern yannick.leguern@cegetel.net	

• Descripción de la unidad funcional y del producto

Descripción de la unidad funcional:

Al considerar las funciones de este producto, se puede describir la unidad funcional del siguiente modo:

Realizar una función de aislamiento térmico sobre 1 m² de conducción que garantice la resistencia térmica de $R = 0,75 \text{ K.m}^2.\text{W}^{-1}$ para la aplicación Aislamiento de construcción de conductos de climatización.

Descripción del producto y de su utilización:

Esta Ficha de Declaración Ambiental y Sanitaria (FDES/ DAP) describe el impacto ambiental de 1 m² de aislante de lana de vidrio.

URSA fabrica la lana de vidrio con materias primas naturales y abundantes (arena) o materias recicladas (casco de vidrio), mediante fusión y fibraje. Los productos obtenidos se presentan en forma de un «colchón de lana mineral» compuesto por una estructura flexible que aprisiona aire inmovilizado en su interior.

En la tierra, el mejor aislante es el aire seco e inmóvil a 10°C: el coeficiente de conductividad térmica, expresado en λ , es de 0,025 W/(m.K) (vatios por metro grado Kelvin). La conductividad térmica de las lanas minerales se aproxima a la del aire inmóvil, puesto que el λ correspondiente varía de 0,030 W/(m.K), en el caso de las más eficaces, a 0,040 W/(m.K) para las menos eficaces.

Gracias a su estructura entrelazada, las lanas minerales (lana de vidrio o lana de roca) son materiales porosos que inmovilizan el aire, lo que hace que sea una solución adecuada para aislamiento. La estructura porosa y elástica de la lana mineral absorbe asimismo los ruidos aéreos y de impacto, y permite efectuar la corrección acústica en el interior de los locales. Por último, ya que por su naturaleza están constituidas a base de minerales incombustibles, las lanas minerales no alimentan el fuego y no propagan las llamas.

El aislamiento con lana mineral (lana de vidrio) se utiliza en edificios e instalaciones industriales. Garantiza un alto nivel de confort, reduce los costes de energía, minimiza las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), impide la pérdida de calor a través de los tejados inclinados, las paredes, los suelos, los conductos y calderas, reduce la contaminación sonora y protege las viviendas e instalaciones industriales del riesgo de incendio.

La vida útil de un producto a base de lana de vidrio es similar a la de un edificio, siempre que el elemento constructivo forme parte de éste (con frecuencia, establecido en 50 años).

Datos técnicos y características físicas:

Norma de referencia para declarar la eficacia del producto: EN 14303

Uso previsto: Aislante térmico para equipos e instalaciones de los edificios / Aislamiento en construcción de conductos de climatización

Código de designación CE: T5-MV1

Resistencia térmica del producto: 0,75 K.m².W⁻¹ (AENOR 020/003541)

Conductividad térmica del producto: 0,032 W / (m.K)

Reacción al fuego: Euro clase B s1 d0

Propiedades acústicas: La absorción acústica es 0,80

Descripción de los principales compuestos y/o materiales por m² de producto:

Parámetro	Valor
Cantidad de lana mineral	1875 g
Grosor	25 mm
Mecanizado de superficies	317g/m ² Aluminio Kraft reforzado + tejido de vidrio
Embalaje para transporte y distribución	0,241kg/m ² caja de cartón Paletización (151,2 m ² /palet) 1,62 kg/palet HDLPE 1,61 kg/palet LDPE 0,01 kg/palet PP 24 kg/paleta Madera
Sustancias peligrosas	Ninguna sustancia peligrosa que declarar

Descripción de la vida útil de referencia

Vida útil de referencia (VUR)	50 años
Justificación	La VUR elegida corresponde al periodo al cabo del cual se prevé que hay que efectuar una renovación del edificio, causada por necesidades ajenas a la vida útil del producto, (pudiendo superar los 50 años). El producto conserva su eficacia técnica durante el periodo total de su ciclo de vida.
Propiedades declaradas del producto (a su salida de fábrica) y acabados, etc.	Paneles y rulos de lana de vidrio de 25 mm con revestimiento en superficie Aluminio Kraft reforzado + tejido de vidrio.
Parámetros teóricos de aplicación (impuestos por el fabricante), incluidas las referencias a las prácticas apropiadas	---
Calidad prevista de las obras si la instalación cumple con las instrucciones del fabricante	La instalación se debe hacer conforme a las reglas de buena construcción o a los correspondientes DTU (Documentos Técnicos Unificados) o DTA (Documentos Técnicos de Aplicación).
Entorno exterior (aplicaciones para exterior), por ejemplo, intemperie, agentes contaminantes, exposición a rayos UV y al viento, orientación del edificio, sombreado o temperatura	Los productos de lana mineral no se utilizan directamente en el exterior de los edificios, por consiguiente, no les afectan las condiciones exteriores.
Entorno interior (aplicaciones para interior), por ejemplo, temperatura, humedad, exposición a productos químicos	Los productos de lana mineral se utilizan en el interior de los edificios previa protección (placa de yeso/madera/...).
Condiciones de utilización, por ejemplo, frecuencia de uso, exposición mecánica	Los productos de lana mineral no están sometidos a restricciones de uso o exposición mecánica.
Mantenimiento, por ejemplo, frecuencia exigida, tipo y calidad, y sustitución de componentes reemplazables	Los productos de lana mineral no requieren mantenimiento durante su vida útil.

• Etapas del ciclo de vida

Esquema del ciclo de vida

Etapas y módulos del ciclo de vida considerados

Etapa de producción		Etapa de construcción		Etapa de utilización							Etapa de fin de vida útil				D Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
A1 / A2 / A3		A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Uso de energía	B7 Uso de agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	MNA

Etapa de producción, A1-A3

Descripción de la etapa:

La etapa de producción de productos de lana mineral se subdivide en tres módulos: A1, abastecimiento de materias primas; A2, transporte; y A3, fabricación.

La norma EN 15 804+A1, que se aplica a la presente FDES / DAP, permite agregar los módulos A1, A2 y A3.

A1 Suministro de materias primas

Este módulo comprende el suministro y el tratamiento de todas las materias primas y las energías que se producen desde el inicio del proceso de fabricación. En particular, abarca el abastecimiento de materias primas para fabricar el aglomerante y las fibras de vidrio, como por ejemplo, la arena. Como complemento de estas materias primas, se usan materiales reciclados (casco de vidrio).

A2 Transporte al fabricante

Las materias primas se transportan hasta el lugar de fabricación. La modelización comprende, para cada materia prima, transporte por carretera, fluvial o ferroviario (valores medios).

A3 Fabricación

La fabricación de la lana de vidrio comprende las etapas de fusión y fibraje (cf. diagrama del proceso de fabricación). También se tiene en cuenta en esta etapa la producción de los embalajes.

Diagrama del proceso de fabricación

Etapas de construcción A4-A5

Descripción de la etapa:

La etapa de construcción se divide en dos módulos: A4, transporte hasta la obra y A5, instalación en el edificio.

Descripción de los distintos escenarios e informaciones técnicas suplementarias:

A4 Transporte hasta la obra:

Este módulo incluye el transporte desde la salida de fábrica a la obra.

El transporte se calcula a partir de un escenario que incluye los siguientes parámetros:

Parámetro	Valor
Tipo de combustible y consumo del vehículo o tipo de vehículo utilizado para el transporte, por ejemplo, camión de larga distancia, barco, etc.	Camión con una carga útil de 24 t; consumo de diésel de 38 litros/100km.
Distancia media hasta la obra	460 km
Utilización de la capacidad (incluidos retornos sin carga)	100% de la capacidad en volumen 30% de retornos sin carga
Densidad del producto transportado	151,2 m ² por palet y 8 palets por camión Densidad del producto = $1875 / 25 = 75 \text{ kg/m}^3$
Coeficiente de uso de la capacidad volumétrica	>1 (productos comprimidos en los embalajes)

A5 Instalación en el edificio:

Este módulo comprende los residuos resultantes de la instalación de la lana mineral en el edificio, la producción suplementaria generada para compensar estas pérdidas y el tratamiento de los residuos de la obra. Los distintos escenarios utilizados para la cantidad de residuos resultantes de la instalación y el tratamiento de éstos son los siguientes:

Parámetro	Valor
productos auxiliares para la instalación (especificados por material)	Sin productos auxiliares
Utilización de agua	No se utiliza agua
Utilización de otros recursos	No se utilizan otros recursos
Descripción cuantitativa del tipo de energía (mix regional) y consumo durante el proceso de instalación	No se necesita energía
Residuos generados en la obra durante el proceso de la instalación del producto (especificados por tipo)	15 % de lana de vidrio
Materias (especificadas por tipo) resultantes del tratamiento de residuos en la obra, por ejemplo, recogida para su reciclado, recuperación de energía, eliminación (especificadas por modo)	Todos los residuos de lana de vidrio, sus embalajes y los derivados de producción para la instalación se consideran como eliminados en vertedero 878 gr/UF
Emisiones directas a la atmósfera ambiente, suelo y agua	No se prevén emisiones

Etapas de utilización (exclusión de ahorro de energía en fase de utilización), B1-B7

Descripción de la etapa:

La etapa de utilización se divide en siete módulos:

- B1: Utilización o aplicación del producto instalado
- B2: Mantenimiento
- B3: Reparación
- B4: Sustitución
- B5: Rehabilitación
- B6: Necesidades de energía en la fase de utilización
- B7: Necesidades de agua en la fase de utilización

Descripción de los distintos escenarios e informaciones técnicas suplementarias:

No se requiere ninguna operación técnica durante la fase de utilización hasta el fin de vida útil. Por ello, las lanas minerales carecen de impacto en esta etapa, pero permiten un ahorro de energía en la fase de utilización (véase la información adicional en anexo).

Etapas de fin de vida útil C1-C4

Descripción de la etapa:

Esta etapa incluye los siguientes módulos de fin de vida útil: C1, deconstrucción, demolición; C2, transporte hasta el tratamiento de residuos; C3, tratamiento de residuos para su reutilización, recuperación y/o reciclado; C4, eliminación.

Descripción de los distintos escenarios e informaciones técnicas suplementarias:

C1 Deconstrucción, demolición:

La deconstrucción y/o el desmontaje de los productos de aislamiento forman parte de la demolición de un edificio entero. En nuestro caso, se prevé que el impacto ambiental sea muy leve y quizá insignificante.

C2 Transporte hasta el tratamiento de residuos:

Parámetro	Valor
Proceso de recogida, especificado por tipo	2,192 kg de lana de vidrio (recogidos mezclados con los residuos de obra)
Sistema de recuperación especificado por tipo	Sin reutilización, ni reciclado ni recuperación de energía
Eliminación especificada por tipo	2,192 kg de lana de vidrio llevados a vertedero de residuos no inertes, no peligrosos
Hipótesis para la elaboración de los distintos escenarios (por ejemplo, transporte)	Camión con una carga útil de 24 t, consumo de diésel de 38 litros/100 km 30 km

C3 Tratamiento de residuos para su reutilización, recuperación y/o reciclado:

Se considera que el producto se enterrará, sin reutilización, ni recuperación ni reciclado.

C4 Eliminación:

Se prevé que la lana de vidrio se almacene como residuos no inertes, no peligrosos en su totalidad.

Beneficios y cargas (aplicar la norma), D

Descripción de los distintos escenarios e informaciones técnicas suplementarias:
Los beneficios asociados al reciclado de los embalajes (A5) no se han considerado.

• Información para el cálculo del análisis del ciclo de vida

RCP utilizada	La norma EN 15804+A1 y el complemento nacional NF 15 804/CN sirven como reglas de definición de las categorías de productos (RCP).
Fronteras del sistema	De la cuna a la tumba: etapas = A1-3, A4-A5, C2-4
Asignaciones	Dado que no existen co-productos, no se han utilizado criterios de asignación.
Representatividad Geográfica	País de producción España país de utilización España datos de producción 2013.
Temporal	Bases de Datos secundarios: módulos genéricos base DEAM (TEAM 5.2/PWC), actualizados con un modelo energético de 2011 y módulos Ecoinvent V2.2 (2010).
Variabilidad de los resultados	

• Resultados del análisis de ciclo de vida (ACV)

El modelo de ACV, la agregación de datos y los impactos ambientales se calculan a partir del software TEAM 5.2 TM.

A continuación, se presentan las tablas que resumen los resultados del ACV.

IMPACTOS AMBIENTALES

Impactos Ambientales	Etapa de producción	Etapa de construcción		Etapa de utilización							Etapa de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Demolición /	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
Calentamiento climático <i>kg CO₂ equiv/UF</i>	4,1	4,0E-01	7,0E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	4,0E-03	0	2,1E-02	MNA
El potencial de calentamiento total de un gas se relaciona con la contribución total al calentamiento global resultante de la emisión de una unidad de dicho gas, respecto de una unidad del gas de referencia, el dióxido de carbono, al que se le atribuye el valor 1.															
Pérdida de la capa de ozono <i>kg CFC 11 equiv/UF</i>	2,6E-07	2,9E-07	8,5E-08	0	0	0	0	0	0	0	0	2,9E-09	0	4,7E-09	MNA
La destrucción de la capa de ozono estratosférica, que protege la Tierra de los rayos ultravioleta, nocivos para la vida, está causada por la ruptura de ciertos cloros y/o compuestos que contienen bromo al alcanzar la atmósfera, y destruyen luego las moléculas de ozono mediante reacciones catalíticas.															
Acidificación de suelos y agua <i>kg SO₂ equiv/UF</i>	2,4E-02	1,8E-03	4,1E-03	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0E-05	0	1,7E-04	MNA
Los contaminantes ácidos tienen un impacto negativo sobre los ecosistemas naturales y el medio ambiente, causado por el hombre, incluidos los edificios. Las principales fuentes de emisiones de sustancias acidificantes son la agricultura y la quema de combustibles fósiles utilizados para la producción de electricidad, para la calefacción y los transportes.															
Eutrofización <i>kg (PO₄)³⁻ equiv/UF</i>	4,0E-03	4,3E-04	8,8E-04	0	0	0	0	0	0	0	0	2,1E-06	0	1,5E-04	MNA
Un enriquecimiento excesivo en nutrientes, de las aguas y de las superficies continentales, que conlleva efectos biológicos nefastos.															
Formación de ozono fotoquímico <i>Eteno equiv/UF</i>	1,7E-03	2,8E-04	3,6E-04	0	0	0	0	0	0	0	0	2,4E-06	0	6,3E-05	MNA
Las reacciones químicas provocadas por la energía de la luz solar. La reacción de los óxidos de nitrógeno con los hidrocarburos en presencia de la luz solar, formando ozono, es un ejemplo de una reacción fotoquímica.															
Agotamiento de los recursos abióticos (elementos) <i>kg Sb equiv/UF</i>	1,0E-06	3,7E-10	1,7E-07	0	0	0	0	0	0	0	0	3,8E-12	0	1,9E-08	MNA
Agotamiento de los recursos abióticos (combustibles fósiles) <i>MJ/UF</i>	70	5,1	11,5	0	0	0	0	0	0	0	0	5,1E-02	0	0,4	MNA
El consumo de recursos no renovables, que reduce su disponibilidad para las generaciones futuras.															
Contaminación del aire - <i>m³/UF</i>	840	25	136	0	0	0	0	0	0	0	0	2,4E-01	0	5,0	MNA
Contaminación del agua - <i>m³/UF</i>	0,7	1,1E-01	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1E-03	0	8,6E-01	MNA

UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS

Utilización de los recursos	Etapas de producción	Etapas de construcción		Etapas de utilización							Etapas de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
Utilización de la energía primaria renovable, excluidos los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	1,6	2,5E-03	2,4E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5E-05	0	5,0E-03	MNA
Utilización de los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	11	0	1,6E+00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización total de los recursos de energía primaria renovables (energía primaria y recursos de energía primaria utilizados como materias primas) - MJ/UF	12	2,5E-03	1,9E+00	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5E-05	0	5,0E-03	MNA
Utilización de la energía primaria no renovable, excluidos los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	62	5,1	10,3	0	0	0	0	0	0	0	0	5,2E-02	0	0,4	MNA
Utilización de los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	11	0	1,7E+00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización total de los recursos de energía primaria no renovables (energía primaria y recursos de energía primaria utilizados como materias primas) - MJ/UF	74	5,1	12,0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,2E-02	0	0,4	MNA
Utilización de materias primas secundarias - kg/UF	0,8	0	1,2E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización de combustibles secundarios renovables - MJ/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización de combustibles secundarios no renovables - MJ/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización neta de agua dulce - m³/UF	1,2E-02	4,8E-04	2,5E-03	0	0	0	0	0	0	0	0	4,9E-06	0	6,9E-04	MNA

CATEGORÍA DE RESIDUOS

Categoría de residuos	Etapa de producci	Etapa de construcción		Etapa de utilización							Etapa de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
Residuos peligrosos eliminados - kg/UF	5,3E-02	1,5E-04	7,9E-03	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6E-06	0	0	MNA
Residuos no peligrosos eliminados - kg/UF	0,6	4,2E-04	8,8E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	4,2E-06	0	2,2	MNA
Residuos radiactivos eliminados - kg/UF	9,9E-05	8,1E-05	2,7E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	8,2E-07	0	0	MNA

FLUJOS SALIENTES

Flujos salientes	Etapa de producción	Etapa de construcción		Etapa de utilización							Etapa de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
Componentes destinados a su reutilización - kg/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Materiales destinados a su reciclado - kg/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Materiales destinados a la recuperación de energía - kg/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Energía eléctrica suministrada al exterior - MJ/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Energía de vapor suministrada al exterior - MJ/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Energía de gas y proceso suministrada al exterior - MJ/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA

IMPACTOS AMBIENTALES					
Agregación de los distintos módulos para obtener un «Total de etapa» o «Total de ciclo de vida»					
Impactos/Flujos unidad	Etapas de producción	Etapas de construcción	Etapas de utilización	Etapas de fin de vida útil	Total ciclo de vida
Impacto ambiental					
Calentamiento climático - $kg\ CO_2\ equiv/UF$	4,1	1,1E+00	0	2,5E-02	5,3
Pérdida de la capa de ozono $kg\ CFC\ 11\ equiv/UF$	2,6E-07	3,7E-07	0	7,5E-09	6,4E-07
Acidificación de suelos y agua - $kg\ SO_2\ equiv/UF$	2,4E-02	5,9E-03	0	1,8E-04	3,0E-02
Eutrofización - $kg\ (PO_4)^{3-}\ equiv/UF$	4,0E-03	1,3E-03	0	1,6E-04	5,5E-03
Formación de ozono fotoquímico $Eteno\ equiv/UF$	1,7E-03	6,4E-04	0	6,6E-05	2,4E-03
Agotamiento de los recursos abióticos (elementos) $kg\ Sb\ equiv/UF$	1,0E-06	1,7E-07	0	1,9E-08	1,2E-06
Agotamiento de los recursos abióticos (combustibles fósiles) MJ/UF	70	16,5	0	0,5	87
Contaminación del aire - m^3/UF	840	161	0	5,2	1.006
Contaminación del agua - m^3/UF	0,7	1,6	0	8,6E-01	3,1
Consumo de recursos					
Utilización de energía primaria renovable, excluidos los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	1,6	2,5E-01	0	5,1E-03	1,9
Utilización de los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	11	1,6E+00	0	0	12
Utilización total de los recursos de energía primaria renovables (energía primaria y recursos de energía primaria utilizados como materias primas)- MJ/UF	12	1,9E+00	0	5,1E-03	14
Utilización de la energía primaria no renovable, excluidos los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	62	15,4	0	0,5	78
Utilización de los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas- MJ/UF	11	1,7E+00	0	0	13
Utilización total de los recursos de energía primaria no renovables (energía primaria y recursos de energía primaria utilizados como materias primas)- MJ/UF	74	17	0	0,5	92
Utilización de materias primas secundarias- kg/UF	0,8	1,2E-01	0	0	0,9
Utilización de combustibles secundarios renovables - MJ/UF	0	0	0	0	0
Utilización de combustibles secundarios no renovables - MJ/UF	0	0	0	0	0
Utilización neta de agua dulce - m^3/UF	1,2E-02	3,0E-03	0	7,0E-04	1,6E-02
Categorías de residuos					
Residuos peligrosos eliminados - kg/UF	5,3E-02	8,1E-03	0	1,6E-06	6,1E-02
Residuos no peligrosos eliminados - kg/UF	0,6	8,8E-01	0	2,2	3,7
Residuos radiactivos eliminados - kg/UF	9,9E-05	1,1E-04	0	8,2E-07	2,1E-04
Flujos salientes					
Componentes destinados a su reutilización - kg/UF	0	0	0	0	0
Materiales destinados a su reciclado- kg/UF	0	0	0	0	0
Materiales destinados a la recuperación de energía- kg/UF	0	0	0	0	0
Energía eléctrica suministrada al exterior - MJ/UF	0	0	0	0	0
Energía de vapor suministrada al exterior - MJ/UF	0	0	0	0	0
Energía de gas y proceso suministrada al exterior - MJ/UF	0	0	0	0	0

• Interpretación del ciclo de vida

Impacts Environnementaux / Etapas	Etape de production (A1-A3)	Etape de construction (A4-A5)	Etape d'utilisation (B1-B7)	Etape de fin de vie (C1-C4)	Total cycle de vie	Bénéfices et charges au-delà des frontières du système (D)
Réchauffement climatique <i>kg CO₂ equiv /UF</i>	4,15	1,09	0,00	0,03	5,26 <i>kg CO₂ equiv /UF</i>	0,00
Epuisement des ressources abiotiques (fossiles) <i>MJ/UF</i>	70,10	16,54	0,00	0,48	87,12 <i>MJ/UF</i>	0,00
Utilisation totale des ressources d'énergie primaire [1] <i>MJ/UF</i>	86,39	19,02	0,00	0,48	105,90 <i>MJ/UF</i>	0,00
Utilisation nette d'eau douce <i>m³ /UF</i>	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02 <i>m³ /UF</i>	0,00
Déchets éliminés [2] <i>kg/UF</i>	0,63	0,89	0,00	2,19	3,71 <i>kg/UF</i>	0,00
Epuisement des ressources abiotiques (éléments) <i>kg Sb equiv/UF</i>	1,01E-06	1,74E-07	0,00E+00	1,91E-08	1,2E-06 <i>kg Sb equiv/UF</i>	0,00E+00
Pollution de l'air <i>m3/UF</i>	839,85	161,34	0,00	5,22	1006 <i>m3 /UF</i>	0,00
Energie primaire renouvelable <i>MJ/UF</i>	12,45	1,88	0,00	0,01	14,34 <i>MJ /UF</i>	0,00
Energie primaire non renouvelable <i>MJ /UF</i>	73,94	17,15	0,00	0,47	91,56 <i>MJ /UF</i>	0,00

[1] Somme de : "Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables" + "Utilisation totale des ressources d'énergie primaire renouvelables".

[2] Somme de : "Déchets dangereux éliminés" + "Déchets non dangereux éliminés" + "Déchets radioactifs éliminés".

- **Informaciones adicionales acerca de la emisión de sustancias peligrosas en el aire interior, el suelo y el agua durante la etapa de utilización**

Aire interior

COV y formaldehídos

La clasificación sanitaria del producto URSA AIR P8858 Zero / AIR32GT0B es A+, conforme a la Orden de 19 de abril de 2011, relativa al etiquetado de los productos de construcción o de revestimiento de paredes o suelos, y pinturas y barnices, y sus emisiones de contaminantes volátiles.

Lanas minerales y salud

➤ **Irritación mecánica de las fibras**

Las fibras de lana mineral ya no están clasificadas como R38 en relación con la irritación de la piel, desde enero de 2009 (Directiva 2009/2/CE) y, por consiguiente, ya no están catalogadas como irritantes. Las fibras más gruesas de este tipo (con un diámetro superior a aproximadamente 5 µm) pueden, como cualquier cuerpo extraño, causar picores, que son una reacción mecánica y no química, además de temporal.

➤ **Clasificación cancerígena de las fibras**

Las fibras que componen las lanas minerales quedan exentas de la clasificación cancerígena, conforme al Reglamento sobre clasificación y etiquetado de sustancias y mezclas, el Reglamento (CE) n° 1272/2008 y su primera actualización, el Reglamento (CE) n° 790/2009. En efecto, estas fibras superaron con éxito los ensayos que dispone dicho Reglamento, siendo su bio-persistencia inferior a los valores definidos en su nota «Q». La exención está certificada por el EUCB (European Certification Board - www.euceb.org).

El EUCB certifica que las fibras cumplan con las disposiciones de la nota «Q» del Reglamento (CE) n° 1272/2008. El EUCB garantiza que los ensayos para obtener el certificado de exención han sido realizados conforme a los protocolos europeos, que los industriales han aplicado los procedimientos de control de la fabricación de los productos y que los resultados han sido verificados y validados por terceros.

El compromiso de los industriales respecto del EUCB consiste en:

- Presentar un informe del ensayo establecido por uno de los laboratorios reconocidos por el EUCB, que demuestre que las fibras cumplen con una de las cuatro

condiciones de exención previstas en la nota «Q» del Reglamento (CE) nº 1272/2008.

- Someterse, dos veces al año, al control de su producción por parte de un tercero independiente, reconocido por el EUCB (extracción de muestras y conformidad con el análisis químico inicial).
- Implantar los procedimientos de control interno en cada fábrica.

Los productos que cumplen con esta certificación se reconocen gracias al logotipo EUCB que figura en el empaquetado:

➤ **Clasificación cancerígena de las fibras**

Las recomendaciones que se indican para la aplicación de los materiales aislantes compuestos por lana mineral son similares a las que se aplican en cualquier obra de construcción; y son las siguientes:

Couvrir les parties du corps exposées. Dans un endroit non ventilé, portez un masque jetable.

Se rincez à l'eau froide avant de se laver.

Nettoyez avec un aspirateur.

Ventilez le lieu de travail si possible

Respecter la réglementation sur les déchets

En cas de travail au dessus de la tête, portez des lunettes

Adicionalmente, las mediciones realizadas en las obras de construcción muestran un promedio en la exposición de los instaladores de los aislantes de lana mineral más bajo que la registrada en los lugares de producción. Dichas mediciones fueron tomadas a petición del FILMM.

Tipo de aplicación	Mediciones individuales de exposición tomadas a los operarios			
	Número de mediciones	Media	Mediana	Probabilidad de superar el límite de exposición profesional
		(f/ml)	(f/ml)	(1 f/ml)
Paredes – Lana de vidrio sobre estructura metálica	9	0,1	0,07	0,07%
Paredes – Complejo de revestimiento	7	0,23	0,19	2,01%
Techos – Lana de vidrio insuflada	8	0,09	0,05	0,12%
Vertientes – Lana de vidrio	4	0,08	0,06	0,00%
Proyección – Lana de escorias (operario de alimentación)	6	0,07	0,06	0,00%
Proyección – Lana de escorias (proyector)	10	0,07	0,06	0,00%

Tabla: Resultados de las mediciones de exposición a las fibras de lanas minerales tomadas en 2006 y 2007 en las obras de construcción en Francia (fuente: FILMM)

➤ **Las fibras durante la vida útil del edificio**

El Observatorio de la Calidad del Aire Interior (OQAI) midió las concentraciones de fibras minerales en el aire ambiente, en el marco de un estudio piloto realizado en 2002. Estos resultados, según el OQAI, no reflejaron que exista “una especificidad aparente de los espacios interiores. Los valores medidos son del orden de 10^{-4} fibras por litro, sin constatar una diferencia marcada entre el exterior y el interior para el conjunto de los lugares objeto de medición”.

El análisis de estos resultados y la jerarquización de los contaminantes, que realizó el grupo de expertos del OQAI, llevaron a adoptar la decisión de no volver a realizar las mediciones de concentración de fibras en el aire interior de las viviendas, durante la campaña de 2003-2005.

Las fibras de lanas minerales representan sólo una ínfima parte de las partículas y fibras respirables, presentes en el aire ambiente. En los locales de uso privado o colectivo, los niveles de exposición son del orden de 0,0002 a 0,005 fibra/ml, es decir, 1/200 del Valor Límite de Exposición profesional (Schneider T., 1995).

Figura: Las fibras respiradas en el aire interior

Emisiones radiactivas

No se han realizado ensayos.

Suelo y agua

No procede para el producto objeto de la presente FDES / DAP.

• Contribución del producto a la calidad de vida en el interior de los edificios

Características del producto en la creación de las condiciones de confort higrotérmico en el edificio

El aislamiento de los tabiques contribuye a un ambiente sano y cómodo, y al aumento del confort térmico, al reducir los efectos de los tabiques fríos.

Dotado de una barrera de vapor, evita cualquier riesgo de condensación en los tabiques.

Al haber aislamiento, a la vez que se suministra confort, disminuye la temperatura interior, con la consiguiente reducción del consumo de energía.

Las lanas minerales, debido a sus procesos de fabricación, presentan una gran variedad de espesores y de resistencias térmicas. La conductividad térmica de las lanas minerales está comprendida entre 0,030 W/mK y 0,040 W/mK.

Las características térmicas R y la aptitud al uso las certifica la ACERMI/ AENOR (Asociación de certificación de materiales aislantes / Asociación Española de Normalización), lo que garantiza la fiabilidad de su eficacia. Asimismo, cumplen con el marcado CE, según la norma EN 14303 para los productos manufacturados para la construcción. El número de certificación ACERMI/ AENOR del producto es: N° AENOR 020/003541

La lana mineral es imputrescible por naturaleza y no hidrófila para su utilización en la construcción. No retiene el agua y, en caso de mojado accidental, recupera sus propiedades iniciales tras su secado.

La flexibilidad natural de los productos y sus dimensiones permiten una aplicación fácil y unos recortes ajustados que garantizan la eficacia térmica del cerramiento mediante una estanquidad perfecta.

Características del producto en la creación de las condiciones de confort acústico en el edificio

Las lanas minerales son, por naturaleza, eficaces para aislamiento y corrección acústica, gracias a su flexibilidad y porosidad abierta.

Para los productos destinados a rellenar cavidades (tabiques, revestimientos), la lana cumple una función de amortiguador en los sistemas “masa-muelle-masa”. Es independiente de los paramentos.

Para los productos destinados a suelos flotantes o a complejos de revestimiento, la lana facilita la conexión elástica de los paramentos.

Para los productos destinados a la corrección acústica (techos decorativos, revestimientos murales, etc.), el coeficiente de absorción α_w permite conocer la aptitud para el destino que se le va a dar.

En relación con las materias primas constitutivas, las condiciones acústicas y de seguridad contra incendios se cumplen conjuntamente.

Características del producto en la creación de las condiciones de confort visual en el edificio

No procede, ya que en las condiciones normales de utilización el producto no es visible ni en los espacios internos ni desde el exterior.

Características del producto en la creación de las condiciones de confort olfativo en el edificio

No se han efectuado ensayos.

Perímetro de verificación de la FDE&S

El producto URSA AIR P8858 Zero / AIR32GT0B de 25 mm R= 0,75 m²·K/W está comprendido en el perímetro de verificación definido más abajo:

6.- Caracterización de los productos: (Paneles rígidos AIRE)

Aglomerante: fenólico de bajas emisiones, entre un 11 y un 13 %

Masa volumétrica: entre 60 y 80 kg/m³

Grosor: entre 25 y 40 mm

Mecanizado de superficies exterior: Alum.-Kraft / Tejido Vidrio-Alum. / Alum-Reforzado

Mecanizado de superficies interior: Velo de vidrio/ Tejido de vidrio / Alum.-Kraft / Alum.

Reforzado

Embalaje: caja de cartón / sin caja

Paletización: palet estándar 3 x 1,2 de madera con film plástico LDPE, HDPE

Fábricas: El Pla

Perímetros para cada fábrica:

	MÍN.	MÁX.
	Total ciclo de vida (por m ²)	Total ciclo de vida (por m ²)
Calentamiento climático	4.90E+00	7.07E+00
Pérdida de la capa de ozono	6.35E-07	8.58E-07
Acidificación de suelos y agua	2.90E-02	4.09E-02
Eutrofización	5.42E-03	7.51E-03
Formación de ozono fotoquímico	2.24E-03	3.29E-03
Agotamiento de los recursos abióticos - elementos	1.20E-06	1.60E-06
Agotamiento de los recursos abióticos - combustibles fósiles	7.97E+01	1.18E+02
Contaminación del aire	9.70E+02	1.36E+03
Contaminación del agua	2.75E+00	4.05E+00
Utilización de la energía primaria renovable, excluidos los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas	1.34E+00	4.20E+00
Utilización de los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas	1.25E+01	1.46E+01
Utilización total de los recursos de energía primaria renovables	1.43E+01	1.84E+01
Utilización de la energía primaria no renovable, excluidos los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas	7.17E+01	1.05E+02
Utilización de los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas	1.24E+01	1.96E+01
Utilización total de los recursos de energía primaria no renovables	8.41E+01	1.25E+02
Utilización de materia secundaria	9.01E-01	1.24E+00
Utilización de combustibles secundarios renovables	0.00E+00	0.00E+00
Utilización de combustibles secundarios no renovables	0.00E+00	0.00E+00
Utilización neta de agua dulce	1.48E-02	1.93E-02
Residuos peligrosos eliminados	4.44E-02	7.86E-02
Residuos no peligrosos eliminados	3.52E+00	4.96E+00
Residuos radiactivos eliminados	1.77E-04	2.81E-04
Componentes destinados a su reutilización	0.00E+00	0.00E+00
Materiales destinados a su reciclado	0.00E+00	0.00E+00
Materiales destinados a la recuperación de energía	0.00E+00	0.00E+00
Energía eléctrica suministrada al exterior	0.00E+00	0.00E+00
Energía de vapor suministrada al exterior	0.00E+00	0.00E+00
Energía de gas y proceso suministrada al exterior	0.00E+00	0.00E+00

Calculo de impactos ambientales para un ml de conductos

Introducción

Normalmente, los instaladores de conductos de climatización hechos a partir de paneles de lana mineral de vidrio, calculan las superficies del conducto para realizar los suministros de los materiales y también para hacer la facturación del trabajo, por lo que el m² de conducto se utiliza como unidad funcional. Sin embargo para la evaluación ambiental, en algunos casos es útil realizar cálculos por metro lineal de conducto con una sección de referencia.

La tabla siguiente proporciona un coeficiente para los impactos medioambientales de la FDES, para encontrar el impacto de un metro lineal a lo largo de las diferentes secciones de conductos.

		Ancho del conducto (m)															
		0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
Altura del conducto (m)	0.25	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50
	0.30	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60
	0.35	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70
	0.40	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80
	0.45	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90
	0.50	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00
	0.55	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10
	0.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20
	0.65	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30
	0.70	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40
	0.75	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50
	0.80	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60
	0.85	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70
	0.90	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70	3.80
	0.95	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70	3.80	3.90
	1.00	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70	3.80	3.90	4.00

Declaración ambiental y sanitaria del producto

Environmental and Health Product Declaration (EPD & HPD)
Conforme a la Norma NF EN 15804+A1 y su complemento nacional
NF 15 804/CN

6.-Paneles rígidos revestidos con Lana de Vidrio URSA

URSA AIR Zero Q4 P8856 / AIR32GT0B

40 mm

R= 1,25 m²·K/W

Fecha de realización: enero 2017

Fecha de edición: Julio 2017

Índice

Índice	210
Advertencia	211
Guía de lectura	211
Precaución al utilizar la FDES para comparar productos	211
• Información general	212
• Descripción de la unidad funcional y del producto	213
Descripción de la unidad funcional:	213
Descripción del producto y de su utilización:	213
Datos técnicos y características físicas:	213
Norma de referencia para declarar la eficacia del producto: EN 14303	213
Descripción de los principales compuestos y/o materiales por m ² de producto:	214
Descripción de la vida útil de referencia	214
• Etapas del ciclo de vida	215
Etapas de producción, A1-A3	215
Etapas de construcción A4-A5	217
Etapas de utilización (exclusión de ahorro de energía potencial), B1-B7	307
Etapas de fin de vida útil C1-C4	218
Ventajas y cargas (aplicar la norma), D	219
• Información para el cálculo del análisis del ciclo de vida	219
• Resultados del análisis de ciclo de vida (ACV)	219
• Interpretación del ciclo de vida	221
• Informaciones adicionales acerca de la liberación de sustancias peligrosas en el aire interior, el suelo y el agua durante la etapa de utilización	222
Aire interior	222
• Contribución del producto a la calidad de vida en el interior de los edificios	225
Características del producto integrado en la creación de las condiciones de confort higrotérmico en el edificio	225
Características del producto integrado en la creación de las condiciones de confort acústico en el edificio	226
Características del producto integrado en la creación de las condiciones de confort visual en el edificio	226
Características del producto integrado en la creación de las condiciones de confort olfativo en el edificio	226
• Información adicional	250
Perímetro de verificación de la FDE&S	2272

Advertencia

Este documento es la traducción del original francés incluido en la base de datos INIES

Las informaciones contenidas en la presente declaración se suministran bajo la responsabilidad de: **URSA** (productor de la FDES / DAP), conforme a la NF EN 15804+A1 y al complemento nacional NF 15 804/CN.

Cualquier uso, total o parcial, que se haga de las informaciones que se suministran en el presente documento deberá ir acompañado, como mínimo, de la referencia completa de la ficha original FDES (DAP), así como del productor correspondiente, que podrá entregar un ejemplar completo.

La norma EN 15804+A1 del CEN y el complemento nacional NF 15 804/CN se han usado como reglas de definición de las categorías de productos (RCP).

La presente ficha ha sido establecida a partir de los elementos metodológicos comunes desarrollados por PWC para el FILMM (Sindicato nacional de fabricantes de aislantes de lana mineral manufacturada) N°: Abril 2015.

NOTA: La traducción literal en francés de «EPD (Environmental Product Declaration)» es «DEP» (Déclaration Environnementale de Produit) [*en español, DAP- Declaración Ambiental de Producto*]. No obstante, en Francia se utiliza corrientemente el término FDES (Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (*Ficha de Declaración Ambiental y Sanitaria*), que agrupa, a la vez, la Declaración Ambiental y las informaciones Sanitarias del producto objeto de dicha ficha. La FDES es, por consiguiente, una DAP cumplimentada con los datos sanitarios.

Guía de lectura

Ejemplo de lectura: $-9,0 \text{ E } -03 = -9,0 \times 10^{-3}$

Se aplicarán las normas de presentación siguientes:

- Si el resultado de cálculo del inventario es cero, aparece dicho valor cero.
- Abreviatura utilizada.
- ...

Precaución al utilizar la FDES / DAP para comparar productos

Si no cumplen con la norma NF EN 15804+A1, puede que las FDES / DAP de los productos de construcción no sean comparables.

La norma NF EN 15804 define en el § 5.3 «Comparabilidad de las Declaraciones Ambientales de Producto para los productos de construcción», las condiciones exigidas para que los productos de construcción se puedan comparar a partir de las informaciones suministradas por la FDES:

"Una comparación del comportamiento ambiental de los productos de construcción, aplicando las informaciones de las DAP, se debe basar en el uso de los productos y su impacto sobre el edificio, y debe tener en cuenta la totalidad del ciclo de vida (todos los módulos de información)."

• Información general

«Declaración Ambiental de Producto conforme a la norma NF EN ISO 14025 y NF EN 15804+A1»

Nota: Si no cumplen con la norma NF EN 15804+A1, puede que las DAP de los productos de construcción no sean comparables.

Tipo de Declaración Ambiental	«de la cuna a la tumba» FDES / DAP individual para la referencia comercial con el nombre del producto, declarada más abajo.
Identificación de RCP (Regla de Categoría de Producto)	La norma EN 15804+A1 y el complemento nacional NF 15 804/CN sirven como reglas de definición de las categorías de productos (RCP).
Editor de la DAP	Josep Sole (Sustainability & Technical Manager URSA Insulation) josep.sole@ursa.com
Nombre del producto declarado	URSA AIR Zero Q4 P8856 / AIR32GT0B 40 mm R= 1,25 m ² ·K/W
Propietario de la declaración	URSA France SAS. Noisy-Le-Grand 93160 Maille Nord III 7 Porte de Neuilly www.ursa.fr URSA Ibérica Aislantes SA. www.ursa.es
Fabricante vinculado a la declaración	URSA Producto fabricado en la fábrica El Pla
Logo del programa y dirección del sitio web	AFNOR-INIES www.inies.fr
Fecha de publicación	Enero 2017
Periodo de validez (5 años)	Enero 2022
Composición del producto (flujo de referencia)	Cantidad de lana mineral: 2600 g Espesor: 40 mm Revestimientos superficiales: 131+35+126 g/m ² Alu-Kraft reforzado + Velo de Vidrio + Tejido de vidrio Embalaje para transporte y distribución: 0,241 kg/m ² Caja de cartón Paletización 140,4 m ² /palet) 1,62 kg/palet HDLPE 1,61 kg/palet LDPE 0,01 kg/palet PP 24 kg/palet Madera

Demostración de la Verificación:

La norma EN se utiliza como RCP 15804		
Verificación independiente conforme a EN ISO 14025	☒ Externa	
Nombre del perito verificador	Yannick Le Guern yannick.leguern@cegetel.net	

• Descripción de la unidad funcional y del producto

Descripción de la unidad funcional:

Al considerar las funciones de este producto, se puede describir la unidad funcional del siguiente modo:

Realizar una función de aislamiento térmico sobre 1 m² de conducción que garantice la resistencia térmica de $R = 1,25 \text{ K.m}^2.\text{W}^{-1}$ para la aplicación Aislamiento de construcción de conductos de climatización.

Descripción del producto y de su utilización:

Esta Ficha de Declaración Ambiental y Sanitaria (FDES/ DAP) describe el impacto ambiental de 1 m² de aislante de lana de vidrio.

URSA fabrica la lana de vidrio con materias primas naturales y abundantes (arena) o materias recicladas (casco de vidrio), mediante fusión y fibraje. Los productos obtenidos se presentan en forma de un «colchón de lana mineral» compuesto por una estructura flexible que aprisiona aire inmovilizado en su interior.

En la tierra, el mejor aislante es el aire seco e inmóvil a 10°C: el coeficiente de conductividad térmica, expresado en λ , es de 0,025 W/(m.K) (vatios por metro grado Kelvin). La conductividad térmica de las lanas minerales se aproxima a la del aire inmóvil, puesto que el λ correspondiente varía de 0,030 W/(m.K), en el caso de las más eficaces, a 0,040 W/(m.K) para las menos eficaces.

Gracias a su estructura entrelazada, las lanas minerales (lana de vidrio o lana de roca) son materiales porosos que inmovilizan el aire, lo que hace que sea una solución adecuada para aislamiento. La estructura porosa y elástica de la lana mineral absorbe asimismo los ruidos aéreos y de impacto, y permite efectuar la corrección acústica en el interior de los locales. Por último, ya que por su naturaleza están constituidas a base de minerales incombustibles, las lanas minerales no alimentan el fuego y no propagan las llamas.

El aislamiento con lana mineral (lana de vidrio) se utiliza en edificios e instalaciones industriales. Garantiza un alto nivel de confort, reduce los costes de energía, minimiza las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), impide la pérdida de calor a través de los tejados inclinados, las paredes, los suelos, los conductos y calderas, reduce la contaminación sonora y protege las viviendas e instalaciones industriales del riesgo de incendio.

La vida útil de un producto a base de lana de vidrio es similar a la de un edificio, siempre que el elemento constructivo forme parte de éste (con frecuencia, establecido en 50 años).

Datos técnicos y características físicas:

Norma de referencia para declarar la eficacia del producto: EN 13162 / EN 14303.

Uso previsto: Aislante térmico para equipos e instalaciones de los edificios / aislamiento de construcción de conductos de climatización.

Código de designación CE: T5-MV1-Aw (0,6)

Resistencia térmica del producto: 1,25 K.m².W⁻¹ (AENOR 020/003545)

Conductividad térmica del producto: 0,032 W / (m.K)

Reacción al fuego: Euro clase B s1 d0

Propiedades acústicas: Coeficiente de absorción acústica 0,60

Descripción de los principales compuestos y/o materiales por m² de producto:

Parámetro	Valor
Cantidad de lana mineral	2600 g
Grosor	40 mm
Mecanizado de superficies	131+35+126 g/m ² Alu-Kraft reforzado + Velo de Vidrio + Tejido de vidrio
Embalaje para transporte y distribución	0,241 kg/m ² Caja de cartón Paletización 140,4 m ² /palet) 1,62 kg/palet HDLPE 1,61 kg/palet LDPE 0,01 kg/palet PP 24 kg/paleta Madera
Sustancias peligrosas	Ninguna sustancia peligrosa que declarar

Descripción de la vida útil de referencia

Vida útil de referencia (VUR)	50 años
Justificación	La VUR elegida corresponde al periodo al cabo del cual se prevé que hay que efectuar una renovación del edificio, causada por necesidades ajenas a la vida útil del producto, (pudiendo superar los 50 años). El producto conserva su eficacia técnica durante el periodo total de su ciclo de vida.
Propiedades declaradas del producto (a su salida de fábrica) y acabados, etc.	Paneles y rulos de lana de vidrio de 40 mm con revestimiento en superficie Alu-Kraft reforzado + Velo de Vidrio + Tejido de vidrio.
Parámetros teóricos de aplicación (impuestos por el fabricante), incluidas las referencias a las prácticas apropiadas	---
Calidad prevista de las obras si la instalación cumple con las instrucciones del fabricante	La instalación se debe hacer conforme a las reglas de buena construcción o a los correspondientes DTU (Documentos Técnicos Unificados) o DTA (Documentos Técnicos de Aplicación).
Entorno exterior (aplicaciones para exterior), por ejemplo, intemperie, agentes contaminantes, exposición a rayos UV y al viento, orientación del edificio, sombreado o temperatura	Los productos de lana mineral no se utilizan directamente en el exterior de los edificios, por consiguiente, no les afectan las condiciones exteriores.
Entorno interior (aplicaciones para interior), por ejemplo, temperatura, humedad, exposición a productos químicos	Los productos de lana mineral se utilizan en el interior de los edificios previa protección (placa de yeso/madera/...).
Condiciones de utilización, por ejemplo, frecuencia de uso, exposición mecánica	Los productos de lana mineral no están sometidos a restricciones de uso o exposición mecánica.
Mantenimiento, por ejemplo, frecuencia exigida, tipo y calidad, y sustitución de componentes reemplazables	Los productos de lana mineral no requieren mantenimiento durante su vida útil.

• Etapas del ciclo de vida

Esquema del ciclo de vida

Etapas y módulos del ciclo de vida considerados

Etapa de producción	Etapa de construcción		Etapa de utilización							Etapa de fin de vida útil				D Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Uso de energía	B7 Uso de agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
A1 / A2 / A3														
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	MNA

Etapa de producción, A1-A3

Descripción de la etapa:

La etapa de producción de productos de lana mineral se subdivide en tres módulos: A1, abastecimiento de materias primas; A2, transporte; y A3, fabricación.

La norma EN 15 804+A1, que se aplica a la presente FDES / DAP, permite agregar los módulos A1, A2 y A3.

A1 Suministro de materias primas

Este módulo comprende el suministro y el tratamiento de todas las materias primas y las energías que se producen desde el inicio del proceso de fabricación. En particular, abarca el abastecimiento de materias primas para fabricar el aglomerante y las fibras de vidrio, como por ejemplo, la arena. Como complemento de estas materias primas, se usan materiales reciclados (casco de vidrio).

A2 Transporte al fabricante

Las materias primas se transportan hasta el lugar de fabricación. La modelización comprende, para cada materia prima, transporte por carretera, fluvial o ferroviario (valores medios).

A3 Fabricación

La fabricación de la lana de vidrio comprende las etapas de fusión y fibraje (*cf.* diagrama del proceso de fabricación). También se tiene en cuenta en esta etapa la producción de los embalajes.

Diagrama del proceso de fabricación

Etapa de construcción A4-A5

Descripción de la etapa:

La etapa de construcción se divide en dos módulos: A4, transporte hasta la obra y A5, instalación en el edificio.

Descripción de los distintos escenarios e informaciones técnicas suplementarias:

A4 Transporte hasta la obra:

Este módulo incluye el transporte desde la salida de fábrica a la obra.

El transporte se calcula a partir de un escenario que incluye los siguientes parámetros:

Parámetro	Valor
Tipo de combustible y consumo del vehículo o tipo de vehículo utilizado para el transporte, por ejemplo, camión de larga distancia, barco, etc.	Camión con una carga útil de 24 t; consumo de diésel de 38 litros/100km.
Distancia media hasta la obra	460 km
Utilización de la capacidad (incluidos retornos sin carga)	100% de la capacidad en volumen 30% de retornos sin carga
Densidad del producto transportado	140,4 m ² por palet y 8 palets por camión Densidad del producto = 2600/ 40 = 65 kg/m ³
Coeficiente de uso de la capacidad volumétrica	>1 (productos comprimidos en los embalajes)

A5 Instalación en el edificio:

Este módulo comprende los residuos resultantes de la instalación de la lana mineral en el edificio, la producción suplementaria generada para compensar estas pérdidas y el tratamiento de los residuos de la obra. Los distintos escenarios utilizados para la cantidad de residuos resultantes de la instalación y el tratamiento de éstos son los siguientes:

Parámetro	Valor
productos auxiliares para la instalación (especificados por material)	Sin productos auxiliares
Utilización de agua	No se utiliza agua
Utilización de otros recursos	No se utilizan otros recursos
Descripción cuantitativa del tipo de energía (mix regional) y consumo durante el proceso de instalación	No se necesita energía
Residuos generados en la obra durante el proceso de la instalación del producto (especificados por tipo)	15 % de lana de vidrio
Materias (especificadas por tipo) resultantes del tratamiento de residuos en la obra, por ejemplo, recogida para su reciclado, recuperación de energía, eliminación (especificadas por modo)	Todos los residuos de lana de vidrio, sus embalajes y los derivados de producción para la instalación se consideran como eliminados en vertedero 1258 gr/UF
Emisiones directas a la atmósfera ambiente, suelo y agua	No se prevén emisiones

Etapas de utilización (exclusión de ahorro de energía en fase de utilización), B1-B7

Descripción de la etapa:

La etapa de utilización se divide en siete módulos:

- B1: Utilización o aplicación del producto instalado
- B2: Mantenimiento
- B3: Reparación
- B4: Sustitución
- B5: Rehabilitación
- B6: Necesidades de energía en la fase de utilización
- B7: Necesidades de agua en la fase de utilización

Descripción de los distintos escenarios e informaciones técnicas suplementarias:

No se requiere ninguna operación técnica durante la fase de utilización hasta el fin de vida útil. Por ello, las lanas minerales carecen de impacto en esta etapa, pero permiten un ahorro de energía en la fase de utilización (véase la información adicional en anexo).

Etapas de fin de vida útil C1-C4

Descripción de la etapa:

Esta etapa incluye los siguientes módulos de fin de vida útil: C1, deconstrucción, demolición; C2, transporte hasta el tratamiento de residuos; C3, tratamiento de residuos para su reutilización, recuperación y/o reciclado; C4, eliminación.

Descripción de los distintos escenarios e informaciones técnicas suplementarias:

C1 Deconstrucción, demolición:

La deconstrucción y/o el desmontaje de los productos de aislamiento forman parte de la demolición de un edificio entero. En nuestro caso, se prevé que el impacto ambiental sea muy leve y quizá insignificante.

C2 Transporte hasta el tratamiento de residuos:

Parámetro	Valor
Proceso de recogida, especificado por tipo	2,917 kg de lana de vidrio (recogidos mezclados con los residuos de obra)
Sistema de recuperación especificado por tipo	Sin reutilización, ni reciclado ni recuperación de energía
Eliminación especificada por tipo	2,917 kg de lana de vidrio llevados a vertedero de residuos no inertes, no peligrosos
Hipótesis para la elaboración de los distintos escenarios (por ejemplo, transporte)	Camión con una carga útil de 24 t, consumo de diésel de 38 litros/100 km 30 m

C3 Tratamiento de residuos para su reutilización, recuperación y/o reciclado:

Se considera que el producto se enterrará, sin reutilización, ni recuperación ni reciclado.

C4 Eliminación:

Se prevé que la lana de vidrio se almacene como residuos no inertes, no peligrosos en su totalidad.

Beneficios y cargas (aplicar la norma), D

Descripción de los distintos escenarios e informaciones técnicas suplementarias:
Los beneficios asociados al reciclado de los embalajes (A5) no se han considerado.

• Información para el cálculo del análisis del ciclo de vida

RCP utilizada	La norma EN 15804+A1 y el complemento nacional NF 15 804/CN sirven como reglas de definición de las categorías de productos (RCP).
Fronteras del sistema	De la cuna a la tumba: etapas = A1-3, A4-A5, C2-4
Asignaciones	Dado que no existen co-productos, no se han utilizado criterios de asignación.
Representatividad geográfica Temporal	País de producción España país de utilización España datos de producción 2013. Bases de Datos secundarios: módulos genéricos base DEAM (TEAM 5.2/PWC), actualizados con un modelo energético de 2011 y módulos Ecoinvent V2.2 (2010).
Variabilidad de los resultados	

• Resultados del análisis de ciclo de vida (ACV)

El modelo de ACV, la agregación de datos y los impactos ambientales se calculan a partir del software TEAM 5.2 TM.

A continuación, se presentan las tablas que resumen los resultados del ACV.

IMPACTOS AMBIENTALES

Impactos Ambientales	Etapas de producción	Etapas de construcción		Etapas de utilización							Etapas de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Demolición /	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
Calentamiento climático <i>kg CO₂ equiv/UF</i>	5,5	5,7E-01	9,4E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	5,3E-03	0	2,6E-02	MNA
El potencial de calentamiento total de un gas se relaciona con la contribución total al calentamiento global resultante de la emisión de una unidad de dicho gas, respecto de una unidad del gas de referencia, el dióxido de carbono, al que se le atribuye el valor 1.															
Pérdida de la capa de ozono <i>kg CFC 11 equiv/UF</i>	3,2E-07	4,1E-07	1,1E-07	0	0	0	0	0	0	0	0	3,9E-09	0	6,2E-09	MNA
La destrucción de la capa de ozono estratosférica, que protege la Tierra de los rayos ultravioleta, nocivos para la vida, está causada por la ruptura de ciertos cloros y/o compuestos que contienen bromo al alcanzar la atmósfera, y destruyen luego las moléculas de ozono mediante reacciones catalíticas.															
Acidificación de suelos y agua <i>kg SO₂ equiv/UF</i>	3,2E-02	2,6E-03	5,5E-03	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3E-05	0	2,1E-04	MNA
Los contaminantes ácidos tienen un impacto negativo sobre los ecosistemas naturales y el medio ambiente, causado por el hombre, incluidos los edificios. Las principales fuentes de emisiones de sustancias acidificantes son la agricultura y la quema de combustibles fósiles utilizados para la producción de electricidad, para la calefacción y los transportes.															
Eutrofización <i>kg (PO₄)³⁻ equiv/UF</i>	5,5E-03	6,1E-04	1,2E-03	0	0	0	0	0	0	0	0	2,8E-06	0	1,6E-04	MNA
Un enriquecimiento excesivo en nutrientes, de las aguas y de las superficies continentales, que conlleva efectos biológicos nefastos.															
Formación de ozono fotoquímico <i>Eteno equiv/UF</i>	2,3E-03	4,1E-04	4,9E-04	0	0	0	0	0	0	0	0	3,2E-06	0	7,6E-05	MNA
Las reacciones químicas provocadas por la energía de la luz solar. La reacción de los óxidos de nitrógeno con los hidrocarburos en presencia de la luz solar, formando ozono, es un ejemplo de una reacción fotoquímica.															
Agotamiento de los recursos abióticos (elementos) <i>kg Sb equiv/UF</i>	1,3E-06	5,4E-10	2,4E-07	0	0	0	0	0	0	0	0	5,0E-12	0	2,1E-08	MNA
Agotamiento de los recursos abióticos (combustibles fósiles) <i>MJ/UF</i>	95	7,3	16	0	0	0	0	0	0	0	0	6,8E-02	0	5,6E-01	MNA
El consumo de recursos no renovables, que reduce su disponibilidad para las generaciones futuras.															
Contaminación del aire - <i>m³/UF</i>	1.136	37	185	0	0	0	0	0	0	0	0	3,2E-01	0	5,5	MNA
Contaminación del agua - <i>m³/UF</i>	8,5E-01	1,6E-01	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5E-03	0	8,7E-01	MNA

UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS

Utilización de los recursos	Etapas de producción	Etapas de construcción		Etapas de utilización							Etapas de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
Utilización de la energía primaria renovable, excluidos los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	5,8	3,6E-03	8,8E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	3,3E-05	0	6,1E-03	MNA
Utilización de los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	10	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización total de los recursos de energía primaria renovables (energía primaria y recursos de energía primaria utilizados como materias primas) - MJ/UF	16	3,6E-03	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0	3,3E-05	0	6,1E-03	MNA
Utilización de la energía primaria no renovable, excluidos los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	83	7,4	14	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9E-02	0	5,5E-01	MNA
Utilización de los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	17	0	2,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización total de los recursos de energía primaria no renovables (energía primaria y recursos de energía primaria utilizados como materias primas) - MJ/UF	100	7,4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9E-02	0	5,5E-01	MNA
Utilización de materias primas secundarias- kg/UF	1,1	0	1,6E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización de combustibles secundarios renovables - MJ/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización de combustibles secundarios no renovables - MJ/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización neta de agua dulce - m³/UF	1,5E-02	7,0E-04	3,2E-03	0	0	0	0	0	0	0	0	6,5E-06	0	8,2E-04	MNA

CATEGORÍA DE RESIDUOS

Categoría de residuos	Etapas de producción	Etapas de construcción		Etapas de utilización							Etapas de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
Residuos peligrosos eliminados - <i>kg/UF</i>	6,8E-02	2,2E-04	1,0E-02	0	0	0	0	0	0	0	0	2,1E-06	0	0	MNA
Residuos no peligrosos eliminados - <i>kg/UF</i>	7,9E-01	6,1E-04	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0	5,6E-06	0	2,9	MNA
Residuos radiactivos eliminados - <i>kg/UF</i>	1,3E-04	1,2E-04	3,7E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1E-06	0	0	MNA

FLUJOS SALIENTES

Flujos salientes	Etapas de producción	Etapas de construcción		Etapas de utilización							Etapas de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
Componentes destinados a su reutilización - <i>kg/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Materiales destinados a su reciclado - <i>kg/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Materiales destinados a la recuperación de energía - <i>kg/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Energía eléctrica suministrada al exterior - <i>MJ/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Energía de vapor suministrada al exterior - <i>MJ/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Energía de gas y proceso suministrada al exterior - <i>MJ/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA

IMPACTOS AMBIENTALES					
Agregación de los distintos módulos para obtener un «Total de etapa» o «Total de ciclo de vida»					
Impactos/Flujos <i>unidad</i>	Etapas de producción	Etapas de construcción	Etapas de utilización	Etapas de fin de vida útil	Total ciclo de vida
Impacto ambiental					
Calentamiento climático - $kg\ CO_2\ equiv/UF$	5,5	1,5	0	3,2E-02	7,1
Pérdida de la capa de ozono $kg\ CFC\ 11\ equiv/UF$	3,2E-07	5,3E-07	0	1,0E-08	8,6E-07
Acidificación de suelos y agua - $kg\ SO_2\ equiv/UF$	3,2E-02	8,1E-03	0	2,2E-04	4,1E-02
Eutrofización - $kg\ (PO_4)^{3-}\ equiv/UF$	5,5E-03	1,8E-03	0	1,7E-04	7,5E-03
Formación de ozono fotoquímico $Eteno\ equiv/UF$	2,3E-03	9,0E-04	0	7,9E-05	3,3E-03
Agotamiento de los recursos abióticos (elementos) $kg\ Sb\ equiv/UF$	1,3E-06	2,4E-07	0	2,1E-08	1,6E-06
Agotamiento de los recursos abióticos (combustibles fósiles) MJ/UF	95	23	0	6,3E-01	118
Contaminación del aire - m^3/UF	1.136	222	0	5,8	1.364
Contaminación del agua - m^3/UF	8,5E-01	2,3	0	8,7E-01	4,1
Consumo de recursos					
Utilización de energía primaria renovable, excluidos los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	5,8	8,8E-01	0	6,1E-03	6,7
Utilización de los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	10	1,5	0	0	12
Utilización total de los recursos de energía primaria renovables (energía primaria y recursos de energía primaria utilizados como materias primas- MJ/UF	16	2,4	0	6,1E-03	18
Utilización de la energía primaria no renovable, excluidos los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	83	21	0	6,2E-01	105
Utilización de los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas- MJ/UF	17	2,6	0	0	20
Utilización total de los recursos de energía primaria no renovables (energía primaria y recursos de energía primaria utilizados como materias primas)- MJ/UF	100	24	0	6,2E-01	125
Utilización de materias primas secundarias- kg/UF	1,1	1,6E-01	0	0	1,2
Utilización de combustibles secundarios renovables - MJ/UF	0	0	0	0	0
Utilización de combustibles secundarios no renovables - MJ/UF	0	0	0	0	0
Utilización neta de agua dulce - m^3/UF	1,5E-02	3,9E-03	0	8,2E-04	1,9E-02
Categorías de residuos					
Residuos peligrosos eliminados - kg/UF	6,8E-02	1,0E-02	0	2,1E-06	7,9E-02
Residuos no peligrosos eliminados - kg/UF	7,9E-01	1,3	0	2,9	5,0
Residuos radiactivos eliminados - kg/UF	1,3E-04	1,5E-04	0	1,1E-06	2,8E-04
Flujos salientes					
Componentes destinados a su reutilización - kg/UF	0	0	0	0	0
Materiales destinados a su reciclado- kg/UF	0	0	0	0	0
Materiales destinados a la recuperación de energía- kg/UF	0	0	0	0	0
Energía eléctrica suministrada al exterior - MJ/UF	0	0	0	0	0
Energía de vapor suministrada al exterior - MJ/UF	0	0	0	0	0
Energía de gas y proceso suministrada al exterior - MJ/UF	0	0	0	0	0

• Interpretación del ciclo de vida

Impacts Environnementaux / Etapas	Etape de production (A1-A3)	Etape de construction (A4-A5)	Etape d'utilisation (B1-B7)	Etape de fin de vie (C1-C4)	Total cycle de vie	Bénéfices et charges au-delà des frontières du système (D)
Réchauffement climatique <i>kg CO₂ equiv /UF</i>	5,53	1,51	0,00	0,03	7,07 kg CO ₂ equiv /UF	0,00
Epuisement des ressources abiotiques (fossiles) <i>MJ/UF</i>	94,52	22,88	0,00	0,63	118,03 MJ/UF	0,00
Utilisation totale des ressources d'énergie primaire [1] <i>MJ/UF</i>	116,13	26,18	0,00	0,63	142,94 MJ/UF	0,00
Utilisation nette d'eau douce <i>m³/UF</i>	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02 m ³ /UF	0,00
Déchets éliminées [2] <i>kg/UF</i>	0,86	1,27	0,00	2,92	5,04 kg/UF	0,00
Epuisement des ressources abiotiques (éléments) <i>kg Sb equiv/UF</i>	1,34E-06	2,36E-07	0,00E+00	2,11E-08	1,6E-06 kg Sb equiv/UF	0,00E+00
Pollution de l'air <i>m3/UF</i>	1.136,38	221,68	0,00	5,81	1364 m3 /UF	0,00
Energie primaire renouvelable <i>MJ/UF</i>	15,95	2,40	0,00	0,01	18,36 MJ /UF	0,00
Energie primaire non renouvelable <i>MJ /UF</i>	100,18	23,77	0,00	0,62	124,58 MJ /UF	0,00

[1] Somme de : "Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables" + "Utilisation totale des ressources d'énergie primaire renouvelables".

[2] Somme de : "Déchets dangereux éliminés" + "Déchets non dangereux éliminés" + "Déchets radioactifs éliminés".

- **Informaciones adicionales acerca de la emisión de sustancias peligrosas en el aire interior, el suelo y el agua durante la etapa de utilización**

Aire interior

COV y formaldehídos

La clasificación sanitaria del producto URSA AIR Zero Q4 P8856 / AIR32GT0B es A+, conforme a la Orden de 19 de abril de 2011, relativa al etiquetado de los productos de construcción o de revestimiento de paredes o suelos, y pinturas y barnices, y sus emisiones de contaminantes volátiles.

Lanas minerales y salud

➤ **Irritación mecánica de las fibras**

Las fibras de lana mineral ya no están clasificadas como R38 en relación con la irritación de la piel, desde enero de 2009 (Directiva 2009/2/CE) y, por consiguiente, ya no están catalogadas como irritantes. Las fibras más gruesas de este tipo (con un diámetro superior a aproximadamente 5 µm) pueden, como cualquier cuerpo extraño, causar picores, que son una reacción mecánica y no química, además de temporal.

➤ **Clasificación cancerígena de las fibras**

Las fibras que componen las lanas minerales quedan exentas de la clasificación cancerígena, conforme al Reglamento sobre clasificación y etiquetado de sustancias y mezclas, el Reglamento (CE) n° 1272/2008 y su primera actualización, el Reglamento (CE) n° 790/2009. En efecto, estas fibras superaron con éxito los ensayos que dispone dicho Reglamento, siendo su bio-persistencia inferior a los valores definidos en su nota «Q». La exención está certificada por el EUCB (European Certification Board - www.euceb.org).

El EUCB certifica que las fibras cumplan con las disposiciones de la nota «Q» del Reglamento (CE) n° 1272/2008. El EUCB garantiza que los ensayos para obtener el certificado de exención han sido realizados conforme a los protocolos europeos, que los industriales han aplicado los procedimientos de control de la fabricación de los productos y que los resultados han sido verificados y validados por terceros.

El compromiso de los industriales respecto del EUCB consiste en:

- Presentar un informe del ensayo establecido por uno de los laboratorios reconocidos por el EUCB, que demuestre que las fibras cumplen con una de las cuatro condiciones de exención previstas en la nota «Q» del Reglamento (CE) n° 1272/2008.

- Someterse, dos veces al año, al control de su producción por parte de un tercero independiente, reconocido por el EUCB (extracción de muestras y conformidad con el análisis químico inicial).
- Implantar los procedimientos de control interno en cada fábrica.

Los productos que cumplen con esta certificación se reconocen gracias al logotipo EUCB que figura en el empaquetado:

➤ **Clasificación cancerígena de las fibras**

Las recomendaciones que se indican para la aplicación de los materiales aislantes compuestos por lana mineral son similares a las que se aplican en cualquier obra de construcción; y son las siguientes:

Couvrir les parties du corps exposées. Dans un endroit non ventilé, portez un masque jetable.

Se rincez à l'eau froide avant de se laver.

Nettoyez avec un aspirateur.

Ventilez le lieu de travail si possible.

Respecter la réglementation sur les déchets

En cas de travail au dessus de la tête, portez des lunettes

Adicionalmente, las mediciones realizadas en las obras de construcción muestran un promedio en la exposición de los instaladores de los aislantes de lana mineral más bajo que la registrada en los lugares de producción. Dichas mediciones fueron tomadas a petición del FILMM.

Tipo de aplicación	Mediciones individuales de exposición tomadas a los operarios			
	Número de mediciones	Media	Mediana	Probabilidad de superar el límite de exposición profesional
		(f/ml)	(f/ml)	(1 f/ml)
Paredes – Lana de vidrio sobre estructura metálica	9	0,1	0,07	0,07%
Paredes – Complejo de revestimiento	7	0,23	0,19	2,01%
Techos – Lana de vidrio insuflada	8	0,09	0,05	0,12%
Vertientes – Lana de vidrio	4	0,08	0,06	0,00%
Proyección – Lana de escorias (operario de alimentación)	6	0,07	0,06	0,00%
Proyección – Lana de escorias (proyector)	10	0,07	0,06	0,00%

Tabla: Resultados de las mediciones de exposición a las fibras de lanas minerales tomadas en 2006 y 2007 en las obras de construcción en Francia (fuente: FILMM)

➤ **Las fibras durante la vida útil del edificio**

El Observatorio de la Calidad del Aire Interior (OQAI) midió las concentraciones de fibras minerales en el aire ambiente, en el marco de un estudio piloto realizado en 2002. Estos resultados, según el OQAI, no reflejaron que exista “una especificidad aparente de los espacios interiores. Los valores medidos son del orden de 10^{-4} fibras por litro, sin constatar una diferencia marcada entre el exterior y el interior para el conjunto de los lugares objeto de medición”.

El análisis de estos resultados y la jerarquización de los contaminantes, que realizó el grupo de expertos del OQAI, llevaron a adoptar la decisión de no volver a realizar las mediciones de concentración de fibras en el aire interior de las viviendas, durante la campaña de 2003-2005.

Las fibras de lanas minerales representan sólo una ínfima parte de las partículas y fibras respirables, presentes en el aire ambiente. En los locales de uso privado o colectivo, los niveles de exposición son del orden de 0,0002 a 0,005 fibra/ml, es decir, 1/200 del Valor Límite de Exposición profesional (Schneider T., 1995).

Figura: Las fibras respiradas en el aire interior

Emisiones radiactivas

No se han realizado ensayos.

Suelo y agua

No procede para el producto objeto de la presente FDES / DAP.

• Contribución del producto a la calidad de vida en el interior de los edificios

Características del producto en la creación de las condiciones de confort higrotérmico en el edificio

El aislamiento de los tabiques contribuye a un ambiente sano y cómodo, y al aumento del confort térmico, al reducir los efectos de los tabiques fríos.

Dotado de una barrera de vapor, evita cualquier riesgo de condensación en los tabiques.

Al haber aislamiento, a la vez que se suministra confort, disminuye la temperatura interior, con la consiguiente reducción del consumo de energía.

Las lanas minerales, debido a sus procesos de fabricación, presentan una gran variedad de espesores y de resistencias térmicas. La conductividad térmica de las lanas minerales está comprendida entre 0,030 W/mK y 0,040 W/mK.

Las características térmicas R y la aptitud al uso las certifica la ACERMI/ AENOR (Asociación de certificación de materiales aislantes / Asociación Española de Normalización), lo que garantiza la fiabilidad de su eficacia. Asimismo, cumplen con el marcado CE, según la norma EN 13162/EN 14303 para los productos manufacturados para la construcción. El número de certificación ACERMI/ AENOR del producto es: N° AENOR 020/003545

La lana mineral es imputrescible por naturaleza y no hidrófila para su utilización en la construcción. No retiene el agua y, en caso de mojado accidental, recupera sus propiedades iniciales tras su secado.

La flexibilidad natural de los productos y sus dimensiones permiten una aplicación fácil y unos recortes ajustados que garantizan la eficacia térmica del cerramiento mediante una estanquidad perfecta.

Características del producto en la creación de las condiciones de confort acústico en el edificio

Las lanas minerales son, por naturaleza, eficaces para aislamiento y corrección acústica, gracias a su flexibilidad y porosidad abierta.

Para los productos destinados a rellenar cavidades (tabiques, revestimientos), la lana cumple una función de amortiguador en los sistemas “masa-muelle-masa”. Es independiente de los paramentos.

Para los productos destinados a suelos flotantes o a complejos de revestimiento, la lana facilita la conexión elástica de los paramentos.

Para los productos destinados a la corrección acústica (techos decorativos, revestimientos murales, etc.), el coeficiente de absorción α_w permite conocer la aptitud para el destino que se le va a dar.

En relación con las materias primas constitutivas, las condiciones acústicas y de seguridad contra incendios se cumplen conjuntamente.

Características del producto en la creación de las condiciones de confort visual en el edificio

No procede, ya que en las condiciones normales de utilización el producto no es visible ni en los espacios internos ni desde el exterior.

Características del producto en la creación de las condiciones de confort olfativo en el edificio

No se han efectuado ensayos.

• Información adicional

Perímetro de verificación de la FDE&S

El producto URSA AIR Zero Q4 P8856 / AIR32GT0B de 40 mm $R = 1,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ está comprendido en el perímetro de verificación definido más abajo:

6.- Caracterización de los productos: (Paneles rígidos AIRE)

Aglomerante: fenólico de bajas emisiones, entre un 11 y un 13 %

Masa volumétrica: entre 60 y 80 kg/m³

Grosor: entre 25 y 40 mm

Mecanizado de superficies exterior: Alum.-Kraft / Tejido Vidrio-Alum. / Alum-Reforzado

Mecanizado de superficies interior: Velo de vidrio/ Tejido de vidrio / Alum.-Kraft / Alum. Reforzado

Embalaje: caja de cartón / sin caja

Paletización: palet estándar 3 x 1,2 de madera con film plástico LDPE, HDPE

Fábricas: El Pla

Perímetros para cada fábrica:

	MÍN. Total ciclo de vida (por m ²)	MÁX. Total ciclo de vida (por m ²)
Calentamiento climático	4.90E+00	7.07E+00
Pérdida de la capa de ozono	6.35E-07	8.58E-07
Acidificación de suelos y agua	2.90E-02	4.09E-02
Eutrofización	5.42E-03	7.51E-03
Formación de ozono fotoquímico	2.24E-03	3.29E-03
Agotamiento de los recursos abióticos - elementos	1.20E-06	1.60E-06
Agotamiento de los recursos abióticos - combustibles fósiles	7.97E+01	1.18E+02
Contaminación del aire	9.70E+02	1.36E+03
Contaminación del agua	2.75E+00	4.05E+00
Utilización de la energía primaria renovable, excluidos los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas	1.34E+00	4.20E+00
Utilización de los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas	1.25E+01	1.46E+01
Utilización total de los recursos de energía primaria renovables	1.43E+01	1.84E+01
Utilización de la energía primaria no renovable, excluidos los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas	7.17E+01	1.05E+02
Utilización de los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas	1.24E+01	1.96E+01
Utilización total de los recursos de energía primaria no renovables	8.41E+01	1.25E+02
Utilización de materia secundaria	9.01E-01	1.24E+00
Utilización de combustibles secundarios renovables	0.00E+00	0.00E+00
Utilización de combustibles secundarios no renovables	0.00E+00	0.00E+00
Utilización neta de agua dulce	1.48E-02	1.93E-02
Residuos peligrosos eliminados	4.44E-02	7.86E-02
Residuos no peligrosos eliminados	3.52E+00	4.96E+00
Residuos radiactivos eliminados	1.77E-04	2.81E-04
Componentes destinados a su reutilización	0.00E+00	0.00E+00
Materiales destinados a su reciclado	0.00E+00	0.00E+00
Materiales destinados a la recuperación de energía	0.00E+00	0.00E+00
Energía eléctrica suministrada al exterior	0.00E+00	0.00E+00
Energía de vapor suministrada al exterior	0.00E+00	0.00E+00
Energía de gas y proceso suministrada al exterior	0.00E+00	0.00E+00

Calculo de impactos ambientales para un ml de conductos

Introducción

Normalmente, los instaladores de conductos de climatización hechos a partir de paneles de lana mineral de vidrio, calculan las superficies del conducto para realizar los suministros de los materiales y también para hacer la facturación del trabajo, por lo que el m² de conducto se utiliza como unidad funcional. Sin embargo para la evaluación ambiental, en algunos casos es útil realizar cálculos por metro lineal de conducto con una sección de referencia.

La tabla siguiente proporciona un coeficiente para los impactos medioambientales de la FDES, para encontrar el impacto de un metro lineal a lo largo de las diferentes secciones de conductos.

		Ancho del conducto (m)															
		0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
Altura del conducto (m)	0.25	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50
	0.30	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60
	0.35	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70
	0.40	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80
	0.45	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90
	0.50	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00
	0.55	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10
	0.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20
	0.65	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30
	0.70	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40
	0.75	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50
	0.80	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60
	0.85	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70
	0.90	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70	3.80
	0.95	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70	3.80	3.90
	1.00	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70	3.80	3.90	4.00

Declaración ambiental y sanitaria del producto

Environmental and Health Product Declaration (EPD & HPD)
Conforme a la Norma NF EN 15804+A1 y su complemento nacional
NF 15 804/CN

6.-Paneles rígidos revestidos con Lana de Vidrio URSA
URSA AIR P8058 ALU-TECH A2 / AIR33ALA2
25 mm
R= 0,75 m²·K/W

Fecha de realización: enero 2017
Fecha de edición: Julio 2017

Índice

Índice	210
Advertencia	211
Guía de lectura	211
Precaución al utilizar la FDES para comparar productos	211
• Información general	212
• Descripción de la unidad funcional y del producto	213
Descripción de la unidad funcional:	213
Descripción del producto y de su utilización:	213
Datos técnicos y características físicas:	213
Norma de referencia para declarar la eficacia del producto: EN 14303	213
Descripción de los principales compuestos y/o materiales por m ² de producto:	214
Descripción de la vida útil de referencia	214
• Etapas del ciclo de vida	215
Etapas de producción, A1-A3	215
Etapas de construcción A4-A5	217
Etapas de utilización (exclusión de ahorro de energía potencial), B1-B7	307
Etapas de fin de vida útil C1-C4	218
Ventajas y cargas (aplicar la norma), D	219
• Información para el cálculo del análisis del ciclo de vida	219
• Resultados del análisis de ciclo de vida (ACV)	219
• Interpretación del ciclo de vida	221
• Informaciones adicionales acerca de la liberación de sustancias peligrosas en el aire interior, el suelo y el agua durante la etapa de utilización	222
Aire interior	222
• Contribución del producto a la calidad de vida en el interior de los edificios	225
Características del producto integrado en la creación de las condiciones de confort higrotérmico en el edificio	225
Características del producto integrado en la creación de las condiciones de confort acústico en el edificio	226
Características del producto integrado en la creación de las condiciones de confort visual en el edificio	226
Características del producto integrado en la creación de las condiciones de confort olfativo en el edificio	226
• Información adicional	250
Perímetro de verificación de la FDE&S	227

Advertencia

Este documento es la traducción del original francés incluido en la base de datos INIES

Las informaciones contenidas en la presente declaración se suministran bajo la responsabilidad de: **URSA** (productor de la FDES / DAP), conforme a la NF EN 15804+A1 y al complemento nacional NF 15 804/CN.

Cualquier uso, total o parcial, que se haga de las informaciones que se suministran en el presente documento deberá ir acompañado, como mínimo, de la referencia completa de la ficha original FDES (DAP), así como del productor correspondiente, que podrá entregar un ejemplar completo.

La norma EN 15804+A1 del CEN y el complemento nacional NF 15 804/CN se han usado como reglas de definición de las categorías de productos (RCP).

La presente ficha ha sido establecida a partir de los elementos metodológicos comunes desarrollados por PWC para el FILMM (Sindicato nacional de fabricantes de aislantes de lana mineral manufacturada) N°: Abril 2015.

NOTA: La traducción literal en francés de «EPD (Environmental Product Declaration)» es «DEP» (Déclaration Environnementale de Produit) [*en español, DAP- Declaración Ambiental de Producto*]. No obstante, en Francia se utiliza corrientemente el término FDES (Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (*Ficha de Declaración Ambiental y Sanitaria*), que agrupa, a la vez, la Declaración Ambiental y las informaciones Sanitarias del producto objeto de dicha ficha. La FDES es, por consiguiente, una DAP cumplimentada con los datos sanitarios.

Guía de lectura

Ejemplo de lectura: $-9,0 \text{ E } -03 = -9,0 \times 10^{-3}$

Se aplicarán las normas de presentación siguientes:

- Si el resultado de cálculo del inventario es cero, aparece dicho valor cero.
- Abreviatura utilizada.
- ...

Precaución al utilizar la FDES / DAP para comparar productos

Si no cumplen con la norma NF EN 15804+A1, puede que las FDES / DAP de los productos de construcción no sean comparables.

La norma NF EN 15804 define en el § 5.3 «Comparabilidad de las Declaraciones Ambientales de Producto para los productos de construcción», las condiciones exigidas para que los productos de construcción se puedan comparar a partir de las informaciones suministradas por la FDES:

"Una comparación del comportamiento ambiental de los productos de construcción, aplicando las informaciones de las DAP, se debe basar en el uso de los productos y su impacto sobre el edificio, y debe tener en cuenta la totalidad del ciclo de vida (todos los módulos de información)."

• Información general

«Declaración Ambiental de Producto conforme a la norma NF EN ISO 14025 y NF EN 15804+A1»

Nota: Si no cumplen con la norma NF EN 15804+A1, puede que las DAP de los productos de construcción no sean comparables.

Tipo de Declaración Ambiental	«de la cuna a la tumba» FDES / DAP individual para la referencia comercial con el nombre del producto, declarada más abajo.
Identificación de RCP (Regla de Categoría de Producto)	La norma EN 15804+A1 y el complemento nacional NF 15 804/CN sirven como reglas de definición de las categorías de productos (RCP).
Editor de la DAP	Josep Sole (Sustainability & Technical Manager URSA Insulation) josep.sole@ursa.com
Nombre del producto declarado	URSA AIR P8058 ALU-TECH A2 / AIR33ALA2 25 mm R= 0,75 m ² ·K/W
Propietario de la declaración	URSA France SAS. Noisy-Le-Grand 93160 Maille Nord III 7 Porte de Neuilly www.ursa.fr URSA Ibérica Aislantes SA. www.ursa.es
Fabricante vinculado a la declaración	URSA Producto fabricado en la fábrica El Pla
Logo del programa y dirección del sitio web	AFNOR-INIES www.inies.fr
Fecha de publicación	Enero 2017
Periodo de validez (5 años)	Enero 2022
Composición del producto (flujo de referencia)	Cantidad de lana mineral: 1875 g Espesor: 25 mm Revestimientos superficiales: 308 g/m ² Tejido de Aluminio-vidrio + Velo de vidrio + Alu- kraft Embalaje para transporte y distribución: 0,241 kg/m ² caja de cartón Paletización (151,2 m ² /palet) 1,62 kg/palet HDLPE 1,61 kg/palet LDPE 0,01 kg/palet PP 24 kg/palet Madera

Demostración de la Verificación:

La norma EN 15804 se utiliza como RCP		
Verificación independiente conforme a EN ISO 14025	☒ Externa	
Nombre del perito verificador	Yannick Le Guern yannick.leguern@cegetel.net	

• Descripción de la unidad funcional y del producto

Descripción de la unidad funcional:

Al considerar las funciones de este producto, se puede describir la unidad funcional del siguiente modo:

Realizar una función de aislamiento térmico sobre 1 m² de conducción que garantice la resistencia térmica de $R = 0,75 \text{ K.m}^2.\text{W}^{-1}$ para la aplicación Aislamiento de construcción de conductos de climatización.

Descripción del producto y de su utilización:

Esta Ficha de Declaración Ambiental y Sanitaria (FDES/ DAP) describe el impacto ambiental de 1 m² de aislante de lana de vidrio.

URSA fabrica la lana de vidrio con materias primas naturales y abundantes (arena) o materias recicladas (casco de vidrio), mediante fusión y fibraje. Los productos obtenidos se presentan en forma de un «colchón de lana mineral» compuesto por una estructura flexible que aprisiona aire inmovilizado en su interior.

En la tierra, el mejor aislante es el aire seco e inmóvil a 10°C: el coeficiente de conductividad térmica, expresado en λ , es de 0,025 W/(m.K) (vatios por metro grado Kelvin). La conductividad térmica de las lanas minerales se aproxima a la del aire inmóvil, puesto que el λ correspondiente varía de 0,030 W/(m.K), en el caso de las más eficaces, a 0,040 W/(m.K) para las menos eficaces.

Gracias a su estructura entrelazada, las lanas minerales (lana de vidrio o lana de roca) son materiales porosos que inmovilizan el aire, lo que hace que sea una solución adecuada para aislamiento. La estructura porosa y elástica de la lana mineral absorbe asimismo los ruidos aéreos y de impacto, y permite efectuar la corrección acústica en el interior de los locales. Por último, ya que por su naturaleza están constituidas a base de minerales incombustibles, las lanas minerales no alimentan el fuego y no propagan las llamas.

El aislamiento con lana mineral (lana de vidrio) se utiliza en edificios e instalaciones industriales. Garantiza un alto nivel de confort, reduce los costes de energía, minimiza las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), impide la pérdida de calor a través de los tejados inclinados, las paredes, los suelos, los conductos y calderas, reduce la contaminación sonora y protege las viviendas e instalaciones industriales del riesgo de incendio.

La vida útil de un producto a base de lana de vidrio es similar a la de un edificio, siempre que el elemento constructivo forme parte de éste (con frecuencia, establecido en 50 años).

Datos técnicos y características físicas:

Norma de referencia para declarar la eficacia del producto: EN 14303

Uso previsto: Aislante térmico para equipos e instalaciones de los edificios / construcción de conductos de climatización

Código de designación CE: T5-MV1

Resistencia térmica del producto: 0,75 K.m².W⁻¹ (AENOR 020/003543)

Conductividad térmica del producto: 0,032 W / (m.K)

Reacción al fuego: Euro clase A2 s1 d0

Descripción de los principales compuestos y/o materiales por m² de producto:

Parámetro	Valor
Cantidad de lana mineral	1875g
Grosor	25 mm
Mecanizado de superficies	308 g/m ² Tejido de Aluminio-vidrio + Velo de vidrio + Alu-kraft
Embalaje para transporte y distribución	0,241 kg/m ² caja de cartón Paletización (151,2 m ² /palet) 1,62 kg/palet HDLPE 1,61 kg/palet LDPE 0,01 kg/palet PP 24 kg/paleta Madera
Sustancias peligrosas	Ninguna sustancia peligrosa que declarar

Descripción de la vida útil de referencia

Vida útil de referencia (VUR)	50 años
Justificación	La VUR elegida corresponde al periodo al cabo del cual se prevé que hay que efectuar una renovación del edificio, causada por necesidades ajenas a la vida útil del producto, (pudiendo superar los 50 años). El producto conserva su eficacia técnica durante el periodo total de su ciclo de vida.
Propiedades declaradas del producto (a su salida de fábrica) y acabados, etc.	Paneles y rulos de lana de vidrio de 25 mm con revestimiento en superficie Tejido de Aluminio-vidrio + Velo de vidrio + Alu-kraft.
Parámetros teóricos de aplicación (impuestos por el fabricante), incluidas las referencias a las prácticas apropiadas	---
Calidad prevista de las obras si la instalación cumple con las instrucciones del fabricante	La instalación se debe hacer conforme a las reglas de buena construcción o a los correspondientes DTU (Documentos Técnicos Unificados) o DTA (Documentos Técnicos de Aplicación).
Entorno exterior (aplicaciones para exterior), por ejemplo, intemperie, agentes contaminantes, exposición a rayos UV y al viento, orientación del edificio, sombreado o temperatura	Los productos de lana mineral no se utilizan directamente en el exterior de los edificios, por consiguiente, no les afectan las condiciones exteriores.
Entorno interior (aplicaciones para interior), por ejemplo, temperatura, humedad, exposición a productos químicos	Los productos de lana mineral se utilizan en el interior de los edificios previa protección (placa de yeso/madera/...).
Condiciones de utilización, por ejemplo, frecuencia de uso, exposición mecánica	Los productos de lana mineral no están sometidos a restricciones de uso o exposición mecánica.
Mantenimiento, por ejemplo, frecuencia exigida, tipo y calidad, y sustitución de componentes reemplazables	Los productos de lana mineral no requieren mantenimiento durante su vida útil.

• Etapas del ciclo de vida

Esquema del ciclo de vida

Etapas y módulos del ciclo de vida considerados

Etapa de producción	Etapa de construcción		Etapa de utilización							Etapa de fin de vida útil				D Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema	
A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Uso de energía	B7 Uso de agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación		
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X

Etapa de producción, A1-A3

Descripción de la etapa:

La etapa de producción de productos de lana mineral se subdivide en tres módulos: A1, abastecimiento de materias primas; A2, transporte; y A3, fabricación.

La norma EN 15 804+A1, que se aplica a la presente FDES / DAP, permite agregar los módulos A1, A2 y A3.

A1 Suministro de materias primas

Este módulo comprende el suministro y el tratamiento de todas las materias primas y las energías que se producen desde el inicio del proceso de fabricación. En particular, abarca el abastecimiento de materias primas para fabricar el aglomerante y las fibras de vidrio, como por ejemplo, la arena. Como complemento de estas materias primas, se usan materiales reciclados (casco de vidrio).

A2 Transporte al fabricante

Las materias primas se transportan hasta el lugar de fabricación. La modelización comprende, para cada materia prima, transporte por carretera, fluvial o ferroviario (valores medios).

A3 Fabricación

La fabricación de la lana de vidrio comprende las etapas de fusión y fibraje (cf. diagrama del proceso de fabricación). También se tiene en cuenta en esta etapa la producción de los embalajes.

Diagrama del proceso de fabricación

Etapa de construcción A4-A5

Descripción de la etapa:

La etapa de construcción se divide en dos módulos: A4, transporte hasta la obra y A5, instalación en el edificio.

Descripción de los distintos escenarios e informaciones técnicas suplementarias:

A4 Transporte hasta la obra:

Este módulo incluye el transporte desde la salida de fábrica a la obra.

El transporte se calcula a partir de un escenario que incluye los siguientes parámetros:

Parámetro	Valor
Tipo de combustible y consumo del vehículo o tipo de vehículo utilizado para el transporte, por ejemplo, camión de larga distancia, barco, etc.	Camión con una carga útil de 24 t; consumo de diésel de 38 litros/100km.
Distancia media hasta la obra	460 km
Utilización de la capacidad (incluidos retornos sin carga)	100% de la capacidad en volumen 30% de retornos sin carga
Densidad del producto transportado	151,2 m ² por palet y 8 palets por camión Densidad del producto = $1875 / 25 = 75$ kg/m ³
Coefficiente de uso de la capacidad volumétrica	>1 (productos comprimidos en los embalajes)

A5 Instalación en el edificio:

Este módulo comprende los residuos resultantes de la instalación de la lana mineral en el edificio, la producción suplementaria generada para compensar estas pérdidas y el tratamiento de los residuos de la obra. Los distintos escenarios utilizados para la cantidad de residuos resultantes de la instalación y el tratamiento de éstos son los siguientes:

Parámetro	Valor
productos auxiliares para la instalación (especificados por material)	Sin productos auxiliares
Utilización de agua	No se utiliza agua
Utilización de otros recursos	No se utilizan otros recursos
Descripción cuantitativa del tipo de energía (mix regional) y consumo durante el proceso de instalación	No se necesita energía
Residuos generados en la obra durante el proceso de la instalación del producto (especificados por tipo)	15 % de lana de vidrio
Materias (especificadas por tipo) resultantes del tratamiento de residuos en la obra, por ejemplo, recogida para su reciclado, recuperación de energía, eliminación (especificadas por modo)	Todos los residuos de lana de vidrio, sus embalajes y los derivados de producción para la instalación se consideran como eliminados en vertedero 881 gr/UF
Emisiones directas a la atmósfera ambiente, suelo y agua	No se prevén emisiones

Etapas de utilización (exclusión de ahorro de energía en fase de utilización), B1-B7

Descripción de la etapa:

La etapa de utilización se divide en siete módulos:

- B1: Utilización o aplicación del producto instalado
- B2: Mantenimiento
- B3: Reparación
- B4: Sustitución
- B5: Rehabilitación
- B6: Necesidades de energía en la fase de utilización
- B7: Necesidades de agua en la fase de utilización

Descripción de los distintos escenarios e informaciones técnicas suplementarias:

No se requiere ninguna operación técnica durante la fase de utilización hasta el fin de vida útil. Por ello, las lanas minerales carecen de impacto en esta etapa, pero permiten un ahorro de energía en la fase de utilización (véase la información adicional en anexo).

Etapas de fin de vida útil C1-C4

Descripción de la etapa:

Esta etapa incluye los siguientes módulos de fin de vida útil: C1, deconstrucción, demolición; C2, transporte hasta el tratamiento de residuos; C3, tratamiento de residuos para su reutilización, recuperación y/o reciclado; C4, eliminación.

Descripción de los distintos escenarios e informaciones técnicas suplementarias:

C1 Deconstrucción, demolición:

La deconstrucción y/o el desmontaje de los productos de aislamiento forman parte de la demolición de un edificio entero. En nuestro caso, se prevé que el impacto ambiental sea muy leve y quizá insignificante.

C2 Transporte hasta el tratamiento de residuos:

Parámetro	Valor
Proceso de recogida, especificado por tipo	2,181 kg de lana de vidrio (recogidos mezclados con los residuos de obra)
Sistema de recuperación especificado por tipo	Sin reutilización, ni reciclado ni recuperación de energía
Eliminación especificada por tipo	2,181 kg de lana de vidrio llevados a vertedero de residuos no inertes, no peligrosos
Hipótesis para la elaboración de los distintos escenarios (por ejemplo, transporte)	Camión con una carga útil de 24 t, consumo de diésel de 38 litros/100 km 30 m

C3 Tratamiento de residuos para su reutilización, recuperación y/o reciclado:

Se considera que el producto se enterrará, sin reutilización, ni recuperación ni reciclado.

C4 Eliminación:

Se prevé que la lana de vidrio se almacene como residuos no inertes, no peligrosos en su totalidad.

Beneficios y cargas (aplicar la norma), D

Descripción de los distintos escenarios e informaciones técnicas suplementarias:
Los beneficios asociados al reciclado de los embalajes (A5) no se han considerado.

• Información para el cálculo del análisis del ciclo de vida

RCP utilizada	La norma EN 15804+A1 y el complemento nacional NF 15 804/CN sirven como reglas de definición de las categorías de productos (RCP).
Fronteras del sistema	De la cuna a la tumba: etapas = A1-3, A4-A5, C2-4
Asignaciones	Dado que no existen co-productos, no se han utilizado criterios de asignación.
Representatividad geográfica Temporal	País de producción España país de utilización España datos de producción 2013. Bases de Datos secundarios: módulos genéricos base DEAM (TEAM 5.2/PWC), actualizados con un modelo energético de 2011 y módulos Ecoinvent V2.2 (2010).
Variabilidad de los resultados	

• Resultados del análisis de ciclo de vida (ACV)

El modelo de ACV, la agregación de datos y los impactos ambientales se calculan a partir del software TEAM 5.2 TM.

A continuación, se presentan las tablas que resumen los resultados del ACV.

IMPACTOS AMBIENTALES

Impactos Ambientales	Etapa de producción	Etapa de construcción		Etapa de utilización							Etapa de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
Calentamiento climático <i>kg CO₂equiv/UF</i>	4,3	4,0E-01	7,2E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	4,0E-03	0	2,1E-02	MNA
	El potencial de calentamiento total de un gas se relaciona con la contribución total al calentamiento global resultante de la emisión de una unidad de dicho gas, respecto de una unidad del gas de referencia, el dióxido de carbono, al que se le atribuye el valor 1.														
Pérdida de la capa de ozono <i>kg CFC 11 equiv/UF</i>	3,8E-07	2,9E-07	1,0E-07	0	0	0	0	0	0	0	0	2,9E-09	0	4,6E-09	MNA
	La destrucción de la capa de ozono estratosférica, que protege la Tierra de los rayos ultravioleta, nocivos para la vida, está causada por la ruptura de ciertos cloros y/o compuestos que contienen bromo al alcanzar la atmósfera, y destruyen luego las moléculas de ozono mediante reacciones catalíticas.														
Acidificación de suelos y agua <i>kg SO₂equiv/UF</i>	2,6E-02	1,8E-03	4,4E-03	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0E-05	0	1,7E-04	MNA
	Los contaminantes ácidos tienen un impacto negativo sobre los ecosistemas naturales y el medio ambiente, causado por el hombre, incluidos los edificios. Las principales fuentes de emisiones de sustancias acidificantes son la agricultura y la quema de combustibles fósiles utilizados para la producción de electricidad, para la calefacción y los transportes.														
Eutrofización <i>kg (PO₄)³⁻ equiv/UF</i>	4,1E-03	4,3E-04	8,9E-04	0	0	0	0	0	0	0	0	2,1E-06	0	1,5E-04	MNA
	Un enriquecimiento excesivo en nutrientes, de las aguas y de las superficies continentales, que conlleva efectos biológicos nefastos.														
Formación de ozono fotoquímico <i>Eteno equiv/UF</i>	1,8E-03	2,8E-04	3,7E-04	0	0	0	0	0	0	0	0	2,4E-06	0	6,2E-05	MNA
	Las reacciones químicas provocadas por la energía de la luz solar.														
	La reacción de los óxidos de nitrógeno con los hidrocarburos en presencia de la luz solar, formando ozono, es un ejemplo de una reacción fotoquímica.														
Agotamiento de los recursos abióticos (elementos) <i>kg Sb equiv/UF</i>	1,1E-06	3,7E-10	1,9E-07	0	0	0	0	0	0	0	0	3,7E-12	0	1,9E-08	MNA
Agotamiento de los recursos abióticos (combustibles fósiles) <i>MJ/UF</i>	72	5,1	11,8	0	0	0	0	0	0	0	0	5,1E-02	0	0,4	MNA
	El consumo de recursos no renovables, que reduce su disponibilidad para las generaciones futuras.														
Contaminación del aire - <i>m³/UF</i>	884	25	142	0	0	0	0	0	0	0	0	2,4E-01	0	4,9	MNA
Contaminación del agua - <i>m³/UF</i>	0,7	1,1E-01	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1E-03	0	8,3E-01	MNA

UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS

Utilización de los recursos	Etapas de producción	Etapas de construcción		Etapas de utilización							Etapas de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
Utilización de la energía primaria renovable, excluidos los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	1,2	2,5E-03	1,8E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5E-05	0	5,0E-03	MNA
Utilización de los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	13	0	1,9E+00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización total de los recursos de energía primaria renovables (energía primaria y recursos de energía primaria utilizados como materias primas) - MJ/UF	14	2,5E-03	2,1E+00	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5E-05	0	5,0E-03	MNA
Utilización de la energía primaria no renovable, excluidos los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	64	5,1	10,6	0	0	0	0	0	0	0	0	5,1E-02	0	0,4	MNA
Utilización de los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	12	0	1,7E+00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización total de los recursos de energía primaria no renovables (energía primaria y recursos de energía primaria utilizados como materias primas) - MJ/UF	76	5,1	12,4	0	0	0	0	0	0	0	0	5,1E-02	0	0,4	MNA
Utilización de materias primas secundarias-kg/UF	0,8	0	1,2E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización de combustibles secundarios renovables - MJ/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización de combustibles secundarios no renovables - MJ/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización neta de agua dulce - m³/UF	1,1E-02	4,8E-04	2,4E-03	0	0	0	0	0	0	0	0	4,9E-06	0	6,8E-04	MNA

CATEGORÍA DE RESIDUOS

Categoría de residuos	Etapas de producción	Etapas de construcción		Etapas de utilización							Etapas de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
Residuos peligrosos eliminados - <i>kg/UF</i>	4,8E-02	1,5E-04	7,2E-03	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6E-06	0	0	MNA
Residuos no peligrosos eliminados - <i>kg/UF</i>	0,6	4,2E-04	8,8E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	4,2E-06	0	2,2	MNA
Residuos radiactivos eliminados - <i>kg/UF</i>	8,9E-05	8,1E-05	2,6E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	8,2E-07	0	0	MNA

FLUJOS SALIENTES

Flujos salientes	Etapas de producción	Etapas de construcción		Etapas de utilización							Etapas de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
Componentes destinados a su reutilización - <i>kg/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Materiales destinados a su reciclado - <i>kg/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Materiales destinados a la recuperación de energía - <i>kg/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Energía eléctrica suministrada al exterior - <i>MJ/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Energía de vapor suministrada al exterior - <i>MJ/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Energía de gas y proceso suministrada al exterior - <i>MJ/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA

IMPACTOS AMBIENTALES					
Agregación de los distintos módulos para obtener un «Total de etapa» o «Total de ciclo de vida»					
Impactos/Flujos <i>unidad</i>	Etapas de producción	Etapas de construcción	Etapas de utilización	Etapas de fin de vida útil	Total ciclo de vida
Impacto ambiental					
Calentamiento climático - <i>kg CO₂ equiv/UF</i>	4,3	1,1E+00	0	2,5E-02	5,5
Pérdida de la capa de ozono <i>kg CFC 11 equiv/UF</i>	3,8E-07	3,9E-07	0	7,5E-09	7,8E-07
Acidificación de suelos y agua - <i>kg SO₂ equiv/UF</i>	2,6E-02	6,2E-03	0	1,8E-04	3,3E-02
Eutrofización - <i>kg (PO₄)³⁻ equiv/UF</i>	4,1E-03	1,3E-03	0	1,5E-04	5,5E-03
Formación de ozono fotoquímico <i>Eteno equiv/UF</i>	1,8E-03	6,6E-04	0	6,5E-05	2,6E-03
Agotamiento de los recursos abióticos (elementos) <i>kg Sb equiv/UF</i>	1,1E-06	1,9E-07	0	1,9E-08	1,3E-06
Agotamiento de los recursos abióticos (combustibles fósiles) <i>MJ/UF</i>	72	16,9	0	0,5	90
Contaminación del aire - <i>m³/UF</i>	884	168	0	5,1	1.057
Contaminación del agua - <i>m³/UF</i>	0,7	1,6	0	8,3E-01	3,2
Consumo de recursos					
Utilización de energía primaria renovable, excluidos los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas - <i>MJ/UF</i>	1,2	1,8E-01	0	5,0E-03	1,3
Utilización de los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas - <i>MJ/UF</i>	13	1,9E+00	0	0	15
Utilización total de los recursos de energía primaria renovables (energía primaria y recursos de energía primaria utilizados como materias primas)- <i>MJ/UF</i>	14	2,1E+00	0	5,0E-03	16
Utilización de la energía primaria no renovable, excluidos los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas - <i>MJ/UF</i>	64	15,7	0	0,5	81
Utilización de los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas- <i>MJ/UF</i>	12	1,7E+00	0	0	13
Utilización total de los recursos de energía primaria no renovables (energía primaria y recursos de energía primaria utilizados como materias primas)- <i>MJ/UF</i>	76	17	0	0,5	94
Utilización de materias primas secundarias- <i>kg/UF</i>	0,8	1,2E-01	0	0	0,9
Utilización de combustibles secundarios renovables - <i>MJ/UF</i>	0	0	0	0	0
Utilización de combustibles secundarios no renovables - <i>MJ/UF</i>	0	0	0	0	0
Utilización neta de agua dulce - <i>m³/UF</i>	1,1E-02	2,9E-03	0	6,8E-04	1,5E-02
Categorías de residuos					
Residuos peligrosos eliminados - <i>kg/UF</i>	4,8E-02	7,3E-03	0	1,6E-06	5,5E-02
Residuos no peligrosos eliminados - <i>kg/UF</i>	0,6	8,8E-01	0	2,2	3,7
Residuos radiactivos eliminados- <i>kg/UF</i>	8,9E-05	1,1E-04	0	8,2E-07	2,0E-04
Flujos salientes					
Componentes destinados a su reutilización - <i>kg/UF</i>	0	0	0	0	0
Materiales destinados a su reciclado- <i>kg/UF</i>	0	0	0	0	0
Materiales destinados a la recuperación de energía- <i>kg/UF</i>	0	0	0	0	0
Energía eléctrica suministrada al exterior - <i>MJ/UF</i>	0	0	0	0	0
Energía de vapor suministrada al exterior - <i>MJ/UF</i>	0	0	0	0	0
Energía de gas y proceso suministrada al exterior - <i>MJ/UF</i>	0	0	0	0	0

• Interpretación del ciclo de vida

Impacts Environnementaux / Etapas	Etape de production (A1-A3)	Etape de construction (A4-A5)	Etape d'utilisation (B1-B7)	Etape de fin de vie (C1-C4)	Total cycle de vie	Bénéfices et charges au-delà des frontières du système (D)
Réchauffement climatique <i>kg CO₂ equiv /UF</i>	4,33	1,12	0,00	0,02	5,47 kg CO ₂ equiv /UF	0,00
Epuisement des ressources abiotiques (fossiles) <i>MJ/UF</i>	72,22	16,86	0,00	0,48	89,56 MJ/UF	0,00
Utilisation totale des ressources d'énergie primaire [1] <i>MJ/UF</i>	89,90	19,55	0,00	0,48	109,92 MJ/UF	0,00
Utilisation nette d'eau douce <i>m³ /UF</i>	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01 m ³ /UF	0,00
Déchets éliminés [2] <i>kg/UF</i>	0,66	0,89	0,00	2,18	3,73 kg/UF	0,00
Epuisement des ressources abiotiques (éléments) <i>kg Sb equiv/UF</i>	1,10E-06	1,89E-07	0,00E+00	1,86E-08	1,3E-06 kg Sb equiv/UF	0,00E+00
Pollution de l'air <i>m³/UF</i>	883,83	167,91	0,00	5,09	1057 m ³ /UF	0,00
Energie primaire renouvelable <i>MJ/UF</i>	13,84	2,08	0,00	0,00	15,93 MJ /UF	0,00
Energie primaire non renouvelable <i>MJ / UF</i>	76,06	17,46	0,00	0,47	93,99 MJ /UF	0,00

[1] Somme de : "Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables" + "Utilisation totale des ressources d'énergie primaire renouvelables".

[2] Somme de : "Déchets dangereux éliminés" + "Déchets non dangereux éliminés" + "Déchets radioactifs éliminés".

- Informaciones adicionales acerca de la emisión de sustancias peligrosas en el aire interior, el suelo y el agua durante la etapa de utilización

Aire interior

COV y formaldehídos

La clasificación sanitaria del producto URSA AIR P8058 ALU-TECH A2 / AIR33ALA2 es A+, conforme a la Orden de 19 de abril de 2011, relativa al etiquetado de los productos de construcción o de revestimiento de paredes o suelos, y pinturas y barnices, y sus emisiones de contaminantes volátiles.

Lanas minerales y salud

➤ Irritación mecánica de las fibras

Las fibras de lana mineral ya no están clasificadas como R38 en relación con la irritación de la piel, desde enero de 2009 (Directiva 2009/2/CE) y, por consiguiente, ya no están catalogadas como irritantes. Las fibras más gruesas de este tipo (con un diámetro superior a aproximadamente 5 µm) pueden, como cualquier cuerpo extraño, causar picores, que son una reacción mecánica y no química, además de temporal.

➤ Clasificación cancerígena de las fibras

Las fibras que componen las lanas minerales quedan exentas de la clasificación cancerígena, conforme al Reglamento sobre clasificación y etiquetado de sustancias y mezclas, el Reglamento (CE) n° 1272/2008 y su primera actualización, el Reglamento (CE) n° 790/2009. En efecto, estas fibras superaron con éxito los ensayos que dispone dicho Reglamento, siendo su bio-persistencia inferior a los valores definidos en su nota «Q». La exención está certificada por el EUCB (European Certification Board - www.euceb.org).

El EUCB certifica que las fibras cumplan con las disposiciones de la nota «Q» del Reglamento (CE) n° 1272/2008. El EUCB garantiza que los ensayos para obtener el certificado de exención han sido realizados conforme a los protocolos europeos, que los industriales han aplicado los procedimientos de control de la fabricación de los productos y que los resultados han sido verificados y validados por terceros.

El compromiso de los industriales respecto del EUCB consiste en:

- Presentar un informe del ensayo establecido por uno de los laboratorios reconocidos por el EUCB, que demuestre que las fibras cumplen con una de las cuatro condiciones de exención previstas en la nota «Q» del Reglamento (CE) n° 1272/2008.

- Someterse, dos veces al año, al control de su producción por parte de un tercero independiente, reconocido por el EUCB (extracción de muestras y conformidad con el análisis químico inicial).
- Implantar los procedimientos de control interno en cada fábrica.

Los productos que cumplen con esta certificación se reconocen gracias al logotipo EUCB que figura en el empaquetado:

➤ **Clasificación cancerígena de las fibras**

Las recomendaciones que se indican para la aplicación de los materiales aislantes compuestos por lana mineral son similares a las que se aplican en cualquier obra de construcción; y son las siguientes:

Couvrir les parties du corps exposées. Dans un endroit non ventilé, portez un masque jetable.

Se rincez à l'eau froide avant de se laver.

Nettoyez avec un aspirateur.

Ventilez le lieu de travail si possible

Respecter la réglementation sur les déchets

En cas de travail au dessus de la tête, portez des lunettes

Adicionalmente, las mediciones realizadas en las obras de construcción muestran un promedio en la exposición de los instaladores de los aislantes de lana mineral más bajo que la registrada en los lugares de producción. Dichas mediciones fueron tomadas a petición del FILMM.

Tipo de aplicación	Mediciones individuales de exposición tomadas a los operarios			
	Número de mediciones	Media	Mediana	Probabilidad de superar el límite de exposición profesional
		(f/ml)	(f/ml)	(1 f/ml)
Paredes – Lana de vidrio sobre estructura metálica	9	0,1	0,07	0,07%
Paredes – Complejo de revestimiento	7	0,23	0,19	2,01%
Techos – Lana de vidrio insuflada	8	0,09	0,05	0,12%
Vertientes – Lana de vidrio	4	0,08	0,06	0,00%
Proyección – Lana de escorias (operario de alimentación)	6	0,07	0,06	0,00%
Proyección – Lana de escorias (proyector)	10	0,07	0,06	0,00%

Tabla: Resultados de las mediciones de exposición a las fibras de lanas minerales tomadas en 2006 y 2007 en las obras de construcción en Francia (fuente: FILMM)

➤ **Las fibras durante la vida útil del edificio**

El Observatorio de la Calidad del Aire Interior (OQAI) midió las concentraciones de fibras minerales en el aire ambiente, en el marco de un estudio piloto realizado en 2002. Estos resultados, según el OQAI, no reflejaron que exista “una especificidad aparente de los espacios interiores. Los valores medidos son del orden de 10^{-4} fibras por litro, sin constatar una diferencia marcada entre el exterior y el interior para el conjunto de los lugares objeto de medición”.

El análisis de estos resultados y la jerarquización de los contaminantes, que realizó el grupo de expertos del OQAI, llevaron a adoptar la decisión de no volver a realizar las mediciones de concentración de fibras en el aire interior de las viviendas, durante la campaña de 2003-2005.

Las fibras de lanas minerales representan sólo una ínfima parte de las partículas y fibras respirables, presentes en el aire ambiente. En los locales de uso privado o colectivo, los niveles de exposición son del orden de 0,0002 a 0,005 fibra/ml, es decir, 1/200 del Valor Límite de Exposición profesional (Schneider T., 1995).

Figura: Las fibras respiradas en el aire interior

Emisiones radiactivas

No se han realizado ensayos.

Suelo y agua

No procede para el producto objeto de la presente FDES / DAP.

- Contribución del producto a la calidad de vida en el interior de los edificios

Características del producto en la creación de las condiciones de confort higrotérmico en el edificio

El aislamiento de los tabiques contribuye a un ambiente sano y cómodo, y al aumento del confort térmico, al reducir los efectos de los tabiques fríos.

Dotado de una barrera de vapor, evita cualquier riesgo de condensación en los tabiques.

Al haber aislamiento, a la vez que se suministra confort, disminuye la temperatura interior, con la consiguiente reducción del consumo de energía.

Las lanas minerales, debido a sus procesos de fabricación, presentan una gran variedad de espesores y de resistencias térmicas. La conductividad térmica de las lanas minerales está comprendida entre 0,030 W/mK y 0,040 W/mK.

Las características térmicas R y la aptitud al uso las certifica la ACERMI/ AENOR (Asociación de certificación de materiales aislantes / Asociación Española de Normalización), lo que garantiza la fiabilidad de su eficacia. Asimismo, cumplen con el marcado CE, según la norma EN 14303 para los productos manufacturados para la construcción. El número de certificación ACERMI/ AENOR del producto es: N° AENOR 020/003543

La lana mineral es imputrescible por naturaleza y no hidrófila para su utilización en la construcción. No retiene el agua y, en caso de mojado accidental, recupera sus propiedades iniciales tras su secado.

La flexibilidad natural de los productos y sus dimensiones permiten una aplicación fácil y unos recortes ajustados que garantizan la eficacia térmica del cerramiento mediante una estanquidad perfecta.

Características del producto en la creación de las condiciones de confort acústico en el edificio

Las lanas minerales son, por naturaleza, eficaces para aislamiento y corrección acústica, gracias a su flexibilidad y porosidad abierta.

Para los productos destinados a rellenar cavidades (tabiques, revestimientos), la lana cumple una función de amortiguador en los sistemas “masa-muelle-masa”. Es independiente de los paramentos.

Para los productos destinados a suelos flotantes o a complejos de revestimiento, la lana facilita la conexión elástica de los paramentos.

Para los productos destinados a la corrección acústica (techos decorativos, revestimientos murales, etc.), el coeficiente de absorción α_w permite conocer la aptitud para el destino que se le va a dar.

En relación con las materias primas constitutivas, las condiciones acústicas y de seguridad contra incendios se cumplen conjuntamente.

Características del producto en la creación de las condiciones de confort visual en el edificio

No procede, ya que en las condiciones normales de utilización el producto no es visible ni en los espacios internos ni desde el exterior.

Características del producto en la creación de las condiciones de confort olfativo en el edificio

No se han efectuado ensayos.

• Información adicional

Perímetro de verificación de la FDE&S

El producto URSA AIR P8058 ALU-TECH A2 / AIR33ALA2 de 25 mm R= 0,75 m²·K/W está comprendido en el perímetro de verificación definido más abajo:

6.- Caracterización de los productos: (Paneles rígidos AIRE)

Aglomerante: fenólico de bajas emisiones, entre un 11 y un 13 %

Masa volumétrica: entre 60 y 80 kg/m³

Grosor: entre 25 y 40 mm

Mecanizado de superficies exterior: Alum.-Kraft / Tejido Vidrio-Alum. / Alum-Reforzado

Mecanizado de superficies interior: Velo de vidrio/ Tejido de vidrio / Alum.-Kraft / Alum.

Reforzado

Embalaje: caja de cartón / sin caja

Paletización: palet estándar 3 x 1,2 de madera con film plástico LDPE, HDPE

Fábricas: El Pla

Perímetros para cada fábrica:

	MÍN.	MÁX.
	Total ciclo de vida (por m ²)	Total ciclo de vida (por m ²)
Calentamiento climático	4.90E+00	7.07E+00
Pérdida de la capa de ozono	6.35E-07	8.58E-07
Acidificación de suelos y agua	2.90E-02	4.09E-02
Eutrofización	5.42E-03	7.51E-03
Formación de ozono fotoquímico	2.24E-03	3.29E-03
Agotamiento de los recursos abióticos - elementos	1.20E-06	1.60E-06
Agotamiento de los recursos abióticos - combustibles fósiles	7.97E+01	1.18E+02
Contaminación del aire	9.70E+02	1.36E+03
Contaminación del agua	2.75E+00	4.05E+00
Utilización de la energía primaria renovable, excluidos los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas	1.34E+00	4.20E+00
Utilización de los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas	1.25E+01	1.46E+01
Utilización total de los recursos de energía primaria renovables	1.43E+01	1.84E+01
Utilización de la energía primaria no renovable, excluidos los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas	7.17E+01	1.05E+02
Utilización de los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas	1.24E+01	1.96E+01
Utilización total de los recursos de energía primaria no renovables	8.41E+01	1.25E+02
Utilización de materia secundaria	9.01E-01	1.24E+00
Utilización de combustibles secundarios renovables	0.00E+00	0.00E+00
Utilización de combustibles secundarios no renovables	0.00E+00	0.00E+00
Utilización neta de agua dulce	1.48E-02	1.93E-02
Residuos peligrosos eliminados	4.44E-02	7.86E-02
Residuos no peligrosos eliminados	3.52E+00	4.96E+00
Residuos radiactivos eliminados	1.77E-04	2.81E-04
Componentes destinados a su reutilización	0.00E+00	0.00E+00
Materiales destinados a su reciclado	0.00E+00	0.00E+00
Materiales destinados a la recuperación de energía	0.00E+00	0.00E+00
Energía eléctrica suministrada al exterior	0.00E+00	0.00E+00
Energía de vapor suministrada al exterior	0.00E+00	0.00E+00
Energía de gas y proceso suministrada al exterior	0.00E+00	0.00E+00

Calculo de impactos ambientales para un ml de conductos

Introducción

Normalmente, los instaladores de conductos de climatización hechos a partir de paneles de lana mineral de vidrio, calculan las superficies del conducto para realizar los suministros de los materiales y también para hacer la facturación del trabajo, por lo que el m² de conducto se utiliza como unidad funcional. Sin embargo para la evaluación ambiental, en algunos casos es útil realizar cálculos por metro lineal de conducto con una sección de referencia.

La tabla siguiente proporciona un coeficiente para los impactos medioambientales de la FDES, para encontrar el impacto de un metro lineal a lo largo de las diferentes secciones de conductos.

		Ancho del conducto (m)															
		0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
Altura del conducto (m)	0.25	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50
	0.30	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60
	0.35	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70
	0.40	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80
	0.45	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90
	0.50	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00
	0.55	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10
	0.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20
	0.65	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30
	0.70	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40
	0.75	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50
	0.80	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60
	0.85	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70
	0.90	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70	3.80
	0.95	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70	3.80	3.90
	1.00	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70	3.80	3.90	4.00

Declaración ambiental y sanitaria del producto

Environmental and Health Product Declaration (EPD & HPD)
Conforme a la Norma NF EN 15804+A1 y su complemento nacional
NF 15 804/CN

**6.-Paneles rígidos revestidos con Lana de Vidrio URSA
URSA AIR ALUVEL A2 / AIR33VVA2**

25 mm

$R = 0,78 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Fecha de realización: enero 2017

Fecha de edición: Julio 2017

Índice

Índice	210
Advertencia	211
Guía de lectura	211
Precaución al utilizar la FDES para comparar productos	211
• Información general	212
• Descripción de la unidad funcional y del producto	213
Descripción de la unidad funcional:	213
Descripción del producto y de su utilización:	213
Datos técnicos y características físicas:	213
Norma de referencia para declarar la eficacia del producto: EN 14303	213
Descripción de los principales compuestos y/o materiales por m ² de producto:	214
Descripción de la vida útil de referencia	214
• Etapas del ciclo de vida	215
Etapas de producción, A1-A3	215
Etapas de construcción A4-A5	217
Etapas de utilización (exclusión de ahorro de energía potencial), B1-B7	307
Etapas de fin de vida útil C1-C4	218
Ventajas y cargas (aplicar la norma), D	219
• Información para el cálculo del análisis del ciclo de vida	219
• Resultados del análisis de ciclo de vida (ACV)	219
• Interpretación del ciclo de vida	221
• Informaciones adicionales acerca de la liberación de sustancias peligrosas en el aire interior, el suelo y el agua durante la etapa de utilización	222
Aire interior	222
• Contribución del producto a la calidad de vida en el interior de los edificios	225
Características del producto integrado en la creación de las condiciones de confort higrotérmico en el edificio	225
Características del producto integrado en la creación de las condiciones de confort acústico en el edificio	226
Características del producto integrado en la creación de las condiciones de confort visual en el edificio	226
Características del producto integrado en la creación de las condiciones de confort olfativo en el edificio	226
• Información adicional	250
Perímetro de verificación de la FDE&S	2272

Advertencia

Este documento es la traducción del original francés incluido en la base de datos INIES

Las informaciones contenidas en la presente declaración se suministran bajo la responsabilidad de: **URSA** (productor de la FDES / DAP), conforme a la NF EN 15804+A1 y al complemento nacional NF 15 804/CN.

Cualquier uso, total o parcial, que se haga de las informaciones que se suministran en el presente documento deberá ir acompañado, como mínimo, de la referencia completa de la ficha original FDES (DAP), así como del productor correspondiente, que podrá entregar un ejemplar completo.

La norma EN 15804+A1 del CEN y el complemento nacional NF 15 804/CN se han usado como reglas de definición de las categorías de productos (RCP).

La presente ficha ha sido establecida a partir de los elementos metodológicos comunes desarrollados por PWC para el FILMM (Sindicato nacional de fabricantes de aislantes de lana mineral manufacturada) N°: Abril 2015.

NOTA: La traducción literal en francés de «EPD (Environmental Product Declaration)» es «DEP» (Déclaration Environnementale de Produit) [*en español, DAP- Declaración Ambiental de Producto*]. No obstante, en Francia se utiliza corrientemente el término FDES (Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (*Ficha de Declaración Ambiental y Sanitaria*), que agrupa, a la vez, la Declaración Ambiental y las informaciones Sanitarias del producto objeto de dicha ficha. La FDES es, por consiguiente, una DAP cumplimentada con los datos sanitarios.

Guía de lectura

Ejemplo de lectura: $-9,0 \text{ E } -03 = -9,0 \times 10^{-3}$

Se aplicarán las normas de presentación siguientes:

- **Si el resultado de cálculo del inventario es cero, aparece dicho valor cero.**
- **Abreviatura utilizada.**
- ...

Precaución al utilizar la FDES / DAP para comparar productos

Si no cumplen con la norma NF EN 15804+A1, puede que las FDES / DAP de los productos de construcción no sean comparables.

La norma NF EN 15804 define en el § 5.3 «Comparabilidad de las Declaraciones Ambientales de Producto para los productos de construcción», las condiciones exigidas para que los productos de construcción se puedan comparar a partir de las informaciones suministradas por la FDES:

"Una comparación del comportamiento ambiental de los productos de construcción, aplicando las informaciones de las DAP, se debe basar en el uso de los productos y su impacto sobre el edificio, y debe tener en cuenta la totalidad del ciclo de vida (todos los módulos de información)."

• Información general

«Declaración Ambiental de Producto conforme a la norma NF EN ISO 14025 y NF EN 15804+A1»

Nota: Si no cumplen con la norma NF EN 15804+A1, puede que las DAP de los productos de construcción no sean comparables.

Tipo de Declaración Ambiental	«de la cuna a la tumba» FDES / DAP individual para la referencia comercial con el nombre del producto, declarada más abajo.
Identificación de RCP (Regla de Categoría de Producto)	La norma EN 15804+A1 y el complemento nacional NF 15 804/CN sirven como reglas de definición de las categorías de productos (RCP).
Editor de la DAP	Josep Sole (Sustainability & Technical Manager URSA Insulation) josep.sole@ursa.com
Nombre del producto declarado	URSA AIR ALUVEL A2 / AIR33VVA2 25 mm R= 0,78 m ² ·K/W
Propietario de la declaración	URSA France SAS. Noisy-Le-Grand 93160 Maille Nord III 7 Porte de Neuilly www.ursa.fr URSA Ibérica Aislantes SA. www.ursa.es
Fabricante vinculado a la declaración	URSA Producto fabricado en la fábrica El Pla
Logo del programa y dirección del sitio web	AFNOR-INIES www.inies.fr
Fecha de publicación	Enero 2017
Periodo de validez (5 años)	Enero 2022
Composición del producto (flujo de referencia)	Cantidad de lana mineral: 1875 g Espesor: 25 mm Revestimientos superficiales: 131+35+35 g/m ² Aluminio Kraft Reforzado + velo de vidrio Embalaje para transporte y distribución: 0,241 kg/m ² caja de cartón Paletización (151,20 m ² /palet) 1,62 kg/palet HDLPE 1,61 kg/palet LDPE 0,01 kg/palet PP 24 kg/palet Madera

Demostración de la Verificación:

La norma EN 15804 se utiliza como RCP		
Verificación independiente conforme a EN ISO 14025	☒ Externa	
Nombre del perito verificador	Yannick Le Guern yannick.leguern@cegetel.net	

• Descripción de la unidad funcional y del producto

Descripción de la unidad funcional:

Al considerar las funciones de este producto, se puede describir la unidad funcional del siguiente modo:

Realizar una función de aislamiento térmico sobre 1 m² de conducción que garantice la resistencia térmica de $R = 0,78 \text{ K.m}^2.\text{W}^{-1}$ para la aplicación Aislamiento de construcción de conductos de climatización.

Descripción del producto y de su utilización:

Esta Ficha de Declaración Ambiental y Sanitaria (FDES/ DAP) describe el impacto ambiental de 1 m² de aislante de lana de vidrio.

URSA fabrica la lana de vidrio con materias primas naturales y abundantes (arena) o materias recicladas (casco de vidrio), mediante fusión y fibraje. Los productos obtenidos se presentan en forma de un «colchón de lana mineral» compuesto por una estructura flexible que aprisiona aire inmovilizado en su interior.

En la tierra, el mejor aislante es el aire seco e inmóvil a 10°C: el coeficiente de conductividad térmica, expresado en λ , es de 0,025 W/(m.K) (vatios por metro grado Kelvin). La conductividad térmica de las lanas minerales se aproxima a la del aire inmóvil, puesto que el λ correspondiente varía de 0,030 W/(m.K), en el caso de las más eficaces, a 0,040 W/(m.K) para las menos eficaces.

Gracias a su estructura entrelazada, las lanas minerales (lana de vidrio o lana de roca) son materiales porosos que inmovilizan el aire, lo que hace que sea una solución adecuada para aislamiento. La estructura porosa y elástica de la lana mineral absorbe asimismo los ruidos aéreos y de impacto, y permite efectuar la corrección acústica en el interior de los locales. Por último, ya que por su naturaleza están constituidas a base de minerales incombustibles, las lanas minerales no alimentan el fuego y no propagan las llamas.

El aislamiento con lana mineral (lana de vidrio) se utiliza en edificios e instalaciones industriales. Garantiza un alto nivel de confort, reduce los costes de energía, minimiza las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), impide la pérdida de calor a través de los tejados inclinados, las paredes, los suelos, los conductos y calderas, reduce la contaminación sonora y protege las viviendas e instalaciones industriales del riesgo de incendio.

La vida útil de un producto a base de lana de vidrio es similar a la de un edificio, siempre que el elemento constructivo forme parte de éste (con frecuencia, establecido en 50 años).

Datos técnicos y características físicas:

Norma de referencia para declarar la eficacia del producto: EN 14303

Uso previsto: Aislante térmico para equipos e instalaciones de los edificios / construcción de conductos de climatización

Código de designación CE: T5-MV1

Resistencia térmica del producto: 0,78 K.m².W⁻¹ (AENOR 020/003546)

Conductividad térmica del producto: 0,033 W / (m.K)

Reacción al fuego: Euro clase A2 s1 d0

Descripción de los principales compuestos y/o materiales por m² de producto:

Parámetro	Valor
Cantidad de lana mineral	1875 g
Grosor	25 mm
Mecanizado de superficies	131+35+35 g/m ² Aluminio Kraft Reforzado + velo de vidrio
Embalaje para transporte y distribución	0,241 kg/m ² caja de cartón Paletización (151,20 m ² /palet) 1,62 kg/palet HDLPE 1,61 kg/palet LDPE 0,01 kg/palet PP 24 kg/paleta Madera
Sustancias peligrosas	Ninguna sustancia peligrosa que declarar

Descripción de la vida útil de referencia

Vida útil de referencia (VUR)	50 años
Justificación	La VUR elegida corresponde al periodo al cabo del cual se prevé que hay que efectuar una renovación del edificio, causada por necesidades ajenas a la vida útil del producto, (pudiendo superar los 50 años). El producto conserva su eficacia técnica durante el periodo total de su ciclo de vida.
Propiedades declaradas del producto (a su salida de fábrica) y acabados, etc.	Paneles y rulos de lana de vidrio de 25 mm con revestimiento en superficie Aluminio Kraft Reforzado + velo de vidrio.
Parámetros teóricos de aplicación (impuestos por el fabricante), incluidas las referencias a las prácticas apropiadas	---
Calidad prevista de las obras si la instalación cumple con las instrucciones del fabricante	La instalación se debe hacer conforme a las reglas de buena construcción o a los correspondientes DTU (Documentos Técnicos Unificados) o DTA (Documentos Técnicos de Aplicación).
Entorno exterior (aplicaciones para exterior), por ejemplo, intemperie, agentes contaminantes, exposición a rayos UV y al viento, orientación del edificio, sombreado o temperatura	Los productos de lana mineral no se utilizan directamente en el exterior de los edificios, por consiguiente, no les afectan las condiciones exteriores.
Entorno interior (aplicaciones para interior), por ejemplo, temperatura, humedad, exposición a productos químicos	Los productos de lana mineral se utilizan en el interior de los edificios previa protección (placa de yeso/madera/...).
Condiciones de utilización, por ejemplo, frecuencia de uso, exposición mecánica	Los productos de lana mineral no están sometidos a restricciones de uso o exposición mecánica.
Mantenimiento, por ejemplo, frecuencia exigida, tipo y calidad, y sustitución de componentes reemplazables	Los productos de lana mineral no requieren mantenimiento durante su vida útil.

• Etapas del ciclo de vida

Esquema del ciclo de vida

Etapas y módulos del ciclo de vida considerados

Etapa de producción	Etapa de construcción		Etapa de utilización							Etapa de fin de vida útil				D Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Uso de energía	B7 Uso de agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Etapa de producción, A1-A3

Descripción de la etapa:

La etapa de producción de productos de lana mineral se subdivide en tres módulos: A1, abastecimiento de materias primas; A2, transporte; y A3, fabricación.

La norma EN 15 804+A1, que se aplica a la presente FDES / DAP, permite agregar los módulos A1, A2 y A3.

A1 Suministro de materias primas

Este módulo comprende el suministro y el tratamiento de todas las materias primas y las energías que se producen desde el inicio del proceso de fabricación. En particular, abarca el abastecimiento de materias primas para fabricar el aglomerante y las fibras de vidrio, como por ejemplo, la arena. Como complemento de estas materias primas, se usan materiales reciclados (casco de vidrio).

A2 Transporte al fabricante

Las materias primas se transportan hasta el lugar de fabricación. La modelización comprende, para cada materia prima, transporte por carretera, fluvial o ferroviario (valores medios).

A3 Fabricación

La fabricación de la lana de vidrio comprende las etapas de fusión y fibraje (*cf.* diagrama del proceso de fabricación). También se tiene en cuenta en esta etapa la producción de los embalajes.

Diagrama del proceso de fabricación

Etapa de construcción A4-A5

Descripción de la etapa:

La etapa de construcción se divide en dos módulos: A4, transporte hasta la obra y A5, instalación en el edificio.

Descripción de los distintos escenarios e informaciones técnicas suplementarias:

A4 Transporte hasta la obra:

Este módulo incluye el transporte desde la salida de fábrica a la obra.

El transporte se calcula a partir de un escenario que incluye los siguientes parámetros:

Parámetro	Valor
Tipo de combustible y consumo del vehículo o tipo de vehículo utilizado para el transporte, por ejemplo, camión de larga distancia, barco, etc.	Camión con una carga útil de 24 t; consumo de diésel de 38 litros/100km.
Distancia media hasta la obra	460 km
Utilización de la capacidad (incluidos retornos sin carga)	100% de la capacidad en volumen 30% de retornos sin carga
Densidad del producto transportado	151,20 m ² por palet y 8 palets por camión Densidad del producto = $1875 / 25 = 75 \text{ kg/m}^3$
Coeficiente de uso de la capacidad volumétrica	>1 (productos comprimidos en los embalajes)

A5 Instalación en el edificio:

Este módulo comprende los residuos resultantes de la instalación de la lana mineral en el edificio, la producción suplementaria generada para compensar estas pérdidas y el tratamiento de los residuos de la obra. Los distintos escenarios utilizados para la cantidad de residuos resultantes de la instalación y el tratamiento de éstos son los siguientes:

Parámetro	Valor
productos auxiliares para la instalación (especificados por material)	Sin productos auxiliares
Utilización de agua	No se utiliza agua
Utilización de otros recursos	No se utilizan otros recursos
Descripción cuantitativa del tipo de energía (mix regional) y consumo durante el proceso de instalación	No se necesita energía
Residuos generados en la obra durante el proceso de la instalación del producto (especificados por tipo)	15 % de lana de vidrio
Materias (especificadas por tipo) resultantes del tratamiento de residuos en la obra, por ejemplo, recogida para su reciclado, recuperación de energía, eliminación (especificadas por modo)	Todos los residuos de lana de vidrio, sus embalajes y los derivados de producción para la instalación se consideran como eliminados en vertedero 861 gr/UF
Emisiones directas a la atmósfera ambiente, suelo y agua	No se prevén emisiones

Etapas de utilización (exclusión de ahorro de energía en fase de utilización), B1-B7

Descripción de la etapa:

La etapa de utilización se divide en siete módulos:

- B1: Utilización o aplicación del producto instalado
- B2: Mantenimiento
- B3: Reparación
- B4: Sustitución
- B5: Rehabilitación
- B6: Necesidades de energía en la fase de utilización
- B7: Necesidades de agua en la fase de utilización

Descripción de los distintos escenarios e informaciones técnicas suplementarias:

No se requiere ninguna operación técnica durante la fase de utilización hasta el fin de vida útil. Por ello, las lanas minerales carecen de impacto en esta etapa, pero permiten un ahorro de energía en la fase de utilización (véase la información adicional en anexo).

Etapas de fin de vida útil C1-C4

Descripción de la etapa:

Esta etapa incluye los siguientes módulos de fin de vida útil: C1, deconstrucción, demolición; C2, transporte hasta el tratamiento de residuos; C3, tratamiento de residuos para su reutilización, recuperación y/o reciclado; C4, eliminación.

Descripción de los distintos escenarios e informaciones técnicas suplementarias:

C1 Deconstrucción, demolición:

La deconstrucción y/o el desmontaje de los productos de aislamiento forman parte de la demolición de un edificio entero. En nuestro caso, se prevé que el impacto ambiental sea muy leve y quizá insignificante.

C2 Transporte hasta el tratamiento de residuos:

Parámetro	Valor
Proceso de recogida, especificado por tipo	2,091 kg de lana de vidrio (recogidos mezclados con los residuos de obra)
Sistema de recuperación especificado por tipo	Sin reutilización, ni reciclado ni recuperación de energía
Eliminación especificada por tipo	2,091 kg de lana de vidrio llevados a vertedero de residuos no inertes, no peligrosos
Hipótesis para la elaboración de los distintos escenarios (por ejemplo, transporte)	Camión con una carga útil de 24 t, consumo de diésel de 38 litros/100 km 30 m

C3 Tratamiento de residuos para su reutilización, recuperación y/o reciclado:

Se considera que el producto se enterrará, sin reutilización, ni recuperación ni reciclado.

C4 Eliminación:

Se prevé que la lana de vidrio se almacene como residuos no inertes, no peligrosos en su totalidad.

Beneficios y cargas (aplicar la norma), D

Descripción de los distintos escenarios e informaciones técnicas suplementarias:
Los beneficios asociados al reciclado de los embalajes (A5) no se han considerado.

• Información para el cálculo del análisis del ciclo de vida

RCP utilizada	La norma EN 15804+A1 y el complemento nacional NF 15 804/CN sirven como reglas de definición de las categorías de productos (RCP).
Fronteras del sistema	De la cuna a la tumba: etapas = A1-3, A4-A5, C2-4
Asignaciones	Dado que no existen co-productos, no se han utilizado criterios de asignación.
Representatividad geográfica Temporal	País de producción España país de utilización España datos de producción 2013. Bases de Datos secundarios: módulos genéricos base DEAM (TEAM 5.2/PWC), actualizados con un modelo energético de 2011 y módulos Ecoinvent V2.2 (2010).
Variabilidad de los resultados	

• Resultados del análisis de ciclo de vida (ACV)

El modelo de ACV, la agregación de datos y los impactos ambientales se calculan a partir del software TEAM 5.2 TM.

A continuación, se presentan las tablas que resumen los resultados del ACV.

IMPACTOS AMBIENTALES

Impactos Ambientales	Etapas de producción	Etapas de construcción		Etapas de utilización							Etapas de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
Calentamiento climático <i>kg CO₂equiv/UF</i>	3,8	4,0E-01	6,5E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	3,8E-03	0	1,9E-02	MNA
El potencial de calentamiento total de un gas se relaciona con la contribución total al calentamiento global resultante de la emisión de una unidad de dicho gas, respecto de una unidad del gas de referencia, el dióxido de carbono, al que se le atribuye el valor 1.															
Pérdida de la capa de ozono <i>kg CFC 11 equiv/UF</i>	2,6E-07	2,9E-07	8,4E-08	0	0	0	0	0	0	0	0	2,8E-09	0	4,4E-09	MNA
La destrucción de la capa de ozono estratosférica, que protege la Tierra de los rayos ultravioleta, nocivos para la vida, está causada por la ruptura de ciertos cloros y/o compuestos que contienen bromo al alcanzar la atmósfera, y destruyen luego las moléculas de ozono mediante reacciones catalíticas.															
Acidificación de suelos y agua <i>kg SO₂equiv/UF</i>	2,3E-02	1,8E-03	3,9E-03	0	0	0	0	0	0	0	0	9,6E-06	0	1,4E-04	MNA
Los contaminantes ácidos tienen un impacto negativo sobre los ecosistemas naturales y el medio ambiente, causado por el hombre, incluidos los edificios. Las principales fuentes de emisiones de sustancias acidificantes son la agricultura y la quema de combustibles fósiles utilizados para la producción de electricidad, para la calefacción y los transportes.															
Eutrofización <i>kg (PO₄)³⁻ equiv/UF</i>	4,0E-03	4,2E-04	8,7E-04	0	0	0	0	0	0	0	0	2,0E-06	0	1,1E-04	MNA
Un enriquecimiento excesivo en nutrientes, de las aguas y de las superficies continentales, que conlleva efectos biológicos nefastos.															
Formación de ozono fotoquímico <i>Eteno equiv/UF</i>	1,6E-03	2,8E-04	3,3E-04	0	0	0	0	0	0	0	0	2,3E-06	0	5,4E-05	MNA
Las reacciones químicas provocadas por la energía de la luz solar.															
La reacción de los óxidos de nitrógeno con los hidrocarburos en presencia de la luz solar, formando ozono, es un ejemplo de una reacción fotoquímica.															
Agotamiento de los recursos abióticos (elementos) <i>kg Sb equiv/UF</i>	1,0E-06	3,7E-10	1,8E-07	0	0	0	0	0	0	0	0	3,6E-12	0	1,5E-08	MNA
Agotamiento de los recursos abióticos (combustibles fósiles) <i>MJ/UF</i>	64	5,1	11	0	0	0	0	0	0	0	0	4,9E-02	0	4,0E-01	MNA
El consumo de recursos no renovables, que reduce su disponibilidad para las generaciones futuras.															
Contaminación del aire - <i>m³/UF</i>	810	25	131	0	0	0	0	0	0	0	0	2,3E-01	0	3,8	MNA
Contaminación del agua - <i>m³/UF</i>	6,1E-01	1,1E-01	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1E-03	0	5,9E-01	MNA

UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS

Utilización de los recursos	Etapas de producción	Etapas de construcción		Etapas de utilización							Etapas de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
Utilización de la energía primaria renovable, excluidos los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	1,4	2,5E-03	2,1E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	2,4E-05	0	4,3E-03	MNA
Utilización de los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	12	0	1,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización total de los recursos de energía primaria renovables (energía primaria y recursos de energía primaria utilizados como materias primas) - MJ/UF	14	2,5E-03	2,1	0	0	0	0	0	0	0	0	2,4E-05	0	4,3E-03	MNA
Utilización de la energía primaria no renovable, excluidos los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	57	5,1	9,5	0	0	0	0	0	0	0	0	4,9E-02	0	4,0E-01	MNA
Utilización de los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	11	0	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización total de los recursos de energía primaria no renovables (energía primaria y recursos de energía primaria utilizados como materias primas) - MJ/UF	67	5,1	11	0	0	0	0	0	0	0	0	4,9E-02	0	4,0E-01	MNA
Utilización de materias primas secundarias- kg/UF	7,8E-01	0	1,2E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización de combustibles secundarios renovables - MJ/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización de combustibles secundarios no renovables - MJ/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización neta de agua dulce - m ³ /UF	1,2E-02	4,8E-04	2,6E-03	0	0	0	0	0	0	0	0	4,7E-06	0	5,7E-04	MNA

CATEGORÍA DE RESIDUOS

Categoría de residuos	Etapas de producción	Etapas de construcción		Etapas de utilización							Etapas de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Demolición / Deconstrucción	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
Residuos peligrosos eliminados - <i>kg/UF</i>	3,8E-02	1,5E-04	5,8E-03	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5E-06	0	0	MNA
Residuos no peligrosos eliminados - <i>kg/UF</i>	5,7E-01	4,2E-04	8,6E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	4,0E-06	0	2,1	MNA
Residuos radiactivos eliminados - <i>kg/UF</i>	7,2E-05	8,1E-05	2,3E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	7,9E-07	0	0	MNA

FLUJOS SALIENTES

Flujos salientes	Etapas de producción	Etapas de construcción		Etapas de utilización							Etapas de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Demolición / Deconstrucción	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
Componentes destinados a su reutilización - <i>kg/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Materiales destinados a su reciclado - <i>kg/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Materiales destinados a la recuperación de energía - <i>kg/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Energía eléctrica suministrada al exterior - <i>MJ/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Energía de vapor suministrada al exterior - <i>MJ/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Energía de gas y proceso suministrada al exterior - <i>MJ/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA

IMPACTOS AMBIENTALES					
Agregación de los distintos módulos para obtener un «Total de etapa» o «Total de ciclo de vida»					
Impactos/Flujos unidad	Etapas de producción	Etapas de construcción	Etapas de utilización	Etapas de fin de vida útil	Total ciclo de vida
Impacto ambiental					
Calentamiento climático - $kg\ CO_2\ equiv/UF$	3,8	1,0	0	2,2E-02	4,9
Pérdida de la capa de ozono $kg\ CFC\ 11\ equiv/UF$	2,6E-07	3,7E-07	0	7,2E-09	6,4E-07
Acidificación de suelos y agua - $kg\ SO_2\ equiv/UF$	2,3E-02	5,7E-03	0	1,5E-04	2,9E-02
Eutrofización - $kg\ (PO_4)^{3-}\ equiv/UF$	4,0E-03	1,3E-03	0	1,2E-04	5,4E-03
Formación de ozono fotoquímico $Eteno\ equiv/UF$	1,6E-03	6,1E-04	0	5,6E-05	2,2E-03
Agotamiento de los recursos abióticos (elementos) $kg\ Sb\ equiv/UF$	1,0E-06	1,8E-07	0	1,5E-08	1,2E-06
Agotamiento de los recursos abióticos (combustibles fósiles) MJ/UF	64	16	0	4,5E-01	80
Contaminación del aire - m^3/UF	810	157	0	4,0	970
Contaminación del agua - m^3/UF	6,1E-01	1,6	0	5,9E-01	2,7
Consumo de recursos					
Utilización de energía primaria renovable, excluidos los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	1,4	2,1E-01	0	4,3E-03	1,6
Utilización de los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	12	1,9	0	0	14
Utilización total de los recursos de energía primaria renovables (energía primaria y recursos de energía primaria utilizados como materias primas)- MJ/UF	14	2,1	0	4,3E-03	16
Utilización de la energía primaria no renovable, excluidos los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	57	15	0	4,5E-01	72
Utilización de los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas- MJ/UF	11	1,6	0	0	12
Utilización total de los recursos de energía primaria no renovables (energía primaria y recursos de energía primaria utilizados como materias primas)- MJ/UF	67	16	0	4,5E-01	84
Utilización de materias primas secundarias- kg/UF	7,8E-01	1,2E-01	0	0	9,0E-01
Utilización de combustibles secundarios renovables - MJ/UF	0	0	0	0	0
Utilización de combustibles secundarios no renovables - MJ/UF	0	0	0	0	0
Utilización neta de agua dulce - m^3/UF	1,2E-02	3,0E-03	0	5,8E-04	1,6E-02
Categorías de residuos					
Residuos peligrosos eliminados - kg/UF	3,8E-02	5,9E-03	0	1,5E-06	4,4E-02
Residuos no peligrosos eliminados - kg/UF	5,7E-01	8,6E-01	0	2,1	3,5
Residuos radiactivos eliminados - kg/UF	7,2E-05	1,0E-04	0	7,9E-07	1,8E-04
Flujos salientes					
Componentes destinados a su reutilización - kg/UF	0	0	0	0	0
Materiales destinados a su reciclado- kg/UF	0	0	0	0	0
Materiales destinados a la recuperación de energía- kg/UF	0	0	0	0	0
Energía eléctrica suministrada al exterior - MJ/UF	0	0	0	0	0
Energía de vapor suministrada al exterior - MJ/UF	0	0	0	0	0
Energía de gas y proceso suministrada al exterior - MJ/UF	0	0	0	0	0

• Interpretación del ciclo de vida

Impacts Environnementaux / Etapas	Etape de production (A1-A3)	Etape de construction (A4-A5)	Etape d'utilisation (B1-B7)	Etape de fin de vie (C1-C4)	Total cycle de vie	Bénéfices et charges au-delà des frontières du système (D)
Réchauffement climatique <i>kg CO₂ equiv /UF</i>	3,83	1,04	0,00	0,02	4,90 kg CO ₂ equiv /UF	0,00
Epuisement des ressources abiotiques (fossiles) <i>MJ/UF</i>	63,68	15,56	0,00	0,45	79,69 MJ/UF	0,00
Utilisation totale des ressources d'énergie primaire [1] <i>MJ/UF</i>	81,17	18,22	0,00	0,45	99,84 MJ/UF	0,00
Utilisation nette d'eau douce <i>m³ /UF</i>	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02 m ³ /UF	0,00
Déchets éliminés [2] <i>kg/UF</i>	0,61	0,87	0,00	2,09	3,57 kg/UF	0,00
Epuisement des ressources abiotiques (éléments) <i>kg Sb equiv/UF</i>	1,04E-06	1,78E-07	0,00E+00	1,46E-08	1,2E-06 kg Sb equiv/UF	0,00E+00
Pollution de l'air <i>m3/UF</i>	809,53	156,56	0,00	4,04	970 m3 /UF	0,00
Energie primaire renouvelable <i>MJ/UF</i>	13,70	2,06	0,00	0,00	15,76 MJ /UF	0,00
Energie primaire non renouvelable <i>MJ / UF</i>	67,47	16,16	0,00	0,45	84,08 MJ /UF	0,00

[1] Somme de : "Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables" + "Utilisation totale des ressources d'énergie primaire renouvelables".

[2] Somme de : "Déchets dangereux éliminés" + "Déchets non dangereux éliminés" + "Déchets radioactifs éliminés".

- Informaciones adicionales acerca de la emisión de sustancias peligrosas en el aire interior, el suelo y el agua durante la etapa de utilización

Aire interior

COV y formaldehídos

La clasificación sanitaria del producto URSA AIR ALUVEL A2 / AIR33VVA2 es A+, conforme a la Orden de 19 de abril de 2011, relativa al etiquetado de los productos de construcción o de revestimiento de paredes o suelos, y pinturas y barnices, y sus emisiones de contaminantes volátiles.

Lanas minerales y salud

➤ Irritación mecánica de las fibras

Las fibras de lana mineral ya no están clasificadas como R38 en relación con la irritación de la piel, desde enero de 2009 (Directiva 2009/2/CE) y, por consiguiente, ya no están catalogadas como irritantes. Las fibras más gruesas de este tipo (con un diámetro superior a aproximadamente 5 µm) pueden, como cualquier cuerpo extraño, causar picores, que son una reacción mecánica y no química, además de temporal.

➤ Clasificación cancerígena de las fibras

Las fibras que componen las lanas minerales quedan exentas de la clasificación cancerígena, conforme al Reglamento sobre clasificación y etiquetado de sustancias y mezclas, el Reglamento (CE) n° 1272/2008 y su primera actualización, el Reglamento (CE) n° 790/2009. En efecto, estas fibras superaron con éxito los ensayos que dispone dicho Reglamento, siendo su bio-persistencia inferior a los valores definidos en su nota «Q». La exención está certificada por el EUCB (European Certification Board - www.euceb.org).

El EUCB certifica que las fibras cumplan con las disposiciones de la nota «Q» del Reglamento (CE) n° 1272/2008. El EUCB garantiza que los ensayos para obtener el certificado de exención han sido realizados conforme a los protocolos europeos, que los industriales han aplicado los procedimientos de control de la fabricación de los productos y que los resultados han sido verificados y validados por terceros.

El compromiso de los industriales respecto del EUCB consiste en:

- Presentar un informe del ensayo establecido por uno de los laboratorios reconocidos por el EUCB, que demuestre que las fibras cumplen con una de las cuatro condiciones de exención previstas en la nota «Q» del Reglamento (CE) n° 1272/2008.

- Someterse, dos veces al año, al control de su producción por parte de un tercero independiente, reconocido por el EUCB (extracción de muestras y conformidad con el análisis químico inicial).
- Implantar los procedimientos de control interno en cada fábrica.

Los productos que cumplen con esta certificación se reconocen gracias al logotipo EUCB que figura en el empaquetado:

➤ **Clasificación cancerígena de las fibras**

Las recomendaciones que se indican para la aplicación de los materiales aislantes compuestos por lana mineral son similares a las que se aplican en cualquier obra de construcción; y son las siguientes:

Couvrir les parties du corps exposées. Dans un endroit non ventilé, portez un masque jetable.

Se rincez à l'eau froide avant de se laver.

Nettoyez avec un aspirateur.

Ventilez le lieu de travail si possible

Respecter la réglementation sur les déchets

En cas de travail au dessus de la tête, portez des lunettes

Adicionalmente, las mediciones realizadas en las obras de construcción muestran un promedio en la exposición de los instaladores de los aislantes de lana mineral más bajo que la registrada en los lugares de producción. Dichas mediciones fueron tomadas a petición del FILMM.

Tipo de aplicación	Mediciones individuales de exposición tomadas a los operarios			
	Número de mediciones	Media (f/ml)	Mediana (f/ml)	Probabilidad de superar el límite de exposición profesional (1 f/ml)
Paredes – Lana de vidrio sobre estructura metálica	9	0,1	0,07	0,07%
Paredes – Complejo de revestimiento	7	0,23	0,19	2,01%
Techos – Lana de vidrio insuflada	8	0,09	0,05	0,12%
Vertientes – Lana de vidrio	4	0,08	0,06	0,00%
Proyección – Lana de escorias (operario de alimentación)	6	0,07	0,06	0,00%
Proyección – Lana de escorias (proyector)	10	0,07	0,06	0,00%

Tabla: Resultados de las mediciones de exposición a las fibras de lanas minerales tomadas en 2006 y 2007 en las obras de construcción en Francia (fuente: FILMM)

➤ Las fibras durante la vida útil del edificio

El Observatorio de la Calidad del Aire Interior (OQAI) midió las concentraciones de fibras minerales en el aire ambiente, en el marco de un estudio piloto realizado en 2002. Estos resultados, según el OQAI, no reflejaron que exista “una especificidad aparente de los espacios interiores. Los valores medidos son del orden de 10⁻⁴ fibras por litro, sin constatar una diferencia marcada entre el exterior y el interior para el conjunto de los lugares objeto de medición”.

El análisis de estos resultados y la jerarquización de los contaminantes, que realizó el grupo de expertos del OQAI, llevaron a adoptar la decisión de no volver a realizar las mediciones de concentración de fibras en el aire interior de las viviendas, durante la campaña de 2003-2005.

Las fibras de lanas minerales representan sólo una ínfima parte de las partículas y fibras respirables, presentes en el aire ambiente. En los locales de uso privado o colectivo, los niveles de exposición son del orden de 0,0002 a 0,005 fibra/ml, es decir, 1/200 del Valor Límite de Exposición profesional (Schneider T., 1995).

Figura: Las fibras respiradas en el aire interior

Emisiones radiactivas

No se han realizado ensayos.

Suelo y agua

No procede para el producto objeto de la presente FDES / DAP.

• Contribución del producto a la calidad de vida en el interior de los edificios

Características del producto en la creación de las condiciones de confort higrotérmico en el edificio

El aislamiento de los tabiques contribuye a un ambiente sano y cómodo, y al aumento del confort térmico, al reducir los efectos de los tabiques fríos.

Dotado de una barrera de vapor, evita cualquier riesgo de condensación en los tabiques.

Al haber aislamiento, a la vez que se suministra confort, disminuye la temperatura interior, con la consiguiente reducción del consumo de energía.

Las lanas minerales, debido a sus procesos de fabricación, presentan una gran variedad de espesores y de resistencias térmicas. La conductividad térmica de las lanas minerales está comprendida entre 0,030 W/mK y 0,040 W/mK.

Las características térmicas R y la aptitud al uso las certifica la ACERMI/ AENOR (Asociación de certificación de materiales aislantes / Asociación Española de Normalización), lo que garantiza la fiabilidad de su eficacia. Asimismo, cumplen con el marcado CE, según la norma EN 14303 para los productos manufacturados para la construcción. El número de certificación ACERMI/ AENOR del producto es: Nº AENOR 020/003546

La lana mineral es imputrescible por naturaleza y no hidrófila para su utilización en la construcción. No retiene el agua y, en caso de mojado accidental, recupera sus propiedades iniciales tras su secado.

La flexibilidad natural de los productos y sus dimensiones permiten una aplicación fácil y unos recortes ajustados que garantizan la eficacia térmica del cerramiento mediante una estanquidad perfecta.

Características del producto en la creación de las condiciones de confort acústico en el edificio

Las lanas minerales son, por naturaleza, eficaces para aislamiento y corrección acústica, gracias a su flexibilidad y porosidad abierta.

Para los productos destinados a rellenar cavidades (tabiques, revestimientos), la lana cumple una función de amortiguador en los sistemas “masa-muelle-masa”. Es independiente de los paramentos.

Para los productos destinados a suelos flotantes o a complejos de revestimiento, la lana facilita la conexión elástica de los paramentos.

Para los productos destinados a la corrección acústica (techos decorativos, revestimientos murales, etc.), el coeficiente de absorción α_w permite conocer la aptitud para el destino que se le va a dar.

En relación con las materias primas constitutivas, las condiciones acústicas y de seguridad contra incendios se cumplen conjuntamente.

Características del producto en la creación de las condiciones de confort visual en el edificio

No procede, ya que en las condiciones normales de utilización el producto no es visible ni en los espacios internos ni desde el exterior.

Características del producto en la creación de las condiciones de confort olfativo en el edificio

No se han efectuado ensayos.

• Información adicional

Perímetro de verificación de la FDE&S

El producto URSA AIR ALUVEL A2 / AIR33VVA2 de 25 mm $R=0,78 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ está comprendido en el perímetro de verificación definido más abajo:

6.- Caracterización de los productos: (Paneles rígidos AIRE)

Aglomerante: fenólico de bajas emisiones, entre un 11 y un 13 %

Masa volumétrica: entre 60 y 80 kg/m³

Grosor: entre 25 y 40 mm

Mecanizado de superficies exterior: Alum.-Kraft / Tejido Vidrio-Alum. / Alum-Reforzado

Mecanizado de superficies interior: Velo de vidrio/ Tejido de vidrio / Alum.-Kraft / Alum. Reforzado

Embalaje: caja de cartón / sin caja

Paletización: palet estándar 3 x 1,2 de madera con film plástico LDPE, HDPE

Fábricas: El Pla

Perímetros para cada fábrica:

	MÍN.	MÁX.
	Total ciclo de vida (por m ²)	Total ciclo de vida (por m ²)
Calentamiento climático	4.90E+00	7.07E+00
Pérdida de la capa de ozono	6.35E-07	8.58E-07
Acidificación de suelos y agua	2.90E-02	4.09E-02
Eutrofización	5.42E-03	7.51E-03
Formación de ozono fotoquímico	2.24E-03	3.29E-03
Agotamiento de los recursos abióticos - elementos	1.20E-06	1.60E-06
Agotamiento de los recursos abióticos - combustibles fósiles	7.97E+01	1.18E+02
Contaminación del aire	9.70E+02	1.36E+03
Contaminación del agua	2.75E+00	4.05E+00
Utilización de la energía primaria renovable, excluidos los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas	1.34E+00	4.20E+00
Utilización de los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas	1.25E+01	1.46E+01
Utilización total de los recursos de energía primaria renovables	1.43E+01	1.84E+01
Utilización de la energía primaria no renovable, excluidos los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas	7.17E+01	1.05E+02
Utilización de los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas	1.24E+01	1.96E+01
Utilización total de los recursos de energía primaria no renovables	8.41E+01	1.25E+02
Utilización de materia secundaria	9.01E-01	1.24E+00
Utilización de combustibles secundarios renovables	0.00E+00	0.00E+00
Utilización de combustibles secundarios no renovables	0.00E+00	0.00E+00
Utilización neta de agua dulce	1.48E-02	1.93E-02
Residuos peligrosos eliminados	4.44E-02	7.86E-02
Residuos no peligrosos eliminados	3.52E+00	4.96E+00
Residuos radiactivos eliminados	1.77E-04	2.81E-04
Componentes destinados a su reutilización	0.00E+00	0.00E+00
Materiales destinados a su reciclado	0.00E+00	0.00E+00
Materiales destinados a la recuperación de energía	0.00E+00	0.00E+00
Energía eléctrica suministrada al exterior	0.00E+00	0.00E+00
Energía de vapor suministrada al exterior	0.00E+00	0.00E+00
Energía de gas y proceso suministrada al exterior	0.00E+00	0.00E+00

Calculo de impactos ambientales para un ml de conductos

Introducción

Normalmente, los instaladores de conductos de climatización hechos a partir de paneles de lana mineral de vidrio, calculan las superficies del conducto para realizar los suministros de los materiales y también para hacer la facturación del trabajo, por lo que el m² de conducto se utiliza como unidad funcional. Sin embargo para la evaluación ambiental, en algunos casos es útil realizar cálculos por metro lineal de conducto con una sección de referencia.

La tabla siguiente proporciona un coeficiente para los impactos medioambientales de la FDES, para encontrar el impacto de un metro lineal a lo largo de las diferentes secciones de conductos.

		Ancho del conducto (m)															
		0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
Altura del conducto (m)	0.25	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50
	0.30	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60
	0.35	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70
	0.40	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80
	0.45	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90
	0.50	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00
	0.55	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10
	0.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20
	0.65	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30
	0.70	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40
	0.75	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50
	0.80	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60
	0.85	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70
	0.90	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70	3.80
	0.95	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70	3.80	3.90
	1.00	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70	3.80	3.90	4.00

Declaración ambiental y sanitaria del producto

Environmental and Health Product Declaration (EPD & HPD)
Conforme a la Norma NF EN 15804+A1 y su complemento nacional NF
15 804/CN

6.-Paneles rígidos revestidos con Lana de Vidrio URSA
URSA AIR P5858 Alu-Alu / 32AK0B
25 mm
R= 0,75 m²·K/W

Fecha de realización: enero 2017
Fecha de edición: Julio 2017

Índice

Advertencia	300
Guía de lectura	300
Precaución al utilizar la FDES / DAP para comparar productos	300
• Información general.....	301
• Descripción de la unidad funcional y del producto.....	302
Descripción de la unidad funcional:.....	302
Descripción del producto y de su utilización:.....	302
Datos técnicos y características físicas:	302
Norma de referencia para declarar la eficacia del producto: EN 14303	302
Descripción de los principales compuestos y/o materiales por m ² de producto:	303
Descripción de la vida útil de referencia	303
• Etapas del ciclo de vida	304
Etapas de producción, A1-A3	304
Etapas de construcción A4-A5.....	306
Etapas de utilización (exclusión de ahorro de energía en fase de utilización), B1-B7	307
Etapas de fin de vida útil C1-C4.....	307
Beneficios y cargas (aplicar la norma), D	308
• Información para el cálculo del análisis del ciclo de vida	308
• Resultados del análisis de ciclo de vida (ACV)	308
• Interpretación del ciclo de vida	313
• Informaciones adicionales acerca de la emisión de sustancias peligrosas en el aire interior, el suelo y el agua durante la etapa de utilización	314
Aire interior	314
• Contribución del producto a la calidad de vida en el interior de los edificios	317
Características del producto en la creación de las condiciones de confort higrotérmico en el edificio	317
Características del producto en la creación de las condiciones de confort acústico en el edificio	317
Características del producto en la creación de las condiciones de confort visual en el edificio.....	318
Características del producto en la creación de las condiciones de confort olfativo en el edificio.....	318
• Información adicional.....	319
Perímetro de verificación de la FDE&S	319
Cálculo de impactos ambientales para un ml de conductos	320

Advertencia

Este documento es la traducción del original francés incluido en la base de datos INIES

Las informaciones contenidas en la presente declaración se suministran bajo la responsabilidad de: **URSA** (productor de la FDES / DAP), conforme a la NF EN 15804+A1 y al complemento nacional NF 15 804/CN.

Cualquier uso, total o parcial, que se haga de las informaciones que se suministran en el presente documento deberá ir acompañado, como mínimo, de la referencia completa de la ficha original FDES (DAP), así como del productor correspondiente, que podrá entregar un ejemplar completo.

La norma EN 15804+A1 del CEN y el complemento nacional NF 15 804/CN se han usado como reglas de definición de las categorías de productos (RCP).

La presente ficha ha sido establecida a partir de los elementos metodológicos comunes desarrollados por PWC para el FILMM (Sindicato nacional de fabricantes de aislantes de lana mineral manufacturada) N°: Abril 2015.

NOTA: La traducción literal en francés de «EPD (Environmental Product Declaration)» es «DEP» (Déclaration Environnementale de Produit) [*en español, DAP- Declaración Ambiental de Producto*]. No obstante, en Francia se utiliza corrientemente el término FDES (Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (*Ficha de Declaración Ambiental y Sanitaria*), que agrupa, a la vez, la Declaración Ambiental y las informaciones Sanitarias del producto objeto de dicha ficha. La FDES es, por consiguiente, una DAP cumplimentada con los datos sanitarios.

Guía de lectura

Ejemplo de lectura: $-9,0 \text{ E } -03 = -9,0 \times 10^{-3}$

Se aplicarán las normas de presentación siguientes:

- Si el resultado de cálculo del inventario es cero, aparece dicho valor cero.
- Abreviatura utilizada.
- ...

Precaución al utilizar la FDES / DAP para comparar productos

Si no cumplen con la norma NF EN 15804+A1, puede que las FDES / DAP de los productos de construcción no sean comparables.

La norma NF EN 15804 define en el § 5.3 «Comparabilidad de las Declaraciones Ambientales de Producto para los productos de construcción», las condiciones exigidas para que los productos de construcción se puedan comparar a partir de las informaciones suministradas por la FDES:

"Una comparación del comportamiento ambiental de los productos de construcción, aplicando las informaciones de las DAP, se debe basar en el uso de los productos y su impacto sobre el edificio, y debe tener en cuenta la totalidad del ciclo de vida (todos los módulos de información)."

• Información general

«Declaración Ambiental de Producto conforme a la norma NF EN ISO 14025 y NF EN 15804+A1»

Nota: Si no cumplen con la norma NF EN 15804+A1, puede que las DAP de los productos de construcción no sean comparables.

Tipo de Declaración Ambiental	«de la cuna a la tumba» FDES / DAP individual para la referencia comercial con el nombre del producto, declarada más abajo.
Identificación de RCP (Regla de Categoría de Producto)	La norma EN 15804+A1 y el complemento nacional NF 15 804/CN sirven como reglas de definición de las categorías de productos (RCP).
Editor de la DAP	Josep Sole (Sustainability & Technical Manager URSA Insulation) josep.sole@ursa.com
Nombre del producto declarado	URSA AIR P5858 Alu-Alu / 32AK0B 25 mm R= 0,75 m ² ·K/W
Propietario de la declaración	URSA France SAS. Noisy-Le-Grand 93160 Maille Nord III 7 Porte de Neuilly www.ursa.fr URSA Ibérica Aislantes SA. www.ursa.es
Fabricante vinculado a la declaración	URSA Producto fabricado en la fábrica El Pla
Logo del programa y dirección del sitio web	AFNOR-INIES www.inies.fr
Fecha de publicación	Enero 2017
Periodo de validez (5 años)	Enero 2022
Composición del producto (flujo de referencia)	Cantidad de lana mineral: 1875g Espesor: 25 mm Revestimientos superficiales: 263 g/m ² Aluminio kraft reforzado + tejido de vidrio + velo de vidrio Embalaje para transporte y distribución: 0,241 kg/m ² caja de cartón Paletización (151,20 m ² /palet) 1,62 kg/palet HDLPE 1,61 kg/palet LDPE 0,01 kg/palet PP 24 kg/palet Madera

Demostración de la Verificación:

La norma EN 15804 se utiliza como RCP		
Verificación independiente conforme a EN ISO 14025	☒ Externa	
Nombre del perito verificador	Yannick Le Guern yannick.leguern@cegetel.net	

• Descripción de la unidad funcional y del producto

Descripción de la unidad funcional:

Al considerar las funciones de este producto, se puede describir la unidad funcional del siguiente modo:

Realizar una función de aislamiento térmico sobre 1 m² de conducción que garantice la resistencia térmica de $R = 0,75 \text{ K.m}^2.\text{W}^{-1}$ para la aplicación Aislamiento de construcción de conductos de climatización.

Descripción del producto y de su utilización:

Esta Ficha de Declaración Ambiental y Sanitaria (FDES/ DAP) describe el impacto ambiental de 1 m² de aislante de lana de vidrio.

URSA fabrica la lana de vidrio con materias primas naturales y abundantes (arena) o materias recicladas (casco de vidrio), mediante fusión y fibraje. Los productos obtenidos se presentan en forma de un «colchón de lana mineral» compuesto por una estructura flexible que aprisiona aire inmovilizado en su interior.

En la tierra, el mejor aislante es el aire seco e inmóvil a 10°C: el coeficiente de conductividad térmica, expresado en λ , es de $0,025 \text{ W}/(\text{m.K})$ (vatios por metro grado Kelvin). La conductividad térmica de las lanas minerales se aproxima a la del aire inmóvil, puesto que el λ correspondiente varía de $0,030 \text{ W}/(\text{m.K})$, en el caso de las más eficaces, a $0,040 \text{ W}/(\text{m.K})$ para las menos eficaces.

Gracias a su estructura entrelazada, las lanas minerales (lana de vidrio o lana de roca) son materiales porosos que inmovilizan el aire, lo que hace que sea una solución adecuada para aislamiento. La estructura porosa y elástica de la lana mineral absorbe asimismo los ruidos aéreos y de impacto, y permite efectuar la corrección acústica en el interior de los locales. Por último, ya que por su naturaleza están constituidas a base de minerales incombustibles, las lanas minerales no alimentan el fuego y no propagan las llamas.

El aislamiento con lana mineral (lana de vidrio) se utiliza en edificios e instalaciones industriales. Garantiza un alto nivel de confort, reduce los costes de energía, minimiza las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), impide la pérdida de calor a través de los tejados inclinados, las paredes, los suelos, los conductos y calderas, reduce la contaminación sonora y protege las viviendas e instalaciones industriales del riesgo de incendio.

La vida útil de un producto a base de lana de vidrio es similar a la de un edificio, siempre que el elemento constructivo forme parte de éste (con frecuencia, establecido en 50 años).

Datos técnicos y características físicas:

Norma de referencia para declarar la eficacia del producto: EN 14303

Uso previsto: Aislante térmico para equipos e instalaciones de los edificios / en construcción de conductos de climatización

Código de designación CE: T3-MV1

Resistencia térmica del producto: $0,75 \text{ K.m}^2.\text{W}^{-1}$ (AENOR 020/003540)

Conductividad térmica del producto: $0,032 \text{ W} / (\text{m.K})$

Reacción al fuego: Euro clase B s1 d0

Descripción de los principales compuestos y/o materiales por m² de producto:

Parámetro	Valor
Cantidad de lana mineral	1875g
Grosor	25 mm
Mecanizado de superficies	263g/m ² Aluminio kraft reforzado + tejido de vidrio + velo de vidrio
Embalaje para transporte y distribución	0,241 kg/m ² caja de cartón Paletización (151,20 m ² /palet) 1,62 kg/palet HDLPE 1,61 kg/palet LDPE 0,01 kg/palet PP 24 kg/paleta Madera
Sustancias peligrosas	Ninguna sustancia peligrosa que declarar

Descripción de la vida útil de referencia

Vida útil de referencia (VUR)	50 años
Justificación	La VUR elegida corresponde al periodo al cabo del cual se prevé que hay que efectuar una renovación del edificio, causada por necesidades ajenas a la vida útil del producto, (pudiendo superar los 50 años). El producto conserva su eficacia técnica durante el periodo total de su ciclo de vida.
Propiedades declaradas del producto (a su salida de fábrica) y acabados, etc.	Paneles y rulos de lana de vidrio de 25 mm con revestimiento en superficie Aluminio kraft reforzado + tejido de vidrio + velo de vidrio.
Parámetros teóricos de aplicación (impuestos por el fabricante), incluidas las referencias a las prácticas apropiadas	---
Calidad prevista de las obras si la instalación cumple con las instrucciones del fabricante	La instalación se debe hacer conforme a las reglas de buena construcción o a los correspondientes DTU (Documentos Técnicos Unificados) o DTA (Documentos Técnicos de Aplicación).
Entorno exterior (aplicaciones para exterior), por ejemplo, intemperie, agentes contaminantes, exposición a rayos UV y al viento, orientación del edificio, sombreado o temperatura	Los productos de lana mineral no se utilizan directamente en el exterior de los edificios, por consiguiente, no les afectan las condiciones exteriores.
Entorno interior (aplicaciones para interior), por ejemplo, temperatura, humedad, exposición a productos químicos	Los productos de lana mineral se utilizan en el interior de los edificios previa protección (placa de yeso/madera/...).
Condiciones de utilización, por ejemplo, frecuencia de uso, exposición mecánica	Los productos de lana mineral no están sometidos a restricciones de uso o exposición mecánica.
Mantenimiento, por ejemplo, frecuencia exigida, tipo y calidad, y sustitución de componentes reemplazables	Los productos de lana mineral no requieren mantenimiento durante su vida útil.

• Etapas del ciclo de vida

Esquema del ciclo de vida

Etapas y módulos del ciclo de vida considerados

Etapa de producción	Etapa de construcción		Etapa de utilización							Etapa de fin de vida útil				D Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Uso de energía	B7 Uso de agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	MNA

Etapa de producción, A1-A3

Descripción de la etapa:

La etapa de producción de productos de lana mineral se subdivide en tres módulos: A1, abastecimiento de materias primas; A2, transporte; y A3, fabricación.

La norma EN 15 804+A1, que se aplica a la presente FDES / DAP, permite agregar los módulos A1, A2 y A3.

A1 Suministro de materias primas

Este módulo comprende el suministro y el tratamiento de todas las materias primas y las energías que se producen desde el inicio del proceso de fabricación. En particular, abarca el

abastecimiento de materias primas para fabricar el aglomerante y las fibras de vidrio, como por ejemplo, la arena. Como complemento de estas materias primas, se usan materiales reciclados (casco de vidrio).

A2 Transporte al fabricante

Las materias primas se transportan hasta el lugar de fabricación. La modelización comprende, para cada materia prima, transporte por carretera, fluvial o ferroviario (valores medios).

A3 Fabricación

La fabricación de la lana de vidrio comprende las etapas de fusión y fibraje (cf. diagrama del proceso de fabricación). También se tiene en cuenta en esta etapa la producción de los embalajes.

Diagrama del proceso de fabricación

Etapa de construcción A4-A5

Descripción de la etapa:

La etapa de construcción se divide en dos módulos: A4, transporte hasta la obra y A5, instalación en el edificio.

Descripción de los distintos escenarios e informaciones técnicas suplementarias:

A4 Transporte hasta la obra:

Este módulo incluye el transporte desde la salida de fábrica a la obra.

El transporte se calcula a partir de un escenario que incluye los siguientes parámetros:

Parámetro	Valor
Tipo de combustible y consumo del vehículo o tipo de vehículo utilizado para el transporte, por ejemplo, camión de larga distancia, barco, etc.	Camión con una carga útil de 24 t; consumo de diésel de 38 litros/100km.
Distancia media hasta la obra	460 km
Utilización de la capacidad (incluidos retornos sin carga)	100% de la capacidad en volumen 30% de retornos sin carga
Densidad del producto transportado	151,20 m ² por palet y 8 palets por camión Densidad del producto = $1875 / 25 = 75$ kg/m ³
Coeficiente de uso de la capacidad volumétrica	>1 (productos comprimidos en los embalajes)

A5 Instalación en el edificio:

Este módulo comprende los residuos resultantes de la instalación de la lana mineral en el edificio, la producción suplementaria generada para compensar estas pérdidas y el tratamiento de los residuos de la obra. Los distintos escenarios utilizados para la cantidad de residuos resultantes de la instalación y el tratamiento de éstos son los siguientes:

Parámetro	Valor
productos auxiliares para la instalación (especificados por material)	Sin productos auxiliares
Utilización de agua	No se utiliza agua
Utilización de otros recursos	No se utilizan otros recursos
Descripción cuantitativa del tipo de energía (mix regional) y consumo durante el proceso de instalación	No se necesita energía
Residuos generados en la obra durante el proceso de la instalación del producto (especificados por tipo)	15 % de lana de vidrio
Materias (especificadas por tipo) resultantes del tratamiento de residuos en la obra, por ejemplo, recogida para su reciclado, recuperación de energía, eliminación (especificadas por modo)	Todos los residuos de lana de vidrio, sus embalajes y los derivados de producción para la instalación se consideran como eliminados en vertedero 834 gr/UF
Emisiones directas a la atmósfera ambiente, suelo y agua	No se prevén emisiones

Etapa de utilización (exclusión de ahorro de energía en fase de utilización), B1-B7

Descripción de la etapa:

La etapa de utilización se divide en siete módulos:

- B1: Utilización o aplicación del producto instalado
- B2: Mantenimiento
- B3: Reparación
- B4: Sustitución
- B5: Rehabilitación
- B6: Necesidades de energía en la fase de utilización
- B7: Necesidades de agua en la fase de utilización

Descripción de los distintos escenarios e informaciones técnicas suplementarias:

No se requiere ninguna operación técnica durante la fase de utilización hasta el fin de vida útil. Por ello, las lanas minerales carecen de impacto en esta etapa, pero permiten un ahorro de energía en la fase de utilización (véase la información adicional en anexo).

Etapa de fin de vida útil C1-C4

Descripción de la etapa:

Esta etapa incluye los siguientes módulos de fin de vida útil: C1, deconstrucción, demolición; C2, transporte hasta el tratamiento de residuos; C3, tratamiento de residuos para su reutilización, recuperación y/o reciclado; C4, eliminación.

Descripción de los distintos escenarios e informaciones técnicas suplementarias:

C1 Deconstrucción, demolición:

La deconstrucción y/o el desmontaje de los productos de aislamiento forman parte de la demolición de un edificio entero. En nuestro caso, se prevé que el impacto ambiental sea muy leve y quizá insignificante.

C2 Transporte hasta el tratamiento de residuos:

Parámetro	Valor
Proceso de recogida, especificado por tipo	2,157 kg de lana de vidrio (recogidos mezclados con los residuos de obra)
Sistema de recuperación especificado por tipo	Sin reutilización, ni reciclado ni recuperación de energía
Eliminación especificada por tipo	2,157 kg de lana de vidrio llevados a vertedero de residuos no inertes, no peligrosos
Hipótesis para la elaboración de los distintos escenarios (por ejemplo, transporte)	Camión con una carga útil de 24 t, consumo de diésel de 38 litros/100 km 30 km

C3 Tratamiento de residuos para su reutilización, recuperación y/o reciclado:

Se considera que el producto se enterrará, sin reutilización, ni recuperación ni reciclado.

C4 Eliminación:

Se prevé que la lana de vidrio se almacene como residuos no inertes, no peligrosos en su totalidad.

Beneficios y cargas (aplicar la norma), D

Descripción de los distintos escenarios e informaciones técnicas suplementarias:

Los beneficios asociados al reciclado de los embalajes (A5) no se han considerado.

• Información para el cálculo del análisis del ciclo de vida

RCP utilizada	La norma EN 15804+A1 y el complemento nacional NF 15 804/CN sirven como reglas de definición de las categorías de productos (RCP).
Fronteras del sistema	De la cuna a la tumba: etapas = A1-3, A4-A5, C2-4
Asignaciones	Dado que no existen co-productos, no se han utilizado criterios de asignación.
Representatividad geográfica Temporal	País de producción España país de utilización España datos de producción 2013. Bases de Datos secundarios: módulos genéricos base DEAM (TEAM 5.2/PWC), actualizados con un modelo energético de 2011 y módulos Ecoinvent V2.2 (2010).
Variabilidad de los resultados	

• Resultados del análisis de ciclo de vida (ACV)

El modelo de ACV, la agregación de datos y los impactos ambientales se calculan a partir del software TEAM 5.2 TM.

A continuación, se presentan las tablas que resumen los resultados del ACV.

IMPACTOS AMBIENTALES

Impactos Ambientales	Etapas de producción	Etapas de construcción		Etapas de utilización							Etapas de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
Calentamiento climático <i>kg CO₂ equiv/UF</i>	4,6	4,0E-01	7,6E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	3,9E-03	0	2,0E-02	MNA
El potencial de calentamiento total de un gas se relaciona con la contribución total al calentamiento global resultante de la emisión de una unidad de dicho gas, respecto de una unidad del gas de referencia, el dióxido de carbono, al que se le atribuye el valor 1.															
Pérdida de la capa de ozono <i>kg CFC 11 equiv/UF</i>	6,1E-07	2,9E-07	1,4E-07	0	0	0	0	0	0	0	0	2,8E-09	0	4,6E-09	MNA
La destrucción de la capa de ozono estratosférica, que protege la Tierra de los rayos ultravioleta, nocivos para la vida, está causada por la ruptura de ciertos cloros y/o compuestos que contienen bromo al alcanzar la atmósfera, y destruyen luego las moléculas de ozono mediante reacciones catalíticas.															
Acidificación de suelos y agua <i>kg SO₂ equiv/UF</i>	3,0E-02	1,8E-03	4,9E-03	0	0	0	0	0	0	0	0	9,9E-06	0	1,6E-04	MNA
Los contaminantes ácidos tienen un impacto negativo sobre los ecosistemas naturales y el medio ambiente, causado por el hombre, incluidos los edificios. Las principales fuentes de emisiones de sustancias acidificantes son la agricultura y la quema de combustibles fósiles utilizados para la producción de electricidad, para la calefacción y los transportes.															
Eutrofización <i>kg (PO₄)³⁻ equiv/UF</i>	4,2E-03	4,2E-04	8,8E-04	0	0	0	0	0	0	0	0	2,1E-06	0	1,4E-04	MNA
Un enriquecimiento excesivo en nutrientes, de las aguas y de las superficies continentales, que conlleva efectos biológicos nefastos.															
Formación de ozono fotoquímico <i>Eteno equiv/UF</i>	2,0E-03	2,8E-04	3,9E-04	0	0	0	0	0	0	0	0	2,3E-06	0	6,0E-05	MNA
Las reacciones químicas provocadas por la energía de la luz solar.															
La reacción de los óxidos de nitrógeno con los hidrocarburos en presencia de la luz solar, formando ozono, es un ejemplo de una reacción fotoquímica.															
Agotamiento de los recursos abióticos (elementos) <i>kg Sb equiv/UF</i>	1,3E-06	3,7E-10	2,1E-07	0	0	0	0	0	0	0	0	3,7E-12	0	1,8E-08	MNA
Agotamiento de los recursos abióticos (combustibles fósiles) <i>MJ/UF</i>	73	5,1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	5,0E-02	0	4,2E-01	MNA
El consumo de recursos no renovables, que reduce su disponibilidad para las generaciones futuras.															
Contaminación del aire - <i>m³/UF</i>	964	25	154	0	0	0	0	0	0	0	0	2,4E-01	0	4,6	MNA
Contaminación del agua - <i>m³/UF</i>	8,7E-01	1,1E-01	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1E-03	0	7,7E-01	MNA

UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS

Utilización de los recursos	Etapas de producción	Etapas de construcción		Etapas de utilización							Etapas de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
Utilización de la energía primaria renovable, excluidos los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	3,7	2,5E-03	5,6E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5E-05	0	4,8E-03	MNA
Utilización de los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	12	0	1,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización total de los recursos de energía primaria renovables (energía primaria y recursos de energía primaria utilizados como materias primas) - MJ/UF	16	2,5E-03	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5E-05	0	4,8E-03	MNA
Utilización de la energía primaria no renovable, excluidos los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	67	5,1	11	0	0	0	0	0	0	0	0	5,1E-02	0	4,1E-01	MNA
Utilización de los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	9,9	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización total de los recursos de energía primaria no renovables (energía primaria y recursos de energía primaria utilizados como materias primas) - MJ/UF	77	5,1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	5,1E-02	0	4,1E-01	MNA
Utilización de materias primas secundarias- kg/UF	7,8E-01	0	1,2E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización de combustibles secundarios renovables - MJ/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización de combustibles secundarios no renovables - MJ/UF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Utilización neta de agua dulce - m³/UF	8,7E-03	4,8E-04	2,0E-03	0	0	0	0	0	0	0	0	4,8E-06	0	6,5E-04	MNA

CATEGORÍA DE RESIDUOS

Categoría de residuos	Etapas de producción	Etapas de construcción		Etapas de utilización							Etapas de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
Residuos peligrosos eliminados - <i>kg/UF</i>	3,8E-02	1,5E-04	5,8E-03	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5E-06	0	0	MNA
Residuos no peligrosos eliminados - <i>kg/UF</i>	6,8E-01	4,2E-04	8,3E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	4,2E-06	0	2,2	MNA
Residuos radiactivos eliminados - <i>kg/UF</i>	7,2E-05	8,1E-05	2,3E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	8,1E-07	0	0	MNA

FLUJOS SALIENTES

Flujos salientes	Etapas de producción	Etapas de construcción		Etapas de utilización							Etapas de fin de vida útil				Beneficios y cargas más allá de las fronteras del sistema
	A1 / A2 / A3	A4 Transporte	A5 Instalación	B1 Utilización	B2 Mantenimiento	B3 Reparación	B4 Sustitución	B5 Rehabilitación	B6 Utilización de la energía	B7 Utilización del agua	C1 Deconstrucción / Demolición	C2 Transporte	C3 Tratamiento de residuos	C4 Eliminación	
Componentes destinados a su reutilización - <i>kg/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Materiales destinados a su reciclado - <i>kg/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Materiales destinados a la recuperación de energía - <i>kg/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Energía eléctrica suministrada al exterior - <i>MJ/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Energía de vapor suministrada al exterior - <i>MJ/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA
Energía de gas y proceso suministrada al exterior - <i>MJ/UF</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MNA

IMPACTOS AMBIENTALES					
Agregación de los distintos módulos para obtener un «Total de etapa» o «Total de ciclo de vida»					
Impactos/Flujos unidad	Etapas de producción	Etapas de construcción	Etapas de utilización	Etapas de fin de vida útil	Total ciclo de vida
Impacto ambiental					
Calentamiento climático - $kg\ CO_2\ equiv/UF$	4,6	1,2	0	2,4E-02	5,8
Pérdida de la capa de ozono $kg\ CFC\ 11\ equiv/UF$	6,1E-07	4,2E-07	0	7,4E-09	1,0E-06
Acidificación de suelos y agua - $kg\ SO_2\ equiv/UF$	3,0E-02	6,8E-03	0	1,7E-04	3,7E-02
Eutrofización - $kg\ (PO_4)^{3-}\ equiv/UF$	4,2E-03	1,3E-03	0	1,4E-04	5,6E-03
Formación de ozono fotoquímico $Eteno\ equiv/UF$	2,0E-03	6,8E-04	0	6,2E-05	2,8E-03
Agotamiento de los recursos abióticos (elementos) $kg\ Sb\ equiv/UF$	1,3E-06	2,1E-07	0	1,8E-08	1,5E-06
Agotamiento de los recursos abióticos (combustibles fósiles) MJ/UF	73	17	0	4,7E-01	91
Contaminación del aire - m^3/UF	964	179	0	4,8	1.148
Contaminación del agua - m^3/UF	8,7E-01	1,5	0	7,7E-01	3,1
Consumo de recursos					
Utilización de energía primaria renovable, excluidos los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	3,7	5,6E-01	0	4,8E-03	4,3
Utilización de los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	12	1,8	0	0	14
Utilización total de los recursos de energía primaria renovables (energía primaria y recursos de energía primaria utilizados como materias primas- MJ/UF	16	2,4	0	4,8E-03	18
Utilización de la energía primaria no renovable, excluidos los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas - MJ/UF	67	16	0	4,6E-01	84
Utilización de los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas- MJ/UF	9,9	1,5	0	0	11
Utilización total de los recursos de energía primaria no renovables (energía primaria y recursos de energía primaria utilizados como materias primas)- MJ/UF	77	18	0	4,6E-01	95
Utilización de materias primas secundarias- kg/UF	7,8E-01	1,2E-01	0	0	9,0E-01
Utilización de combustibles secundarios renovables - MJ/UF	0	0	0	0	0
Utilización de combustibles secundarios no renovables - MJ/UF	0	0	0	0	0
Utilización neta de agua dulce - m^3/UF	8,7E-03	2,4E-03	0	6,6E-04	1,2E-02
Categorías de residuos					
Residuos peligrosos eliminados - kg/UF	3,8E-02	5,9E-03	0	1,5E-06	4,4E-02
Residuos no peligrosos eliminados - kg/UF	6,8E-01	8,3E-01	0	2,2	3,7
Residuos radiactivos eliminados - kg/UF	7,2E-05	1,0E-04	0	8,1E-07	1,8E-04
Flujos salientes					
Componentes destinados a su reutilización - kg/UF	0	0	0	0	0
Materiales destinados a su reciclado- kg/UF	0	0	0	0	0
Materiales destinados a la recuperación de energía- kg/UF	0	0	0	0	0
Energía eléctrica suministrada al exterior - MJ/UF	0	0	0	0	0
Energía de vapor suministrada al exterior - MJ/UF	0	0	0	0	0
Energía de gas y proceso suministrada al exterior - MJ/UF	0	0	0	0	0

• Interpretación del ciclo de vida

URSA AIR P5858 Alu-Alu (El Pla)						
Impacts Environnementaux / Etapas	Etape de production (A1-A3)	Etape de construction (A4-A5)	Etape d'utilisation (B1-B7)	Etape de fin de vie (C1-C4)	Total cycle de vie	Bénéfices et charges au-delà des frontières du système (D)
Réchauffement climatique <i>kg CO₂ equiv /UF</i>	4,59	1,16	0,00	0,02	5,77 <i>kg CO₂ equiv /UF</i>	0,00
Epuisement des ressources abiotiques (fossiles) <i>MJ/UF</i>	73,13	16,97	0,00	0,47	90,58 <i>MJ/UF</i>	0,00
Utilisation totale des ressources d'énergie primaire [1] <i>MJ/UF</i>	92,72	19,95	0,00	0,47	113,14 <i>MJ/UF</i>	0,00
Utilisation nette d'eau douce <i>m³ /UF</i>	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01 <i>m³ /UF</i>	0,00
Déchets éliminés [2] <i>kg/UF</i>	0,72	0,84	0,00	2,16	3,72 <i>kg/UF</i>	0,00
Epuisement des ressources abiotiques (éléments) <i>kg Sb equiv/UF</i>	1,27E-06	2,11E-07	0,00E+00	1,75E-08	1,5E-06 <i>kg Sb equiv/UF</i>	0,00E+00
Pollution de l'air <i>m3/UF</i>	963,60	179,18	0,00	4,81	1148 <i>m3 /UF</i>	0,00
Energie primaire renouvelable <i>MJ/UF</i>	15,80	2,38	0,00	0,00	18,18 <i>MJ /UF</i>	0,00
Energie primaire non renouvelable <i>MJ / UF</i>	76,92	17,57	0,00	0,46	94,96 <i>MJ /UF</i>	0,00

[1] Somme de : "Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables" + "Utilisation totale des ressources d'énergie primaire renouvelables".

[2] Somme de : "Déchets dangereux éliminés" + "Déchets non dangereux éliminés" + "Déchets radioactifs éliminés".

- Informaciones adicionales acerca de la emisión de sustancias peligrosas en el aire interior, el suelo y el agua durante la etapa de utilización

Aire interior

COV y formaldehídos

La clasificación sanitaria del producto URSA AIR P5858 Alu-Alu / 32AK0B es A+, conforme a la Orden de 19 de abril de 2011, relativa al etiquetado de los productos de construcción o de revestimiento de paredes o suelos, y pinturas y barnices, y sus emisiones de contaminantes volátiles.

Lanas minerales y salud

➤ Irritación mecánica de las fibras

Las fibras de lana mineral ya no están clasificadas como R38 en relación con la irritación de la piel, desde enero de 2009 (Directiva 2009/2/CE) y, por consiguiente, ya no están catalogadas como irritantes. Las fibras más gruesas de este tipo (con un diámetro superior a aproximadamente 5 µm) pueden, como cualquier cuerpo extraño, causar picores, que son una reacción mecánica y no química, además de temporal.

➤ Clasificación cancerígena de las fibras

Las fibras que componen las lanas minerales quedan exentas de la clasificación cancerígena, conforme al Reglamento sobre clasificación y etiquetado de sustancias y mezclas, el Reglamento (CE) n° 1272/2008 y su primera actualización, el Reglamento (CE) n° 790/2009. En efecto, estas fibras superaron con éxito los ensayos que dispone dicho Reglamento, siendo su bio-persistencia inferior a los valores definidos en su nota «Q». La exención está certificada por el EUCB (European Certification Board - www.euceb.org).

El EUCB certifica que las fibras cumplan con las disposiciones de la nota «Q» del Reglamento (CE) n° 1272/2008. El EUCB garantiza que los ensayos para obtener el certificado de exención han sido realizados conforme a los protocolos europeos, que los industriales han aplicado los procedimientos de control de la fabricación de los productos y que los resultados han sido verificados y validados por terceros.

El compromiso de los industriales respecto del EUCB consiste en:

- Presentar un informe del ensayo establecido por uno de los laboratorios reconocidos por el EUCB, que demuestre que las fibras cumplen con una de las cuatro condiciones de exención previstas en la nota «Q» del Reglamento (CE) n° 1272/2008.

- Someterse, dos veces al año, al control de su producción por parte de un tercero independiente, reconocido por el EUCB (extracción de muestras y conformidad con el análisis químico inicial).
- Implantar los procedimientos de control interno en cada fábrica.

Los productos que cumplen con esta certificación se reconocen gracias al logotipo EUCB que figura en el empaquetado:

➤ **Clasificación cancerígena de las fibras**

Las recomendaciones que se indican para la aplicación de los materiales aislantes compuestos por lana mineral son similares a las que se aplican en cualquier obra de construcción; y son las siguientes:

Couvrir les parties du corps exposées.
Dans un endroit non ventilé, portez un masque jetable.

Se rincez à l'eau froide avant de se laver.

Nettoyez avec un aspirateur.

Ventilez le lieu de travail si possible

Respecter la réglementation sur les déchets

En cas de travail au dessus de la tête, portez des lunettes

Adicionalmente, las mediciones realizadas en las obras de construcción muestran un promedio en la exposición de los instaladores de los aislantes de lana mineral más bajo que la registrada en los lugares de producción. Dichas mediciones fueron tomadas a petición del FILMM.

Tipo de aplicación	Mediciones individuales de exposición tomadas a los operarios			
	Número de mediciones	Media (f/ml)	Mediana (f/ml)	Probabilidad de superar el límite de exposición profesional (1 f/ml)
Paredes – Lana de vidrio sobre estructura metálica	9	0,1	0,07	0,07%
Paredes – Complejo de revestimiento	7	0,23	0,19	2,01%
Techos – Lana de vidrio insuflada	8	0,09	0,05	0,12%
Vertientes – Lana de vidrio	4	0,08	0,06	0,00%
Proyección – Lana de escorias (operario de alimentación)	6	0,07	0,06	0,00%
Proyección – Lana de escorias (proyector)	10	0,07	0,06	0,00%

Tabla: Resultados de las mediciones de exposición a las fibras de lanas minerales tomadas en 2006 y 2007 en las obras de construcción en Francia (fuente: FILMM)

➤ Las fibras durante la vida útil del edificio

El Observatorio de la Calidad del Aire Interior (OQAI) midió las concentraciones de fibras minerales en el aire ambiente, en el marco de un estudio piloto realizado en 2002. Estos resultados, según el OQAI, no reflejaron que exista “una especificidad aparente de los espacios interiores. Los valores medidos son del orden de 10-4 fibras por litro, sin constatar una diferencia marcada entre el exterior y el interior para el conjunto de los lugares objeto de medición”.

El análisis de estos resultados y la jerarquización de los contaminantes, que realizó el grupo de expertos del OQAI, llevaron a adoptar la decisión de no volver a realizar las mediciones de concentración de fibras en el aire interior de las viviendas, durante la campaña de 2003-2005.

Las fibras de lanas minerales representan sólo una ínfima parte de las partículas y fibras respirables, presentes en el aire ambiente. En los locales de uso privado o colectivo, los niveles de exposición son del orden de 0,0002 a 0,005 fibra/ml, es decir, 1/200 del Valor Límite de Exposición profesional (Schneider T., 1995).

Figura: Las fibras respiradas en el aire interior

Emisiones radiactivas

No se han realizado ensayos.

Suelo y agua

No procede para el producto objeto de la presente FDES / DAP.

- Contribución del producto a la calidad de vida en el interior de los edificios
-

Características del producto en la creación de las condiciones de confort higrotérmico en el edificio

El aislamiento de los tabiques contribuye a un ambiente sano y cómodo, y al aumento del confort térmico, al reducir los efectos de los tabiques fríos.

Dotado de una barrera de vapor, evita cualquier riesgo de condensación en los tabiques.

Al haber aislamiento, a la vez que se suministra confort, disminuye la temperatura interior, con la consiguiente reducción del consumo de energía.

Las lanas minerales, debido a sus procesos de fabricación, presentan una gran variedad de espesores y de resistencias térmicas. La conductividad térmica de las lanas minerales está comprendida entre 0,030 W/mK y 0,040 W/mK.

Las características térmicas R y la aptitud al uso las certifica la ACERMI/ AENOR (Asociación de certificación de materiales aislantes / Asociación Española de Normalización), lo que garantiza la fiabilidad de su eficacia. Asimismo, cumplen con el marcado CE, según la norma EN 14303 para los productos manufacturados para la construcción. El número de certificación ACERMI/ AENOR del producto es: Nº AENOR 020/003540

La lana mineral es imputrescible por naturaleza y no hidrófila para su utilización en la construcción. No retiene el agua y, en caso de mojado accidental, recupera sus propiedades iniciales tras su secado.

La flexibilidad natural de los productos y sus dimensiones permiten una aplicación fácil y unos recortes ajustados que garantizan la eficacia térmica del cerramiento mediante una estanquidad perfecta.

Características del producto en la creación de las condiciones de confort acústico en el edificio

Las lanas minerales son, por naturaleza, eficaces para aislamiento y corrección acústica, gracias a su flexibilidad y porosidad abierta.

Para los productos destinados a rellenar cavidades (tabiques, revestimientos), la lana cumple una función de amortiguador en los sistemas “masa-muelle-masa”. Es independiente de los paramentos.

Para los productos destinados a suelos flotantes o a complejos de revestimiento, la lana facilita la conexión elástica de los paramentos.

Para los productos destinados a la corrección acústica (techos decorativos, revestimientos murales, etc.), el coeficiente de absorción α_w permite conocer la aptitud para el destino que se le va a dar.

En relación con las materias primas constitutivas, las condiciones acústicas y de seguridad contra incendios se cumplen conjuntamente.

Características del producto en la creación de las condiciones de confort visual en el edificio

No procede, ya que en las condiciones normales de utilización el producto no es visible ni en los espacios internos ni desde el exterior.

Características del producto en la creación de las condiciones de confort olfativo en el edificio

No se han efectuado ensayos.

• Información adicional

Perímetro de verificación de la FDE&S

El producto URSA AIR P5858 Alu-Alu / 32AK0B de 25 mm $R = 0,75 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ está comprendido en el perímetro de verificación definido más abajo:

6.- Caracterización de los productos: (Paneles rígidos AIRE)

Aglomerante: fenólico de bajas emisiones, entre un 11 y un 13 %

Masa volumétrica: entre 60 y 80 kg/m³

Grosor: entre 25 y 40 mm

Mecanizado de superficies exterior: Alum.-Kraft / Tejido Vidrio-Alum. / Alum-Reforzado

Mecanizado de superficies interior: Velo de vidrio/ Tejido de vidrio / Alum.-Kraft / Alum.

Reforzado

Embalaje: caja de cartón / sin caja

Paletización: palet estándar 3 x 1,2 de madera con film plástico LDPE, HDPE

Fábricas: El Pla

Perímetros para cada fábrica:

	MÍN.	MÁX.
	Total ciclo de vida (por m ²)	Total ciclo de vida (por m ²)
Calentamiento climático	4.90E+00	7.07E+00
Pérdida de la capa de ozono	6.35E-07	8.58E-07
Acidificación de suelos y agua	2.90E-02	4.09E-02
Eutrofización	5.42E-03	7.51E-03
Formación de ozono fotoquímico	2.24E-03	3.29E-03
Agotamiento de los recursos abióticos - elementos	1.20E-06	1.60E-06
Agotamiento de los recursos abióticos - combustibles fósiles	7.97E+01	1.18E+02
Contaminación del aire	9.70E+02	1.36E+03
Contaminación del agua	2.75E+00	4.05E+00
Utilización de la energía primaria renovable, excluidos los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas	1.34E+00	4.20E+00
Utilización de los recursos de energía primaria renovables utilizados como materias primas	1.25E+01	1.46E+01
Utilización total de los recursos de energía primaria renovables	1.43E+01	1.84E+01
Utilización de la energía primaria no renovable, excluidos los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas	7.17E+01	1.05E+02
Utilización de los recursos de energía primaria no renovables utilizados como materias primas	1.24E+01	1.96E+01
Utilización total de los recursos de energía primaria no renovables	8.41E+01	1.25E+02
Utilización de materia secundaria	9.01E-01	1.24E+00
Utilización de combustibles secundarios renovables	0.00E+00	0.00E+00
Utilización de combustibles secundarios no renovables	0.00E+00	0.00E+00
Utilización neta de agua dulce	1.48E-02	1.93E-02
Residuos peligrosos eliminados	4.44E-02	7.86E-02
Residuos no peligrosos eliminados	3.52E+00	4.96E+00
Residuos radiactivos eliminados	1.77E-04	2.81E-04
Componentes destinados a su reutilización	0.00E+00	0.00E+00
Materiales destinados a su reciclado	0.00E+00	0.00E+00
Materiales destinados a la recuperación de energía	0.00E+00	0.00E+00
Energía eléctrica suministrada al exterior	0.00E+00	0.00E+00
Energía de vapor suministrada al exterior	0.00E+00	0.00E+00
Energía de gas y proceso suministrada al exterior	0.00E+00	0.00E+00

Calculo de impactos ambientales para un ml de conductos

Introducción

Normalmente, los instaladores de conductos de climatización hechos a partir de paneles de lana mineral de vidrio, calculan las superficies del conducto para realizar los suministros de los materiales y también para hacer la facturación del trabajo, por lo que el m² de conducto se utiliza como unidad funcional. Sin embargo para la evaluación ambiental, en algunos casos es útil realizar cálculos por metro lineal de conducto con una sección de referencia.

La tabla siguiente proporciona un coeficiente para los impactos medioambientales de la FDES, para encontrar el impacto de un metro lineal a lo largo de las diferentes secciones de conductos.

		Ancho del conducto (m)															
		0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
Altura del conducto (m)	0.25	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50
	0.30	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60
	0.35	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70
	0.40	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80
	0.45	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90
	0.50	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00
	0.55	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10
	0.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20
	0.65	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30
	0.70	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40
	0.75	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50
	0.80	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60
	0.85	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70
	0.90	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70	3.80
	0.95	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70	3.80	3.90
	1.00	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70	3.80	3.90	4.00

Revestimiento 1: Aluminio Kraft Reforzado

Cara exterior

Cara interior

Revestimiento 2: Tejido de vidrio

Cara exterior

Cara interior

Revestimiento 3: Aluminio Kraft

Cara exterior

Cara interior

Revestimiento 4: Velo de vidrio negro

Cara exterior

Cara interior

Revestimiento 5: Aluminio + tejido

Cara exterior

Cara interior