

# Huella de carbono de producto basado en análisis de ciclo de vida

Conforme con la norma ISO 14067:2018:

## **Canto PVC**

de

**CANTISA, S.A.**



Versión del informe de ACV v1.

Fecha 17 de marzo de 2026.



## Contenido

1.	Información de la empresa .....	3
2.	Objetivo .....	4
3.	Alcance .....	4
4.	Información del Producto .....	4
5.	Información del ACV.....	5
5.1	Etapas de producto .....	6
5.1.1	Materias primas. ....	6
5.1.2	Embalaje del producto. ....	10
5.1.3	Transporte de las materias primas.....	11
5.1.4	Producción. ....	12
5.1.5	Distribución. ....	15
6.	Calidad y origen de los datos.....	17
7.	Limitaciones del estudio.....	18
8.	Resultados de la huella de carbono de producto.....	18
8.1	Resultado total de la huella de carbono de cuna a puerta producto representativo .....	18
8.2	Resultado total de la huella de carbono cuna a cliente .....	19
8.3	Contribución por etapas del sistema .....	19
8.4	Variabilidad de la huella de carbono del producto .....	20
8.5	Evaluación de la incertidumbre .....	21
8.6	Interpretación de resultados .....	23
9.	Referencias normativas .....	24

## 1. Información de la empresa

Cantisa S.A. es una empresa española especializada en la fabricación y comercialización de soluciones de recubrimiento para cantos y molduras utilizadas principalmente en la industria del mueble y del tablero. La empresa fue fundada en 1985 y tiene su sede y planta productiva en Quart de Poblet (Valencia, España).

La actividad principal de Cantisa se centra en la producción de cantos decorativos y técnicos que se aplican en los bordes de tableros de madera, melamina y otros materiales derivados. Entre los productos fabricados destacan los cantos de PVC, ABS y chapa de madera, disponibles en una amplia variedad de acabados, texturas y diseños adaptados a las tendencias del sector del mobiliario y el interiorismo.

La empresa dispone de un catálogo con más de 2.700 referencias de cantos en stock, diseñados para coincidir con las superficies de los principales fabricantes de tableros y laminados del mercado. Además de soluciones estándar, Cantisa desarrolla cantos decorativos y personalizados que reproducen texturas, relieves o materiales como madera, piedra o textiles, con el objetivo de mejorar la integración estética entre el canto y la superficie del tablero.

La compañía basa su estrategia en la innovación tecnológica, la calidad del producto y el servicio al cliente. Entre sus capacidades productivas destaca la incorporación de tecnologías de impresión y texturizado que permiten reproducir fielmente los acabados de las superficies de melamina. La empresa también dispone de equipos especializados en la homologación de cantos para los principales fabricantes de tableros, garantizando la compatibilidad estética y técnica de los productos.

Cantisa cuenta con una plantilla de más de 180 empleados y una capacidad productiva que supera el millón de metros de canto expedidos diariamente. Sus productos se distribuyen tanto en el mercado nacional como internacional, exportándose a más de 50 países.



**NUESTRA RECETA DEL ÉXITO**

- Atención**  
Nuestro equipo de **comerciales propios** atenderá tus consultas y pedidos.
- Innovación**  
Comprometidos con la innovación en materiales y diseños para ofrecerte los **mejores cantos** del mercado.
- Homologación**  
Un equipo de profesionales dedicado exclusivamente a la **homologación** de cantos de PVC y ABS para las melaminas de los principales fabricantes.
- Servicio**  
Nuestros cantos en stock están disponibles a **cualquier ancho, desde un rollo** y con entrega de **24 a 48 horas**.
- Experiencia**  
Estamos especializados en la producción de cantos en PVC/ABS y canto de chapa de madera en todos sus acabados. Contamos con certificados AIDIMME y FSC.

## 2. Objetivo

El objetivo de este estudio es cuantificar la huella de carbono bajo el indicador Potencial de Calentamiento Global (Global Warming Potential, GWP), asociada a la fabricación de un producto de canto PVC fabricado por Cantisa, considerando las emisiones de gases de efecto invernadero generadas durante la obtención de las materias primas, el proceso de fabricación y el transporte del producto hasta el cliente.

Los resultados del estudio están destinados principalmente a su uso en comunicación entre empresas (B2B), proporcionando información ambiental transparente sobre el impacto climático del producto a lo largo de su etapa de producción y suministro.

El análisis se centra en una familia de productos con variaciones en el diseño y en la composición de materias primas. Los resultados obtenidos permiten estimar el impacto climático asociado a cada configuración del producto en función de los materiales utilizados y las condiciones de fabricación.

El estudio se ha realizado siguiendo los principios y requisitos establecidos en las normas internacionales de análisis de ciclo de vida y huella de carbono:

- ISO 14040:2006 / Amd 1:2020 – Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia
- ISO 14044:2006 – Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices
- ISO 14067:2018 – Huella de carbono de producto

## 3. Alcance

El presente estudio cuantifica las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a las etapas iniciales del ciclo de vida del producto, desde la extracción de las materias primas hasta la entrega del producto al cliente.

Desde el punto de vista metodológico, el análisis del proceso productivo se corresponde con un enfoque “de la cuna a la puerta” (cradle-to-gate), ya que considera todas las etapas relacionadas con la obtención de materias primas, su transporte y la fabricación del producto en las instalaciones de Cantisa. Adicionalmente, el estudio incorpora el transporte del producto terminado hasta el cliente, ampliando el alcance del análisis a un enfoque “de la cuna al cliente” (cradle-to-customer).

En particular, el análisis incluye:

- Producción y suministro de las materias primas utilizadas en la fabricación del producto.
- Transporte de las materias primas hasta la planta de producción.
- Procesos de fabricación del producto en las instalaciones de Cantisa, incluyendo consumo de energía, materiales auxiliares y generación de residuos.
- Transporte del producto final desde la planta de producción hasta el cliente.

No se incluyen en el estudio las fases posteriores del ciclo de vida del producto, tales como la instalación, uso, mantenimiento o el tratamiento al final de su vida útil.

Los datos primarios utilizados en el estudio proceden directamente de la planta de producción de Cantisa. Para los procesos de fondo, como la producción de materias primas, energía o transporte, se han utilizado datos secundarios procedentes de la base de datos Ecoinvent v3.11, modelizados mediante el software SimaPro 10.3, aplicando el enfoque de sistema Cut-off.

El estudio se ha desarrollado considerando un contexto geográfico europeo para los procesos de fondo, mientras que los procesos productivos reflejan las condiciones reales de fabricación en la planta de Cantisa.

## 4. Información del Producto

Nombre del producto: Canto de PVC

Identificación del producto:

El producto analizado corresponde a un canto termoplástico de PVC (cloruro de polivinilo) utilizado para el recubrimiento de los bordes de tableros derivados de la madera, principalmente en la fabricación de mobiliario y elementos de interiorismo.

#### Descripción del producto:

El canto de PVC está constituido principalmente por una matriz de resina de cloruro de polivinilo (PVC), a la que se incorporan diferentes aditivos con el objetivo de mejorar sus propiedades físicas, mecánicas y de procesabilidad. Entre estos aditivos se incluyen cargas minerales como carbonato cálcico, estabilizantes térmicos base calcio-zinc, modificadores acrílicos, aceites epoxidados (como el aceite de soja epoxidado) y pigmentos.

El material se procesa mediante técnicas de extrusión para obtener una cinta continua con espesores comprendidos generalmente entre 0,4 mm y 3 mm, y anchos variables en función de la aplicación. Posteriormente, la superficie visible puede ser tratada mediante impresión o acabado decorativo para reproducir diferentes diseños y texturas, mientras que la cara posterior se recubre con una capa de imprimación (primer) que mejora la adherencia con los adhesivos utilizados en su aplicación.

El producto presenta una alta resistencia al impacto y una buena resistencia mecánica, lo que lo hace adecuado para proteger los bordes de los tableros frente a golpes y desgaste durante su uso. Además, es un material autoextinguible y presenta un comportamiento adecuado en condiciones de uso interior. No obstante, puede presentar fragilidad a bajas temperaturas (por debajo de aproximadamente 0,5 °C) y limitaciones en exposición continua a temperaturas elevadas (alrededor de 50 °C).

El canto de PVC es compatible con procesos de canteado estándar mediante el uso de adhesivos termofusibles, como EVA o PUR, permitiendo su integración en líneas automatizadas de producción de mobiliario.

La función principal del producto es proteger los bordes del tablero frente a daños mecánicos y agentes externos, así como proporcionar continuidad estética entre la superficie del tablero y su canto, contribuyendo a la durabilidad y calidad final del producto.

## **5. Información del ACV**

Se han seguido los principios de modularidad y de “polluter payer principles” (principio del que contamina paga).

Unidad declarada: 1 m<sup>2</sup> de canto PVC.

Representatividad temporal: Los datos directos obtenidos de la empresa para la producción y distribución corresponden a 2025.

Base de datos y software de ACV utilizado:

Los datos secundarios se obtuvieron de Ecoinvent 3.11, así como entradas para la modelización de ciertos materiales que no existen en dicha base de datos, para lo cual se empleó bibliografía referenciada en este ACV y fichas técnicas o fichas de seguridad de los mismos. La modelización se ha realizado utilizando el software SimaPro 10.3.0.1 y Microsoft Excel.

Descripción de los límites del Sistema: El presente estudio analiza la huella de carbono del producto considerando las etapas iniciales de su ciclo de vida, desde la extracción y producción de las materias primas hasta la fabricación del producto en las instalaciones de Cantisa y como extra su transporte hasta el cliente.

Desde el punto de vista metodológico, el alcance del estudio corresponde principalmente a un enfoque “de la cuna a la puerta” (cradle-to-gate), ya que incluye los procesos de obtención de materias primas, transporte de materiales y fabricación del producto. Adicionalmente, se incorpora el transporte del producto terminado hasta el cliente, ampliando el análisis a un enfoque “de la cuna al cliente” (cradle-to-customer).

Las etapas posteriores del ciclo de vida del producto, como la instalación, fase de uso, mantenimiento y fin de vida, no se incluyen dentro de los límites del sistema del presente estudio.

## 5.1 Etapas de producto

### 5.1.1 Materias primas.

#### Extracción y producción de PVC

El policloruro de vinilo (PVC) constituye la materia prima principal del producto analizado. Para su modelización en el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), se han empleado datos procedentes de la base de datos ecoinvent, utilizando procesos representativos de la producción de granza de PVC y su transformación mediante extrusión.

En concreto, se ha considerado el proceso “polyvinylchloride production, granulate” para la obtención de la materia prima base, así como el proceso “extrusion, plastic pipes” como aproximación al proceso de transformación del material termoplástico para la obtención del canto de PVC.

Cabe destacar que el proceso de transformación seleccionado ya incorpora las mermas de material generadas durante la etapa de procesado, por lo que no ha sido necesario añadir pérdidas adicionales en la modelización.

Dado que el producto se comercializa en diferentes espesores, se ha realizado la modelización del consumo de PVC en función de la masa por unidad de superficie ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) para cada uno de los formatos disponibles. El espesor de 0,8 mm ha sido considerado como el escenario más representativo, al corresponderse con el producto de mayor volumen de ventas.

A continuación, se presenta la relación entre espesor, longitud estándar de bobina y peso por unidad de superficie utilizada en la modelización:

**Tabla 1. Relación entre espesor, longitud y peso por unidad de superficie**

ESPESOR (mm)	LARGO (m)	PESO ( $\text{Kg}/\text{m}^2$ )
0,4	300	0,58
0,45	250	0,65
0,6	200	0,87
0,8	150	1,15
1,0	120	1,45
1,2	100	1,9
1,5	100	2,4
2,0	75	3,2

Estos valores han permitido ajustar el inventario del sistema a las diferentes configuraciones de producto, garantizando la representatividad de los resultados del ACV en función de las características físicas del canto de PVC.

#### Modelización del Barniz

El barniz aplicado sobre el canto de PVC ha sido modelizado a partir de la información contenida en la ficha técnica y documentación facilitada por el proveedor. Dado que no se dispone de una correspondencia directa entre todos los componentes del barniz y procesos específicos en la base de datos ecoinvent, se ha llevado a cabo una modelización mediante el uso de procesos proxy representativos de sustancias químicas de funcionalidad equivalente.

El barniz está compuesto principalmente por una mezcla de monómeros y oligómeros acrílicos, disolventes orgánicos y otros aditivos funcionales. Entre los principales componentes modelizados se incluyen acrilatos (como metil acrilato, butil acrilato y ácido acrílico), glicoles y éteres de glicol, así como disolventes orgánicos tales como acetatos (butilo, etilo, isopropilo) y compuestos aromáticos derivados del BTX (xileno, tolueno, etilbenceno).

Para aquellos componentes sin correspondencia directa en ecoinvent, se han utilizado aproximaciones basadas en sustancias de comportamiento químico y funcional similar. Por ejemplo, algunos compuestos han sido asimilados a diacrilatos o fotoiniciadores equivalentes, así como a solventes orgánicos comúnmente utilizados en formulaciones de barnices industriales.

**Tabla 2. Equivalencias (proxys) utilizados para la modelización del barniz**

Componente según FDS	Proceso utilizado en ecoinvent	Justificación de la equivalencia
<b>Diacrilato de hexametileno</b>	<i>Methyl acrylate production, methanol esterification with acrylic acid</i>	Proxy por similitud funcional como acrilato reactivo (comentario: "Asimilable a Hexamethylene diacrylate").
<b>Diacrilato de oxibis (metil-2,1-etanodiilo)</b>	<i>Dipropylene glycol monomethyl ether production</i>	Proxy por base glicólica y funcionalidad equivalente (comentario: "Asimilable Dipropylene glycol diacrylate").
<b>2-hidroxi-2-metilpropiofenona</b>	<i>Butyl acrylate production, butanol esterification with acrylic acid</i>	Proxy por ausencia de dataset específico; compuesto orgánico funcional en sistemas UV (comentario: "Asimilable 2-Hydroxy-2-methylpropiophenone").
<b>Ácido acrílico</b>	<i>Acrylic acid production, propylene oxidation</i>	Correspondencia directa como precursor de acrilatos.
<b>Acetato de n-butilo</b>	<i>Butyl acetate production, butanol esterification with acetic acid</i>	Correspondencia directa como disolvente orgánico.
<b>Acetato de etilo</b>	<i>Ethyl acetate production</i>	Correspondencia directa como disolvente orgánico.
<b>Acetato de 2-metoxi-1-metiletilo (PGMEA)</b>	<i>Isopropyl acetate production</i>	Proxy por funcionalidad equivalente como disolvente acetato (comentario: "Asimilable 1-Methoxy-2-propyl acetate").
<b>Alcohol etoxilado</b>	<i>Ethoxylated alcohol (AE3) production, petrochemical</i>	Proxy por funcionalidad como compuesto etoxilado (comentario: "Asimilable Ethoxylated trimethylolpropane triacrylate").
<b>Xileno (mezcla)</b>	<i>Xylene, mixed, BTX production, from reformat</i>	Correspondencia directa como aromático C8.
<b>Tolueno</b>	<i>Toluene, liquid, BTX production, from reformat</i>	Correspondencia directa como aromático C7.
<b>Etilbenceno</b>	<i>Ethyl benzene production, from benzene alkylation</i>	Correspondencia directa como aromático derivado del BTX.

Las cantidades de cada sustancia han sido definidas en función de los rangos de composición indicados en la ficha de seguridad (FDS), adoptando valores representativos dentro de dichos intervalos con el objetivo de obtener una formulación promedio del producto.

Esta aproximación permite representar de manera adecuada el perfil ambiental del barniz dentro del sistema estudiado, manteniendo la coherencia con la disponibilidad de datos en bases de datos de ACV y asegurando la trazabilidad de las hipótesis adoptadas.

Cabe destacar que esta modelización se limita a la composición del barniz como materia prima, mientras que el proceso de aplicación del mismo sobre el canto de PVC (barnizado) se ha considerado de forma independiente en la etapa de producción.

### Modelización de Pintura

La pintura utilizada en el proceso ha sido modelizada a partir de la información contenida en la ficha de datos de seguridad (FDS) proporcionada por el proveedor. Esta pintura está compuesta principalmente por disolventes orgánicos, compuestos aromáticos, cetonas y monómeros acrílicos, junto con otros aditivos en menores proporciones.

Dado que no todos los componentes identificados en la FDS disponen de un proceso específico equivalente en la base de datos ecoinvent, se ha llevado a cabo una modelización mediante el uso de procesos proxy, seleccionados en base a su similitud funcional, estructura química o aplicación dentro de formulaciones industriales de pinturas.

Las cantidades de cada sustancia se han definido a partir de los rangos de concentración indicados en la FDS, adoptando valores representativos dentro de dichos intervalos con el objetivo de obtener una formulación promedio del producto.

A continuación, se presenta la tabla de correspondencias entre los componentes identificados en la FDS y los procesos utilizados en ecoinvent para su modelización:

**Tabla 3. Equivalencias (proxys) utilizados para la modelización de la Pintura**

Componente según FDS	Proceso utilizado en ecoinvent	Justificación de la equivalencia
<b>Ciclohexanona</b>	<i>Cyclohexane production, benzene hydrogenation, liquid phase process</i>	Proxy por similitud estructural (cetona cíclica derivada de ciclohexano).
<b>Hidrocarburos aromáticos C9+</b>	<i>Hydrocarbons, aromatic, cyclic (C9+) production, from pyrolysis gas</i>	Correspondencia funcional como mezcla de aromáticos pesados.
<b>3-etoxi propionato de etilo</b>	<i>Methyl-3-methoxypropionate market</i>	Proxy por similitud funcional como éster disolvente.
<b>Acetato de 2-butoxietilo (acetato de butilglicol)</b>	<i>Butyldiglycol acetate production</i>	Correspondencia funcional como disolvente glicólico.
<b>Tolueno</b>	<i>Toluene, liquid, BTX production, from reformat, average</i>	Correspondencia directa como aromático C7.
<b>Xileno (mezcla)</b>	<i>Xylene, mixed, BTX production, from reformat, average</i>	Correspondencia directa como aromático C8.
<b>Benceno</b>	<i>Benzene, BTX production, from reformat, average</i>	Correspondencia directa como aromático base.
<b>n-hexano</b>	<i>Hydrocarbons purification, molecular sieve separation of naphtha</i>	Proxy como hidrocarburo alifático ligero.
<b>Metacrilato de n-butilo</b>	<i>Methyl methacrylate production, acetone cyanohydrin process</i>	Proxy por similitud como monómero acrílico.
<b>Metacrilato de metilo</b>	<i>Methyl methacrylate production, acetone cyanohydrin process</i>	Correspondencia directa como monómero acrílico.

Esta aproximación permite representar de manera adecuada el perfil ambiental de la pintura dentro del sistema estudiado, manteniendo la coherencia con los datasets disponibles en ecoinvent y garantizando la consistencia del modelo.

Cabe destacar que esta modelización se limita a la composición de la pintura como materia prima, mientras que su aplicación en el proceso productivo (incluyendo consumos energéticos y posibles emisiones de compuestos orgánicos volátiles) se abordará en la etapa de producción.

### Modelización del Primer

El primer empleado en el producto ha sido modelizado a partir de la información recogida en la ficha de datos de seguridad (FDS) facilitada por el proveedor. De acuerdo con dicha documentación, se trata de una solución de resina compuesta principalmente por disolventes orgánicos, entre los que destacan la butanona, el acetato de etilo y la N-metil-2-pirrolidona.

Para la modelización en el ACV se han empleado procesos de la base de datos ecoinvent representativos de las sustancias identificadas en la FDS. En este caso, al existir correspondencia directa para los tres componentes principales, no ha sido necesario recurrir a aproximaciones complejas, utilizándose datasets específicos o equivalentes directos de las sustancias declaradas.

Las cantidades de cada componente se han definido a partir de los rangos de concentración indicados en la FDS, adoptando valores representativos dentro de dichos intervalos con el objetivo de obtener una composición media del producto modelizado.

A continuación, se presenta la tabla de correspondencias entre los componentes identificados en la FDS y los procesos utilizados en ecoinvent para su modelización:

**Tabla 4. Equivalencias (proxys) utilizados para la modelización del Primer**

Componente según FDS	Proceso utilizado en ecoinvent	Justificación de la equivalencia
<b>Butanona</b>	<i>Methyl ethyl ketone production</i>	Correspondencia directa de la sustancia principal del primer.
<b>Acetato de etilo</b>	<i>Ethyl acetate production</i>	Correspondencia directa como disolvente orgánico.
<b>N-metil-2-pirrolidona</b>	<i>N-methyl-2-pyrrolidone production</i>	Correspondencia directa como disolvente polar utilizado en formulaciones de resinas.

Esta modelización permite representar adecuadamente el perfil ambiental del primer dentro del sistema estudiado, manteniendo la coherencia con la composición declarada por el proveedor y con los datasets disponibles en ecoinvent.

Cabe señalar que esta modelización se refiere exclusivamente a la composición del primer como materia prima. Su aplicación sobre la cara posterior del canto, así como los posibles consumos energéticos y emisiones asociadas al proceso, se consideran de forma independiente dentro de la etapa de producción.

### Modelización disolvente de limpieza

El disolvente de limpieza utilizado en el proceso ha sido modelizado a partir de la información contenida en la ficha de datos de seguridad (FDS) proporcionada por el proveedor. De acuerdo con dicha documentación, el producto está compuesto principalmente por acetona (propanona) y isopropanol (2-propanol), ambos ampliamente utilizados como disolventes orgánicos en operaciones de limpieza industrial.

Para su modelización en el ACV se han empleado procesos específicos de la base de datos ecoinvent, correspondientes a la producción de ambas sustancias. Dado que existe una correspondencia directa entre los componentes declarados en la FDS y los datasets disponibles, no ha sido necesario recurrir a aproximaciones mediante proxys.

Las cantidades de cada componente se han definido a partir de los rangos de concentración indicados en la FDS, adoptando valores representativos dentro de dichos intervalos, resultando en una formulación compuesta mayoritariamente por acetona, con una proporción menor de isopropanol.

A continuación, se presenta la tabla de correspondencias entre los componentes identificados en la FDS y los procesos utilizados en ecoinvent:

**Tabla 5. Equivalencias (proxys) utilizados para la modelización del disolvente**

Componente según FDS	Proceso utilizado en ecoinvent	Justificación de la equivalencia
<b>Acetona (propanona)</b>	<i>Acetone production, from isopropanol</i>	Correspondencia directa como componente mayoritario del disolvente.
<b>Isopropanol (2-propanol)</b>	<i>Isopropanol production</i>	Correspondencia directa como disolvente secundario.

Esta modelización permite representar de manera precisa el perfil ambiental del disolvente de limpieza dentro del sistema estudiado, garantizando la coherencia con la composición real del producto y con los datasets disponibles en ecoinvent.

Cabe destacar que esta modelización se limita a la composición del disolvente como materia prima, mientras que su uso en operaciones de limpieza (incluyendo posibles emisiones y consumos asociados) se considerará dentro de la etapa de producción.

### 5.1.2 Embalaje del producto.

Para la expedición del producto se han considerado los principales materiales de embalaje utilizados durante su almacenamiento y transporte al cliente. Los materiales identificados incluyen cartón, plástico y pallets de madera.

Las cantidades de cada material de embalaje se han determinado a partir de la información proporcionada por Cantisa sobre el sistema de embalaje utilizado para el producto. Posteriormente, estas cantidades se han referenciado a la unidad declarada del estudio (m<sup>2</sup> de producto).

El cálculo de cada material se ha realizado de la siguiente forma:

#### Cartón

El producto se embala en cajas de cartón con un peso aproximado de 0,5 kg por caja. Cada caja contiene 6 rollos de producto, lo que equivale a 53 m<sup>2</sup> de producto por caja. A partir de esta relación, la cantidad de cartón se ha convertido a masa por unidad declarada del estudio.

#### Plástico

El embalaje plástico utilizado para la protección del producto tiene un peso aproximado de 0,4 kg por pallet. Cada pallet transporta aproximadamente 739 m<sup>2</sup> de producto, por lo que la cantidad de plástico se ha calculado dividiendo la masa total del film plástico entre la superficie total de producto transportado por pallet.

#### Madera (pallet)

El producto se transporta sobre pallets de madera con un peso aproximado de 30 kg. Cada pallet permite transportar aproximadamente 739 m<sup>2</sup> de producto, por lo que la masa de madera se ha distribuido proporcionalmente en función de la cantidad de producto transportado por pallet.

Los materiales de embalaje se han modelizado en el análisis de ciclo de vida utilizando procesos representativos disponibles en la base de datos Ecoinvent v3.11, incluyendo:

- *corrugated board box production* para el cartón,
- *packaging film, low density polyethylene production* para el embalaje plástico,
- *EUR-flat pallet production* para el pallet de madera.

De esta manera se han incorporado al modelo las cargas ambientales asociadas a la producción de los materiales de embalaje necesarios para la expedición del producto.

### 5.1.3 Transporte de las materias primas.

El transporte hasta las instalaciones de Cantisa se ha modelizado considerando el suministro del producto ya fabricado por el proveedor, que es entregado directamente a Cantisa para su utilización en el proceso productivo.

Para la modelización del transporte se ha estimado la distancia entre la ubicación del proveedor y las instalaciones de Cantisa, utilizando información proporcionada por la empresa sobre la localización del proveedor.

Cuando el suministro implica transporte internacional, se ha considerado una combinación de transporte marítimo y transporte por carretera. Las distancias de transporte por carretera se han estimado mediante la herramienta Google Maps, seleccionando la ruta más probable entre la localización del proveedor y la planta de Cantisa. En el caso del transporte marítimo, las distancias se han calculado mediante la herramienta Sea Distances (<https://sea-distances.org/advanced>), que permite estimar las distancias entre puertos comerciales siguiendo rutas marítimas reales.

En el modelo de ACV se han utilizado procesos de transporte disponibles en la base de datos Ecoinvent v3.11, concretamente:

- **Transport, freight, sea, bulk carrier for dry goods:** utilizado para representar el transporte marítimo del producto.
- **Transport, freight, lorry 16–32 metric ton, diesel, EURO 6:** utilizado para representar el transporte por carretera desde el proveedor o puerto hasta las instalaciones de Cantisa.

Las distancias calculadas se han introducido en el modelo como tonelada-kilómetro (tkm), considerando la masa del producto transportado y la distancia recorrida.

De esta manera se estiman las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al transporte del producto desde el proveedor hasta la planta de Cantisa dentro del alcance del estudio.

#### Transporte del embalaje.

Para la modelización del transporte de los materiales de embalaje utilizados en el producto se ha considerado la distancia entre el proveedor del material de embalaje y las instalaciones de Cantisa.

Los materiales de embalaje considerados en el estudio incluyen cartón, plástico y embalaje de madera, cuyas cantidades se han definido a partir de la información proporcionada por la empresa y expresadas en masa por unidad de producto (kg/m<sup>2</sup>).

Para cada tipo de embalaje se ha asociado la distancia de transporte correspondiente desde el proveedor hasta la planta de Cantisa, estimada a partir de la localización del proveedor. Estas distancias se han incorporado al modelo de ACV utilizando el proceso de transporte por carretera disponible en la base de datos Ecoinvent v3.11: Transport, freight, lorry 16–32 metric ton, diesel, EURO 5.

Las emisiones asociadas al transporte se han calculado en tonelada-kilómetro (tkm), considerando la masa de cada material de embalaje y la distancia recorrida hasta las instalaciones de Cantisa.

Este enfoque permite estimar las emisiones asociadas al transporte de los materiales de embalaje necesarios para la expedición del producto.

#### 5.1.4 Producción.

El año de referencia de los datos es 2025.

En el caso del producto analizado, el proceso productivo se lleva a cabo en las instalaciones de Cantisa e incluye diversas operaciones de transformación del material base (PVC), así como procesos de acabado superficial necesarios para obtener el producto final.

En concreto, el proceso productivo incluye operaciones de extrusión del material termoplástico y posteriores etapas de acondicionamiento y acabado, tales como la aplicación de imprimación (primer), pintura y barniz, así como operaciones auxiliares como la limpieza de equipos mediante disolventes, además de los procesos mecanizados requeridos. Estos procesos permiten dotar al producto de las propiedades estéticas y funcionales requeridas[MP1].

En esta etapa se han considerado los siguientes aspectos:

- **Consumo de electricidad** asociado al funcionamiento de la maquinaria y equipos de producción (sistemas de aplicación de recubrimientos, secado, mecanizado, etc.), así como a los servicios auxiliares de la instalación. Los datos han sido obtenidos a partir de facturas energéticas correspondientes al año 2025.
- **Consumo de agua como materia auxiliar**, limitado principalmente a usos sanitarios y de servicio en las instalaciones.
- **Consumo de materiales auxiliares**, incluyendo los disolventes empleados en la limpieza de equipos.
- **Gestión de residuos de producción**, tanto peligrosos como no peligrosos. Estos residuos son gestionados por gestores autorizados, priorizando su valorización cuando es posible.

La energía eléctrica consumida en el proceso se ha modelizado mediante el siguiente proceso:

- *Electricity, medium voltage {ES} | electricity voltage transformation from high to medium voltage | Cutoff, U*

Este proceso pertenece a las bases de datos disponibles en SimaPro y es representativo del mix eléctrico español.

En relación con las emisiones, a diferencia de otros productos sin transformación, en este caso sí se generan emisiones directas a la atmósfera, principalmente asociadas a la aplicación de productos de acabado (primer, pintura y barniz) y al uso de disolventes en operaciones de limpieza. Estas emisiones están relacionadas fundamentalmente con la liberación de compuestos orgánicos volátiles (COV).

La cuantificación y modelización de dichas emisiones se abordará de forma específica en apartados posteriores, donde se detallarán los procesos de aplicación de recubrimientos y su contribución al perfil ambiental del producto.

#### Proceso de Barnizado

El proceso de barnizado del canto de PVC se realiza mediante un sistema de aplicación a rodillo, el cual permite una distribución homogénea del recubrimiento sobre la superficie del producto.

El consumo de barniz se ha determinado a partir de datos directos proporcionados por la empresa, estableciéndose un valor de 6 g de barniz aplicado por m<sup>2</sup> de producto.

Para la modelización del proceso se ha considerado una eficiencia de transferencia del 90 %, lo que implica que la cantidad real de barniz consumido es superior a la cantidad efectivamente depositada sobre el producto. En base a este rendimiento, el consumo total de barniz asciende a 6,67 g/m<sup>2</sup>.

De acuerdo con la información proporcionada por la ficha de datos de seguridad (FDS), el barniz presenta la siguiente composición: 95,59 % sólidos y 4,41 % compuestos orgánicos volátiles (COV)

En base a esta composición y al comportamiento del proceso, se han considerado los siguientes flujos:

- La fracción de COV se volatiliza completamente durante la aplicación, generando emisiones a la atmósfera.
- La fracción sólida se deposita mayoritariamente sobre el producto, contribuyendo al acabado final.
- Las pérdidas asociadas al proceso (derivadas de la eficiencia de transferencia) se han modelizado como residuos de barniz.

Las emisiones a la atmósfera se han modelizado como “VOC, volatile organic compounds, unspecified origin”, obteniéndose un valor de 0,276 g COV/m<sup>2</sup> de producto, calculado a partir de la fracción volátil del barniz aplicado.

En cuanto a los residuos generados, se ha considerado una pequeña fracción de barniz no incorporado al producto, que se gestiona como residuo, modelizado mediante el proceso:

- *Waste emulsion paint {Europe without Switzerland} | treatment of waste emulsion paint, sanitary landfill | Cut-off, U*

La cantidad de residuo asociada a este proceso asciende a 0,391 g/m<sup>2</sup>, en coherencia con las pérdidas del sistema de aplicación.

Esta modelización permite representar de forma realista el comportamiento del proceso de barnizado, teniendo en cuenta tanto la eficiencia del sistema como la composición del producto aplicado y su contribución a emisiones atmosféricas y generación de residuos.

#### **Proceso de Pintado**

El proceso de pintado del canto de PVC se realiza mediante un sistema de aplicación a rodillo, que permite depositar de forma continua y homogénea la pintura sobre la superficie del producto.

El consumo de pintura se ha determinado a partir de datos directos facilitados por la empresa, estableciéndose un valor de 50 g de pintura aplicada por m<sup>2</sup> de producto. No obstante, dado que la pintura presenta un contenido en sólidos del 25 %, la cantidad total de pintura necesaria para alcanzar dicha carga seca es superior.

Adicionalmente, para la modelización del proceso se ha considerado una eficiencia de transferencia del 90 %, lo que implica que una parte del producto consumido no queda incorporada al canto y se pierde durante la aplicación. En base a ambos factores, el consumo total de pintura asciende a 222 g/m<sup>2</sup> de producto.

De acuerdo con la información empleada en la modelización, la pintura presenta la siguiente composición global: 75 % compuestos orgánicos volátiles (COV) y 25 % sólidos.

Por tanto, se ha asumido que:

- La fracción volátil de la pintura se emite completamente a la atmósfera durante el proceso de aplicación.
- La fracción sólida constituye el recubrimiento depositado sobre el producto.
- Las pérdidas asociadas a la aplicación, derivadas de la eficiencia del sistema, se gestionan como residuo de pintura.

Las emisiones atmosféricas se han modelizado como “VOC, volatile organic compounds, unspecified origin”, obteniéndose un valor de 167 g COV/m<sup>2</sup> de producto.

En cuanto a los residuos generados, se ha considerado la fracción no aprovechada del producto aplicada en exceso o no transferida adecuadamente al soporte, la cual se ha modelizado mediante el proceso:

- *Waste emulsion paint {Europe without Switzerland} | treatment of waste emulsion paint, sanitary landfill | Cut-off, U*

La cantidad de residuo de pintura asociada a este proceso asciende a 5,55 g/m<sup>2</sup>.

Cabe señalar que el porcentaje de COV utilizado para esta modelización se ha estimado a partir de la ficha de seguridad de un producto similar, al no disponerse de un dato específico completamente desagregado para la formulación exacta analizada. No obstante, esta aproximación se considera representativa del comportamiento del sistema y adecuada para la finalidad del estudio.

Esta modelización permite reflejar de manera realista el comportamiento ambiental del proceso de pintado, incorporando tanto el consumo real de producto como las emisiones atmosféricas y la generación de residuos asociadas a la aplicación industrial del recubrimiento.

### Proceso de imprimación

La aplicación de la imprimación (primer) sobre el canto de PVC se realiza mediante un sistema de aplicación a rodillo, que permite preparar la superficie para las etapas posteriores de acabado y mejorar la adherencia de los recubrimientos aplicados.

El consumo de imprimación se ha determinado a partir de datos directos facilitados por la empresa, estableciéndose un valor de 20 g de producto aplicado por m<sup>2</sup> de producto. No obstante, dado que la imprimación presenta un contenido en sólidos del 16,5 %, la cantidad total de producto necesaria para obtener dicha carga seca es superior.

Asimismo, en la modelización del proceso se ha considerado una eficiencia de transferencia del 90 %, lo que implica que no todo el producto consumido queda finalmente incorporado al canto de PVC. Teniendo en cuenta ambos factores, el consumo total de imprimación asciende a 135 g/m<sup>2</sup> de producto.

De acuerdo con la ficha de datos de seguridad (FDS), la imprimación presenta la siguiente composición global: 83,5 % compuestos orgánicos volátiles (COV) y 16,5 % sólidos.

A partir de esta composición, se ha asumido que:

- La fracción volátil de la imprimación se emite completamente a la atmósfera durante el proceso de aplicación.
- La fracción sólida queda incorporada al producto como parte del recubrimiento funcional.
- Las pérdidas asociadas al proceso de aplicación, derivadas de la eficiencia del sistema, se gestionan como residuo.

Las emisiones atmosféricas se han modelizado como “VOC, volatile organic compounds, unspecified origin”, obteniéndose un valor de 112 g COV/m<sup>2</sup> de producto.

En cuanto a los residuos generados, se ha considerado la fracción de producto no transferida al soporte, la cual se ha modelizado mediante el proceso:

- *Waste emulsion paint {Europe without Switzerland} | treatment of waste emulsion paint, sanitary landfill | Cut-off, U*

La cantidad de residuo asociada a este proceso asciende a 2,22 g/m<sup>2</sup>.

Esta modelización permite representar de forma coherente el comportamiento ambiental del proceso de aplicación de imprimación, considerando tanto el consumo real de producto como las emisiones atmosféricas y la generación de residuos asociadas al proceso industrial.

### Materiales auxiliares: Consumo de disolvente de limpieza

Durante el proceso productivo, se emplea disolvente de limpieza para el mantenimiento y acondicionamiento de los equipos utilizados en las etapas de aplicación de recubrimientos (imprimación, pintura y barnizado). Este consumo se ha considerado dentro de la etapa de producción, al estar directamente asociado a la operación industrial.

El consumo específico de disolvente de limpieza se ha determinado a partir de datos directos proporcionados por la empresa, estimándose un valor de 4,6 g de disolvente por m<sup>2</sup> de producto.

Dado que el proceso de aplicación presenta una eficiencia de transferencia del 90 %, se considera que la totalidad del disolvente utilizado se volatiliza durante su uso. Además, según la información de la ficha de datos de

seguridad (FDS), el disolvente está compuesto por 100 % compuestos orgánicos volátiles (COV) y no contiene fracción sólida.

En base a estas consideraciones, se ha asumido que:

- La totalidad del disolvente consumido se emite a la atmósfera en forma de COV.
- Las emisiones se han modelizado como “VOC, volatile organic compounds, unspecified origin” en el compartimento aire.

La cantidad total de emisiones se ha ajustado teniendo en cuenta la eficiencia del proceso, resultando en una emisión de 5,11 g COV/m<sup>2</sup> de producto.

Esta aproximación representa un escenario conservador y coherente con el tipo de proceso, en el que los disolventes se evaporan completamente durante su uso en operaciones de limpieza industrial.

#### **Materiales auxiliares: Consumo de agua de industrial**

En el sistema analizado se ha considerado el consumo de agua de origen sanitario como material auxiliar utilizado en las instalaciones de Cantisa. Este consumo corresponde al uso de agua en servicios generales de la instalación, tales como instalaciones sanitarias y otras necesidades auxiliares de la actividad.

Para su modelización en el análisis de ciclo de vida se ha utilizado el proceso “tap water production, conventional treatment” disponible en la base de datos Ecoinvent v3.11.

#### **Gestión de residuos de producción**

Durante el proceso productivo del canto de PVC se generan diferentes tipos de residuos, tanto peligrosos como no peligrosos, derivados principalmente de las operaciones de transformación del material, aplicación de recubrimientos (imprimación, pintura y barniz), así como de actividades auxiliares como limpieza y embalaje.

Entre los residuos no peligrosos se incluyen principalmente plásticos, retales de cartón y papel, restos de PVC, envases de plástico y metal, así como residuos asociados a colas. Por otro lado, entre los residuos peligrosos destacan los trapos contaminados y los residuos de pinturas y barnices, debido a la presencia de compuestos orgánicos volátiles y sustancias químicas.

Todos los residuos generados son gestionados mediante recogida selectiva y entregados a gestores autorizados, priorizando operaciones de valorización.

En la modelización del análisis de ciclo de vida se han considerado las emisiones asociadas al transporte de los residuos desde las instalaciones de Cantisa hasta el gestor de tratamiento. Para ello, se ha asumido una distancia media de transporte de 80 km por carretera, valor representativo en ausencia de datos específicos detallados para cada flujo.

El transporte se ha modelizado mediante el proceso: *transport, freight, lorry 7,5–16 metric ton, diesel, EURO 6*

Este proceso pertenece a la base de datos ecoinvent v3.11 y se considera representativo del transporte por carretera de este tipo de residuos.

Cabe destacar que los restos de PVC representan el flujo dominante, generados durante posibles operaciones de corte o similares, tanto en masa como en contribución al impacto asociado al transporte de residuos.

No se han incluido en el modelo los procesos posteriores de tratamiento o valorización de los residuos, ni se han asignado posibles beneficios ambientales derivados del reciclaje o recuperación de materiales, al considerarse estos procesos fuera de los límites del sistema definidos para el presente estudio.

#### **5.1.5 Distribución.**

La distribución del producto se realiza desde la sede de Cantisa. Como punto de origen se ha considerado la ubicación de la planta de producción, y como destino las distintas regiones y países de comercialización.

Los productos se distribuyen a nivel Global. Se han definido distancias medias de transporte por carretera y marítimo, calculadas en base a los pedidos de 2025.

La modelización considera que los camiones realizan transporte compartido y retornan cargados con otra mercancía, por lo que únicamente se contabiliza la distancia de ida. El transporte marítimo se ha incluido para los destinos necesarios.

La siguiente tabla indica la distancia promedio de distribución en cada medio de transporte (camión y barco), así como los consumos correspondientes de los modelos de Ecoinvent.

**Tabla 6. Datos representativos de la distribución**

Tipo de combustible y consumo del vehículo		Representatividad en el modelo
<b>Camión de mercancías 16 - 32, EURO5</b>	0,208 l diesel /km	30,69%
<b>Barco (contenedores)</b>	0,002517 kg/tkm	69,31%
<b>Distancia promedio</b>		
<b>1084,44 km en camión y 8263,46 km en barco</b>		

Información adicional:

Las unidades, indicadores ambientales y factores de caracterización utilizados en el estudio se han seleccionado conforme a metodologías reconocidas en análisis de ciclo de vida, implementadas mediante el software SimaPro 10.3 y utilizando datos de la base de datos Ecoinvent v3.11 bajo el enfoque de sistema cut-off.

Para el cálculo del impacto climático del producto se ha considerado el indicador Potencial de Calentamiento Global (Global Warming Potential, GWP), que cuantifica las emisiones de gases de efecto invernadero expresadas en kg de CO<sub>2</sub> equivalente.

El cálculo de este indicador se ha realizado utilizando la metodología GHG GWP100, basada en los factores de caracterización del IPCC para un horizonte temporal de 100 años, ampliamente utilizados en estudios de huella de carbono.

El indicador considerado incluye las emisiones de gases de efecto invernadero tales como CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, entre otros, expresadas en unidades equivalentes de dióxido de carbono de acuerdo con sus factores de caracterización.

## 6. Calidad y origen de los datos

Para la modelización del sistema se ha utilizado una combinación de datos primarios proporcionados por la empresa y datos secundarios procedentes de bases de datos reconocidas de análisis de ciclo de vida.

Se ha contado principalmente con datos directos para la modelización de las etapas asociadas a la fabricación del producto en las instalaciones de Cantisa, así como para los consumos de materiales auxiliares, recubrimientos y generación de residuos.

En particular:

- Se ha utilizado la composición del producto y la descripción técnica de los materiales proporcionada por Cantisa para la modelización de las materias primas. A partir de esta información se han identificado los componentes principales del producto (PVC, barniz, pintura, imprimación y disolventes), los cuales se han modelizado utilizando procesos representativos disponibles en la base de datos Ecoinvent v3.11. En aquellos casos en los que no existía correspondencia directa, se han empleado aproximaciones mediante proxys, basadas en similitud funcional o química.
- Para la modelización del PVC, se han considerado diferentes configuraciones de producto en función del espesor, utilizando como referencia principal el formato de 0,8 mm, por ser el más representativo en términos de volumen de ventas.
- Los procesos de fabricación en planta han sido modelizados a partir de datos reales de la empresa, incluyendo consumos de electricidad, materiales auxiliares y recubrimientos. En particular, se han considerado las operaciones aplicación de imprimación (primer), pintura y barnizado, así como el uso de disolventes en operaciones de limpieza.
- Para los procesos de aplicación de recubrimientos, se han incorporado parámetros específicos como la eficiencia de transferencia del 90 %, así como la composición en sólidos y compuestos orgánicos volátiles (COV) de cada producto, obtenida a partir de fichas de datos de seguridad (FDS). Esto ha permitido modelizar de forma diferenciada la fracción emitida a la atmósfera y la fracción incorporada al producto.
- Las emisiones atmosféricas derivadas de los procesos de aplicación de pintura, barniz, imprimación y limpieza se han modelizado como compuestos orgánicos volátiles (COV), utilizando el flujo "VOC, volatile organic compounds, unspecified origin", considerando la volatilización completa de la fracción correspondiente.
- Los materiales de embalaje utilizados para la expedición del producto (cartón, plástico y pallets de madera) se han modelizado a partir de la información proporcionada por la empresa sobre el sistema de embalaje utilizado. Las cantidades se han ajustado en función de la unidad funcional del estudio.
- Para la gestión de residuos de producción, se han considerado los principales flujos identificados por la empresa, incluyendo residuos peligrosos y no peligrosos (plásticos, cartón, restos de PVC, envases, trapos contaminados y residuos de pintura y barniz). En el modelo de ACV se ha incorporado únicamente el impacto asociado al transporte de estos residuos hasta gestores autorizados, considerando una distancia media de transporte de 80 km por carretera.
- También se ha considerado el consumo de agua de red en las instalaciones, limitado a usos sanitarios, modelizado mediante procesos representativos de suministro de agua.
- Para el proceso de distribución del producto al cliente, se han tenido en cuenta los destinos de los envíos, las distancias de transporte estimadas (aportadas por la empresa), el tipo de vehículo utilizado y la distribución del producto según los principales mercados de destino.

Los procesos de fondo utilizados para representar la producción de materiales, energía y transporte proceden de la base de datos Ecoinvent v3.11, modelizados mediante el software SimaPro 10.3 bajo el enfoque de sistema cut-off.

## 7. Limitaciones del estudio

Los resultados obtenidos en el presente estudio se basan en la información disponible en el momento de su elaboración y en las hipótesis y aproximaciones necesarias para la modelización del sistema analizado. Por este motivo, deben interpretarse dentro del contexto y los límites definidos para el estudio.

En algunos casos, debido a la ausencia de datos específicos para determinados materiales o procesos, se han utilizado procesos representativos disponibles en la base de datos Ecoinvent v3.11 como aproximación a los materiales reales utilizados en el producto. Estas aproximaciones pueden introducir cierto grado de incertidumbre en los resultados obtenidos.

Asimismo, las distancias de transporte se han estimado a partir de la ubicación conocida de los proveedores y clientes utilizando herramientas de cálculo de rutas, por lo que pueden diferir ligeramente de las rutas logísticas reales utilizadas en determinadas situaciones.

La composición del producto se ha modelizado a partir de la información técnica proporcionada por la empresa, empleando valores representativos dentro de los rangos indicados en la documentación disponible.

En relación con la gestión de residuos, se ha considerado únicamente el impacto asociado al transporte de los residuos hasta gestores autorizados, asumiendo una distancia media de transporte. Los procesos posteriores de tratamiento o valorización no se han incluido dentro de los límites del sistema del presente estudio.

Finalmente, el estudio se centra exclusivamente en la huella de carbono del producto, evaluando únicamente el impacto asociado a las emisiones de gases de efecto invernadero. Por tanto, no se han considerado otros posibles impactos ambientales asociados al ciclo de vida del producto.

## 8. Resultados de la huella de carbono de producto

### 8.1 Resultado total de la huella de carbono de cuna a puerta producto representativo

El resultado del cálculo de la huella de carbono del producto se expresa como emisiones de gases de efecto invernadero en kilogramos de dióxido de carbono equivalente (kg CO<sub>2</sub>eq) por metro cuadrado de producto.

Dado que el producto analizado se comercializa en diferentes espesores, se ha definido como escenario representativo el correspondiente al canto de PVC de 0,8 mm, al ser el formato con mayor volumen de ventas.

Considerando las etapas incluidas dentro de los límites del sistema del estudio, producción de materias primas, transporte de materiales, procesos de fabricación en planta (incluyendo extrusión y aplicación de recubrimientos), consumo de materiales auxiliares, gestión de residuos y materiales de embalaje, el resultado obtenido para la huella de carbono del producto es:

**7,73 kg CO<sub>2</sub>eq / m<sup>2</sup> de producto**

Este valor representa las emisiones de gases de efecto invernadero generadas a lo largo de las etapas analizadas hasta la salida del producto de las instalaciones de Cantisa.

El cálculo se ha realizado mediante la modelización del sistema en el software SimaPro 10.3, utilizando datos de la base de datos Ecoinvent v3.11 y aplicando la metodología GHG GWP100, que permite cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero expresadas en unidades equivalentes de dióxido de carbono para un horizonte temporal de 100 años.

El resultado refleja la contribución conjunta de los procesos considerados en el estudio dentro de los límites del sistema definidos.

## 8.2 Resultado total de la huella de carbono cuna a cliente

Con el objetivo de proporcionar una visión más completa del impacto climático asociado al producto en condiciones reales de suministro, se ha considerado adicionalmente la etapa de transporte del producto desde las instalaciones de Cantisa hasta el cliente.

Dado que el producto analizado se comercializa en diferentes espesores, este resultado se ha calculado para el formato representativo correspondiente al canto de PVC de 0,8 mm, por ser el de mayor volumen de ventas.

Aunque esta etapa se sitúa fuera de las operaciones directas realizadas por la empresa, su inclusión permite estimar las emisiones asociadas a la distribución del producto hasta su punto de entrega, ofreciendo así una información más representativa del impacto climático del producto a lo largo de su cadena de suministro.

Para la modelización de esta etapa se han considerado los destinos habituales de envío proporcionados por la empresa, las distancias de transporte asociadas y el tipo de vehículo utilizado para la distribución del producto.

Al incorporar esta etapa adicional al modelo, la huella de carbono del producto asciende a:

**7,91 kg CO<sub>2eq</sub> / m<sup>2</sup> de producto**

Este valor incluye tanto las emisiones asociadas a la producción de materias primas, transporte de materiales, procesos de fabricación (extrusión y recubrimientos), consumo de materiales auxiliares, gestión de residuos y materiales de embalaje, como las emisiones derivadas de la distribución del producto desde Cantisa hasta el cliente.

El cálculo se ha realizado mediante la modelización del sistema en el software SimaPro 10.3, utilizando datos de la base de datos Ecoinvent v3.11 y aplicando la metodología GHG GWP100.

## 8.3 Contribución por etapas del sistema

Con el fin de analizar la distribución del impacto climático a lo largo del sistema estudiado, se ha evaluado la contribución de cada una de las etapas consideradas dentro de los límites del sistema definidos para el estudio.

En este apartado se presentan los resultados correspondientes a las etapas desde la obtención de materias primas hasta la salida del producto de las instalaciones de Cantisa, es decir, el enfoque “de la cuna a la puerta” (cradle-to-gate). Este enfoque es el más común en estudios de huella de carbono de producto, ya que permite evaluar el impacto asociado a la producción del producto de forma independiente de las condiciones específicas de distribución o uso, que pueden variar significativamente según el mercado o el cliente final.

Por este motivo, la contribución de las etapas del sistema se analiza considerando únicamente las siguientes fases:

**Producción de materias primas**, que incluye la obtención y producción de los materiales que componen el producto.

**Transporte hasta las instalaciones de Cantisa**, que incluye el transporte de las materias primas desde el proveedor hasta la planta.

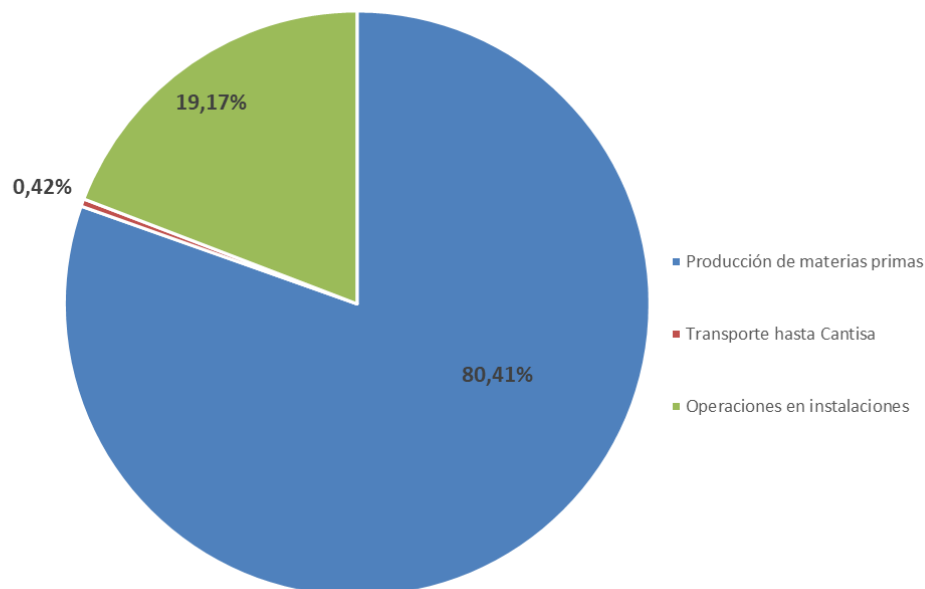
**Operaciones en las instalaciones**, que incluyen actividades de producción, logísticas, materiales auxiliares, gestión de residuos y materiales de embalaje.

Los resultados obtenidos para cada una de estas etapas se muestran en la Tabla 7.

**Tabla 7. Contribución de las diferentes etapas a la huella de carbono.**

Etapa	Huella de carbono (kg CO <sub>2</sub> -eq / m <sup>2</sup> )	Contribución (%)
Producción de materias primas	6,22	80,41 %
Transporte hasta Cantisa	0,032	0,42 %
Operaciones en instalaciones	1,48	19,17 %
<b>TOTAL</b>	<b>7,73</b>	<b>100 %</b>

Como puede observarse, la producción de materias primas representa la mayor contribución a la huella de carbono del producto, concentrando aproximadamente el 80,41 % del impacto total. Las etapas asociadas al transporte del producto hasta las instalaciones y a las operaciones logísticas presentan una contribución significativamente menor.



**Figura 1. Contribución de las etapas (kg CO<sub>2</sub>eq / m<sup>2</sup>)**

El gráfico correspondiente se sitúa permite visualizar de forma clara la contribución relativa de cada etapa al resultado total.

## 8.4 Variabilidad de la huella de carbono del producto

Con el objetivo de evaluar la influencia de las características físicas del producto sobre su impacto ambiental, se ha realizado un análisis de la variabilidad de la huella de carbono en función del espesor del canto de PVC.

Dado que el espesor del producto afecta directamente a la cantidad de material utilizado por unidad de superficie (kg/m<sup>2</sup>), se ha recalculado la huella de carbono para los distintos formatos comercializados, manteniendo constantes el resto de hipótesis del modelo (procesos productivos, composición de materiales, transporte y gestión de residuos).

Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

**Tabla 8. Relación de la huella de carbono y los espesores del producto**

ESPESOR	LARGO (m)	PESO (kg/m <sup>2</sup> )	HUELLA DE CARBONO (kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> )
0,4 mm	300	0,58	4,65
0,45 mm	250	0,65	5,03
0,6 mm	200	0,87	6,22
0,8 mm	150	1,15	7,73
1,0 mm	120	1,45	9,35
1,2 mm	100	1,90	11,78
1,5 mm	100	2,40	14,49
2,0 mm	75	3,20	18,81

Los resultados muestran una relación directamente proporcional entre el espesor del producto y su huella de carbono, lo cual es coherente con el incremento en el consumo de materias primas, principalmente PVC, que constituye el componente mayoritario del producto.

## 8.5 Evaluación de la incertidumbre

La incertidumbre<sup>1</sup> de los datos utilizados en el cálculo correspondientes a las fuentes consideradas como significativas, se evaluará conforme a la siguiente escala:

Datos de actividad		Factores de emisión	
Medición directa, dato del sistema ERP, facturas	0	Fuente oficial, factor específico obtenido de inventarios desarrollados expresamente con datos suficientes	0
Estimación en base a $\geq 60$ % de datos trazables.	1	Inventarios SimaPro genéricos pero que acoplan bien al material o proceso adaptado considerando datos de la empresa o bibliografía.	1
Estimación en base a $\leq 60$ % de datos trazables	2	Inventarios similares	2
Estimación sin buena base de soporte y datos con $\leq 30$ % de trazabilidad (casos análogos, etc.)	3	Inventarios disponibles en BBDD de SimaPro, muy generales o con poca calidad	3
No es posible cuantificarlo o convertirlo a las unidades del inventario, pero es significativa.	4	No se dispone de base para el cálculo del factor de emisión, o lo que hay disponible podría generar mayor error que no considerarlo.	4

Dado que en una misma categoría o grupo de datos pueden converger más de un valor de incertidumbre, se minorará o incrementará el valor predominante en función de lo representativa que se considere la variación.

<sup>1</sup> Clasificación: Muy baja (0), Baja (0-1), Media (1-2), Alta (2-3), Muy alta (3-4)

Hay múltiples posibilidades (MMPP con pesos directos u obtenidos del ERP y estimaciones en base a una muestra, etc.). En cualquier caso, se indicará la justificación de la minoración o incremento.

Finalmente, la evaluación de la incertidumbre se realizará obteniendo el promedio entre el valor del dato de actividad y del factor de emisión, y posteriormente ponderando dichos valores por el porcentaje que representa el resultado de huella de carbono correspondiente a cada tipo de dato respecto al total de huella calculada.

Datos del ACV			Incertidumbre	Incertidumbre media
<b>Materias primas</b>	Origen del dato	Ficha técnica del producto aportada por el proveedor y datos aproximados aportados por Cantisa	3	<b>2,5</b>
	Factores de emisión	Modelización individual de cada uno de los componentes del producto utilizando procesos representativos de la base de datos Ecoinvent v3.11	2	
<b>Transporte de las materias primas</b>	Origen del dato	Distancias aproximadas desde proveedores a Cantisa y uso de herramientas digitales	2	<b>1,5</b>
	Factores de emisión	Transportes disponibles en la base de datos Ecoinvent v3.11	1	
<b>Producción</b>	Origen del dato	Datos aproximados aportados por la empresa	3	<b>2,5</b>
	Factores de emisión	Datos disponibles en la base de datos Ecoinvent v3.11	2	
<b>Distribución</b>	Origen del dato	Medición directa por parte de la empresa	1	<b>1</b>
	Factores de emisión	Datos disponibles en la base de datos Ecoinvent v3.11	1	

En lo referente a los datos de actividad, se observa una variabilidad en la calidad de la información empleada en las distintas etapas del análisis de ciclo de vida. En el caso de las materias primas y la fase de producción, los datos presentan una incertidumbre elevada (valor 3), al estar basados en información proporcionada por proveedores o estimaciones internas, lo que implica una menor trazabilidad y mayor dependencia de supuestos.

Por el contrario, en la fase de distribución, los datos de actividad provienen de mediciones directas realizadas por la empresa, lo que reduce significativamente la incertidumbre asociada (valor 1). En el transporte de materias primas, la incertidumbre se sitúa en un nivel intermedio (valor 2), debido al uso de distancias aproximadas y herramientas digitales para su estimación.

En cuanto a los factores de emisión, en todos los casos se han empleado fuentes reconocidas y de alta fiabilidad, principalmente la base de datos Ecoinvent, mediante la modelización de procesos representativos. Esto permite asignar, de forma general, una incertidumbre baja o media (valores entre 1 y 2), siendo inferior a la asociada a los datos de actividad.

Considerando conjuntamente ambas dimensiones, se obtiene una incertidumbre media por etapa del ciclo de vida. En particular, las materias primas y la fase de producción presentan una incertidumbre media de 2,5, siendo las etapas más críticas del estudio. El transporte de materias primas presenta una incertidumbre media de 1,5, mientras que la distribución muestra una incertidumbre baja (valor 1), constituyendo la etapa con mayor robustez de datos.

En lo referente a la incertidumbre global de los resultados, esta debe interpretarse teniendo en cuenta tanto la incertidumbre media de cada etapa como su contribución relativa a la huella de carbono total. En este sentido, dado que las etapas con mayor peso en el impacto (materias primas y producción) coinciden con niveles de incertidumbre media-alta, puede concluirse que la incertidumbre global del estudio es alta.

Etapa	Incertidumbre media <sup>2</sup>	Incertidumbre de la etapa	Peso <sup>3</sup>	Ponderación	Ponderación total	Incertidumbre total
Materias primas	2,5	Alta	78,57	1,964	<b>2,50</b>	<b>Alta</b>
Transporte de las materias primas	1,5	Media	0,41	0,010		
Producción	2,5	Alta	18,73	0,468		
Distribución	1	Baja	2,29	0,057		

## 8.6 Interpretación de resultados

Los resultados obtenidos muestran que la huella de carbono del producto está principalmente influenciada por la producción de las materias primas, que constituye la mayor contribución al impacto climático total del sistema analizado. En particular, la etapa de producción de materiales concentra la mayor parte de las emisiones con un 80,41 %, lo que indica que el impacto ambiental está fundamentalmente determinado por los procesos industriales necesarios para la obtención de los materiales que componen el producto, especialmente el PVC.

Dentro de esta etapa, el PVC como material base representa el principal contribuyente a la huella de carbono, debido a su elevada presencia en el producto y a la intensidad energética de su proceso de fabricación. Asimismo, los productos auxiliares utilizados en los procesos de acabado, como la pintura, el barniz y la imprimación, presentan una contribución relevante, especialmente debido a su contenido en compuestos orgánicos volátiles (COV) y a los procesos químicos asociados a su producción.

Las etapas de fabricación en planta, que incluyen procesos como extrusión, aplicación de recubrimientos y operaciones auxiliares, presentan una contribución significativa pero inferior a la de las materias primas con un total de 19,17 %. Dentro de esta etapa, destacan las emisiones directas de COV asociadas a los procesos de pintado, barnizado, imprimación y limpieza, que constituyen uno de los principales focos de impacto dentro de la fase de producción.

Por otro lado, las etapas de transporte de materiales (A2), gestión de residuos y operaciones auxiliares presentan una contribución menor en comparación con las etapas anteriores, con un total de 0,42 %. En particular, la gestión de residuos está dominada por los flujos de restos de PVC, que representan la mayor parte de la masa generada, aunque su impacto relativo está condicionado principalmente por el transporte al gestor.

La inclusión de la etapa de distribución del producto al cliente (A4) incrementa la huella de carbono del producto de 7,73 kg CO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup> a 7,91 kg CO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup> para el escenario representativo de 0,8 mm, lo que supone una contribución adicional moderada al impacto total. Este resultado indica que, aunque el transporte al cliente tiene un efecto apreciable, su influencia sigue siendo inferior a la de las etapas asociadas a la producción de materiales y fabricación.

Adicionalmente, el análisis de variabilidad realizado en función del espesor del producto pone de manifiesto que la huella de carbono presenta una relación directamente proporcional con la cantidad de material utilizada. Los resultados muestran que el impacto varía desde 4,65 kg CO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup> para el espesor de 0,4 mm hasta 18,81 kg CO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup> para el espesor de 2,0 mm, lo que confirma que el consumo de materias primas, especialmente PVC, es el factor determinante en el comportamiento ambiental del producto.

En conjunto, los resultados del estudio indican que las principales oportunidades de reducción de la huella de carbono del producto se encuentran en:

- La optimización del consumo de material, especialmente en lo relativo al espesor del producto.

<sup>2</sup> Media de la incertidumbre del origen del dato y del factor de emisión en cada etapa

<sup>3</sup> Impacto (porcentual) de la huella de carbono de cada etapa en la huella de carbono de producto total

- La mejora en la formulación de recubrimientos, reduciendo el contenido en COV.
- La reducción de mermas y residuos de producción, especialmente de PVC.
- La mejora de la eficiencia energética en los procesos productivos.

Por el contrario, las etapas logísticas y de transporte presentan un margen de mejora comparativamente menor en relación con su contribución al impacto total.

## **9. Referencias normativas**

ISO 14067:2018 Gases de efecto invernadero. Huella de carbono de productos. Requisitos y directrices para la cuantificación.

ISO 14040:2006 / Amd 1:2020 Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia.

ISO 14044:2006 Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices.

ISO 14020:2022 Etiquetas y declaraciones ambientales. Principios generales.

GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard — Estándar para la contabilización y reporte de la huella de carbono de productos.

