



CONAMA10

CONGRESO NACIONAL

DEL MEDIO AMBIENTE

COMUNICACIÓN TÉCNICA

Cálculo de la Huella Ecológica Corporativa de Gas Natural Fenosa

Autor: José García Martínez

Institución: Gas Natural Fenosa

e-mail: jgarciam@gasnatural.com

Otros Autores: Ángel Lagares Díaz (Gas Natural Fenosa); Javier Calvo González (Novotec)

RESUMEN

El Grupo Gas Natural ha desarrollado de forma pionera una metodología y una herramienta específica que le permite calcular el indicador 'Huella Ecológica' generada por su actividad. El cálculo de este indicador de sostenibilidad se ha llevado a cabo tanto para el conjunto del Grupo como para cada una de sus instalaciones a nivel nacional e internacional. El resultado ofrece información detallada sobre la incidencia ambiental asociada a su operativa. La metodología empleada toma como base la que en su día desarrolló Rees, W. y Wackernagel, M., si bien ha sido ajustada al negocio propio de Gas Natural Fenosa incluyendo a tal efecto parámetros y aspectos ambientales relevantes que suponen un aporte de información para todos sus procesos. Adicionalmente, estos factores particularizan el cálculo del indicador a las actividades propias de esta empresa. El resultado final ha sido una herramienta flexible que contempla toda la actividad de la compañía. El cálculo de la Huella Ecológica se configura como uno de los soportes de gestión del Grupo para los próximos años al aportar resultados sobre las medidas específicas puestas en práctica en las diferentes instalaciones. La información que facilita este indicador sintético da idea de la incidencia que cualquier actuación representa sobre el medio ambiente, posibilitando la adopción de aquellas intervenciones que suponen un menor coste ambiental. La Huella Ecológica del Grupo Gas Natural permite cuantificar en términos ambientales el consumo de los recursos requeridos para el desarrollo de su negocio, por lo que se configura como un indicador de sostenibilidad y como una importante herramienta estratégica para la gestión ambiental de esta empresa. Este indicador permite evaluar el impacto del modelo empresarial sobre el medio ambiente, además de posibilitar la planificación de futuras estrategias para su reducción. El indicador es comprensible fácilmente por el público en general al emplear unidades de medida sencillas e intuitivas, como son las hectáreas. Gas Natural Fenosa tiene previsto emplear este indicador en el futuro para dar a conocer la evolución de su impacto ambiental.

Palabras Clave: Huella; Huella Ecológica; Indicador; Herramienta; Sostenibilidad; Impacto; Hectáreas; Gestión; Gestión Ambiental; Aspectos; Aspectos ambientales; Planificación; Gas Natural Fenosa;

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	HUELLA ECOLÓGICA DE GAS NATURAL FENOSA.....	5
2.1.	La superficie de absorción de CO ₂ (Huella de Carbono).....	7
2.2.	La superficie de absorción de SO ₂ y NO _x (Huella Atmosférica).....	8
2.3.	La superficie de absorción de precipitación (Huella Hídrica).....	8
2.4.	La superficie construida (Huella de Ocupación del Suelo).....	8
3.	HUELLA DEL CARBONO -HECO ₂	8
3.1.	Superficie de retención de las emisiones directas de CO ₂ debidas a la generación de energía -E _d -CO ₂	9
3.2.	Superficie de retención de las emisiones de CO ₂ debidas a las actividades de transporte del personal -E _a -CO ₂	10
3.3.	Superficie de retención de las emisiones de CO ₂ debidas al transporte de los residuos hasta el vertedero o centro de tratamiento para su posterior depósito- E _{tr} -CO ₂	10
3.4.	Superficie de retención de las emisiones debidas al consumo de combustibles procedentes de las etapas de extracción, transporte, refinado (cuando aplique) y transporte hasta el centro de consumo- E _c -CO ₂	11
3.5.	Superficie de retención de las emisiones debidas a la producción de materias primas (productos químicos, diferentes del combustible principal), así como su transporte hasta el lugar de consumo - E _q -CO ₂	11
4.	HUELLA ATMOSFÉRICA -HESO ₂ -NO _x	12
4.1.	Superficie de retención de las emisiones directas de SO ₂ y NO _x debidas a la generación de energía- E _d -SO ₂ -NO _x	13
4.2.	Superficie de retención de las emisiones de SO ₂ y NO _x debidas a las actividades de transporte- E _a -SO ₂ -NO _x	14
4.3.	Superficie de retención de las emisiones de SO ₂ y NO _x debidas al consumo de combustibles - E _c -SO ₂ -NO _x	14
4.4.	Superficie de retención de las emisiones debidas al transporte de los residuos tratados en vertedero - E _{tr} -SO ₂ -NO _x	15
5.	HUELLA HÍDRICA- HEA.....	15
6.	HUELLA DE OCUPACIÓN DEL SUELO- HEO.....	16
7.	HUELLA TOTAL Y HUELLA TOTAL GLOBAL.....	17
8.	PRINCIPALES RESULTADOS.....	17

1. INTRODUCCIÓN

La Huella Ecológica es un indicador sintético de sostenibilidad que facilita el conocimiento sobre el impacto que una determinada actividad o comunidad ejerce sobre su entorno para cubrir sus necesidades y absorber sus desechos.

Este indicador se expresa como el total de extensión ecológicamente productiva necesaria para producir los recursos consumidos por un ciudadano medio de una determinada comunidad humana, así como la superficie necesaria para absorber los residuos que genera, independientemente de su localización.

La Huella Ecológica fue desarrollada por William Rees y Mathis Wackernagel en la University of British Columbia en 1994, y su objetivo final era disponer de una herramienta que recogiera de manera sencilla y comprensible el impacto de las actividades humanas sobre el ecosistema, así como los efectos de las medidas correctoras para paliar dichos impactos.

La característica básica de este indicador es la capacidad de expresar en una unidad común (hectáreas) un conjunto de variables, de forma que se facilita la comprensión y la comparación entre actividades o territorios. La Huella Ecológica transforma todos los consumos de materiales y energía a hectáreas de terreno productivo (cultivos, pastos, bosques, mar, suelo construido o absorción de CO₂) mostrando el impacto que generan las actividades humanas sobre el ecosistema.

De forma general, la metodología tradicional propuesta para llevar a cabo el cálculo de la Huella Ecológica, se desarrolla a través de las siguientes pautas:

- Cuantificación del consumo aparente, lo que supone la recopilación de las necesidades que se han cubierto en una población concreta en el período en estudio (suele ser de un año) distinguiéndose principalmente los siguientes:
 - Productos bióticos: agricultura, ganadería, sector forestal y pesca.
 - Energético: origen fósil, nuclear, energías renovables.
 - Ocupación del territorio para usos diversos (ciudades, explotaciones mineras, embalses, vertederos, etc.).
- Transformación del consumo en superficie productiva, para lo cual se recurre al uso de índices de productividad que expresan las toneladas (ó GJ) producidas por unidad de superficie para cada categoría de consumo, dando como resultado las hectáreas necesarias para satisfacer el consumo o absorber los residuos.

Las categorías de consumo habitualmente utilizadas son las siguientes:

- Territorio agrícola.
- Pastos utilizados para el ganado.
- Bosques explotados para producir productos forestales.
- Áreas directamente utilizadas: construidas, embalses, infraestructuras.

- Mar con producción biológica (el 8,3% de superficie marina produce el 95% de la producción marina total).
 - Territorio para absorción de CO₂, esto es, implantación de bosques con el único objetivo de absorber CO₂.
 - Territorio reservado para la biodiversidad y mantenimiento de los servicios básicos de la naturaleza, que se estima en el 12%.
- Homogeneización de Huellas Ecológicas parciales. Debido a que el modo habitual de proceder con este indicador es la comparación de unas Huellas parciales con otras, llegando a sumarse para obtener la Huella total, se hace necesario convertir a cada una de estos factores parciales en “términos comparables y agregables”, esto es, aplicarles un factor (factor de equivalencia) que representa la productividad media global de un área productiva con relación a la productividad media global de todas las áreas productivas para poder obtener superficies con el mismo nivel de productividad, con independencia del tipo de suelo.

De este modo las Hectáreas se transforman en “Hectáreas Globales (Hag)” y pueden ser sumadas para obtener la Huella Ecológica Total.

- Cálculo de Huella por unidad de referencia. Una vez obtenidas las Huellas Ecológicas en términos de hectáreas globales, lo habitual es referirlas a unidad de referencia, esto es, calcular la contribución de unidad de referencia al resultado final, siendo este el dato comúnmente utilizado para analizar la evolución del indicador a lo largo del tiempo.

En general, como ya se ha mencionado anteriormente, la Huella Ecológica se ha calculado para comunidades (países, Comunidades Autónomas, municipios, etc.) donde se puede realizar una aproximación de este indicador.

2. HUELLA ECOLÓGICA DE GAS NATURAL FENOSA

Gas Natural Fenosa a nivel pionero ha partido de esta metodología internacionalmente aceptada para calcular la Huella Ecológica correspondiente a su negocio, para lo cual ha tenido que realizarse ajustes incluyendo y contemplando parámetros y aspectos ambientales relevantes que suponen un aporte de información para todos sus procesos. Adicionalmente, estos factores particularizan el cálculo del indicador a las actividades propias de la empresa. El resultado final ha sido una herramienta flexible que contempla toda la actividad de la compañía.

Las principales modificaciones sobre la metodología genérica son las siguientes:

- se han incluido las siguientes nuevas superficies:
 - la superficie necesaria para acumular el agua consumida.
 - la superficie necesaria para la asimilación de las emisiones de SO₂ y NO_x.
 - la superficie afectada por el depósito en vertedero de los residuos.
- no se han considerado, ya que no es necesario en el caso de una empresa de las características y actividad de Gas Natural Fenosa superficies de pastos,

superficies de cultivo y de mar, habituales en la metodología internacionalmente.

El cálculo de la Huella Ecológica se configura como uno de los soportes de gestión de Gas Natural Fenosa para los próximos años al aportar resultados sobre las medidas específicas puestas en práctica en las diferentes instalaciones. La información que facilita este indicador sintético da idea de la incidencia que cualquier actuación representa sobre el medio ambiente, posibilitando la adopción de aquellas intervenciones que suponen un menor coste ambiental.

La Huella Ecológica de Gas Natural Fenosa permite cuantificar en términos ambientales el consumo de los recursos requeridos para el desarrollo de su negocio, por lo que se configura como un indicador de sostenibilidad y como una importante herramienta estratégica para la gestión ambiental de la empresa. Este indicador permite evaluar el impacto del modelo empresarial sobre el medio ambiente, además de posibilitar la planificación de futuras estrategias para su reducción.

La fórmula genérica utilizada para el cálculo de la Huella Ecológica de Gas Natural Fenosa es la siguiente:

$$He_j = \sum_{i=1}^n He_{i,j}$$

Ecuación 1. Huellas Ecológicas parciales

Donde:

- He_j** Huella Ecológica asociada al terreno productivo de la categoría (j), definidas para el caso de Gas Natural Fenosa: Absorción de CO₂, Absorción de SO₂ y NO_x, Absorción de Precipitación y Construida.
- n** Número total de aspectos considerados para cada una de las categorías de terreno. Por ejemplo en el caso de superficies de absorción de CO₂ existe, entre otros, una contribución del consumo de productos y del consumo de combustibles.

La Huella Ecológica total se obtiene, por tanto, a partir de la suma de los resultados obtenidos del cálculo de las distintas huellas asociadas a cada tipo de terreno **He_j** mediante la aplicación de la siguiente forma:

$$He_T = \sum_{j=1}^n He_j$$

Ecuación 2. Fórmula general de la Huella Ecológica

La Huella Ecológica puede ser calculada para el conjunto de Gas Natural Fenosa tanto en términos absolutos como relativos (por GWh generado o distribuido), de forma que se

pueden llevar a cabo comparaciones entre instalaciones, tecnologías, zonas geográficas en las que la empresa dispone de centros, así como medir las evoluciones temporales.

En la siguiente tabla se recogen los aspectos que se han tenido en cuenta para el cálculo de la Huella Ecológica, así como las superficies afectadas:

Tabla.- Aspectos contemplados en la Huella Ecológica de Gas Natural Fenosa					
		Superficies			
		He_{CO2}- Huella del Carbono	He_{SO2-NOx}- Huella Atmosférica	He_a- Huella Hídrica	He_o- Huella de Ocupación del suelo
Aspectos contemplados en la He		Absorción de CO ₂	Absorción de SO ₂ y NO _x	Absorción de precipitación	Construida
Instalaciones	S _i -Superficie de las instalaciones				
	S _i -Superficie de agua embalsada				
Emisiones	E _{d-CO2} -Emisiones directas de CO ₂ por la generación de energía				
	E _{d-SO2-NOx} -Emisiones directas de SO ₂ y NO _x por la generación de energía				
	E _{a-CO2} +E _{a-SO2-NOx} -Emisiones debidas a las actividades de transporte				
Consumos	S _a -Consumos de agua				
Residuos	S _v -Superficie ocupada por los residuos depositados en vertederos				
	E _{tr-CO2} +E _{tr-SO2-NOx} -Emisiones debidas al transporte de los residuos tratados en vertedero				
Consumos	E _{c-CO2} +E _{c-SO2-NOx} -Consumo de combustibles				
	E _{q-CO2} -Consumo de productos químicos				

2.1. La superficie de absorción de CO₂ (Huella de Carbono).

La mayor parte de la energía procede de combustibles fósiles genera en su combustión CO₂. Para que las emisiones de CO₂ no contribuyan a incrementar la concentración de este gas en la atmósfera y, por tanto, al efecto invernadero se hace necesario que sean “secuestradas” por los océanos, las plantas u otros organismos fotosintéticos. En última instancia, esta capacidad del planeta de fijar emisiones de CO₂ está asociada a una determinada superficie, de tal forma que, conociendo estas relaciones se pueden transformar las emisiones de CO₂ en superficie necesaria para fijar el carbono.

2.2. La superficie de absorción de SO₂ y NO_x (Huella Atmosférica).

Para la generación de energía se emite no sólo CO₂, sino también otros contaminantes entre los que destacan SO₂ y NO_x por su incidencia ambiental. La repercusión más relevante producida por estos contaminantes emitidos a la atmósfera es, principalmente, la lluvia ácida, que a su vez genera impactos sobre la vegetación y el suelo. En este sentido se considera que la Huella Ecológica o la superficie productiva necesaria para asimilar este tipo de contaminantes es aquella que en la concentración máxima de estos contaminantes no afectada a su productividad.

2.3. La superficie de absorción de precipitación (Huella Hídrica).

El agua consumida procede en última instancia de la precipitación, por lo que se considera que para calcular la superficie necesaria para generar el agua consumida es necesario establecer las hectáreas necesarias para recoger ese volumen teniendo en cuenta la precipitación media de territorio.

2.4. La superficie construida (Huella de Ocupación del Suelo).

Gas Natural Fenosa posee instalaciones para la producción de energía, su distribución y la gestión del negocio. La superficie ocupada por estas es necesaria para el desarrollo de su actividad y, por tanto, necesaria para proveer el producto final. Se considera estos terrenos como contribuyentes a la Huella Ecológica del grupo empresarial. Así mismo, la generación de residuos implica la ocupación de terrenos debido a su almacenamiento. Por ello en esta superficie construida se ha considerado la superficie necesaria para almacenar los residuos generados por Gas Natural Fenosa durante el desarrollo de su operativa.

La metodología empleada para obtener las diferentes Huellas parciales se describe en los siguientes epígrafes con la intención de trasladar esta novedosa experiencia empresarial de responsabilidad ambiental.

3. HUELLA DEL CARBONO -HECO₂

La Huella del Carbono contempla el cálculo de la superficie necesaria para asimilar el CO₂ emitido por las diferentes actividades que tienen lugar en Gas Natural Fenosa. Se han considerado los siguientes aspectos de emisión para establecer este indicador parcial:

- Emisiones directas de CO₂ debidas a la generación de energía.
- Emisiones de CO₂ debidas a las actividades de transporte del personal.
- Emisiones de CO₂ debidas al transporte de los residuos hasta el vertedero o centro de tratamiento para su posterior depósito.

- Emisiones debidas al consumo de combustibles procedentes de las etapas de extracción, transporte, refino (cuando aplique) y transporte hasta el centro de consumo.
- Emisiones procedentes de la producción de materias primas (productos químicos, diferentes del combustible principal), así como su transporte hasta el lugar de consumo.

El cálculo de la Huella del Carbono de Gas Natural Fenosa se obtiene del resultado de aplicar la siguiente fórmula:

$$He_{CO_2} = E_{d-CO_2} + E_{a-CO_2} + E_{tr-CO_2} + E_{c-CO_2} + E_{q-CO_2}$$

Ecuación 3. Huella del Carbono

Siendo

E_{d-CO_2}	Superficie de retención de las emisiones directas de CO_2 debidas a la generación de energía.
E_{a-CO_2}	Superficie de retención de las emisiones de CO_2 debidas a las actividades de transporte del personal.
E_{tr-CO_2}	Superficie de retención de las emisiones de CO_2 debidas al transporte de los residuos hasta el vertedero o centro de tratamiento para su posterior depósito.
E_{c-CO_2}	Superficie de retención de las emisiones debidas al consumo de combustibles procedentes de las etapas de extracción, transporte, refino cuando aplique y transporte hasta el consumidor final.
E_{q-CO_2}	Superficie de retención de las emisiones debidas a la producción de materias primas (productos químicos, diferentes del combustible principal), así como su transporte hasta el lugar de consumo.

3.1. Superficie de retención de las emisiones directas de CO_2 debidas a la generación de energía - E_{d-CO_2} .

Gas Natural Fenosa cuenta con los datos de emisiones de CO_2 debidas a su operativa, por lo que aplicando el factor de retención medio de este contaminante en los terrenos, se puede estimar la Huella Ecológica debida a las emisiones de CO_2 .

Para la estimación del factor de fijación de CO_2 del suelo se emplean las estimaciones del *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* para la productividad forestal, la absorción de carbono y los factores de emisión de carbono, y asumiendo un tiempo de maduración forestal (ciclo de cosecha) de 40 años, se ha fijado la media de absorción de carbono en 1,42 t C/ha/año ó 5,21 t CO_2 /ha/año.

Por tanto, a través de la aplicación de la fórmula que se presenta a continuación se ha obtenido la superficie necesaria para la retención de las emisiones directas de CO_2 procedentes de la generación de energía:

$$E_{d-co2} = V_{d-co2} / f_{co2}$$

Ecuación 4. Superficie de retención de las emisiones directas de CO₂

Siendo

E_{d-co2}	Superficie de retención de las emisiones directas de CO ₂ debidas a la generación de energía. (ha/año)
V_{d-co2}	Emisiones directas de CO ₂ (t)
f_{co2}	Media de absorción de carbono: 5,21 (t CO ₂ /ha/año)

3.2. Superficie de retención de las emisiones de CO₂ debidas a las actividades de transporte del personal -Ea-co₂

Para la determinación de esta superficie se han considerado los datos de las emisiones de CO₂ generadas por Gas Natural Fenosa derivadas de las actividades de transporte, es decir, del consumo de combustible de la flota de vehículos del personal de la empresa, los kilómetros realizados por los coches y los viajes realizados en avión.

Aplicando el mismo factor de retención utilizado para el cálculo de la superficie de retención de emisiones directas de CO₂ se ha obtenido la superficie de retención de las emisiones de CO₂ debidas a las actividades de transporte del personal aplicando la siguiente ecuación:

$$E_{a-co2} = [(V_{a-co2} / f_{co2}) * D] / n$$

Ecuación 5. Superficie de retención de las emisiones de CO₂ debidas a las actividades de transporte

Donde

E_{a-co2}	Superficie de retención de las emisiones de CO ₂ debidas a las actividades de transporte del personal (ha/año)
V_{a-co2}	Emisiones de CO ₂ (t) debidas al transporte
f_{co2}	Media de absorción de carbono: 5,21 (t CO ₂ /ha/año)
D	% de personal
n	Número de instalaciones de generación y distribución

3.3. Superficie de retención de las emisiones de CO₂ debidas al transporte de los residuos hasta el vertedero o centro de tratamiento para su posterior depósito- Etr-CO₂

Para determinar la superficie necesaria para asimilar los residuos generados por Gas Natural Fenosa se han considerado los datos de distancia al vertedero incluidos en las Declaraciones de Productores de Residuos.

La fórmula a aplicar para conocer la superficie de retención de emisiones de CO₂ debidas al transporte de los residuos es la siguiente:

$$E_{tr-CO_2} = (C_T * f_g) / f_{CO_2}$$

Ecuación 6. Superficie de retención de emisiones debidas al transporte de residuos a vertedero

Donde

E_{tr-co_2}	Superficie de retención de las emisiones de CO ₂ debidas al transporte de los residuos hasta el vertedero o centro de tratamiento para su posterior deposito (ha/año)
C_T	Consumo total (l) para la recogida del total de residuos llevados a vertedero
f_g	Factor de emisión de CO ₂ del gasóleo (t CO ₂ / l)
f_{co_2}	Media de absorción de carbono: 5,21 (t CO ₂ /ha/año)

3.4. Superficie de retención de las emisiones debidas al consumo de combustibles procedentes de las etapas de extracción, transporte, refino (cuando aplique) y transporte hasta el centro de consumo- E_{c-CO_2}

El cálculo de la superficie de retención de las emisiones debidas al consumo de combustibles por las emisiones debidas a la extracción, transporte, refino (cuando aplique) y transporte hasta el consumidor final utilizado para la generación de energía contempla la aplicación del factor de absorción de CO₂ a través de la fórmula siguiente:

$$E_{c-co_2} = V_T / f_{CO_2}$$

Ecuación 7. Superficie de retención de las emisiones indirectas debidas al consumo de combustible en la generación de energía

Donde

E_{c-co_2}	Superficie de retención de las emisiones debidas a la extracción, transporte, refino cuando aplique y transporte hasta el consumidor final del combustible (ha/año)
V_T	Emisiones total por el consumo de combustibles en la generación de energía (t)
f_{CO_2}	Media de absorción de carbono: 5,21 (t CO ₂ /ha/año)

3.5. Superficie de retención de las emisiones debidas a la producción de materias primas (productos químicos, diferentes del combustible principal), así como su transporte hasta el lugar de consumo - E_{q-CO_2}

Para calcular la Huella Ecológica parcial debida al consumo de productos químicos se ha aplicado el concepto de la intensidad energética derivada de la energía necesaria para el ciclo completo de producción:

- extracción de las materias primas.
- transporte hasta la planta de producción.

- fabricación del producto.
- transporte hasta el punto final de consumo.

Por ello, aplicando la siguiente fórmula se ha calculado la intensidad energética del consumo total de productos químicos:

$$I_T = C_{PT} * i_e$$

Ecuación 8. Intensidad energética del total de los productos químicos consumidos

Donde

I_T	Intensidad energética total de los productos químicos (GJ)
C_{PT}	Consumo total de productos químicos (t)
i_e	Intensidad energética de los productos químicos (GJ/t)

Considerando la media de absorción de carbono de la superficie forestal como 5,21 t CO₂/ha /año o de forma equivalente 1,42 t C /ha/año y considerando un factor de emisión medio de carbono para los distintos combustibles se puede estimar a través de la siguiente ecuación la superficie necesaria para retener las emisiones debidas a la producción de productos químicos, así como su transporte hasta el lugar de consumo:

$$E_{q-CO_2} = I_T / f_{CO_2}$$

Ecuación 9. Superficie de retención de las emisiones indirectas debidas al consumo de productos

Donde

E_{q-CO_2}	Superficie necesaria para retener las emisiones debidas a la producción de productos químicos, así como su transporte hasta el lugar de consumo (ha/año)
I_T	Intensidad energética total de los productos químicos (GJ)
f_{CO_2}	Media de absorción de carbono: 1,42 (t C/ha/año)

4. HUELLA ATMOSFÉRICA -HESO₂-NO_x

La obtención de la Huella Atmosférica ha sido el resultado de considerar para su cálculo la superficie de retención para las siguientes emisiones:

- Emisiones directas de SO₂ y NO_x debidas a la generación de energía.
- Emisiones de SO₂ y NO_x debidas a las actividades de transporte.
- Emisiones de SO₂ y NO_x asociadas al consumo de combustibles.
- Emisiones de SO₂ y NO_x debidas al transporte de los residuos depositados en vertedero.

El cálculo de la Huella Atmosférica se obtiene como consecuencia de aplicar la siguiente fórmula:

$$He_{CO_2} = E_{d-SO_2-NO_x} + E_{a-SO_2-NO_x} + E_{c-SO_2-NO_x} + E_{tr-SO_2-NO_x}$$

Ecuación 10. Huella Atmosférica

Siendo

$E_{d-so_2-no_x}$	Superficie de retención de las emisiones directas de SO_2 y NO_x debidas a la generación de energía
$E_{a-so_2-no_x}$	Superficie de retención de las emisiones de SO_2 y NO_x debidas a las actividades de transporte
$E_{c-so_2-no_x}$	Superficie de retención de las emisiones de SO_2 y NO_x debidas al consumo de combustibles
$E_{tr-so_2-no_x}$	Superficie de retención de las emisiones debidas al transporte de los residuos tratados en vertedero

La metodología de cálculo de cada una de estas superficies se describe en los siguientes párrafos.

4.1. Superficie de retención de las emisiones directas de SO_2 y NO_x debidas a la generación de energía- $E_d-SO_2-NO_x$

Las emisiones de dióxido de azufre (SO_2) y óxidos de nitrógeno (NO_x) pueden ser traducidas a superficie necesaria para absorber los impactos provocados por dichas emisiones a partir del concepto de “Carga Crítica de Acidez” en condiciones de equilibrio estacionario desarrollado por el profesor F. Macías del *Departamento de Edafología y Química Agrícola* de la *Facultad de Biología de la Universidad de Santiago de Compostela*.

La inclusión de este factor en el cálculo de la Huella Ecológica es una propuesta novedosa, que permite la consideración y el estudio del comportamiento ambiental de la actividad empresarial de Gas Natural Fenosa tomando en consideración parámetros relevantes no incluidos en las metodologías tradicionales de cálculo.

El concepto de Carga Crítica de Acidez (C.C.A.) de un ecosistema se define como el nivel máximo de compuestos acidificantes aportados, que no causan cambios químicos que perjudiquen a largo plazo la estructura y funcionamiento del ecosistema.

Este concepto permite calcular el nivel de acidificación máxima que puede recibir un ecosistema sin que se produzcan daños ecológicos. La amortiguación, como capacidad para absorber el impacto, está directamente relacionada con la capacidad de cambio catiónico de cada suelo.

La superficie necesaria para no superar en ningún momento el valor límite se calcula considerando los volúmenes totales de compuestos en pesos equivalentes depositados y considerando la carga crítica de acidez de las diferentes superficies donde se encuentran las instalaciones de Gas Natural Fenosa a través de la siguiente ecuación:

$$E_{d-SO_2-NO_x} = V_{d-T} / CCA$$

Ecuación 11. Superficie afectada por la deposición de las emisiones de SO_2 y NO_x

Siendo

$E_{d-so_2-no_x}$	Superficie de retención de las emisiones directas de SO_2 y NO_x debidas a la generación de energía (ha)
CCA	Carga Crítica de acidez (equivalentes/ha* año)

4.2. Superficie de retención de las emisiones de SO_2 y NO_x debidas a las actividades de transporte- $E_a-SO_2-NO_x$

Para el cálculo de las emisiones de SO_2 y NO_x debidas a las actividades de transporte se han considerado las emisiones debidas al transporte y se ha aplicado la siguiente fórmula

$$E_{a-SO_2-NO_x} = [((V_{T-SO_2-NO_x} * f_{dep-i}) / PM_i) * Va_i] / CCA$$

Ecuación 12. Superficie de retención de SO_2 y NO_x debidas al transporte por tipo de combustible

Donde

$E_{a-so_2-no_x}$	Superficie de retención (ha) de las emisiones de SO_2 y NO_x debidas a las actividades de transporte
$V_{T-so_2-no_x}$	Emisiones totales de SO_2 y NO_x (kt) debidas al transporte
f_{dep-i}	Factor de deposición aplicado a los componentes iónicos procedentes de los contaminantes, siendo i NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-}
PM_i	Peso Molecular del compuesto i (kt/mol)
Va_i	Valencia del compuesto i (equivalentes/mol)
CCA	Carga Crítica de acidez (equivalentes/ha*año)

4.3. Superficie de retención de las emisiones de SO_2 y NO_x debidas al consumo de combustibles - $E_c-SO_2-NO_x$

El cálculo de esta superficie se ha obtenido partiendo de los datos de emisiones debidas al consumo de combustibles considerando la siguiente fórmula de cálculo:

$$E_{c-SO_2-NO_x} = [((V_T * f_{dep-i}) / PM_i) * Va_i] / CCA$$

Ecuación 13. Emisiones total indirectas por el consumo de combustibles en la generación de energía

Donde

$E_{c-so_2-no_x}$	Superficie de retención de las emisiones de SO_2 y NO_x (ha) debidas al consumo de combustibles
V_T	Emisiones total de SO_2 y NO_x por el consumo de combustibles en la generación energía (t)
f_{dep-i}	Factor de deposición aplicado a los componentes iónicos procedentes de los contaminantes, siendo i NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-}
PM_i	Peso Molecular del compuesto i (kt/mol)
Va_i	Valencia del compuesto i (equivalentes/mol)
CCA	Carga Crítica de acidez (equivalentes/ha*año)

4.4. Superficie de retención de las emisiones debidas al transporte de los residuos tratados en vertedero - $E_{tr-SO_2-NO_x}$

El cálculo de la superficie necesaria para asimilar los residuos generados por Gas Natural Fenosa parte del cálculo de combustible consumido en cada instalación para el traslado de los residuos generados a los lugares de tratamiento o vertido.

Y para estimar la superficie se ha aplicado la siguiente fórmula:

$$E_{tr-so2-nox} = [((V_{so2-nox} * f_{dep-i}) / PM_i) * Va_i] / CCA$$

Ecuación 14. Superficie de retención de las de SO_2 y NO_x debidas al transporte de los residuos al vertedero

Donde

$E_{tr-so_2-no_x}$	Superficie de retención de las emisiones (ha) debidas al transporte de los residuos tratados en vertedero
$V_{so_2-no_x}$	Emisiones de SO_2 y NO_x (kt) debidas al transporte de los residuos
f_{dep-i}	Factor de deposición aplicado a los componentes iónicos procedentes de los contaminantes, siendo i NH_4^+ , $+ NO_3^-$, SO_4^{2-}
PM_i	Peso Molecular del compuesto i (kt/mol)
Va_i	Valencia del compuesto i (equivalentes/mol)
CCA	Carga Crítica de Acidez (equivalentes/ha*año)

5. HUELLA HÍDRICA- HEA

La Huella Hídrica supone calcular la superficie necesaria para almacenar el agua consumida por Gas Natural Fenosa teniendo en cuenta la precipitación local donde se ubica cada instalación de la empresa donde tiene lugar consumo de agua.

El concepto de Huella Ecológica trata de establecer los impactos globales debido a los consumos, generación de residuos y vertidos, independientemente de donde tengan lugar (por ejemplo se consideran las emisiones debidas a los viajes realizados en avión que tienen lugar en cualquier parte del mundo). Por todo esto, se considera que el agua "consumida" en las torres de refrigeración volverá al ciclo del agua en forma de lluvia en algún lugar, con la misma composición inicial. Desde el punto de vista de la Huella Ecológica no se considera como un consumo.

El agua de consumo del ciclo es aquella que hay que ir reintroduciendo para mantener siempre el volumen de agua en los sistemas constantes, así como el consumo de servicios auxiliares. Esta agua se considera consumida, ya que las características de esta tras su utilización no son similares a los de entrada. Tomando, por tanto, los consumos de agua del ciclo y la precipitación media de la zona donde se ubican las centrales se puede estimar la superficie necesaria para albergar el agua consumida.

Por tanto, el cálculo de la Huella Hídrica se realiza a través de la siguiente fórmula:

$$He_a = \sum_{i=1}^n C_{a,i} / P_i$$

Ecuación 15. Huella Hídrica

Siendo

$C_{a,i}$ Consumo de agua del ciclo en la central i (Hm^3)

P_i Precipitación media anual de los municipios donde se ubican las centrales i (mm)

6. HUELLA DE OCUPACIÓN DEL SUELO- HEO

La superficie ocupada por las instalaciones se engloba en la Huella Ecológica considerando las hectáreas necesarias por parte de Gas Natural Fenosa para la generación y la distribución de la energía así como la gestión del negocio, englobándolas en la superficie denominada “superficie construida”. Así mismo, otro de los aspectos en los cuales el grupo empresarial ocupa una superficie notable de terreno es el depósito de las cenizas y escorias generadas en la producción de energía en las diferentes centrales con las que cuenta.

Para la generación de energía en algunos casos es necesario embalsar agua, ocupando una superficie no utilizable para otros usos, por lo durante el cálculo de la Huella de ocupación de suelo se ha considerado este aspecto. Así mismo, hay que resaltar que se ha considerado en este mismo cálculo la ocupación por parte de las líneas de distribución.

La ecuación para el cálculo de este indicador parcial es la siguiente:

$$He_o = S_{c-p} + S_{d-u} + S_l + S_a + S_v$$

Ecuación 16. Huella de ocupación del suelo

Siendo

S_{c-p} Superficie (ha) ocupada por cada centro de generación de energía, tanto los m^2 productivos como los residenciales.

S_{d-u} Superficie (ha) ocupada por distintos usos: oficinas, locales, garajes, naves industriales, viviendas y suelo rotacional-infraestructural, a asignar a cada instalación.

S_l Superficie (ha) ocupada con líneas

S_a Superficie (ha) ocupada por el agua embalsada.

S_v Superficie (ha) ocupada por la gestión de cenizas y escorias en vertedero

Para el cálculo de S_v , se han tenido en cuenta la densidad de los residuos y la altura de la terraza en el vertedero.

7. HUELLA TOTAL Y HUELLA TOTAL GLOBAL

Una vez obtenidas las distintas Huellas parciales se obtiene la Huella Ecológica Total, como el resultado del sumatorio de cada una de ellas empleando al efecto la siguiente expresión:

$$He_T = \sum_{j=1}^n He_j$$

En este sentido la Huella Total es el resultado de la agrupación del resultado obtenido mediante el cálculo de las diferentes Huellas parciales. En este sentido se han considerado:

$$He_T = He_{CO_2} + He_{SO_2-NO_x} + He_a + He_o$$

Ecuación 17. Fórmula general de la Huella Ecológica.

Donde

He_{CO₂}	Huella del Carbono
He_{SO₂-NO_x}	Huella Atmosférica
He_a	Huella Hídrica
He_o	Huella de Ocupación del Suelo

Por otro lado, una vez obtenidas las distintas Huellas parciales es necesario unificar las distintas superficies, que presentan productividades muy diferentes. Por ello, se deben multiplicar las diferentes tipos de superficies por un factor de equivalencia que representa la productividad potencial media global de un área bioproductiva, con relación a la productividad potencial media global de todas las áreas bioproductivas. Para ello, se aplica la siguiente expresión:

$$He_{TG} = (He_{CO_2} * fe_{CO_2}) + (He_{SO_2-NO_x} * fe_{SO_2-NO_x}) + (He_a * fe_a) + (He_o * fe_o)$$

Ecuación 18. Fórmula general de la Huella Ecológica global.

Donde

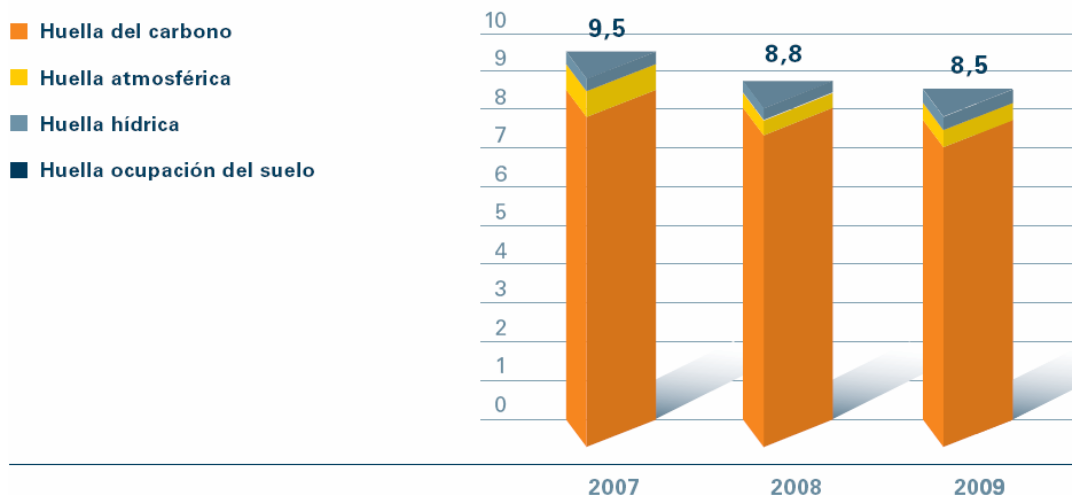
He_{TG}	Es la Huella Ecológica expresada en las denominadas "global" hectáreas
fe_{CO₂}	Factor de equivalencia para la superficie de absorción de CO ₂
fe_{SO₂-NO_x}	Factor de equivalencia para la superficie de afectada por la deposición de SO ₂ y NO _x
fe_a	Factor de equivalencia para la superficie de absorción de precipitación
fe_o	Factor de equivalencia para la superficie construida

8. PRINCIPALES RESULTADOS

La aplicación de la metodología descrita a lo largo de este documento ha dado como resultado la obtención de la Huella Ecológica de Gas Natural Fenosa. Esta pionera herramienta se ha desarrollado recientemente dando un gran resultado para la empresa ya que ha permitido disponer de información precisa para llevar a cabo actuaciones encaminadas a la disminución de la Huella Ecológica.

En el siguiente gráfico se muestra la evolución de la Huella Ecológica durante los tres últimos años:

Evolución de la huella ecológica de Gas Natural Fenosa (hag/GWh)



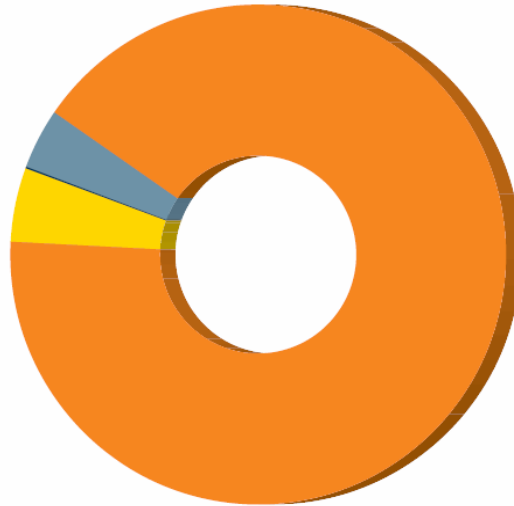
La Huella Ecológica de Gas Natural Fenosa en el año 2009 ha sido de 8,5 hag/GWh lo que supone una reducción del 3% respecto al año anterior y de un 11% respecto al año 2007.

Esta disminución ha sido el resultado de la aplicación de un amplio paquete de medidas encaminadas a reducir la incidencia ambiental que origina Gas Natural Fenosa como consecuencia del desarrollo de su actividad empresarial. Las medidas han sido aplicadas en los puntos que hasta el momento mayor incidencia han tenido en el resultado final de la Huella Ecológica.

El 91,6% de la Huella corresponde a la huella del carbono, el 4,8% a la huella atmosférica, el 3,9% a la ocupación del suelo y el 0,1% a la huella hídrica.

Huella ecológica de Gas Natural Fenosa por tipos de huella Año 2009 (%hag)

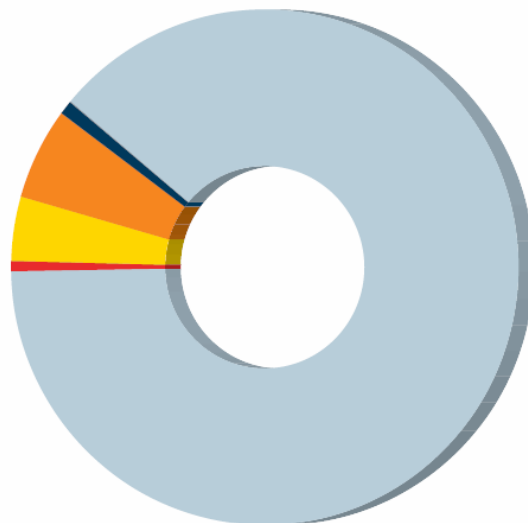
Huella del carbono	91,2%
Huella atmosférica	4,8%
Huella hídrica	3,9%
Huella ocupación del suelo	0,1%



El análisis de la huella en relación a las tecnologías con las que Gas Natural Fenosa cuenta aporta como resultado que el 88,6% de la huella corresponde a la generación de electricidad, el 5,8% a la distribución de gas natural y el 4% a la distribución de electricidad.

Huella ecológica de Gas Natural Fenosa por tecnologías Año 2009 (%hag)

Generación	88,6%
Distribución de gas	5,8%
Distribución de electricidad	4,0%
Licuefacción	0,9%
Regimen especial	0,7%



La obtención de este indicador favorece la adopción de medidas que benefician la responsabilidad ambiental de la empresa al poner de manifiesto los puntos críticos y aspectos de mejora donde incidir con mayores probabilidades de éxito.

Gas Natural Fenosa realizó en 2009 inversiones ambientales por un importe de 109,43 millones de euros. La principales inversiones que se han llevado a cabo para mejorar la sostenibilidad ambiental de la empresa han sido, entre otras, la instalación en centrales térmicas de plantas de desulfuración húmeda de gases de combustión, con rendimientos superiores al 95% de reducción de los óxidos de azufre y del 50% en la concentración de partículas, la sustitución de quemadores por otros de bajo NOx, mejoras en los precipitadores electrostáticos, repotenciación de centrales hidráulicas, etc.

Además se ha sustituido una potencia instalada de 784 MW de fuel oil de importación en territorio nacional por 800 MW de producción en tecnología de ciclos combinados (consumo gas natural). Este cambio de tecnología de fuel por ciclos combinados mejora la eficiencia pasando del 37-47% al 49-60%, hecho que lleva aparejado una disminución en el consumo de materias primas (35 % menos de consumo de combustible que una central convencional) en origen para la combustión con destino eléctrico.

Todas estas actuaciones han mejorado notablemente la sostenibilidad empresarial, favoreciendo un menor impacto ambiental, lo que se pone de manifiesto con la reducción de la Huella Ecológica a lo largo de los últimos años.