

Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil

“ Huella Ecológica ”



octubre 2007

Contenido

- I. Introducción
- II. Definición
- III. Cálculo
- IV. Consumo e Intensidad Energética
- V. Productividad Natural
- VI. Productividad Energética
- VII. Factor de Equivalencia
- VIII. Cálculo de la EF asociada a cada categoría
- IX. Contra-Huella Ecológica
- X. Huella Social
- XI. Conclusiones y Recomendaciones



I. Introducción

I. Introducción

La **Huella Ecológica** es un Indicador de Sostenibilidad de Índice Único* desarrollado por Rees y Wackernagel en 1996.



Mide los impactos que produce una población, expresados en hectáreas de ecosistemas o naturaleza.

Se le conoce también como **"EF"**, por sus siglas en inglés **ecological footprint**.

* *Al contrario de los Índices Conmensuralistas que plantean mediar variables de diferentes naturaleza e incluso de diferentes esferas del DS*

I. Introducción

Cómo ?

Transformando todos los consumos de materiales y energía a hectáreas de terreno productivo (cultivos, pastos, bosques, mar, suelo construido o absorción de CO₂)



I. Introducción



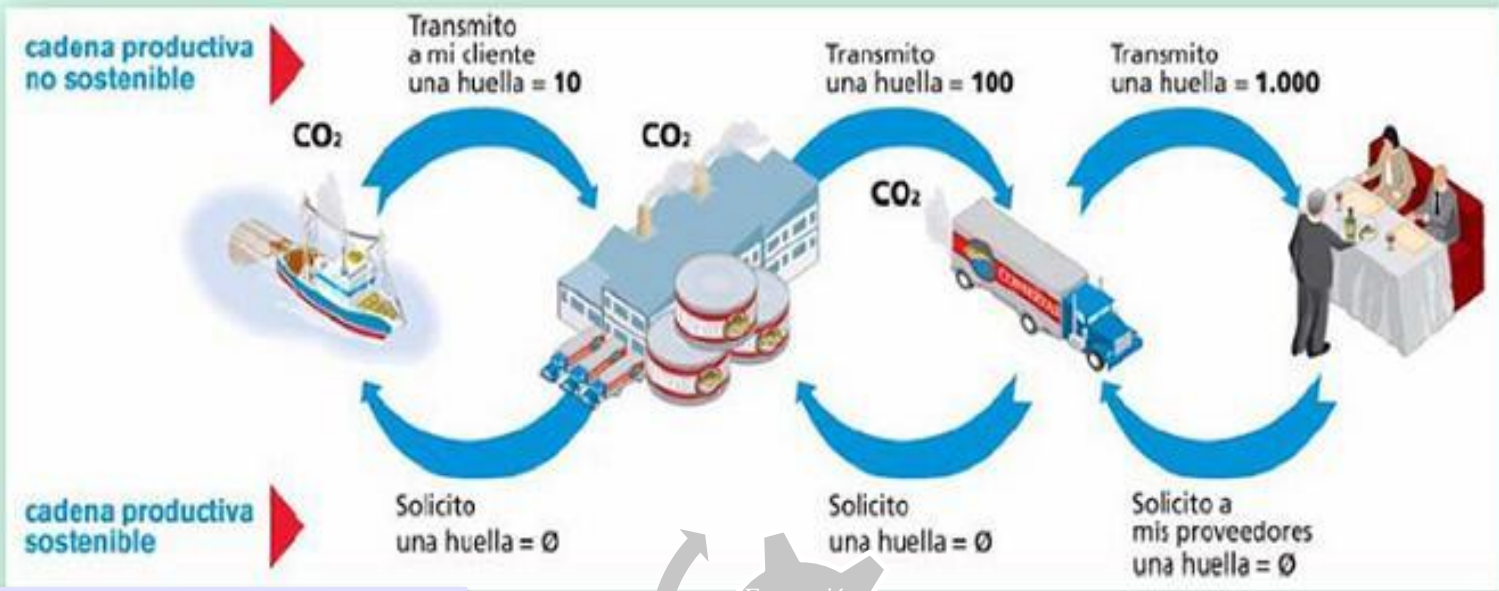
La huella ecológica aplicada

a la empresa permite

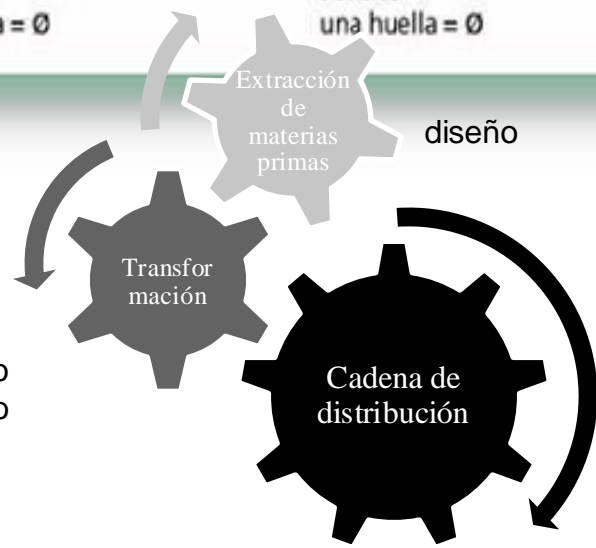
reducir las emisiones de CO₂ y combatir el cambio climático.

Domenech, 2006

EL EFECTO DOMINÓ



Cualquier producto que llega al consumidor final ha pasado por una cadena de valor larga desde:



Domenech, 2006

En cada eslabón de la cadena, se va añadiendo un poco más de Huella Ecológica.

EL EFECTO DOMINÓ



Si una empresa opta por la Sostenibilidad, podrá y deberá adquirir productos **sin huella o con poca huella** (los denominados productos verdes o certificados)



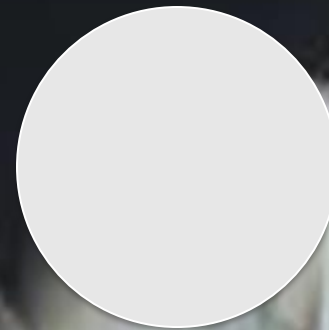
y a su vez deberá implantar procesos que no añadan huella a ese producto adquirido (usando biocombustible, comprando energía "verde" etc.)



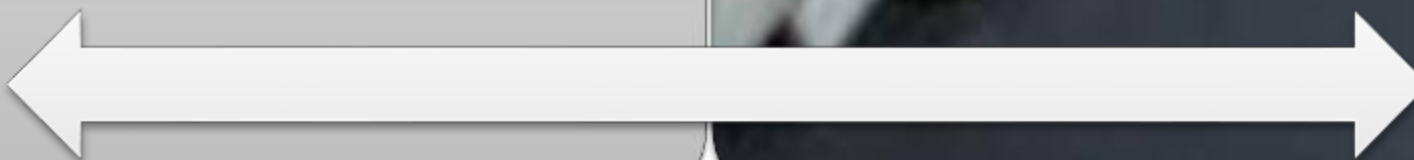
EL EFECTO DOMINÓ



La aplicación de la huella ecológica a la empresa propicia el “efecto dominó”, pues a toda empresa le interesará adquirir productos libres de huella



para lo cual deberá buscar los proveedores más ecoeficientes. La huella como ecoetiqueta facilita una fácil y comprensible identificación ambiental de productos y empresas



Todo consumidor intermedio es en realidad un **consumidor final provisional**, en tanto no se produzca la transferencia de su producto al siguiente eslabón de la cadena.

Un concesionario de venta de vehículos por ejemplo, es poseedor de la **huella** de los vehículos que comercia, puesto que podría optar por otros vehículos de **menor cantidad de huella**; y también será responsable de añadir a sus productos **nueva huella** con su propio consumo eléctrico, de materiales de oficina, de mobiliario, con el consumo de combustibles empleados para desplazarse a su trabajo tanto de él como de sus empleados, etc.

Por lo tanto, si se deseara calcular la **huella total** de toda una cadena de valor, ésta **NO** sería igual a la de la suma de todas las empresas que la componen, ya que se caería en una doble contabilidad, pero sí sería igual a la de la **huella acumulada en el último eslabón de la cadena**.



II. Definición

La compra o venta de todo tipo de productos y servicios que requieren de energéticos para su producción

La compra o venta de productos y servicios para los que se requirió uso de recursos naturales

Huella Ecológica Corporativa

Impacto ambiental en hectáreas de cualquier organización provocado por:

La generación de desechos

La ocupación de espacios

III. Cálculo

Para el cálculo de la EF, se requiere conocer:

Categorías de los grupos de consumibles

Grupo 1

Consumo Energético

- Uso del suelo
- Recursos Agropecuarios
- Recursos Forestales

Grupo 2

- En unidades propias de medición del recurso KWh, m³, etc
- El consumo en moneda (pesos)
- En unidades de masa, usualmente toneladas
- En unidades de energía (Gigajulios)

**Consumos
anuales de la
organización ***

** Para conocer el equivalente energético de los recursos (la cantidad de energía que se necesita para obtener el recurso o su recuperación) es necesario conocer la **intensidad energética** de los materiales, para lo cual se recomienda incluir una columna intermedia con este nombre*

Grupo 3

- La Productividad Natural en toneladas por hectarea/año
- Productividad Energética en Gigajulios por hectárea/año

Productividad

Tipo de suelo **

Grupo 4

- Superficie necesaria para absorber las emisiones de CO₂ provocadas por el consumo de energía fósil
- Tierra Cultivable
- Pastos
- Bosques
- Terreno Construido
- Mar

Grupo 5

Los datos de consumo (segundo grupo de columnas) dividido entre la productividad (tercer grupo) da como resultado la Huella Ecológica (antes se afecta por el factor de equivalencia por tipo de suelo)

**Huella Ecológica Total o
Terreno Consumido y la
Contra-Huella o Terreno
Disponible**

*** Estas superficies en hectáreas se multiplican por un factor de equivalencia con el fin de unificar los diferentes tipos de ecosistemas*

IV. Consumo e Intensidad Energética

IV. Consumos e Intensidad Energética

La base para el cálculo de la EF es: CONSUMO

PRODUCTIVIDAD

Se obtiene directamente en los recursos bióticos como la madera o los alimentos.

Para los recursos de **ENERGÍA FÓSIL** se debe conocer el consumo de los mismos en gigajulios (Gj):

$$\left(\text{consumo del producto (ton)} \right) \times \left(\text{la intensidad energética del mismo (Gj/ton)} \right)$$

Para conocer el consumo de los materiales en toneladas es preciso conocer los índices de conversión, información que no siempre está disponible pero que poco a poco deberemos ir estructurando

Obtenido el consumo de los materiales en la unidad correspondiente y conocida la productividad, se calcula la EF propiamente dicha de cada tipo de ecosistema.



La de consumo de madera se asigna a **BOSQUE**



La de consumos de pescados a **MAR**



El consumo de materiales o energía se asigna a **ENERGÍA FÓSIL**



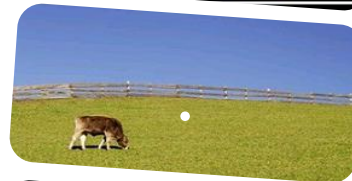
La EF de ocupación de espacios se asigna a **TERRENO CONSTRUIDO**



La EF del consumo de vegetales se asigna a **TERRENOS CULTIVABLES**



La de consumo de carne a **PASTOS**



Este presupone que la producción de materiales o energía produce emisiones de CO₂ las cuales precisan de superficies forestales para su absorción



V. Productividad Natural

V. Productividad Natural

Si una determinada comunidad de individuos consume al año 12 000 kilogramos de papas y la productividad media de las papas es de 12 000 kilogramos por hectárea, **ENTONCES** la comunidad está consumiendo el equivalente a 1 Ha de terreno de cultivo.

Si consumieran 24 000 kg su EF sería de 2 Ha/año
Si consumieran 6 000 kg ésta sería de 0,5 Ha/año

Y así sucesivamente.....



VI. Productividad Energética

Cómo aplicar el principio anterior al consumo de materiales?

(maquinaria, químicos, eléctricos, plásticos, de oficina, vehículos, cemento, etc.)

Se debe transformar



y dividirse entre la
productividad energética , es
decir, **la cantidad de energía
que puede producir o
asimilar una Ha de terreno.**

La unidad empleada es el;
Jule (J)

1 kilocaloría = 4,19 kilojules

1 kWh = 3,6 megajules

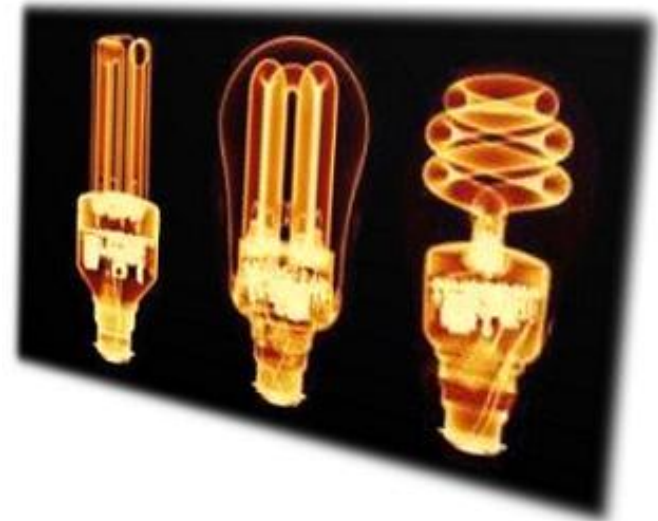
Se ha fijado una medida de absorción de 1,42 tC/ha/año ó
5,21 tCO₂/ha/año

Así entonces obtenemos la *productividad* de cada combustible:

Los combustibles tienen un factor de emisión de carbono 20 tC/Tj por lo que la productividad de energía por hectárea es 71 GJ/ha/año, lo que resulta de $1,42 / 0,020 = 71$

Aunque es factible utilizar productividades determinadas localmente, se recomienda utilizar las globales para poder hacer comparaciones y avanzar en el sentido de formar estándares.

Cuando en vez de combustible fósil, se computa la electricidad, obtenida a través de los primeros, hay que tener en cuenta que su eficiencia es del 30%, por lo que la EF es unas tres veces mayor que cuando se usa el combustible fósil directamente.





Cuando se usa carbón como combustible, la productividad es de **55 Gj/ha/año** ya que el carbón tiene un factor de emisión de carbono de 26 tC/Tj que resulta de $1,42 / 0,026 = 54,6$.

Mientras que las del gas es de **93 Gj/ha/año** ya que tiene un factor de emisión de 15,3 tC/Tj

Las productividades de energía renovables son mucho mayores :

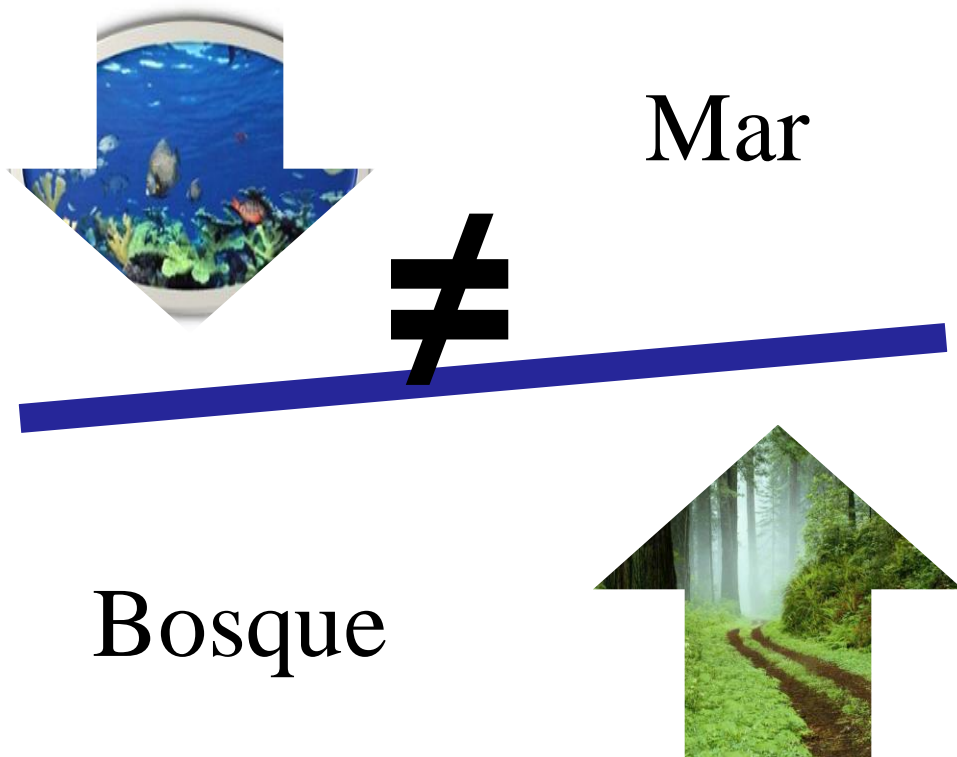
Hidroelectricidad.- se calcula estimando la superficie ocupada por los embalses y LT's, con una media de 1 000 Gj/ha/año (En terrenos altos 15 000 y en bajos de 160 a 480 Gj/ha/año)



Para energía eólica se estima una productividad de 12 500 Gj/ha/año
Energía solar fotovoltaica 1 000 Gj/ha/año
Energía solar térmica 10 000 a 40 000 Gj/ha/año

VII. Factor de Equivalencia

Como no se puede comparar un terreno de bosque con una superficie de mar porque tienen productividades muy diferentes. Entonces los diferentes tipos de suelo se homogenizan multiplicando la huella de cada uno de ellos por un factor de equivalencia.



El **Factor de Equivalencia** representa la *Productividad Media Global* de todas las áreas con relación a la *Productividad Potencial Media Global* de todas las áreas bioproductivas.

Así, un factor de 3,2 por ejemplo, significa que esa categoría es **3,2 veces** más productiva que la tierra bioproductiva media mundial.



El paso final para obtener el EF final equivalente =

$$\left(\text{EF resultante de la división consumo/productividad} \right) \times \left(\text{Factor de Equivalencia} \right)$$

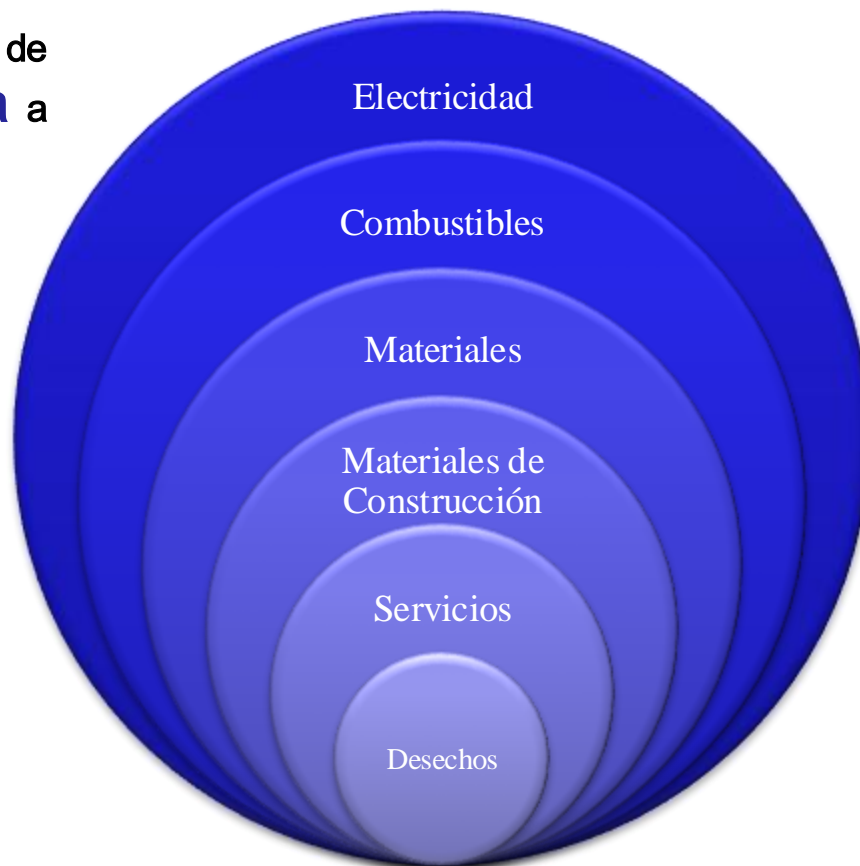


Categoría de Superficie	Factores de equivalencia
Energía fósil	1,13868813
Tierra cultivable	2,82187458
Pastos	0,54109723
Bosques	1,13868813
Terreno Construido	2,82187458
Mar	0,21719207

Wackemagel.1998

VIII. Cálculo de la EF asociada a cada Categoría

El primer grupo de columna de Categorías corresponde a **Energía** a su vez dividida en:



Para calcular la EF del consumo eléctrico:

Se transforma los kilowatts consumidos a julios (
1kWh = 3,6 julios = 0,0036 Gj)

*Este paso sirve para energías renovables y nuclear

1.1.- Consumo Eléctrico

Cuando es generada a partir de combustibles fósiles (eficiencia 30%), la EF por unidad energética consumida es unas 3 veces mayor que cuando se usan los combustibles fósiles directamente.

Por eso en **Centrales Térmicas** (con carbón o combustibles líquidos) la EF es $0,0036 / 3 = 0,0012$ Gj/kW.

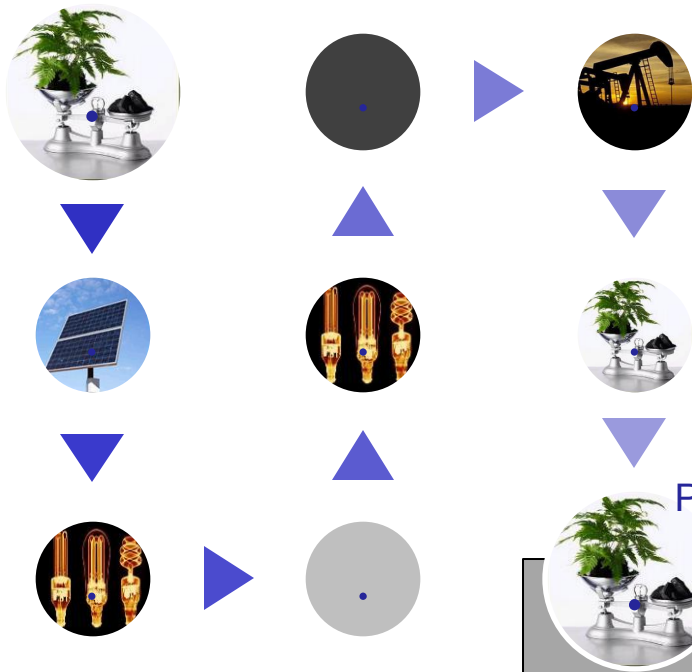
Para obtener el consumo anual en Gj/año se multiplica: por la.

$$\left(\text{Consumo en kWh} \right) \times \left(\text{intensidad energética que corresponde a ese tipo de energía} \right)$$

Para obtener la EF, se divide el consumo resultante entre la productividad energética correspondiente (**55 Gj/ha/año para carbón, 71 Gj/ha/año para como fósiles líquidos y 93 Gj/ha/año para gas**).

Si se desconociera el origen de la energía, se considera como de carbón o de combustibles líquidos.

* La EF de la energía generada por combustibles fósiles se carga a "energía fósil" mientras que la eólica o hidráulica se carga a "pastos"



1.1.- Consumo Eléctrico

Para convertir kWh a toneladas de combustible utilizado en la producción de electricidad se utiliza alguna BD como la del Institut Für Verfahreners und Kaltetechnik. Incluye todo el ciclo de vida del combustible (extracción, transporte, etc.)

Factor de emisión y consumo

De combustible por Kwh producido

kWh producido por Instalación	Factor de Emisión (gr de CO ²)	Consumo de Combustible
Térmica de Carbón (antracita o hulla)	979	0,613 kg
Térmica lignito	1350	1,480 kg
Gas	679	0,241 m ³
Combustoleo	880	0,275 kg
Nuclear (uranio)	7,71	-
Hidráulica	0	-

V. Cálculo de la EF asociada a cada Categoría

1.1.- Consumo Eléctrico

GEIC Centro de Trabajo Insurgentes

CATEGORÍAS	Unidad	Consumo anual				
		en unidades de consumo [ud./año]	en pesos	en toneladas [t/año]	Intensidad energética [Gj/t]	en gigajulios [Gj/año]

1.-ENERGÍA

1.1. Electricidad

Térmica (carbón)	[kWh]	0.0	0.0	0.0	0.0120	0.00
Térmica (combustibles líquidos)	[kWh]	39,204.7	55,674.6	10.8	0.0120	470.46
Térmica de gas (ciclo combinado)	[kWh]	65,341.2	92,791.0	13.0	0.0120	784.09
Nuclear	[kWh]	0.0	0.0		0.0036	0.00
Hidráulica	[kWh]	49,198.1	69,866.2	0.0	0.0036	177.11
Mini-hidráulica	[kWh]	0.0	0.0	0.0	0.0036	0.00
Eólica	[kWh]	0.0	0.0	0.0	0.0036	0.00
Fotovoltaica	[kWh]	0.0	0.0	0.0	0.0036	0.00
Solar térmica	[kWh]	0.0	0.0	0.0	0.0036	0.00
Subtotal 1.1.		153,744.0	218,331.9	23.8		1,431.66
"	(t CO ₂)					

1.2.- Consumo de Combustibles

Cuando los combustibles se utilizan directamente (diesel o gasolina por lo general), se calcula el consumo en julios transformado de litros a toneladas por su contenido energético (35 Mj/l ó 35/0,8 Mj/kg).

Cuando se requiere estimar el consumo indirecto, como es el uso de taxis, se usa el factor 30,5%. El cálculo exacto para sacar en toneladas es: $((\text{consumo en pesos} * 30.5 / 100) / \text{litro combustible en pesos}) * 0.8 / 1000$). Para tren se utiliza un factor de 20% y avión es igual que el terrestre (30,5%).

Debido a la fluctuación de los precios de Diesel y Gasolina, hay que tener en cuenta la actualización en la hoja en los apartados:

- 1.2.- Combustibles (taxi, tren, avión)
- 1.4.- Materiales de construcción (apartado “energía”)
- 1.5.- Servicios (todos los apartados)
- 3.- Recursos Agropecuarios (“servicios de restaurante”)



1.2.- Consumo de Combustibles

• Todos estos consumos se dividen entre la Productividad Energética de los mismos (71 Gj/ha/año)

y se obtiene así la EF de la Energía Fósil.

14,83 Gj.

• Si el combustible es Biodiesel se toma en cuenta que 1m³ requiere de



Esta EF se computa en “Energía Fósil”, mientras que otra parte debería computarse en “Tierra Cultivable” ya que viene de Biomasa. Pero al venir de desechos, se supone que ésta última ya se computó en su primer uso.

1.2.- Consumo de Combustibles



Hay que tomar en cuenta que en “**Huella Familiar**”, al consumo de combustibles del vehículo familiar se añade 50% más (15% en fabricación y 35% mantenimiento) sin embargo aquí no se incluyen estos conceptos por estas razones:

- a) La huella del vehículo en sí ya está en materiales
- b) En el caso de la Huella Regional se usa la Huella de la Infraestructura Pública, pero no en el caso de la Corporativa. Donde se ha convenido incluir sólo los consumos registrados en las cuentas contables de la empresa.

1.2.- Consumo de Combustibles

Esto excluye en resumen, el uso de la infraestructura pública porque haría el método interminablemente complicado amén de poder caer en duplicidades, pues en el momento en que cada Institución calculara la suya propia, sería difícil saber qué parte de la huella ya fue considerada por las empresas y cuál no. En cuyo caso, actualmente se está estudiando la posibilidad de determinar la EF debida a los Impuestos, que en cierto modo reflejaría el uso que las empresas hacen de los bienes y servicios públicos.

El contenido y productividad energéticos de los diferentes materiales se presenta a continuación:

Material	Contenido Energético	Productividad
Gas Natural	0,0373 GJ/m ³	93 GJ/ha/año
Gas Licuado de Petróleo	40 GJ/ton	
Carbón	28 GJ/ton	55GJ/ha/año
Leña	20 GJ/ton	2,25 t/ha/año (bosques)
Biomasa de madera	20	4,5 t/ha/año (bosques)
Biomasa de otros restos vegetales	15	5,488 t/ha/año

V. Cálculo de la EF asociada a cada Categoría

1.2.- Consumo de Combustibles

GEIC Centro de Trabajo Insurgentes

CATEGORÍAS	Unidad	Consumo anual				
		en unidades de consumo [ud./año]	en pesos	en toneladas [t/año]	Intensidad energética [Gj/t]	en gigajulios [Gj/año]
1.-ENERGÍA						
1.2. Combustibles						
.Carbón	[€]		0.0	0.0	14.5	0.00
.Leña	[€]		0.0	0.0	5	0.00
.Biomasa de madera	[€]		0.0	0.0	5	0.00
.Biomasa (no madera)	[€]		0.0	0.0	3	0.00
.Gas ciudad	[m3]	0.0	0.0	0.0	0.0373	0.00
.Gasolina 95	[l]	48,000.0	336,480.0	38.4	43.75	1,680.00
.Gasolina 98	[l]	0.0	0.0	0.0	43.75	0.00
.Gasoil A	[l]	0.0	0.0	0.0	43.75	0.00
.Gasoil B	[l]	0.0	0.0	0.0	43.75	0.00
.Gasoil C	[l]	0.0	0.0	0.0	43.75	0.00
.Fuel	[l]	0.0	0.0	0.0	43.75	0.00
.Biodiesel 100%	[l]	0.0	0.0	0.0	18.54	0.00
.Taxi	[pesos]		8,505.0	0.3	43.75	12.95
.Tren	[€]		0.0	0.0	43.75	0.00
.Avión	[pesos]		727,140.0	21.4	43.75	936.34
Subtotal 1.2.			1,072,125.0	60.1		2,629.29
" (t CO ₂)						

1.3.- Consumo de Materiales

Los datos de consumo de materiales en Gj se obtienen multiplicando:

(las toneladas de producto consumido) * (su intensidad energética).

Esta tabla utiliza, para esta conversión, los 99 capítulos arancelarios de la Unión Europea.

Se recomienda actualizar cada año esta tabla.

Nota: hay que convertir a pesos .

Materiales	Capítulos arancelarios	Intensidad Energética (Gj/ton)	Índice de conversión (ton por c/mil euros)
Mineral bruto en general	25 y 26	1,50	12,76
Cemento, piedra, yeso, tierra, sal, azufre, etc	25	3,30	21,33
Manufactura cemento , yeso, piedra	68	5,00	2,18
Vidrio, porcelana, material refractario	69 y 70	20,00	2,07
Derivados del plástico	39	43,75	0,76
Material textil sintético semielaborado	54 al 56 y 60	43,75	0,28
Textil sintético confeccionado	57 al 59 y 61 al 66	50,00	0,11
Abonos	31	50,00	6,63
Combustibles ,aceite mineral, etc	27	43,75	4,54
Productos químicos, higiénicos, limpieza, pinturas, barnices, etc	28 y 29, 32 al 35 y 38	35,00	0,75
Productos básicos de hierro, acero y metales	72	30,00	1,65
Aluminio y derivados básicos	76	90,00	0,37
Manufacturas de aluminio	76	300,00	0,37
Manufacturas de hierro, acero y metales	73 al 75, 80 al 83, 93, 94	100,00	0,31
Miscelánea de productos manufacturados	95 y 96	100,00	0,12
Maquinaria industrial	84	100,00	0,15
Aparatos eléctricos, telecomunicaciones, sonido y oficina	85 y 90	140,00	0,08
Vehículos terrestres, tractores	87	140,00	0,19
Vehículos y material para vías férreas	86	140,00	0,10
Barcos y demás artefactos flotantes	89	140,00	0,19
Joyería, oro, piedras preciosas	71	150,00	0,01
Productos farmacéuticos	30	200,00	0,03
Productos fotográficos y cinematográficos	37	600,00	0,27

1.3.- Consumo de Materiales



Debe destacarse que cuando en una empresa se utilizan materiales muy específicos y sistemáticamente, conviene no utilizar esta tabla de conversión sino indagar las conversiones directamente de los precios del mercado.

También es de notar, que *las materias primas minerales son las que menor intensidad energética presentan*, incrementándose ésta conforme aumenta la elaboración del producto.

Toda la EF de los materiales se imputa en “energía fósil”



V. Cálculo de la EF asociada a cada Categoría

1.3.- Consumo de Materiales

GEIC Centro de Trabajo Insurgentes

CATEGORÍAS	Unidad	Consumo anual				
		en unidades de consumo [ud./año]	en pesos	en toneladas [t/año]	Intensidad energética [GJ/t]	en gigajulios [GJ/año]
1.-ENERGÍA						
1.3. Materiales						
		sin IVA				
Materias primas (mineral en general)	[€]		0.0	0.0	1.5	0.00
Cemento	[€]		0.0	0.0	3.3	0.00
Manufacturas del cemento, yeso, piedra y similares	[€]		0.0	0.0	5	0.00
Derivados del vidrio, porcelana y cerámicos (ladrillos...)	[€]		0.0	0.0	20	0.00
Productos derivados del plástico	[€]		0.0	0.0	43.75	0.00
Material textil sintético semi-elaborado	[€]		0.0	0.0	43.75	0.00
Vestuario y textil sintético confeccionado	[pesos]		123,900.0	1.0	50	48.49
Abonos	[€]		0.0	0.0	50	0.00
Combustibles y aceites minerales, bituminosos, etc.	[€]		0.0	0.0	43.75	0.00
Productos químicos, higiénicos y limpieza; pinturas, etc.	[€]		0.0	0.0	35	0.00
Productos básicos del hierro y acero y otros metales	[€]		0.0	0.0	30	0.00
Aluminio y derivados básicos	[€]		0.0	0.0	90	0.00
Manufacturas del aluminio	[€]		0.0	0.0	300	0.00
Manufacturas del hierro, acero y otros. Mobiliario metá	[€]		0.0	0.0	100	0.00
Miscelanea de productos manufacturados	[pesos]		12,000.0	0.1	100	10.58
Maquinaria industrial y grandes equipamientos	[€]		0.0	0.0	100	0.00
Aparatos eléctricos, telecom., sonido, máquinas oficina	[pesos]		205,600.0	1.2	140	165.41
Vehículos automóbiles terrestres y tractores (y sus par	[pesos]		200,000.0	2.5	140	349.20
Vehículos y material para vías férreas	[€]		0.0	0.0	140	0.00
Barcos y demás artefactos flotantes	[€]		0.0	0.0	140	0.00
Joyería, oro, piedras preciosas	[€]		0.0	0.0	150	0.00
Productos farmacéuticos	[pesos]		16,200.0	0.036	200	7.22
Productos fotográficos y cinematográficos	[€]		0.0	0.0	600	0.00
Subtotal 1.3.			557,700.0	4.8		580.90
"	(t CO ₂)					

1.4.- Cálculo asociado a Consumo de Materiales de Construcción

La conversión del costo de las obras a toneladas es difícil dado que cada obra tiene muy diversos tipos de materiales y proporciones.

Para facilitar la conversión utilizaremos la tabla que se presenta en seguida y que corresponde a la utilizada para revisión de precios de contratos de Obras del Estado de España (Decreto 3656/1970).

En ella se asignan porcentajes a los diferentes conceptos que componen una obra.

Cada porcentaje **debe dividirse por 0,85** ya que se **estima un 15% exento de revisión de precios.**



Porcentaje de Materiales de Construcción según tipo de obra

Tipo Obra	M O	Energía	Cemento	Siderurgia	Bitumen	Cerámico	Madera	Cobre
Carretera Pavimento Hidr	34	26	5	18	2			
Pistas caminos Concreto	36	27	19	3				
Firmes base bitumen	29	19		11	26			
Zanjas y túnel pequeña sección	34	16	18	14				
Mov Tierra rellenos dragados	31	54						
Grandes Canales y Presas	27	21	12	25				
Obra Gran Volumen Concreto	28	11	32	14				
Obra Metálica y Ferrocarril	29	9	8	39				
Edificios de fábrica y concreto	35	9	10	13		12	6	
Edificio Metálico o mixto	34	9	8	20		8	6	
Líneas eléctricas hasta 45 kv	28		5	22			2	28
Instalaciones eléctricas subterráneas	24		12	9				40
Instalaciones de iluminación	20	12		20				33
Obras Jardinería plantaciones	47	28				5	5	

Wackemagel,1998

Porcentaje de Materiales de Construcción según tipo de obra



pues se asume que pertenecen a la EF Individual, nacional o regional.

salvo la madera que también tiene una parte asignable a bosques.

1.4.- Cálculo asociado a Consumo de Materiales de Construcción

Cálculo de la "Huella Ecológica Corporativa"

Empresa: **GEIC Centro de Trabajo Insurgentes**

Año: **2007** Introducción de datos : **May-07**

Versión 1.0

CATEGORÍAS	Unidad	Consumo anual				
		en unidades de consumo [ud./año]	en pesos	en toneladas [t/año]	Intensidad energética [Gj/t]	en gigajulios [Gj/año]

1.-ENERGÍA

1.4. Materiales de construcción (matriz de obras)

. Energía	€		1,083,661.7	1,536.0	43.75	67,200.85
. Cemento	€		1,525,663.5	16,951.8	3.3	55,940.99
. Productos siderúrgicos	€		1,149,887.9	1,897.5	30	56,926.35
. Ligantes bituminosos	€		301,054.1	1,365.6	43.75	59,746.82
. Material cerámico y refractario	€		109,159.9	329.5	20	6,589.77
. Madera	€		73,156.1	151.4	5	756.80
. Cobre	€		196,163.1	98.0	30	2,938.92
Subtotal 1.4.			4,438,746.3	22,329.8		250,100.50
" (t CO ₂)						

1.5.- Cálculo de la Huella de los Servicios

Con cada servicios consumido, existe también un consumo de energía y materiales por lo que su EF también debe se calculada. Para estimar el consumo energético se asume que una parte de la factura corresponde a consumo energético y se realiza la conversión de la parte proporcional de pesos a combustible fósil. Esas proporciones se basan en la experiencia de cada empresa y si no hay disponible una propia se sugiere usar la siguiente:

Proporciones para el Cálculo de la Huella de los Servicios

Tipo de Servicios	% de la factura que corresponde a gasto energético del importe total	Contenido energético del combustible Gj/ton	Productividad energética Gj/ha/año
Servicios de oficina	2	47,75	71
Hoteles	1,5		
Teléfono	8		
Servicios Médicos	6		
Servicios sociales, ocio, etc.	4		
Formación	2		
Servicios de Mantenimiento	12		
Servicios de restaurante	8		
Correo , paquetería y transporte	20		

1.5.- Cálculo de la Huella de los Servicios

El cálculo se realiza estimando un % del importe total de cada servicio.

Por ejemplo 2% para los servicios de oficina y se supone lo mismo para gasto energético.

Este importe se transforma a litros de combustible fósil líquido según el precio del mismo,

(4.19 pesos/combustóleo); y se convierte a kilogramos multiplicando por 0,8

y finalmente a toneladas:

$$((\text{importe} * \% / 100) / 4,19) * 0,8 / 1000$$



El resultado se multiplica por el contenido energético del combustible (43,75 GJ/t) para obtener el consumo en Gigajulios *y finalmente se divide entre la productividad de los combustibles fósiles líquidos (71 GJ/ha/año) para obtener la huella.*

Como se observa en la tabla anterior, el servicio que más huella produce es el de la paquetería y transporte debido al consumo de energético en los desplazamientos.



1.5.- Cálculo de la Huella de los Servicios

Cálculo de la "Huella Ecológica Corporativa"

Empresa:

GEIC Centro de Trabajo Insurgentes

Año:

2007 Introducción de datos :

May-07

Versión 1.0

CATEGORÍAS	Unidad	Consumo anual				
		en unidades de consumo [ud./año]	en pesos	en toneladas [t/año]	Intensidad energética [Gj/t]	en gigajulios [Gj/año]
1.- ENERGÍA						
1.5. Servicios						
. Servicios externos de oficina, asesorías, etc.	[€]		6,062,353.0	171.9	43.75	7,518.86
. Servicios de hospedería, hoteles	[€]		75,965.0	1.6	43.75	70.66
. Teléfonos (total fijos y móviles)	[€]		93,673.0	10.6	43.75	464.71
. Servicios médicos	[€]		41,739.0	3.5	43.75	155.30
. Servicios culturales, sociales, ocio, cooperación, deportes	[€]		336,604.0	38.2	43.75	1,669.90
. Formación en el exterior de la empresa	[€]		94,755.0	2.7	43.75	117.52
. Servicios de mantenim., vigilancia, limpieza, etc.	[€]		1,174,458.0	199.8	43.75	8,739.77
. Correo, paquetería, transporte	[€]		80,666.0	22.9	43.75	1,000.46
		Subtotal 1.5.	7,960,213.0	451.1		19,737.19
		" (t CO ₂)				

1.6.- Cálculo de la Huella de Residuos y Emisiones



La EF de los Residuos Sólidos

Se calcula del mismo modo que los materiales, con su misma intensidad energética, *restando el porcentaje de energía que puede recuperarse por reciclaje*. Se sugieren los siguientes porcentajes:



Residuos	%
Papel y Cartón	50%
Vidrio	50%
Orgánicos (composta)	100%
Plásticos	70%
Metales Magnéticos	90%
Aluminio	90%
Escombros	90%
RSU's	50%

1.6.- Cálculo de la Huella de Residuos y Emisiones

La EF de los Residuos Sólidos

Por ejemplo

para 4 ton/año de papel desechado, con una intensidad energética de 30 GJ/ton, se obtienen 120 GJ/año, con una productividad de 71 GJ/ha/año, supone una EF 1,7 ha.

Ésta se multiplica por la energía recuperada por reciclaje $(1-n/100*0,5)$ donde n es el % de reciclado real y 0,5 es el % de energía que puede ser salvada por reciclaje.

Finalmente el resultado se multiplica por el factor de equivalencia para obtener la huella asignada a la “energía fósil” (1,4 ha/año).

Pero además en el caso del papel hay una huella atribuida a bosque la cual se calcula dividiendo la producción en toneladas por la productividad forestal (4t/1,01t/ha/año y multiplicando el resultado por una fórmula de recuperación por reciclaje parecida a la anterior. La huella por ese concepto es de 2,7 ha, por lo que la huella total del consumo de 4 ton de papel al año es de 4,1 ha.



1.6.- Cálculo de la Huella de Residuos y Emisiones

Cálculo de la "Huella Ecológica Corporativa"

Empresa:

GEIC Centro de Trabajo Insurgentes

Año:

2007 Introducción de datos :

May-07

Versión 1.0

CATEGORÍAS	Unidad	Consumo anual				
		en unidades de consumo [ud./año]	en pesos	en toneladas [t/año]	Intensidad energética [Gj/t]	en gigajulios [Gj/año]
1.-ENERGÍA						
1.6. Desechos [t]						
	% recicl.					
.. Residuos sólidos						
.. Papel y cartón [t]	50			4.0	30	120.00
.. Aluminio [t]	0			0.0	90	0.00
.. Metales magnéticos y chatarra [t]	0			95.0	30	2,850.00
.. Vidrio [t]	0			0.0	20	0.00
.. Plástico, oleosos, restos hidrocarburos	0			3.5	43.75	153.13
.. Orgánicos (alimentos)	0			0.0	20	0.00
.. Residuos sólidos urbanos (R.S.U.) [t]	0			320.0	30	9,600.00
.. Escombros [t]	0			550.0	1.5	825.00
.. Residuos peligrosos [t]						
Vertidos en efluentes						
.. DQO [t DQO/año]						
.. DBO5 [t DBO/año]						
.. SST [t SST/año]						
.. GA [t GA/año]						
.. Metales pesados prioritarios [Kg MP/año]						
.. N total (NTK+NO3+NO2) [mg/l N]						
.. Fósforo total [mg/l P]						
.. Hidrocarburos totales						
.. Detergentes						
.. Fenoles						
.. Compuestos orgánicos clorados						
Emisiones						
.. Emisiones GEI [t CO2-eg]						
.. Emisiones DCO [t CFC11-eg]						
.. Emisiones acidificantes [t SOx]						
.. Emisiones nitrificantes [t NOx]						
.. Emisiones COV-COP [t]						
.. Emisiones PM10 [t]						
Subtotal 1.6.				972.5		13,548.13
" (t CO ₂)						

2.0.- Huella asociada al uso del suelo

La creciente utilización de espacio para construcción, vivienda, fábricas, vialidades etc.

Las hectáreas de superficie construida se asignan a “terreno construido” .

Los espacios destinados a cultivos , bosques o mar se contabilizan como **Contra-Huella**, si los productos se regalan y los restos de jardinería se usan como composta o biomasa o son gestionados por empresas dedicadas a la gestión de residuos sin valor repercutible.

Por otra parte, si estos productos se usan para autoconsumo o venta entonces se consideran como Huella y Contra-Huella.



La construcción en mar es bastante más eficaz que en tierra.

- ✓ Los muelles construidos sobre tierra firme ocupan una cierta superficie (ejem: 4,7 ha) los cuales multiplicados por el factor de equivalencia de las tierras cultivables (2,82187458) dan una superficie equivalente de 13,2 ha.
- ✓ Los muelles construidos sobre terrenos ganados al mar si fueran 262,2 ha por ejemplo, al multiplicarse por el factor de equivalencia del mar (0,21719207) dan una huella ecológica de 56,9 ha.

2.0.- Huella asociada al uso del suelo

Cálculo de la "Huella Ecológica Corporativa"

Empresa:

GEIC Centro de Trabajo Insurgentes

Año:

2007 Introducción de datos :

May-07

Versión 1.0

CATEGORÍAS	Unidad	Consumo anual				
		en unidades de consumo [ud./año]	en pesos	en toneladas [t/año]	Intensidad energética [Gj/t]	en gigajulios [Gj/año]
2. USO DEL SUELO						
. Sobre tierra firme						
.. Zonas de cultivos	[ha]	0.1				
.. Zonas de pastos o jardines	[ha]	7.7				
.. Zonas de arbolado	[ha]	3.3				
.. Construido, asfaltado, erosionado, etc.	[ha]	4.7				
.. Acuicultura	[ha]	0.0				
. Sobre agua	[ha]	0.0				
.. Rellenos utilizados para cultivos	[ha]	0.0				
.. Rellenos utilizados para pastos o jardines	[ha]	0.0				
.. Rellenos utilizados para bosque o arbolado	[ha]	0.0				
.. Rellenos para construcción, pistas, etc.	[ha]	451.3				
.. Usos acuáticos (sin acuicultura)	[ha]	3,810.2				
.. Acuicultura en mar	[ha]	0.0				
SUB-TOTAL 2		4,277.3				
" (t CO ₂)						

3.0.- Huella asociada al consumo de recursos agropecuarios

En la tabla siguiente se muestra la conversión de euros a toneladas de los principales recursos bióticos. Se asume que las intensidades energéticas abarca conceptos como abonos químicos, pesticidas y tratamientos pero se acepta que deberá mejorarse en el futuro próximo.

Categoría de Metariales	Intensidad Energética (Gj/t)	Capítulo Arancelarios	Conversión (ton x 1000 Eur)	Productividad Natural (T/Ha/año)
Esparto y cestería	5	46	0,57	1500
Textil natural	5	51 a 53	0,21	1250
Vestuario y textil confección algodón	10	52	0,31	1000
Vestuario y textil lana	10	51	0,18	0,020
Cuero y pieles	20	42,43	0,08	0,033
Carnes	80	2	0,65	0,033
Pescados y mariscos	100	3	0,50	0,029
Cereales, harinas, pastas, pan	15	10	4,69	2264
Bebidas (jugos, vinos etc.)	7	22	0,34	22500
legumbres	10	7	1,45	6730
Azúcar y dulces	15	17	0,70	4893
Aceites y grasas	40	15	0,71	1485
lácteos	37	4	0,93	0,276
Café té	75	9	0,54	0,566

3.0.- Huella asociada al consumo de recursos agropecuarios

También se asume que el 50% del presupuesto de comidas corresponde a servicios de restaurante y el restante a gastos directos de comestibles.

carnes	pescado	cereal	bebidas	legumbres	Dulces y postres	aceite
25%	25%	12%	10%	8%	6%	5%

lácteos	Café y té	Pollo y aves	Cerdo y embutidos	Ganado de grano	Ganado de pasto
5%	4%	25%	25%	25%	25%

Cuando el ganado es alimentado con granos la huella se imputa a cultivos , mientras que se imputa a pastos cuando es de pastoreo.

Para el caso de aves y cerdo la huella se imputa a cultivos ya que se les supone animales de corral (se utiliza la productividad de los cereales).

Se considera la huella del consumo de aves 3,5 veces mayor que si los cereales se consumen directamente; 6 veces en cerdos y 16 en ternera o cordero.

Así mismo el autor multiplica la huella del pescado por le factor desecho-captura-consumo (1,6) el cual resulta de dividir la captura mundial (113 284 1000 ton) por el consumo medio global (12,8 kg*5544000000 personas).



3.0.- Huella asociada al consumo de recursos agropecuarios

Cálculo de la "Huella Ecológica Corporativa"

Empresa:

GEIC Centro de Trabajo Insurgentes

Año:

2007 Introducción de datos :

May-07

Versión 1.0

CATEGORÍAS	Unidad	Consumo anual				
		en unidades de consumo [ud./año]	en pesos	en toneladas [t/año]	Intensidad energética [Gjt]	en gigajulios [Gj/año]
3. RECURSOS AGROPECUARIOS Y PESQUEROS						
. Manufacturas del esparto, cestería	[€]		0.0	0.0	5	0.00
. Material textil natural (primera elaboración)	[€]		0.0	0.0	5	0.00
. Vestuario y textil confeccionado de algodón	[€]		10,694.0	3.3	10	32.64
. Vestuario y textil confeccionado de lana	[€]		5,347.0	1.0	10	9.79
. Manufactura del cuero y pieles; marroquinería, peleteri	[€]		0.0	0.0	20	0.00
. Comidas de empresa	[€]		308,716.0			
.. Servicio de restaurante	[€]		154,358.0	17.5	43.75	765.77
.. Alimentos	[€]		154,358.0			
... Carnes	[€]		38,589.5			
.... Pollo, aves	[€]		9,647.4	6.2	80	499.35
.... Cerdo, embutidos	[€]		9,647.4	6.2	80	499.35
.... Bovino, ovino, caprino (grano)	[€]		9,647.4	6.2	80	499.35
.... Bovino, ovino, caprino (pastos)	[€]		9,647.4	6.2	80	499.35
... Pescados y mariscos	[€]		38,589.5	19.4	100	1,941.82
... Cereales, harinas, pastas, arroz, pan	[€]		18,523.0	86.9	15	1,303.53
... Bebidas (zumos, vino, champán)	[€]		15,435.8	5.3	7	37.04
... Legumbres, raíces y tuberculos	[€]		12,348.6	18.0	10	179.62
... Azúcares, dulces, turrone	[€]		9,261.5	6.5	15	97.83
... Aceites y grasas	[€]		7,717.9	5.5	40	219.03
... Lácteos	[€]		7,717.9	7.2	37	265.77
... Cafés y té	[€]		6,174.3	3.4	75	252.24
SUB-TOTAL 3			324,757.0	198.8		7,102.49
" (t CO ₂)						

4.0.- Huella asociada al consumo de recursos forestales y agua

Los datos para la conversión de euros a toneladas de los recursos forestales se muestran en la tabla siguiente. La intensidad energética se obtienen una vez más de Wackernagel y nerea. Al bosque se le considera productor de agua por lo cual su consumo se incluye en el área forestal.

Categoría de material	Intensidad Energética (Gj/Ton)	Capítulos arancelarios	Conversión (Toneladas por 1000 Euros)	Productividad natural (t/ha/año)
madera., productos básicos	5	44	2,07	1,19
Mobiliario y manufactura de la madera	10	94	0,30	1,19
Papel, catón y sus manufacturas	30	48	1,28	1,01
Productos editoriales, prensa, etc	35	49	0,40	1,01
Manufactura de caucho	35	40	0,40	1,00

Wackemagel, 1998

4.0.- Huella asociada al consumo de recursos forestales y agua



Para calcular la productividad del agua ($m^3/ha/año$) se basó en los datos de bosque de zonas húmedas como las de México. Donde en primavera (secas) *un bosque puede generar 1500 $m^3/ha/año$.*

En zonas de pastos la producción de agua es una décima parte de la que produce el bosque.

Aunque el uso del bosque como productor de agua puede ser secundario, la tendencia es a considerarlo como primario, por lo que se computa en esta mecánica. Teniendo en cuenta el valor que cada día se le confiere al agua. Esta tendencia incluye a zonas excedentarias.

El cálculo de la huella por agua es dividir el consumo en m^3 por año entre la productividad (1 500 en el caso de México) dado en $m^3/ha/año$ dando como resultado hectáreas. Las cuales se multiplican por el factor de equivalencia de bosques (1,1386813) y el resultado final se manifiesta en hectáreas / año.

Un consumo presente en todas las empresas es el que se refiere al papel.



Por ejemplo un consumo de 91,286 euros de papel equivale a 117 toneladas (se multiplica por 1,28 según tabla)

las cuales producen una huella debida al consumo energético de su fabricación de 56,4

(entre 1,97 que es el factor de ton a ha de papel a terreno) hectáreas,

más 132 hectáreas por la huella asociada al consumo de árboles , lo que arrojaría una huella de 111,5 ha.



4.0.- Huella asociada al consumo de recursos forestales y agua

Cálculo de la "Huella Ecológica Corporativa"

Empresa:

GEIC Centro de Trabajo Insurgentes

Año:

2007 Introducción de datos :

May-07

Versión 1.0

CATEGORÍAS	Unidad	Consumo anual				
		en unidades de consumo [ud./año]	en pesos	en toneladas [t/año]	Intensidad energética [GJ/t]	en gigajulios [GJ/año]
4. RECURSOS FORESTALES						
Productos básicos de madera	[€]		0.0	0.0	5	0.00
Mobiliario de madera y otras manufacturas	[€]		40,060.0	12.2	10	122.02
Papel, cartón y sus manufacturas	[€]		24,358.0	31.3	30	938.12
Productos editoriales, prensa e industria gráfica	[€]		70,596.0	28.6	35	999.46
Manufactura del caucho	[€]		0.0	0.0	35	0.00
Consumo de agua	[m3]	255,789.0	237,883.8	255,789.0		
SUB-TOTAL 4			372,897.8	72.0		2,059.61
"	(t CO ₂)					

IX. Contra-Huella Ecológica



Al igual que la EF se obtiene multiplicando las hectáreas de terreno “consumido” por el factor de equivalencia,” **para obtener la “Contra-Huella”** habrá que multiplicar el terreno disponible, además de por el **factor de equivalencia**, por el **factor de rendimiento** que es el factor de productividad local de nuestros terrenos con respecto a la productividad global.

Mientras que la huella ecológica equivale a las hectáreas de terreno “consumido” o “debe ambiental”, la **contra-huella** equivale a las hectáreas de terreno que tenemos de “haber”.

Así la huella que **no podemos eliminar reduciendo el “debe”** (por ahorro energético, compra de materiales eficientes, reciclaje, etc) **hay que eliminarla aumentando el “haber”**.

Hay que invertir en CAPITAL NATURAL :

- zonas de cultivos
- pastos
- bosques
- reservas marinas, etc.



Por ejemplo si invirtiéramos en un monte de 1 000 ha podríamos reducir nuestra huella en 1 000 ha , además de poder participar en el mercado de emisiones pues tendríamos en gran sumidero de **CO₂**.

Pero si además si elegimos una zona del doble de la productividad mundial o la duplicamos por buenas prácticas silvícolas (rendimiento mayor o igual a 2) podríamos descontar 2 000 ha de nuestra huella de cada año.

X. Huella Social

Es la cantidad de necesidades humanas que podemos satisfacer con nuestra actividad productiva (Domenech,2006).

Si la **EF** refleja la huella que dejamos en la naturaleza , la Huella Social es la que dejamos con esas mismas actividades en la sociedad (*conocimiento, cultura, dinero, sanidad, trabajo, bienestar, etc.*) y cuando se acaparan producen el lado contrario (*pobreza, desigualdad, enfermedad social y miseria*).



Hasta ahora se piensa que así como la EF se puede expresar en hectáreas, la Huella Social se puede expresar en **EMPLEOS** (creados y no creados con nuestros recursos financieros)



El cálculo de la Huella Social (SF) se basa en dos principios fundamentales:

1. Toda persona tiene derecho al mismo **ESPACIO AMBIENTAL** (principio de equidad, Informe Brundtland)
2. Es espacio ambiental al que toda persona tiene derecho, se puede expresar tanto en superficie productiva, como en dinero que es el fruto obtenido de aquellas (Principio Fisiocrático)

Ese Espacio Ambiental debería ser de 1,8 ha/año (capacidad biológica del planeta) o al menos de 2,2 ha/año que es el consumo real. Mientras que en términos monetarios a cada uno nos correspondería 5632 usd/persona/año el cual se obtiene de dividir el PIB mundial (34,1 billones en el 2000) por la población (6055 millones d personas, Rosen 2004).

No hay que olvidar que la EF de algunos países es de 7 a 10 ha/persona/año lo que indica muy altos niveles de consumo, aunque con la compra de bonos de carbono en el futuro próximo pudiera ser cero,

lo cual significaría que lo logran a costa de los países pobres, aumentando los actuales niveles de desigualdad.

Por lo anterior, se cree que la mejor forma de cálculo de la SF es la segunda, es decir del fruto de los recursos naturales una vez transformados a bienes y servicios y estos a su vez en dinero.

Por ejemplo si dividimos un PIB empresarial de 20 530 603.70 usd entre el PIB medio al que todo individuo tiene derecho (5 632 usd) obtenemos una SF de 3 645 personas.



Hay que notar que este PIB mundial se obtuvo de dividir el PIB mundial entre el total de personas, por lo que aún nos quedaría el recurso de dividirlo sólo entre la comunidad activa con el cual ascendería a 8 938 usd/persona/año.

De aquí la mejor conclusión radica en que es importante la inversión en Capital Natural (hectáreas) pero no más que la inversión en Capital Social (inversión en empleos)

XI. Conclusiones y Recomendaciones

VI. Conclusiones y Recomendaciones

GEIC Centro de Trabajo Insurgentes

Huella ecológica bruta (ha/año):	118.7
Huella ecológica per capita (ha/año/persona):	1.187
Emisiones netas (t CO₂/año):	521.2

Los pasos que se recomiendan para iniciar el camino de la Sostenibilidad de un Centro de Trabajo son:

1. Migrar de la sola identificación y control de aspectos ambientales a la cuantificación de la Huella Ecológica
2. Estudios de ecoeficiencia de materiales, energías alternativas, adquisición de productos verdes e inversiones en capital natural.

