



**INDRESMAT**<sup>TM</sup>  
INDUSTRIAL RESINS & MATERIALS

## Ciclo de vida comparativo como Sevaluación



### KLIMA-PUR:

*Nuevo material de marco de biopoliuretano para ventanas  
sustentables de alta eficiencia energética.*

*Achille Laurent*

*(Experto en ACV)*

*Septiembre de 2020*

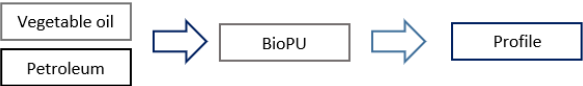
INTRODUCCIÓN

Objetivo y alcance del ACV

El objetivo de esta preevaluación es obtener una primera estimación de los posibles impactos ambientales de la producción de KLIMA-PUR. Este primer borrador de ACV se centra en la huella de carbono de la producción de BioPU, para compararla con la de otros materiales comúnmente utilizados para marcos de ventanas, como el aluminio, el PVC y la madera. Esta estimación pretende demostrar la relevancia del uso de BioPU como sustituto de materiales con mayor intensidad de carbono para los fines de esta propuesta.

1.1. Límites del sistema

El ACV se centra en la transformación de productos químicos para la producción del perfil KLIMAPUR, como se muestra en el gráfico a continuación. Por lo tanto, se trata de una evaluación de principio a fin.



1.2. Unidad funcional

La función del sistema es producir KLIMAPUR a partir de BioPU. Para una comparación justa con otros materiales, decidimos utilizar un perfil estándar de un metro de largo (700 mm de espesor).

2. Evaluación del inventario del ciclo de vida de los marcos KLIMA-PUR

1.1. Entradas

El inventario se basa en la formulación de bioPUR a escala de laboratorio, donde los biopolioles no están disponibles en ninguna base de datos. Por lo tanto, se ha modelado una aproximación con éster metílico de aceite vegetal, ya que también se produce mediante un proceso de transesterificación. El consumo eléctrico de la planta para el proceso de producción se calculó en *Anexo 3E* Para crear un modelo realista, lo adaptamos a la "producción de poliuretano, espuma rígida, RER U", disponible en la versión 3.6 de la base de datos ecoinvent. En cuanto a los resultados, eliminamos los residuos de PU, ya que todos los residuos de producción se reutilizarán como materia prima tras su molienda.

Entradas	Unidad	Cantidad
fábrica de productos químicos, orgánicos	Elementos	4E-10
electricidad, baja tensión, etiqueta certificada	kWh	0.246
glicerina	kilogramo	0.056
diisocianato de metileno difenilo	kilogramo	0,52
éster metílico de aceite vegetal	kilogramo	0.212
éster metílico de aceite vegetal	kilogramo	0.212
Pentano	kilogramo	0.003
poliuretano, espuma rígida	kilogramo	1

1.2. Resultados obtenidos

T	Name	Category	Impact result	Unit
tu	climate change - GWP 100a		3.56262	kg CO2...
do	P nitric acid production, product in 50% solution state   nitric acid, without water, in 50% 201:Manufacture of basic chemicals, fertilizers and nitr...	192:Manufacture of refined petroleum products / 1920...	0.65234	kg CO2...
do	P benzene production   benzene   Cutoff 11 - RoW	192:Manufacture of refined petroleum products / 1920...	0.39510	kg CO2...
	P heat production, natural gas, at industrial furnace > 100kW   heat, district or industrial, 353:Steam and air conditioning supply / 3530:Steam a...	353:Steam and air conditioning supply / 3530:Steam a...	0.16472	kg CO2...
	P benzene production   benzene   Cutoff, U - RER	192:Manufacture of refined petroleum products / 1920...	0.13205	kg CO2...
	P ammonia production, steam reforming, liquid   ammonia, liquid   Cutoff, U - RER	201:Manufacture of basic chemicals, fertilizers and nitr...	0.10267	kg CO2...
	P hard coal mine operation and hard coal preparation   hard coal   Cutoff, U - CN	051:Mining of hard coal / 0510:Mining of hard coal	0.09071	kg CO2...
	P electricity production, lignite   electricity, high voltage   Cutoff, U - DE	351:Electric power generation, transmission and distrib...	0.08135	kg CO2...
	P coking   benzene   Cutoff, U - RoW	191:Manufacture of coke oven products / 1910:Manuf...	0.06422	kg CO2...
	P phosgene production, liquid   phosgene, liquid   Cutoff, U - RER	201:Manufacture of basic chemicals, fertilizers and nitr...	0.05537	kg CO2...
	P methylene diphenyl diisocyanate production   methylene diphenyl diisocyanate   Cutc	201:Manufacture of basic chemicals, fertilizers and nitr...	0.05487	kg CO2...
	P hydrogen cracking, APME   hydrogen, liquid   Cutoff, U - RER	192:Manufacture of refined petroleum products / 1920...	0.04935	kg CO2...
	P electricity production, hard coal   electricity, high voltage   Cutoff, U - DE	351:Electric power generation, transmission and distrib...	0.04247	kg CO2...
	P heat and power co-generation, hard coal   electricity, high voltage   Cutoff, U - PL	351:Electric power generation, transmission and distrib...	0.03667	kg CO2...
	P heat production, at hard coal industrial furnace 1-10MW   heat, district or industrial, ot	353:Steam and air conditioning supply / 3530:Steam a...	0.03640	kg CO2...
	climate change - GWP 20a		4.32148	kg CO2...
	climate change - GTP 20a		4.10632	kg CO2...
	climate change - GTP 100a		3.15577	kg CO2...

## 1.3. Comparación de los resultados del ACV de los marcos KLIMA-PUR con los de materiales de la competencia

Finalmente, para producir 1 metro de perfil KLIMAPUR se requieren 1,58 kg de BioPUR, mostrando así un impacto potencial de **5,63 kgCO<sub>2</sub>e/m para bioPUR**. Este resultado se compara con los competidores.

TIPO DE MARCO	70 mm de ancho	Perfil (1 m)	Factor de emisión		Energía encarnada			
	Material		kgCO <sub>2</sub> /kg o m <sup>3</sup> /m	kgCO <sub>2</sub> e/m	MJ/kg	MJ/m	kWh/kg	kWh/m
KLIMA-PUR	bioPUR	1,58	3,56	<b>5,63</b>	32,56	51,44	8,99	<b>14,21</b>
Aluminio	Aluminio	3,00	3,10	<b>9,29</b>	108,60	325,80	30,00	<b>90,00</b>
CLORURO DE POLIVINILO	CLORURO DE POLIVINILO	1,81	2,00	<b>5,72</b>	67,50	146,77	24,17	<b>40,54</b>
	Acero	1,22	1,71		20,00			
Madera	Madera	0,00	104,27	<b>0,30</b>	7,40	11,68	2,04	<b>3,23</b>

## 3. Evaluación del inventario del ciclo de vida de las ventanas KLIMA-PUR

## 3.1. Entradas y resultados obtenidos

Basamos nuestro estudio en la [Sinha y Kutnar 2012](#) Informe comparativo de los materiales más comunes para marcos de ventanas, como aluminio, madera y PVC. Los autores proporcionan un inventario completo de la producción de 1 m.<sup>2</sup> Ventana, donde normalmente se requieren 8m de marcos, estimamos 10m de marcos KLIMAPUR (incluyendo un desperdicio típico de 2m).

1m <sup>2</sup> de ventanas KLIMAPUR	CO <sub>2</sub> e	Cantidad	unidad	factor
Acetona, líquida, en planta/RER U	0.039	0.017	kilogramo	2.23
Pintura alquídica, blanca, 60 % en H <sub>2</sub> O, en planta/RER U Resina	15	5,49	kilogramos	2.73
alquídica, aceite largo, 70 % en white spirit, en planta/RER U	0.087	0.024	kilogramo	3.56
Aluminio, mezcla de producción, en planta/RER U	26.1	3.06	kilogramo	8.53
Aluminio, mezcla de producción, aleación fundida, en planta/RER U	0.048	0.016	kilogramo	3.1
Anodizado, chapa de aluminio/RER U	3.29	0.81	m <sup>2</sup>	4.06
Compuestos de benzimidazol, en almacén regional/RER U	0.052	0.004	kilogramo	13.21
Butanol, 1-, en planta/RER U	0.036	0.02	kilogramo	1.83
Cobre, en almacenamiento regional/RER U	0.012	0.006	kilogramo	1.88
Eliminación, pintura, 0% agua, a incinerador municipal/CH U	0.681	0.286	kilogramo	2.38
Electricidad, media tensión, producción UCTE, en red	30.4	57,7	kWh	0.53
Isopropanol, en planta/RER U	0.001	0	kilogramo	1.84
Resina de melamina formaldehído, en planta/RER U	0.337	0.073	kilogramo	4.6
Fábrica de trabajo de metales/RER/IU	3,73	3,67 × 10-8	0 pag	1.02E+08
Metiletilcetona, en planta/RER U Nailon 66, relleno de		0	kilogramo	1.76
vidrio, en planta/RER U Pellets, mixtos, quemados en	2.46	0.349	kilogramo	7.05
horno 50 kW/CH U Polietileno, LDPE, granulado, en	0.634	54	MJ	0.01
planta/RER U Polipropileno, granulado, en planta/	0.049	0.023	kilogramo	2.1
RER Cloruro de polivinilo, en almacenamiento	0.046	0.023	kilogramo	1.97
regional/RER Propilenglicol, líquido, en planta/RER	0.271	0.136	kilogramo	1.99
<b>BioPUR (formulación KLIMA-PUR)</b> Extrusión de	0.001	0	kilogramo	4.06
barras perfiladas, aluminio/RER U Laminado de	<b>56.2954</b>	<b>15,8 kilogramos</b>		<b>3.563</b>
barras perfiladas, acero/RER U	3.15	3,06	kilogramos	1.03
	1.03	5,18	kilogramos	0.2
Acero de baja aleación, en planta/RER	8.88	5,18	kilogramos	1.71
U Caucho sintético, en planta/RER U	3.01	1,14	kilogramos	2.64
Dióxido de titanio, mezcla de producción, en planta/RER	0.003	0.01	kilogramo	4.55
Tolueno, líquido, en planta/RER U	0.047	0.031	kilogramo	1.5
Transporte, camión > 16 t, flota media/RER U	4.78	38,2	tkm	0.13
Transporte, camión 20-28 t, flota media/CH U	0.2	1.05	gracias	0,19
Agua, completamente descalcificada, en planta/	0	0.377	kilogramo	0
RER U Aguarrás, en planta/RER U	0.007	0.007	kilogramo	0,93
Pellets de madera, u = 10%, en almacén/RER U	- 0.458	- 0.004	m <sup>3</sup>	103.15
Recubrimiento de zinc, piezas/RER U	3.05	0.493	m <sup>2</sup>	6.19
Zinc, primario, en almacenamiento regional/RER U	0.977	0,29	kilogramo	3.37
<b>Total -</b>	<b>164.2454</b>			

Como se puede ver en la tabla anterior, una **La ventana KLIMA-PUR da como resultado una huella de carbono de 164,25 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>** comparándose con los competidores en la siguiente tabla tomando como referencia el informe Sinha y Kutnar 2012 mencionado.

Ventanas (1m <sup>2</sup> )	kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>	% diferencia
Ventana con marco de aluminio	486	- 66%
Ventana con marco de PVC	258	- 36%
Ventana con marco de madera	130	26%
<b>Climapur</b>	<b>164.25</b>	

