

Título Medición de huella de carbono, como herramienta para el desarrollo de un plan de mejoras de la performance energética, en una curtiembre de la Provincia de Buenos Aires

Tipo de Producto Informe Técnico

Autores Belmaña, María Lorena

Código del Proyecto y Título del Proyecto

C18T08 - Medición de Huella de Carbono

Responsable del Proyecto

Belmaña, María Lorena

Línea

Ciencias Agroambientales

Área Temática

Agroambiental

Fecha

Noviembre 2018

MEDICIÓN DE HUELLA DE CARBONO, COMO HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO DE UN PLAN DE MEJORAS DE LA PERFORMANCE ENERGÉTICA, EN UNA CURTIEMBRE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Noviembre 30, 2018



**UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS**

Resumen:

El presente trabajo tiene por finalidad el desarrollo y cálculo del indicador de Huella de Carbono, con un alcance 1 + 2. El alcance 1 se asocia con las emisiones directas de gases de efecto invernadero, como por ejemplo las asociadas a equipos móviles o fijos de combustión. El alcance 2 se asocia con las emisiones indirectas, generadas únicamente durante la producción de la energía eléctrica consumida por la organización.

La finalidad del proyecto es desarrollar un plan de mejoras de la performance energética de una organización, pudiendo incluir medidas de reducción del consumo energético, mejora de la eficiencia energética, mejora de las fuentes energéticas y mejora del uso de la energía.

Como principal conclusión surge que los resultados obtenidos de la medición de la Huella de Carbono nos permiten conocer la performance energética de la empresa, identificar oportunidades de mejora y este indicador podría ser utilizado como herramienta de medición de las mejoras propuestas.

Contenidos

1. INTRODUCCIÓN	5
2. OBJETIVOS.....	6
2.1. OBJETIVO GENERAL.	6
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	6
3. MARCO TEORICO	7
3.1. CALENTAMIENTO GLOBAL	7
3.2. GASES DE ETECTO INVERNADERO.....	7
3.3. HUELLA DE CARBONO	8
3.3.1. HUELLA DE CARBONO DE UN INDIVIDUO.....	8
3.3.2. HUELLA DE CARBONO DE UNA ORGANIZACIÓN.	8
3.3.3. HUELLA DE CARBONO DE UN EVENTO.	8
3.3.4. HUELLA DE CARBONO DE UN PRODUCTO.....	9
3.4. REPORDES DE GASES DE ETECTO INVERNADERO.	9
3.4.1. REPORTE INDIVIDUAL	9
3.4.2. REPORTE INTEGRADO	9
3.5. CALCULO DE HUELLA DE CARBONO.....	9
3.6. ALCANCE DE LA HUELLA DE CARBONO	10
3.6.1. ALCANCE 1.....	10
3.6.2. ALCANCE 2.....	10
3.6.3. ALCANCE 3.....	10
3.7. METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE LA HUELLA DE CARBONO EN UNA ORGANIZACIÓN	11

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	12
5. CÁLCULOS	14
5.1 LÍMITES DE LA ORGANIZACIÓN Y LÍMITES OPERATIVOS	14
5.2 PERÍODO DE CÁLCULO	15
5.3 DATOS DE ACTIVIDAD DE LAS OPERACIONES	15
5.4 SELECCIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN	16
5.5 CÁLCULO INDIVIDUAL E INTEGRADO DE CADA UNO DE LOS GASES	16
5.6. CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO	21
6. CONCLUSIONES	22
7. BIBLIOGRAFÍA.	23
8. ANEXO.	24

1. Introducción

El grado de avance de las problemáticas ambientales globales es tan evidente, desde el conocimiento y difusión de sus causas como así también de sus consecuencias, que los gobiernos, instituciones e individuos no pueden sentirse ajenos a ellas.

Una de las problemáticas ambientales globales es el calentamiento global. El mismo se produce a partir de la presencia desmedida de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Estos gases, metano, dióxido de carbono y otros, aumentan la retención de las radiaciones infrarrojas emitidas por la Tierra hacia el espacio, generando el incremento del efecto invernadero, aumentando la temperatura promedio de la Tierra. Desde 1850, el planeta aumentó 0,7 °C, a partir de la utilización del carbón como fuente de energía, y se espera un aumento de 2 a 4°C para el año 2100.

Una forma de medir el impacto que las organizaciones, eventos o personas generan en relación con esta problemática es a través del índice de la Huella de Carbono. Este mide las emisiones generadas en forma directa e indirecta de gases de efecto invernadero, todas ellas expresadas en una unidad equivalente, de manera tal de poder integrar los valores parciales y poder realizar comparaciones a diferentes niveles, personas, instituciones, actividades, eventos, ciudades, países, etc. y además poder realizar un seguimiento en el tiempo.

Hoy en día existen varias instituciones que realizan la medición de su Huella de Carbono. En Argentina, específicamente, esta aplicación recién está comenzando a aplicarse en algunas organizaciones / instituciones. La Argentina no presenta una postura respecto a la obligatoriedad del etiquetado de Huella de Carbono en productos. Según la Dirección de Cambio Climático de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, la huella promedio de nuestro país es de 5.71 tn CO₂ eq al año por persona, Este valor está por encima del promedio mundial pero notablemente inferior a lo medido en otros países, como por ejemplo el Reino Unido 11,81 tn CO₂ eq per cápita anuales y Estados Unidos 20 tn CO₂ eq.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

- Desarrollar una herramienta de gestión ambiental vinculada a la generación de gases de efecto invernadero, la Huella de Carbono, que permita mejorar el grado de desempeño energético de una organización.

2.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar el sistema de indicadores asociados a la Huella de carbono.
- Conocer las mayores fuentes de generación de gases de efecto invernadero relacionadas a las actividades desarrolladas por la organización.
- Medir la Huella de carbono, cantidad de gases efecto invernadero producidos por una organización.

3. Marco teórico

3.1 Calentamiento global

La atmósfera es la capa que rodea a la Tierra. Su función es protegerla y captar parte de los rayos emitidos por el Sol y mantenerlos dentro del planeta, lo que se conoce como el **efecto invernadero**. De esta forma se genera una temperatura promedio de 15°C. De lo contrario, esta podría descender hasta -18°C.

La radiación del Sol que llega a la Tierra atraviesa la atmósfera y llega a la superficie, calentándola. Esto es lo que se conoce como **radiación solar penetrante**. Pero no todos los rayos del Sol siguen esa trayectoria. Una parte de la radiación es reflejada por la atmósfera o por la superficie de la Tierra. Esto es lo que se conoce como **radiación solar reflejada**.

De la radiación solar penetrante una parte no es absorbida por la Tierra, es la **radiación infrarroja**, que es emitida nuevamente y convertida en calor reflejado. Esta radiación puede ser retenida por la atmósfera o seguir al espacio. Cuando la concentración de los gases de efecto invernadero es superior a lo normal, la proporción de la radiación infrarroja retenida en la atmósfera aumenta y consecuentemente lo hace la temperatura promedio, generando el **calentamiento global**. Esto ocurre porque parte de la energía de la radiación infrarroja no puede ser disipada al espacio.

Resumiendo, el calentamiento global es el proceso de regulación de la temperatura de la Tierra o efecto invernadero que se ve alterado por la presencia excesiva de gases de efecto invernadero.

3.2 Gases de efecto invernadero

En 1997, en el Protocolo de Kyoto se definieron los gases de efecto invernadero.

- Dióxido de carbono CO₂
- Metano CH₄
- Óxido nitroso N₂O
- Hidrofluocarbonos HFCs

- Perfluorurocarbonos PFCs
- Hexafluoruro de azufre SF₆

Y en el cuarto informe realizado en el año 2007 se reconoció al trifluoruro de nitrógeno NF₃

Algunos de estos gases (CO₂, CH₄, N₂O) forman parte de los ciclos planetarios biológicos, químicos y/o geofísicos, por lo tanto, su permanencia en la atmósfera es menor a los gases que no forman parte de estos ciclos (HFCs, PFCs, SF₆, NF₃). La permanencia de estos últimos puede ser de cientos o miles de años.

3.3 Huella de Carbono

Es la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto por un individuo, organización, evento o producto.

3.3.1 Huella de Carbono de un individuo

Se deben contabilizar los gases de efecto invernadero liberados a la atmósfera como consecuencia de las actividades desarrolladas por una persona, incluyendo lo generado por los productos que consume.

3.3.2 Huella de Carbono de una organización

Se debe medir la totalidad de los gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo e indirecto provenientes del desarrollo de las actividades de esa organización.

3.3.3 Huella de Carbono de un evento

Se deben contabilizar los gases de efecto invernadero liberados a la atmósfera como consecuencia del desarrollo del evento.

3.3.4 Huella de Carbono de un producto

Se debe medir la totalidad de los gases de efecto invernadero emitidos durante todo el ciclo de vida del producto, desde la extracción de las materias primas hasta la disposición final de los productos una vez utilizados.

3.4 Reportes de gases de efecto invernadero

Cuando se realiza el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero, ya sea para un individuo, una organización, un evento o un producto, es necesario la confección de un reporte, el cual puede ser realizado de dos maneras diferentes:

3.4.1 Reporte individual

Este reporte tiene tantos datos de emisiones como gases de efecto invernadero fueron identificados. Cada gas se reporta de manera individual.

3.4.2 Reporte integrado

Sólo se reporta la totalidad de los gases de efecto invernadero. Para ello será necesario implementar una metodología que integre los datos de cada uno de los gases.

La Huella de Carbono utiliza un reporte integrado, donde la unidad de integración es la masa de carbono equivalente.

3.5 Cálculo de la Huella de carbono

Para poder convertir la cantidad de un gas de efecto invernadero diferente al CO₂ en una cantidad de CO₂ y poder así integrarlos en la unidad de masa de carbono equivalente, se han desarrollado factores de conversión llamados Potencial de Calentamiento Global (PCG). Estos están relacionados directamente con la capacidad que tienen cada uno de los gases de absorber la radiación infrarroja de la Tierra y su tiempo de permanencia en el ambiente.

Por ejemplo, el PCG del CH₄ es igual a 25. Esto significa que su poder para generar calentamiento es 25 veces mayor al poder que posee el CO₂. Dicho de otra forma, 1 gramo de CH₄ genera un efecto de calentamiento igual a 25 gramos de CO₂.

Estos valores pueden variar para un mismo gas según la metodología utilizada para calcular su efecto, especialmente en el patrón empleado para determinar su permanencia en el ambiente. Es por ello que resulta de suma importancia utilizar los valores de PCG de una misma fuente, para realizar el cálculo total de la Huella de Carbono.

El IPCC, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas, menciona al PCG como el potencial de calentamiento mundial (PCM) y lo define como el Índice basado en las propiedades radiactivas de los gases de efecto invernadero suficientemente mezclados, que mide el forzamiento radiactivo, en la atmósfera actual, de una unidad de masa de cierto gas de efecto invernadero suficientemente mezclado, integrado a lo largo de un plazo de tiempo dado, en comparación con el causado por dióxido de carbono. El PCM representa el efecto conjunto del diferente período de permanencia de esos gases y de su eficacia relativa como absorbentes de radiación infrarroja térmica saliente. El Protocolo de Kyoto está basado en el PCM asociado al ritmo de emisión en un período de 100 años. Para los cálculos desarrollados ver Anexo 1.

3.6 Alcance de la Huella de carbono

3.6.1 Alcance 1

Tiene en cuenta todas las emisiones directas de gases de efecto invernadero. Como por ejemplo: desplazamientos de vehículos, consumo de combustibles fósiles en calderas y hornos, emisiones por procesos productivos, equipos de refrigeración, etc.

3.6.2 Alcance 2

Tiene en cuenta las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero solamente asociadas a la generación de energía eléctrica que consume la organización, evento, persona o producto.

3.6.3 Alcance 3

Tiene en cuenta todas las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero con orígenes diferentes a la generación de energía eléctrica, por ejemplo: producción de materias primas, uso de productos, viajes de negocios, vehículos contratados, actividades tercerizadas, depósito de residuos, etc.

Lo mas común es realizar la medición de la Huella de Carbono de alcance 1 + 2, para evitar duplicidad en los cálculos. Por ejemplo, si realizara el cálculo de la Huella de Carbono en una

organización con un alcance 3 debiera sumar las emisiones de gases de efecto invernadero generadas durante la producción de una materia prima utilizada, pero si el proveedor de dicha materia prima también realizara el cálculo, sumaría las mismas emisiones de gases de efecto invernadero, pero como generadas en su proceso productivo.

3.7 Metodología para el cálculo de la Huella de carbono en una organización

Este trabajo se basa en la metodología planteada por Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas, IPCC de 2006.

1. Establecer los límites de la organización y los límites operativos

- 1.1 Definir las áreas de la empresa que formaran parte del cálculo: las organizaciones pueden estar compuestas por más de una instalación, por lo tanto, es necesario determinar su límite, que es el que determina las operaciones que son de la empresa o están bajo su control.
- 1.2 Identificar las emisiones asociadas a las operaciones que se realizan dentro de cada área identificada
- 1.3 Diferenciar las emisiones en directas e indirectas
2. Elegir el período de cálculo: es el tiempo en el cual se van a hacer las mediciones de gases de efecto invernadero. Generalmente es 1 año.
3. Recopilar o medir datos de actividad de las operaciones: Existen tres métodos:
 - Medición directa de las emisiones de gases de efecto invernadero a través de un monitoreo de concentración y flujo.
 - Realización de balances de masa y fundamentos estequiométricos.
 - Uso de datos de actividad y factor de emisión documentados.
4. Seleccionar los factores de emisión adecuados: Se debe tener cuidado por la existencia de varios estándares asociadas a diferentes fuentes de información, las cuales deben estar detalladas en el informe.
5. Realizar el cálculo integrando los datos individuales de cada uno de los gases: De utilizar datos de actividad y factores de emisión, el cálculo se basa en la siguiente fórmula:

$$HC = \Sigma \text{ Datos de actividad } \times \text{ factor de emisión}$$

Donde:

Datos de actividad: es el parámetro que define el grado o nivel de la actividad generadora de emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, para una caldera el dato de actividad podría ser la cantidad, medida en metros cúbicos, de gas natural consumido.

Factor de emisión: Cantidad de gases de efecto invernadero emitida por cada unidad del parámetro del dato de actividad. Por ejemplo, para la caldera del caso anterior, el factor de emisión puede ser la cantidad de CO₂ emitida por el gas natural utilizado en la caldera (kg CO₂ / m³ GN)

4. Descripción del proceso productivo

El curtido es el proceso que transforma a las pieles de animales en cuero, con el objetivo de evitar su descomposición y facilitar su uso en la fabricación de diversos productos.

El curtido estabiliza las fibras de colágeno de la piel con agentes curtientes, a partir de la formación de complejos tipo quelatos.

El proceso de curtido se compone de las siguientes etapas:

1. Rivera
2. Curtido
3. Acabado en húmedo
4. Acabado en seco

4.1. Ribera: Prepara la piel para ser curtida (sea fresca o salada), se limpia y acondiciona, hasta que es dividida en dos capas. Las operaciones involucradas son:

1. Recepción de materia prima: Descarga de las pieles. Si las mismas no se pueden procesar en el día se salan, se almacenan y se procesan al día siguiente.
2. Recorte: Eliminación de las zonas del cuero que no sirven.

3. Descarne: Retiro de manera mecánica de los restos grasas de la piel.
4. Remojo: Rehidratar la piel, eliminar la sal y otros elementos como sangre, excrementos y suciedad en general.
5. Pelambre y encalado: Retirar el pelo y epidermis de las pieles, utilizando cal y sulfuro de sodio, esto produce un hinchamiento alcalino que permite abrir las fibras de colágeno y preparar las pieles para el curtido.
6. Secado: Eliminar el exceso de agua por presión. No se seca.
7. Clasificación: Separa por tamaño y espesor.
8. Descarne: Eliminar de manera mecánica la grasa natural del tejido conjuntivo, a través de la máquina descarnadora.
9. Dividido: Separar la piel en dos capas (flor y carnaza), mediante una cuchilla.

4.2. Curtido: Prepara las pieles para ser transformadas en materiales fuertes y resistentes a la putrefacción por medio de agentes curtientes que se fijan en las fibras de colágeno, estabilizándolas a través de uniones cruzadas (es decir, uniones químicas entre fibras). Se utilizan sales de cromo. Las operaciones involucradas son:

1. Desencalado: Remoción de los diferentes productos contenidos en la piel. Permite su neutralización y detiene su hinchamiento.
2. Purga enzimática: Aflojamiento de las fibras de colágeno con enzimas y limpieza de la piel de restos de epidermis, pelo y grasa no eliminados en operaciones anteriores.
3. Piquelado: Llevar las pieles al pH requerido para el curtido (entre 2.8 y 3.5) con sal y ácidos (sulfúrico, clorhídrico o fórmico).
4. Curtido al cromo: Transformación de la piel en un producto resistente a la putrefacción (wet-blue), haciendo reaccionar el colágeno de la piel con el agente curtiente, sales de cromo trivalente.
5. Ecurrido: Retiro de la humedad, estirado de las partes arrugadas y uniformidad del espesor.
6. Rebajado: Calibrado final del espesor al wet blue, utilizando una máquina provista de cuchillas que giran a gran velocidad

4.3. Acabado en húmedo: esta etapa se realiza en función de las características de suavidad, color y tacto requeridos en el producto final. Para esta etapa se identifican los siguientes procesos y operaciones:

1. Recurtido: Concede al wet-blue sus características finales, en cuanto a resistencia y firmeza, dependiendo de su uso final.
2. Teñido y engrase: Proporción del color determinado, textura, llenura, suavidad y flexibilidad.
3. Ecurrido: Retiro de la humedad y eliminación de las arrugas del lado de la flor mediante rodillos con felpa

4.4. Acabado en seco: Otorgamiento al cuero del aspecto final de color y brillo y control de posibles imperfecciones del producto. Esta etapa se encuentra compuesta por las siguientes operaciones:

1. Secado: Extracción de un porcentaje considerable de humedad al wet-blue.
2. Ablandado: Mitigación de la firmeza del cuero para generar más suavidad.
3. Esmerilado: Lijado para igualar y corregir defectos del lado de la flor.
4. Desempolvado: Eliminación del polvo fino residual de la operación de esmerilado.
5. Pigmentado: Pintado de la superficie del cuero.
6. Planchado: Prensado del cuero.
7. Control: Determinación del espesor del cuero y otras características.
8. Almacenado: Deposito del cuero terminado para su protección, uso y/o comercialización.

5. Cálculos

5.1 Límites de la organización y límites operativos

- Para el cálculo serán consideradas todas las actividades desarrolladas en el predio en “la provincia de Bs. As.” Sean tanto productivas como administrativas.

- Identificación de las emisiones asociadas a las operaciones y diferenciación entre emisiones directas e indirectas:

Fuentes de emisiones	Emisión directa	Emisión indirecta
Emisiones por la combustión de gas natural en la caldera e instalaciones de las oficinas administrativas	X	
Emisiones por el uso de los medios de transporte dentro de las instalaciones	X	
Emisiones durante el curtido	X	
Emisiones durante el tratamiento de los efluentes	X	
Emisiones fugitivas de los equipos de refrigeración	X	
Emisiones asociadas a la generación de energía eléctrica utilizada en las diferentes etapas del proceso productivo como en las instalaciones administrativas		X

5.2 Período de cálculo: 8/2017 – 8/2018

5.3 Datos de actividad de las operaciones:

Fuentes de emisiones	Factor de actividad	Fuete de datos utilizada
Emisiones por la combustión de gas natural en la caldera e instalaciones de las oficinas administrativas	1.239.28 m ³ /año 34,51 GJ/1000m ³ = 111,79 GJ/ m ³	Facturas de la compañía prestadora
Emisiones por el uso de los medios de transporte dentro de las instalaciones	120 Tn /año	
Emisiones durante el curtido	31.680.000 kg cuero / año 3% P/P de sulfato de cromo para el curtido = 950.400 kg sulfato de cromo / año	Registros de producción Proporción utilizada en el proceso Cálculo
Emisiones durante el tratamiento de los efluentes		
Emisiones fugitivas de los equipos de refrigeración	28 equipos con 35 kg de R22 46 equipos con 54 kg de R410A	Relevamiento en planta
Emisiones asociadas a la generación de energía eléctrica utilizada en las diferentes etapas del proceso productivo como en las instalaciones administrativas	14.616.960 kwh / año	Facturas de la compañía prestadora

5.4 Selección de los factores de emisión:

Fuentes de emisiones	Factor de actividad	Factor de emisión
Emisiones por la combustión de gas natural en la caldera e instalaciones de las oficinas administrativas	1.239.29 m ³ /año 34,51 GJ/1000m ³ = 111,79 GJ/ m ³	56,1 kg CO ₂ / GJ 25 Kg CO _{2eq} / Kg CH ₄ 298 Kg CO _{2eq} / Kg N ₂ O
Emisiones por el uso de los medios de transporte dentro de las instalaciones (GLP)	120 Tn /año 47,30 GJ /Tn GLP = 5676 GJ / año	63,1 TN CO ₂ /TJ 1 kg CH ₄ /TJ
Emisiones durante el curtido	31.680.000 kg cuero / año 3% P/P de sulfato de cromo para el curtido = 950.400 kg sulfato de cromo / año	392 g de Cr ₂ (SO ₄) ₃ / 132 g CO ₂ / TN CO _{2eq} /TJ
Emisiones durante el tratamiento de los efluentes	3000 m ³ / día (DQO de 2000 a 100)	0,25 kg CH ₄ / kg DQO
Emisiones fugitivas de los equipos de refrigeración	28 equipos con 35 kg de R22 46 equipos con 54 kg de R410A	R22 = 1810 kgCO ₂ eq / kg HFC 22 R410A = 675 kgCO ₂ eq / kg HFC 32 + 3500 kgCO ₂ eq / kg HFC 125 (1)
Emisiones asociadas a la generación de energía eléctrica utilizada en las diferentes etapas del proceso productivo como en las instalaciones administrativas	14.616.960 kwh / año	0,535 Tn CO ₂ eq / Mwh

5.5 Cálculo individual e integrado para cada una de las fuentes:

- **Cálculo de carbono equivalente asociado a las emisiones originadas por la combustión de gas natural en la caldera e instalaciones de las oficinas administrativas**

Emisiones = Consumo x Poder calorífico Inferior x Factor de Emisión

Emisiones CO₂

Emisiones CO₂ = 3.239.028 m³/año x 34,51 GJ/1000m³ x 56,1 kg CO₂ / GJ

Emisiones CO₂ = 6.270.793 KgCO₂ /año

Emisiones CH₄

Emisiones CH₄ = 3.239.028 m³/año x 34,51 GJ/1000m³ x 1 kg CH₄ / Tj x 1 Tj/10³ GJ

Emisiones CH₄ = 111,78 Kg CH₄ /año

Emisiones CH₄ = 111,78 Kg CH₄ /año x 25 Kg CO_{2eq} / Kg CH₄

Emisiones CH₄ = 2794,5 Kg CO_{2eq} /año

Emisiones N₂O

Emisiones N₂O = 3.239.028 m³/año x 34,51 GJ/1000m³ x 0,1 kg N₂O / Tj x 1 Tj/10³ GJ

Emisiones N₂O = 11,18 Kg N₂O /año

Emisiones N₂O = 11,18 Kg N₂O /año x 298 Kg CO_{2eq} / Kg N₂O

Emisiones N₂O = 3331 Kg CO_{2eq} /año

Emisiones Totales

Emisiones Totales = 6.276.918,5 Kg CO_{2eq} /año

Emisiones Totales = 6.277 Tn CO_{2eq} /año

- **Cálculo de carbono equivalente asociado a las emisiones del GLP utilizado en los medios de transporte dentro de las instalaciones**

Consumo = 120 Tn /año

Emisiones = Consumo x Poder calorífico x Factor de emisión

Emisiones CO₂

Emisiones CO₂ = 120 Tn GLP/año x 47,30 GJ/Tn GLP X 63,1 TN CO₂/TJ x 1 Tj/10³ GJ x 10³kg CO₂ / Tn CO₂ = 358.155 kg CO₂/año

Emisiones CH₄

Emisiones CH₄ = 120 Tn GLP/año x 47,30 GJ/Tn GLP X 62 TNg CH₄/TJ x 1 Tj/10³ =
351.912 kg CO_{2eq}/año

Emisiones totales

Total de Emisiones por combustión móvil = 358.155 kg CO₂/año + 5,8 kg CO_{2eq}/año +
0,57 kg CO_{2eq}/año

Total de Emisiones por combustión móvil = 358.161,37 kg CO_{2eq}/año

Total de Emisiones por combustión móvil = 358 Tn CO₂/año

- **Cálculo de carbono equivalente asociado a las emisiones generadas durante el proceso de curtido**

Estequiometría de la reacción ocurrida en el proceso de curtido



1 mol de Cr₂(SO₄)₃ = 392 g _____ 3 moles CO₂ = 132g

Cantidad de cuero tratado

Cuero tratado = 30 kg / día x 4.000 cueros / día x 22 días / mes x 12 meses / año

Cuero tratado = 31.680.000 kg cuero / año

Cantidad de sulfato de cromo utilizado

Sulfato de cromo = 3% P/P = 31.680.000 kg cuero / año x 0,03 kg se sulfato de cromo / kg
de cuero

Sulfato de cromo = 950.000 kg se sulfato de cromo/ año

Emisiones totales

Emisiones totales = 950. 400 kg de Cr₂(SO₄)₃ / año x 132 g CO₂ / 392 g Cr₂(SO₄)₃

Emisiones totales = 319.898 kg CO₂/año

- **Cálculo de carbono equivalente asociado a las emisiones generadas durante el tratamiento de los efluentes**

El tratamiento de efluentes posee dos fases. El pretratamiento es un proceso aeróbico donde se produce la disminución de la materia orgánica desde el valor de 5.000 mg DQO / l hasta 2.000 mg DQO / l. Durante este proceso se genera CO₂, pero el mismo no se considera como actividad antropogénica, por lo tanto, no se contabiliza en el cálculo de la Huella de carbono. El tratamiento, fase anaeróbica genera gas metano, el cual si se contabiliza en el cálculo de la Huella de Carbono. En esta etapa la carga de materia orgánica disminuye desde 2000 mg DQO / l hasta 100 mg DQO / l. la generación de gas metano está asociada a la degradación de la materia orgánica por el factor de emisión.

Generación de DQO

$$\text{DQO} = 3000 \text{ m}^3/\text{día} \times 22 \text{ días} / \text{mes} \times 12 \text{ meses} / \text{año} \times (2.000 \text{ mg DQO} / \text{l} - 100 \text{ mg DQO} / \text{l}) \times 10^3 \text{ l} / \text{m}^3 \times 1 \text{ kg} / 10^6 \text{ mg} = 1.504.800 \text{ kg DQO} / \text{año}$$

Emisiones de CH₄

$$\text{Emisiones CH}_4 = 1.504.800 \text{ kg DQO} / \text{año} \times 0,25 \text{ kg CH}_4 / \text{kg DQO} = 376.200 \text{ kg CH}_4$$

Emisiones CO₂ eq

$$\text{Emisiones CO}_2 \text{ eq} = 376.200 \text{ kg CH}_4 \times 25 \text{ kg CO}_2 / \text{kg CH}_4$$

$$\text{Emisiones CO}_2 \text{ eq} = 9.405.000 \text{ kg CO}_{2\text{eq}} / \text{año}$$

- **Cálculo de carbono equivalente asociado a las emisiones fugitivas de los equipos de refrigeración**

28 equipos con 35 kg de R22 con PCG 1810 kgCO₂ / kg R22

46 equipos con 54 kg de R410A compuesto por 50% CH₂F₂ – HFC 32 PCG 675 (27kg) y 50% CH₂F₂CF₃ – HFC 125 con PCG 3500 (27kg) y PCG 1810 kgCO₂ / kg R22

Emisiones generadas por HFC 22

HFC 22 = 35 kg/año x 1810 kgCO₂ / kg = 63.350 kgCO₂ / año

Emisiones generadas por HFC 32

HFC 32 = 27 kg/año x 675 kgCO₂ / kg = 18.225 kgCO₂ / año

Emisiones generadas por HFC 125

HFC 125 = 27 kg/año x 3500 kgCO₂ / kg = 94.500 kgCO₂ / año

Emisiones Totales

TOTAL de emisiones fugitivas = 176.075 kg CO_{2eq} / año = 176 Tn CO_{2eq} /año

- **Cálculo de carbono equivalente asociado a emisiones generadas por la generación de energía eléctrica utilizada**

Emisiones = Consumo x % Energía no Renovable X Factor de Emisión

Emisiones = 14.616.960 kwh / año x (1-0,17) x 0,535 Tn CO_{2eq} / Mwh X 1 Mwh/ 10³ Kwh

Emisiones = 6.490,661 Tn CO_{2eq} / año

5.6. Cálculo de la Huella de Carbono

Alcance 1

Emisiones directas de GEI

Combustión fija de gas natural	Combustión móvil (GLP)	Emisiones del proceso	Emisiones fugitivas
--------------------------------	------------------------	-----------------------	---------------------

EMISIÓN	Emisiones Tn CO ₂ eq
Combustión fija de gas natural	6.277 Tn CO ₂ eq / año
Combustión móvil (GLP)	358 Tn CO ₂ /año
Emisiones del proceso	319 Tn CO ₂ /año + 9.405 Tn CO ₂ eq / año
Emisiones fugitivas	176 Tn CO ₂ eq / año
TOTAL	16.535 Tn CO₂eq / año

Alcance 2

Emisiones indirectas de GEI asociadas a la generación de energía eléctrica

Electricidad

EMISIÓN	Emisiones Tn CO ₂ eq
Generación de energía eléctrica	6.490 Tn CO ₂ eq / año
TOTAL	6.490 Tn CO₂eq / año

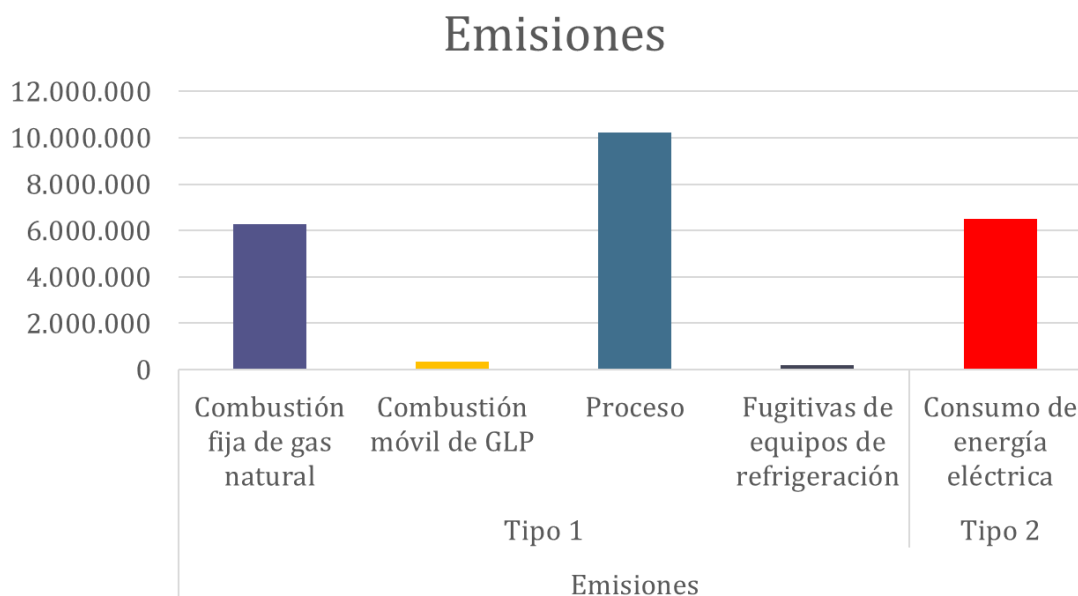
Alcance 1 + 2

EMISIÓN	Emisiones Tn CO ₂ eq
---------	---------------------------------

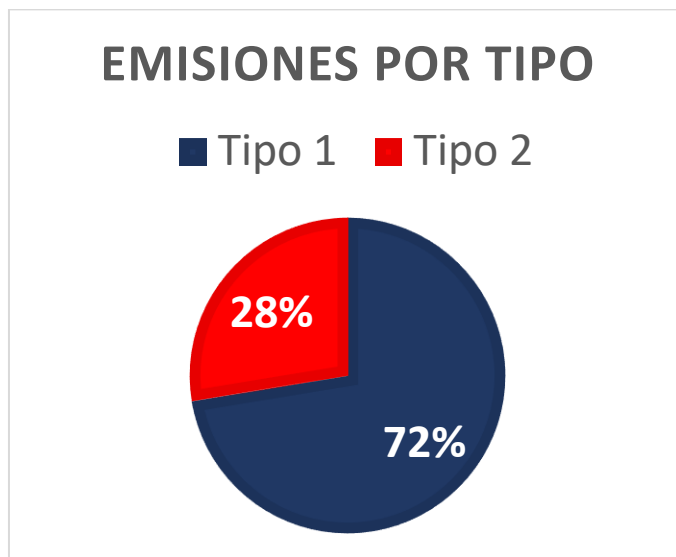
Alcance 1	16.535 Tn CO _{2eq} /año
Alcance 2	6.490 Tn CO _{2eq} / año
TOTAL	23.025 Tn CO _{2eq} /año

6. Conclusiones

De acuerdo con los cálculos efectuados podemos resumir las siguientes emisiones generadas:



Distinguiendo los diferentes alcances calculados, los resultados son:



Pero para que los resultados obtenidos puedan ser comparados con otras industrias del mismo rubro o diferentes tiene sentido expresar los resultados obtenidos de forma relativa al nivel de producción de la organización o de las materias primas tratadas.

Esta curtiembre trata la siguiente cantidad de cuero:

Cuero tratado = 30 kg / día x 4.000 cueros / día x 22 días / mes x 12 meses / año

Cuero tratado = 31.680.000 kg cuero / año

Por lo tanto, la Huella de Carbono relativa a la cantidad tratada es:

$23.025 \text{ Tn CO}_{2\text{eq}} / \text{año} / 31.680.000 \text{ kg cuero} / \text{año} = \mathbf{0,727 \text{ CO}_{2\text{eq}} / \text{kg cuero tratado}}$

7. Bibliografía.

Convención Marco de Naciones Unidas para el cambio Climático. ONU, 1992.

<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero [En línea] 2006. [Consultado el: 1 de Agosto de 2018.] [https:// www.ipcc-nggip.iges.or.jp](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp)

El cambio climático en la Argentina. [En línea] 2009. [Consultado el: 1 de Agosto de 2018.] http://aavea.org/wp-content/uploads/SAyDS-Cambio_Climatico_Argentina_2009_Manual.pdf.

Informe de huella de carbono del Aceite de Palma producido por Coopalma, CEPAL

Metodologías de cálculo de Huella de Carbono y sus potenciales implicancias para América Latina. CEPAL.

Pachauri, R.K.; Reisinger, A. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), 2007

8. Anexo

Vida, eficacia radiactiva y potenciales de calentamiento mundial directo (PCM) relacionados con el CO₂.

Nombre Industrial o común (años)	Fórmula química	Vida (años)	Eficacia Radiativa (W m ⁻² ppb ⁻¹)	Potencial de calentamiento mundial para Tiempo dado de Horizonte			
				SIE [‡] (100-años)	20-años	100-años	500-años
Dióxido de carbono	CO ₂	Ver debajo ^a	^b 1.4x10 ⁻⁵	1	1	1	1
Metano ^c	CH ₄	12 ^c	3.7x10 ⁻⁴	21	72	25	7.6
Óxido nitroso	N ₂ O	114	3.03x10 ⁻³	310	289	298	153
<i>Sustancias controladas por el Protocolo de Montreal</i>							
CFC-11	CCl ₃ F	45	0.25	3,800	6,730	4,750	1,620
CFC-12	CCl ₂ F ₂	100	0.32	8,100	11,000	10,900	5,200
CFC-13	CCIF ₃	640	0.25		10,800	14,400	16,400
CFC-113	CCl ₂ FCCIF ₂	85	0.3	4,800	6,540	6,130	2,700
CFC-114	CCIF ₂ CCIF ₂	300	0.31		8,040	10,000	8,730
CFC-115	CCIF ₂ CF ₃	1,700	0.18		5,310	7,370	9,990
Halon-1301	CBrF ₃	65	0.32	5,400	8,480	7,140	2,760
Halon-1211	CBrClF ₂	16	0.3		4,750	1,890	575
Halon-2402	CBrF ₂ CBrF ₂	20	0.33		3,680	1,640	503
Tetracloruro de carbón	CCl ₄	26	0.13	1,400	2,700	1,400	435
Bromuro de metilo	CH ₃ Br	0.7	0.01		17	5	1

Cloroformo de metilo	CH ₃ CCl ₃	5	0.06		506	146	45
HCFC-22	CHClF ₂	12	0.2	1,500	5,160	1,810	549
HCFC-123	CHCl ₂ CF ₃	1.3	0.14	90	273	77	24
HCFC-124	CHClFCF ₃	5.8	0.22	470	2,070	609	185
HCFC-141b	CH ₃ CCl ₂ F	9.3	0.14		2,250	725	220
HCFC-142b	CH ₃ CCIF ₂	17.9	0.2	1,800	5,490	2,310	705
HCFC-225ca	CHCl ₂ CF ₂ CF ₃	1.9	0.2		429	122	37
HCFC-225cb	CHClFCF ₂ CCIF ₂	5.8	0.32		2,030	595	181
<i>Hidrofluorocarbonos</i>							
HFC-23	CHF ₃	270	0.19	11,700	12,000	14,800	12,200
HFC-32	CH ₂ F ₂	4.9	0.11	650	2,330	675	205
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	29	0.23	2,800	6,350	3,500	1,100
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	14	0.16	1,300	3,830	1,430	435
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	52	0.13	3,800	5,890	4,470	1,590
HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	1.4	0.09	140	437	124	38
HFC-227ea	CF ₃ CHFCF ₃	34.2	0.26	2,900	5,310	3,220	1,040
HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	240	0.28	6,300	8,100	9,810	7,660
HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	7.6	0.28		3,380	1030	314
HFC-365mfc	CH ₃ CF ₂ CH ₂ CF ₃	8.6	0.21		2,520	794	241
HFC-43-10mee	CF ₃ CHFCFCF ₂ CF ₃	15.9	0.4	1,300	4,140	1,640	500
<i>Compuestos perfluorinados</i>							
Hexafluoruro de azufre	SF ₆	3,200	0.52	23,900	16,300	22,800	32,600
Trifluoruro de nitrógeno	NF ₃	740	0.21		12,300	17,200	20,700
PFC-14	CF ₄	50,000	0.10	6,500	5,210	7,390	11,200
PFC-116	C ₂ F ₆	10,000	0.26	9,200	8,630	12,200	18,200
Potencial de calentamiento mundial para Tiempo dado de Horizonte							
Nombre Industrial o común (años)	Fórmula química	Vida (años)	Eficacia Radiativa (W m⁻² ppb⁻¹)	SIE⁺ (100-años)	20-años	100-años	500-años
<i>Compuestos perfluorinados (continuación)</i>							
PFC-218	C ₃ F ₈	2,600	0.26	7,000	6,310	8,830	12,500
PFC-318	c-C ₄ F ₈	3,200	0.32	8,700	7,310	10,300	14,700

PFC-3-1-10	C ₄ F ₁₀	2,600	0.33	7,000	6,330	8,860	12,500
PFC-4-1-12	C ₅ F ₁₂	4,100	0.41		6,510	9,160	13,300
PFC-5-1-14	C ₆ F ₁₄	3,200	0.49	7,400	6,600	9,300	13,300
PFC-9-1-18	C ₁₀ F ₁₈	>1,000 ^d	0.56		>5,500	>7,500	>9,500
Pentafluoruro de azufre trifluoruro de metilo	SF ₅ CF ₃	800	0.57		13,200	17,700	21,200
<i>Éteres fluorinados</i>							
HFE-125	CHF ₂ OCF ₃	136	0.44		13,800	14,900	8,490
HFE-134	CHF ₂ OCHF ₂	26	0.45		12,200	6,320	1,960
HFE-143a	CH ₃ OCF ₃	4.3	0.27		2,630	756	230
HCFE-235da2	CHF ₂ OCHClCF ₃	2.6	0.38		1,230	350	106
HFE-245cb2	CH ₃ OCF ₂ CHF ₂	5.1	0.32		2,440	708	215
HFE-245fa2	CHF ₂ OCH ₂ CF ₃	4.9	0.31		2,280	659	200
HFE-254cb2	CH ₃ OCF ₂ CHF ₂	2.6	0.28		1,260	359	109
HFE-347mcc3	CH ₃ OCF ₂ CF ₂ CF ₃	5.2	0.34		1,980	575	175
HFE-347pcf2	CHF ₂ CF ₂ OCH ₂ CF ₃	7.1	0.25		1,900	580	175
HFE-356pcc3	CH ₃ OCF ₂ CF ₂ CHF ₂	0.33	0.93		386	110	33
HFE-449sl (HFE-7100)	C ₄ F ₉ OCH ₃	3.8	0.31		1,040	297	90
HFE-569sf2 (HFE-7200)	C ₄ F ₉ OC ₂ H ₅	0.77	0.3		207	59	18
HFE-43-10pccc124 (H-Galden 1040x)	CHF ₂ OCF ₂ OC ₂ F ₄ OCHF ₂	6.3	1.37		6,320	1,870	569
HFE-236ca12 (HG-10)	CHF ₂ OCF ₂ OCHF ₂	12.1	0.66		8,000	2,800	860
HFE-338pcc13 (HG-01)	CHF ₂ OCF ₂ CF ₂ OCHF ₂	6.2	0.87		5,100	1,500	460
<i>Perfluorocarbonos de éter</i>							
PFPME	CF ₃ OCF(CF ₃)CF ₂ OCF ₂ OCF ₃	800	0.65		7,620	10,300	12,400

<i>Hidrocarburos y otros compuestos – Efectos directos</i>						
Dimetilo de éter	CH_3OCH_3	0.015	0.02	1	1	<<1
Cloruro de metileno	CH_2Cl_2	0.38	0.03	31	8.7	2.7
Cloruro de metilo	CH_3Cl	1.0	0.01	45	13	4

Fuente: