

## **Cálculo de la huella ecológica corporativa en la molinera “Frank País García”**

Calculation of the corporate ecological footprint in the “Frank Pais Garcia” mill

Yudith González-Díaz<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1240-1146>

Ambar Esperanza Rodríguez-García<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1096-583X>

Yilian Matos-Domínguez<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5683-0455>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Química y Agronomía. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba

<sup>2</sup>Geocuba Oriente. Santiago de Cuba, Cuba

<sup>3</sup>Energoimport Habana. Cuba

\*Autor para correspondencia: correo electrónico: [yudith@uo.edu.cu](mailto:yudith@uo.edu.cu)

### **RESUMEN**

La huella ecológica es una importante herramienta para establecer tanto el impacto de las actividades humanas sobre el ecosistema, como las medidas correctoras para paliar dichos impactos, transforma todos los consumos de materiales y energía a hectáreas de terreno productivo (cultivos, pastos, bosques, mar, suelo construido o absorción de CO<sub>2</sub>) dándonos una idea clara y precisa del impacto de un estras actividades sobre el ecosistema. Es el indicador "final" porque transforma cualquier tipo de unidad de consumo (toneladas, kilowatios, litros, etc.), así como los desechos producidos, en un único número totalmente significativo. En el presente trabajo se determinó la Huella Ecológica corporativa, indicador global y sintético que permite avanzar en la evaluación de la sostenibilidad de la empresa Molinera Frank

País García en el municipio Santiago de Cuba. Para el cálculo de la huella ecológica corporativa se utilizó la metodología propuesta por Doménech "Guía metodológica para el cálculo de la huella ecológica corporativa", a la que se le introdujeron adaptaciones con el fin de llevarla al ámbito del presente estudio. El resultado obtenido de la huella ecológica corporativa fue de 0,02 ha/t, desglosada en las sub-huellas de energía 0,011 032 ha/t, insumos 0,002 262 84 ha/t, superficie construida 1,013 99e-06 ha/t, gastos indirectos 0,000 400 536 ha/t y residuos emisiones y vertidos con un valor de 0,014 952 7 ha/t, que representó un 79 % del total, seguido de la sub-huella de insumos con un 12 %

**Palabras clave:** huella ecológica corporativa; indicador de sostenibilidad ambiental; gestión ambiental.

## **ABSTRACT**

The ecological footprint is an important tool to establish both the impact of human activities on the ecosystem and the corrective measures to mitigate these impacts. It transforms all consumption of material and energy into productive land (crops, pastures, forests, sea, built soil or CO<sub>2</sub> absorption) giving us a clear and precise idea of the impact of our activities on the ecosystem. It is the "final" indicator because it transforms any type of consumption unit (tons, kilowatts, liters, etc.), as well as the produced wastes, into a single totally significant number. In this paper the Corporate Ecological Footprint was determined, a global and synthetic indicator that allows progress in the evaluation of the sustainability of the Molinera Frank País García Company in the municipality of Santiago de Cuba. For the calculation of the corporate ecological footprint, the proposed methodology in the document: "Methodological Guide for the Calculation of the Corporate Ecological Footprint" Doménech was used, with adaptations introduced in order to bring it to the field of the present study. The result obtained from the corporate ecological footprint was 0,02 ha / t, broken down into energy sub-tracks 0,011 032 ha / t, inputs 0,002 262 84 ha/t, built area 1,013 99e-06 ha / t, indirect costs 0,000 400 536 ha/t waste emissions and discharges with a value of 0,014 952 7 ha / t, which represented 79% of the total, followed by the input sub-footprint with 12 %.

**Keywords:** corporate ecological footprint; environmental sustainability indicator; environmental management.

Recibido: 20/04/2020

Aceptado: 15/08/2020

## Introducción

En las últimas décadas la alarma sobre el cambio climático ha creado la necesidad de disponer de índices de sostenibilidad que nos digan cómo frenar el desastre climatológico y cómo respetamos el medio ambiente.<sup>(1,2)</sup> La Huella Ecológica (HE) fue creada con el propósito de frenar el cambio climático respetando el medio ambiente y/o la naturaleza.<sup>(3,4)</sup>

La huella ecológica (HE) es un concepto creado por Mathis Wackernagel y William Rees en la década de los 90. Pretende medir el impacto ambiental de una sociedad restringida a un sistema económico. Lo que hace es traducir todo el consumo de la sociedad en hectáreas biológicamente productivas (tanto de tierra como de agua).<sup>(5,6)</sup> Esto es posible ya que todo y cuanto consumimos está hecho aquí en la tierra y se ocupa un espacio para su producción directa o indirectamente. Además, también se tiene en cuenta todos los desechos que esta sociedad produce y la naturaleza absorbe. Utilizada habitualmente para regiones o países,<sup>(7)</sup> en los últimos años se ha empezado a utilizar para las empresas y en cualquier tipo de organización.<sup>(3, 4,8)</sup>

La huella ecológica permite difundir información y promover el debate en torno a cuestiones claves del desarrollo sustentable; como: las limitaciones que la biosfera impone a la actividad humana, los recursos y funciones del ecosistema clave para la sustentabilidad del mismo, el papel del comercio en la distribución de los recursos y las presiones y la necesidad de elaborar indicadores que midan la dirección del desarrollo sustentable.<sup>(9)</sup>

En la medida en que las empresas, al igual que los ciudadanos, son consumidoras de recursos y generadoras de desechos, tenemos los elementos necesarios para calcular una HE, por lo que es factible obtener una huella corporativa. Su objetivo principal es determinar la superficie necesaria para poder mantener los consumos y la generación de desechos realizados por la organización estudiada. Por todo ello nace la huella ecológica corporativa (HEC) que no es más que una adaptación de la HE a la empresa. Esta adaptación es posible porque tanto las corporaciones como las regiones forman parte de la humano esfera que se encuentra, a su vez, dentro de la eco esfera. Además las empresas hacen el mismo uso de la naturaleza que las regiones, se abastecen de los recursos y servicios que la naturaleza ofrece y es utilizada como vertedero para reciclar los residuos producidos. Así es, aunque no estemos acostumbrados o no hayamos caído en la cuenta, toda empresa depende en mayor o menor medida de la ecoesfera, es decir, del terreno biológicamente producible, en fin, de la naturaleza. Con la HEC vamos a calcular la cantidad de naturaleza necesaria para que una empresa subsista con su nivel de ingresos. <sup>(10)</sup>

La sostenibilidad de un territorio según la huella ecológica dependerá entonces del correcto aprovechamiento del capital natural teniendo en cuenta la superficie que les corresponde de acuerdo con el uso que tengan de los recursos naturales y con los desechos que ese grupo humano vierta en el ambiente. <sup>(11)</sup>

Es importante determinar qué cuestiones se incluyen en la huella corporativa, estableciendo también una metodología de cálculo. En este sentido, podemos destacar al menos tres tendencias por lo que se refiere al cálculo de la HE de las organizaciones. En primer lugar, la “aproximación de los componentes” puede ser aplicada en este contexto. En la medida en que el método se basaba en precalcular una huella “estándar” de una serie de componentes que luego es multiplicada por el consumo de cada uno, el método es válido para las organizaciones sin que prácticamente sea necesario realizar cambios respecto de la manera de proceder para los países o regiones. Simplemente, habría que multiplicar los consumos de la organización por la huella de cada componente.

Algo similar sucede con la metodología input-output, que está alcanzando cierta difusión en el ámbito de las organizaciones. <sup>(3)</sup> Los fundamentos del método de cálculo son los mismos que los empleados para el cálculo de la HE de los países o regiones, basándose igualmente en las tablas input-output estándar y en la división sectorial que reflejan. Asimismo, es necesario transformar los coeficientes input-output en coeficientes de superficie.

Las ventajas e inconvenientes son los mismos que cuando se aplica esta metodología a los países, aunque la posibilidad de que la desagregación sectorial presente en el análisis input-output no se ajuste con las características de la empresa es un aspecto negativo a considerar. <sup>(12)</sup>

Finalmente, una tercera aproximación a la huella ecológica de la empresa es la denominada “método compuesto de las cuentas contables” (MCCC) desarrollada por Doménech quien, partiendo del concepto de huella que Wackernagel y colaboradores emplean para los hogares, desarrolla un método de cálculo aplicable a empresas y organizaciones. <sup>(5,6)</sup> Doménech impulsó igualmente la creación de un grupo de trabajo interuniversitario sobre Mejora de la huella ecológica corporativa, en el que participan las Universidades de Oviedo, Cantabria, Valencia, Cádiz y Santiago de Compostela.<sup>(3)</sup> Este es el método de cálculo elegido para realizar este artículo que tiene como objetivo: Determinar la Huella Ecológica corporativa en la empresa Molinera Frank País García en Santiago de Cuba aplicando el MCCC

## **Métodos utilizados**

El cálculo de la huella ecológica se hace a partir de la sumatoria de las sub-huellas evaluadas en el proceso productivo. Estas necesidades para el caso del proceso objeto de estudio se pueden dividir en:

- Sub-huella energía ( $SH_{ENERGIA}$ ).
- Sub-huella de los insumos ( $SH_{INSUMOS}$ ).
- Sub-huella de superficie construida ( $SH_{SUPFCNST}$ ).

- Sub-huella de gastos indirectos ( $SH_{GINDIRECTOS}$ )
- Sub-huella de residuos y vertidos ( $SH_{RESIDUOS}$ )

### **Cálculo de la sub-huella energía**

El cálculo de la sub-huella energía se desglosó en el consumo de todos los portadores energéticos que lleva el proceso de producción en la molinera Frank País García.

La huella ecológica de la energía eléctrica se calculó convirtiendo los kWh consumidos a GJ/año y dividiendo este por la “productividad energética”, medida en GJ/ha/año. Este ratio resume la conversión del consumo de energía en gigajulios a toneladas de CO<sub>2</sub>, la cual se realiza a través del factor de emisión, y de CO<sub>2</sub> a hectáreas, la cual se realiza a través del factor de absorción de los bosques.

La “productividad energética” resultante, en base a esos valores resulta ser de 55 GJ/ha/año, ( $1,42/0,026 = 54,6$ ) cuando utilizamos el carbón como combustible, de 71 GJ/ha/año ( $1,42/0,020 = 71$ ), para los derivados del petróleo, y de 93 GJ/ha/año ( $1,42/0,0153 = 92,8$ ) para el gas.

Finalmente, la huella ecológica de los combustibles se calcula dividiendo el consumo anual en GJ/año por la productividad de los combustibles líquidos (71 GJ/ha/año). La conversión de litros a GJ/año se realiza a partir del precio del combustible (para pasar a toneladas) y de su poder calorífico (43,75 GJ/t para derivados del petróleo y 18,54 GJ/t para el biodiesel).

Al determinarse los mismos, se llevan a toneladas equivalentes a fin de unificar la unidad de energía y se determina la cantidad de CO<sub>2</sub> emitido a partir de la siguiente fórmula:

$$SH_{ENERGIA} = \sum_{i=1}^n \frac{C_x \cdot F_x}{FC} \quad (1)$$

donde:

Cx: Consumo de los diferentes portadores energéticos en el año 2016,

Fx: Factor de conversión del portador energético a toneladas equivalentes (tabla 1).

FC: Factor de conversión de energía a hectáreas (ha) absorbidas de CO<sub>2</sub> (1ha - 100GJ).

Todos los datos de energía tomados en el proceso productivo están en función de 1t. Durante el estudio se asume la recomendación de Doménech, 2006, <sup>(7)</sup> donde la emisión de CO<sub>2</sub> de 100 GJ de energía son absorbidas por 1ha de superficie productiva en 1 año.

**Tabla 1-** Factores de conversión del portador energético a toneladas equivalentes

Portador energético	Factor de conversión
Consumo Eléctrico. (MWh)	0,355 718
Fuel Oil (t)	0,990 300
Gasolina(t)	1,097 100
Diesel(t)	1,053 400
Lubricantes(t)	1,000 000

### **Cálculo de la sub-huella de insumos**

La sub-huella ecológica de los materiales también se calcula dividiendo el consumo anual de cada partida en GJ/año por la productividad energética de los derivados del petróleo que es el combustible normalmente utilizado en los procesos de fabricación. Como casi ninguna empresa posee aun una "contabilidad de los materiales en toneladas" es preciso pasar el gasto de cada partida a toneladas, a partir de las cuentas contables y de los 99 capítulos arancelarios de comercio exterior. A continuación se convierten las toneladas a GJ/año a partir de la intensidad energética del producto considerado.

El cálculo de la de la sub-huella de insumos se determina a partir de la siguiente fórmula:

$$SH_{INSUMOS} = \sum_{i=1}^n \frac{E_x \cdot G_x}{FC} \quad (2)$$

donde:

Ex: Cantidad de insumos necesarios para 1t.

Gx: Intensidad energética del insumo (GJ/m<sup>3</sup>).

En la tabla 2 se muestra, de acuerdo con Doménech 2006, <sup>(7)</sup> los Índices de Intensidad energética de los recursos naturales agropecuarios utilizados.

**Tabla 2-Intensidad energética de los recursos utilizados**

Categorías de materiales	Intensidad energética (GJ/t)
Productos farmacéuticos	30
materiales textiles	10
papel cartón y sus manufacturas	30
Cereales, harinas, pastas, arroz, pan.	15
legumbres, tubérculos y raíces	10

## **Cálculo de la sub-huella superficie construida**

La sub-huella por ocupación de espacio se obtiene directamente y la sub-huella de los recursos naturales, a partir de la productividad natural, como se explicó en el capítulo anterior. La huella se ofrece desglosada en “energía fósil”, “tierra cultivable”, “pastos”, “bosque”, “terreno construido” y “mar”. Cada una de estas huellas parciales se multiplica por un factor de equivalencia, con el fin de unificar los diferentes tipos de superficies, el cual viene a representar la capacidad relativa para producir biomasa.

Esta huella se calcula a partir de la sumatoria del área de las distintas superficies construidas en la empresa. Su expresión quedaría:

$$SH_{SUPFCONST} = \sum_{i=1}^n \frac{A_x}{t} \quad (3)$$

donde:

$A_x$ : Distintas superficies construidas (ha).

$t$ : Toneladas producida en 1 año.

## **Sub-huella de gastos indirectos**

En los gastos indirectos se tiene en cuenta la energía y los insumos correspondientes a los servicios de mantenimiento, servicios de oficina y de mensajería y teléfono. Se considera un por ciento de gastos en la empresa de consumo indirecto, de no conocerse se asume un 10 %. Hay que tener en cuenta que para calcular la sub - huella de los otros ingresos se necesita haber calculado la sub-huella de energía, la de los insumos y la de la superficie construida.

## **Sub-huella de residuos, emisiones y vertidos**

La sub -huella de los residuos se calcula según método de Wackernagel y su equipo (huella familiar) del mismo modo que para los materiales, con su misma intensidad energética, restando el porcentaje de energía que puede recuperarse por reciclaje. En el caso objeto de estudio no existe reciclaje.

Para determinar la cantidad de residuos generados en los procesos se emplearon los resultados del balance de flujos de materiales de la planta.

## **Cálculo de la huella ecológica corporativa**

Conocidas las diferentes sub-huellas, entonces se calcula la Huella Ecológica corporativa por la siguiente Ecuación:

$$HEC = SH_{ENERGIA} + SH_{INSUMOS} + SH_{SUPFCNST} + SH_{GINDIRECTOS} + SH_{RESIDUOS} \quad (4)$$

Este indicador permite visualizar el comportamiento de cada una de las sub-huellas y qué por ciento representa del total en aras de sectorizar de manera oportuna cualquier acción de mejora en el proceso, con un marcado sentido de sostenibilidad económica y ambiental.

## **Resultados y discusión**

Se determinaron las siguientes sub-huellas:

- Sub-Huella de energía.
- Sub-Huella de insumos.
- Sub-Huella de superficie construida.
- Sub-Huella de gastos indirectos.
- Sub-Huella de residuos, emisiones y vertidos.

## **Cálculo de la sub-huella energía**

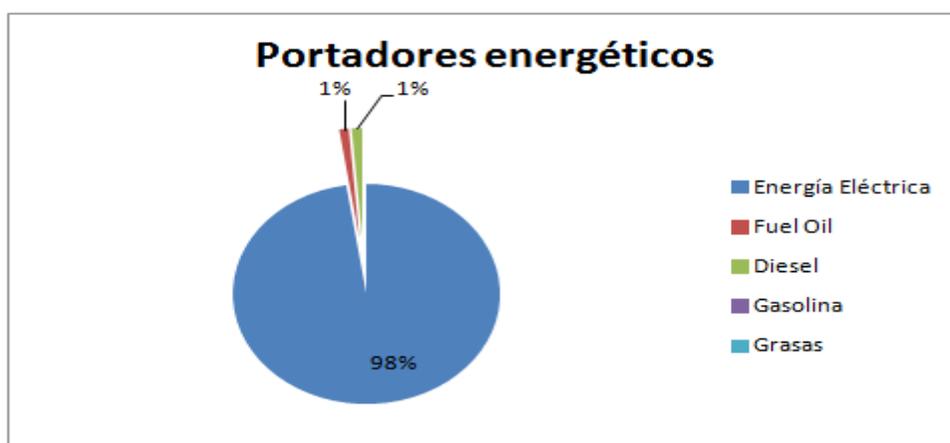
Todo el consumo energético actual que se emplea en la Molinera Frank País está sustentado sobre la base de energía obtenida a partir de combustibles fósiles cuya

transformación da lugar a los diferentes portadores energéticos que se utilizan para los procesos productivos, el uso en iluminación y climatización y en las actividades de transporte.

En la tabla 3 se presentan los resultados obtenidos al calcular la sub-huella de los portadores energéticos y la sub-huella de energía total empleando la ecuación 1 y en la figura 1 se presenta el porcentaje que aporta a la sub-huella de energía cada portador energético.

**Tabla 3-** Sub-Huella de Energía

Portadores energéticos	Consumo	Combustible equivalente	Cantidad de GJ que representa	Sub-huella del portador energético (ha/t)
Energía Eléctrica (MWH)	12 272,600	4,365 58e+06	182778	0,010 748 9
Fuel Oil(t)	51,86	51357	2 150,21	0,000 126 45
Diesel (t)	54,36	57 262,8	2 397,48	0,000 140 992



**Fig.1-**Porcentaje que representan los portadores energéticos en la sub-huella de Energía

Dos formas de energía son básicas en la actividad productiva: La electricidad y la energía térmica.

La energía eléctrica tiene múltiples usos en la industria. La utilización de motores eléctricos para la molienda, el transporte neumático de productos, el accionamiento de equipos, la producción de aire comprimido y en menor grado, la refrigeración y climatización, así como los sistemas de control hacen a la

electricidad, indispensable en la mayoría de los procesos y actividades que se llevan a cabo en cada uno de los establecimientos.

Por otra parte la energía térmica también es utilizada en el Establecimiento Soya Beneficiada, el uso de vapor es necesario para el proceso de descascarado, este se genera en la sala de la caldera de igual forma ocurre en la línea de Copo o Cereal expandido.

El medio utilizado para transportar la energía térmica es el vapor que se genera en la caldera consumidoras de fuel oil.

### **Cálculo de la sub-huella de insumos**

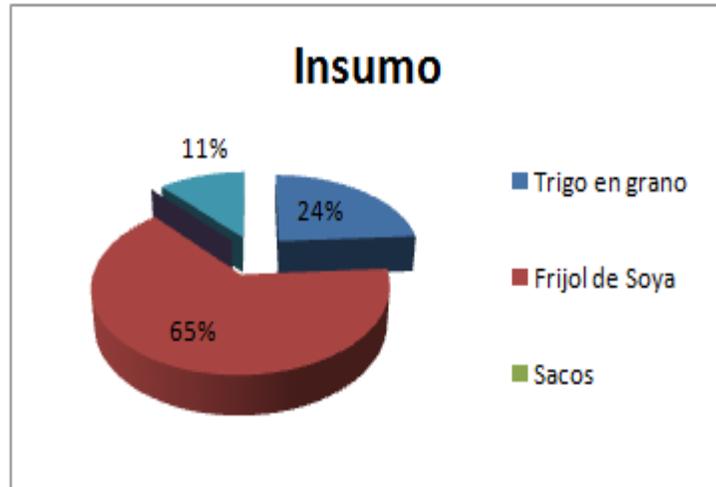
Los materiales que se utilizan en la elaboración de los productos de la molinera también dejan su huella de contaminación en el medio ambiente.

En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos de la determinación de la sub-huella de Insumos empleando la ecuación 2 y en la figura 2 se muestra la contribución de cada materia prima a esta sub-huella.

**Tabla 4-** Sub-huella de Insumos.

<b>Insumo</b>	<b>Consumo</b>	<b>Intensidad energética</b>	<b>Sub-huella de Insumos (ha/t)</b>
Trigo en grano(t)	28 542 710	52,259 5	0,000 525 528
Frijol de Soya(t)	7 049,4	211,596	0,001 418 56
Sacos(u)	285 418 2	1,152 98	3,864 84e-05
Metros de hilos(m)	570 023,3	2,616 768	1,754 31e-05
Vitaminas agregadas(g)	793 462,67	1,879 8	0,000 252 047
Etiquetas del producto(u)	2 854 182	0,522 611	1,051 09e-05
Sub-huella total			<b>0,002 262 84</b>

Las materias primas que más inciden en el valor de la sub-huella Insumos son el frijol de Soya (65 %) y el trigo en grano (24 %) por ser estas las principales materias primas y las más consumidas.



**Fig. 2-** Porcentaje que representan las materias primas en la sub-huella de Insumos

### **Cálculo de la sub-huella superficie construida**

Empleando la ecuación 3 se obtuvieron los resultados de superficie construida presentados en la tabla 5.

**Tabla 5-** Sub-huella d superficie construida de las áreas principales de la molinera

Áreas principales	Superficie construida	Cantidad de ha utilizadas	Sub-huella del tipo de área(ha/t)
Producción (ha)	1,180 30	1,180 3	7,912 83e-07
Logística administrativa (ha)	0,183 7	0,183 7	1,231 54e-07
Viales (ha)	0,042 1	0,042 1	2,822 42e-08
Otras (ha)	0,106 4	0,106 4	7,133 15 e-08
<b>Sub-huella total</b>	-		<b>1,013 99e-06</b>

El área de producción es la que mayor superficie construida presenta, debido a que es una empresa con grandes construcciones que se basa fundamentalmente en el proceso productivo de cereales que abastece todo el oriente del país, a su vez se convierte esta en la mayor sub-huella de superficie construida.

### **Sub-huella de gastos indirectos**

El porcentaje de gastos indirectos con el que trabajó la empresa en año 2017 fue de un 18%, presentando una sub-huella de 0,000 400 536.

### Sub-huella de residuos

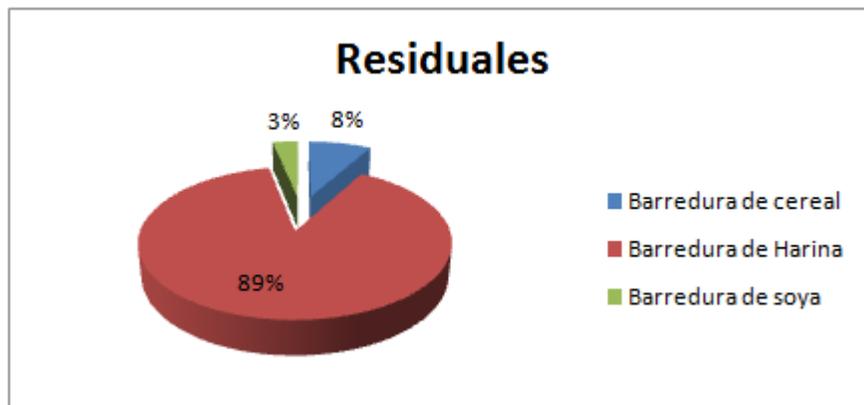
Existe una generación permanente de polvo, debido al proceso de tamizado, se generan residuos sólidos como consecuencia de la separación de las impurezas contenidas en la materia prima (pajas, cáscaras, tallos, etc). El polvo proviene de los diferentes procesos dentro del molino, como son transporte, limpieza, clasificación, descascarado y pulido. Los residuos sólidos son generados en las diferentes etapas del proceso.

En la tabla 6 se presentan los resultados obtenidos al calcular la sub-huella de los residuos y en la figura 3 el porcentaje de contribución de cada residual a la sub-huella de residuos.

Como se puede observar la sub-huella de la barredura de harina representa el 89 % de la sub-huella de residuos y la barredura de cereal representa el 8 %.

**Tabla 6-** Sub-huella de residuos

Residual	Cantidad generada	Intensidad energética	Sub-huella de residuos(ha/t)
Barredura de cereal(t)	583,3	119,6	0,001 202 71
Barredura de Harina(t)	108,7	1 319,4	0,013 268 1
Barredura de soya(t)	119,6	47,92	0,000 481 89
<b>Sub-huella total</b>			0,014 952 7



**Fig. 3-** Porcentaje que representan las barreduras en la sub-huella de residuos

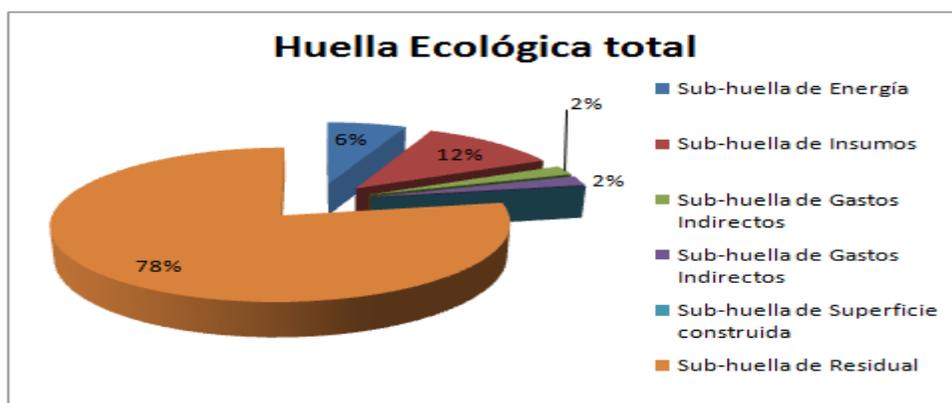
## Cálculo de la Huella Ecológica corporativa

La huella ecológica corporativa total, representativa para el proceso de producción responde a la sumatoria de cada una de las sub-huellas bases. En la tabla 7 se resumen los valores de las diferentes sub-huellas calculadas y el valor de la huella ecológica corporativa de la molinera “Frank País García” y en la figura 4 se muestra la contribución de cada sub-huella a la huella ecológica corporativa total.

**Tabla 7-** Huella Ecológica Corporativa total

Sub-huellas calculadas	Huella Ecológica(ha/t)
Sub-huella de Energía	0,001 257 72
Sub-huella de Insumos	0,002 224 19
Sub-huella de Gastos Indirectos	0,000 400 536
Sub-huella de Superficie Construida	1,013 99e-06
Sub-huella de Residual	0,014 952 7
<b>Huella Ecológica total</b>	<b>0,018 836 16</b>

Como se observa en la tabla 7 la huella ecológica corporativa de la Molinera Frank País fue de 0,02ha/t valor más bajo que el obtenido por López, 2006 para la Harina de trigo en Cienfuegos que fue de 0,03 ha/t.



**Fig.4-** Composición de la Huella Ecológica Corporativa.

La sub-huella más representativa es la sub-huella de residuales, que representa un 79 % de la Huella Ecológica corporativa total. Eso se debe a que en el proceso productivo que allí se realiza hay fuertes emisiones de polvo a la atmósfera, lo que provoca deterioro del aire que se respira y aportes considerables de carga contaminante directa al cuerpo de agua y a las obras civiles que luego son

trasladadas por las aguas de lluvia. Por otro lado, ocasiona trastornos en el funcionamiento de los sistemas de drenaje porque la instalación vierte en la bahía aguas residuales que contienen sólidos finos.

La segunda sub-huella más representativa es la sub-huella Insumos, con un 12 % de la huella ecológica corporativa total.

## Conclusiones

1. La sub-huella de energía fue de 0,011 032 ha/t estando los mayores aportes en el consumo de electricidad, el cual representa un 98 % del total de esta sub-huella.
2. El valor de la sub-huella de Insumos fue 0,002 262 84. Las materias primas que más inciden en el valor de la sub-huella Insumos son el frijol de Soya (65 %) y el trigo en grano (24 %) por ser estas las principales materias primas y las más consumidas.
3. El valor de la sub-huella de superficie construida fue 1,013 99e-06.
4. El valor de la sub-huella de gastos indirectos fue 0,000 400 536.
5. El valor de la sub-huella de residuos, emisiones y vertidos fue 0,0149527. Representando la sub-huella de barredura de harina el 89 % de la sub-huella de residuos y la barredura de cereal representa el 8 %.
6. La Sub-huella corporativa fue de 0,02 ha/t. La sub-huella más representativa fue la sub-huella de residuales, que representa un 79 % de la huella ecológica corporativa total, seguida de la sub-huella de insumos con un 12%.

## Referencias bibliográficas

1. RODRÍGUEZ, A.; GONZÁLEZ, Y.; TURIÑO, N. "Impacto ambiental de la Unidad Empresarial de Base (UEB) Cereales Frank País García de Santiago de Cuba", Revista *Tecnología Química*. Universidad de Oriente. 2019, **39**(3), pp 687-696. ISSN: 2224-6185.

2. GONZÁLEZ, Y.; GOMEZ, P.; MATOS, A. “Diagnóstico ambiental preliminar y oportunidades de prevención de la contaminación en la Empresa de Productos Cárnicos de Holguín. Cuba”. *Revista Tecnología Química*. Universidad de Oriente. Cuba. 2018, **38**(1), pp 214-229. ISSN: 2224-6185.
3. CARBALLO, A.; GARCÍA, M.C.; DOMÉNECH, J.L; SEBASTIÁN, C.; RODRÍGUEZ, G; GONZÁLEZ, M. La Huella ecológica corporativa: Concepto y aplicación a dos empresas pesqueras de Galicia”. *Revista Galega de Economía*. Universidad de Santiago de Compostela España. 2008, **17**(2), pp 1-29. ISSN: 1132-2799
4. MARTINEZ, A. Huella ecológica corporativa. Un análisis de caso vinculado a una fábrica de pan. Actualización de índices. *Revista Desarrollo Local Sostenible*. 2012, **5**(14), pp 1-19, [Consultado 15 febrero 2019]. Disponible en: <http://www.eumed.net/rev/delos/14>.
5. ALVAEZ, P.D.; DOMÉNECH, J.L; PERALEZ, J.A. Huella ecológica energética corporativa: Un indicador de la sostenibilidad empresarial. *Observatorio iberoamericano del desarrollo local y la economía social. Grupo EUMED.NET de la Universidad de Málaga*. 2008, **1**(4) ISSN: 1988-2483
6. MARTINEZ, A. Estimación de la huella ecológica corporativa a un ayuntamiento. El problema y la propuesta de solución a la contrahuella. *Revista Desarrollo Local Sostenible*. 2014, **7**(18), pp 1-13, [Consultado 20 junio 2019]. Disponible en: <http://www.eumed.net/rev/delos/18/huella-carbono-corporativa.html>
7. DOMÉNECH, JL. *Guía metodológica para el cálculo de la huella ecológica corporativa*. [en línea]. Argentina: Centro Argentino de Estudios Internacionales, 2006 [Consultado 30 enero 2020]. Disponible en <http://www.caei.com.ar/sites/default/files/10.pdf>.
8. DOMÉNECH, JL. *Huella ecológica y desarrollo sostenible*. 2da Edición. España: Editorial AENOR. 2010, ISBN: 978-84-8143-222-0.
9. MARTINEZ, R. Algunos aspectos de la huella ecológica. *Inter Sedes*. 2007. **7**(14). pp 11-25. [Consultado 20 junio 2018]. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/intersedes/issue/view/197>

10. CARBALLO, A; GARCÍA, M.C; DOMÉNECH J.L. El MC3 una alternativa metodológica para estimar la huella corporativa del carbono (HCC). *Revista Desarrollo Local Sostenible*. [en línea]. 2009, **2**(5). pp 1-16. [Consultado 6 febrero 2020]. Disponible en: [http://www.usc.es/econo/RGE/Vol17\\_2/castelan/art7c.pdf](http://www.usc.es/econo/RGE/Vol17_2/castelan/art7c.pdf)
11. CARREÑO, C.; HOYOS, N. La huella ecológica: un indicador potencial de sustentabilidad. *Fragua*. 2010. **3**(6), pp 17-34. [Consultado 20 junio 2019]. Disponible en: <https://www.udem.edu.co/index.php/publicaciones/revista-fragua>.
12. SUH, S.; KREWITT, W.; MORIGUCHI, Y.; MUNKSGAARD, J.; NORRIS, G. (2004): "System Boundary Selection in Life-Cycle Inventories", *Environmental Science & Technology*. 2004, **38**(3), pp. 657-664. [Consultado 17 marzo 2019]. Disponible en <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es0263745>.

### **Conflicto de interés**

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

### **Contribución de los autores**

- Yudith González Díaz: proceso experimental y elaboración del informe final.
- Ambar E. Rodríguez García: revisión y corrección del informe final.
- Yilian Matos Domínguez: participó en la confección del informe final