

**Guía sectorial para el suministro de
información al Registro de Emisiones y
Transferencia de Contaminantes**

EMISIONES DE FUNDICIONES FERROSAS

DOCUMENTO PRELIMINAR

Guía sectorial para el suministro de información al Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes

Contenido

1.	Introducción	4
2.	LOS PROCESOS Y LAS EMISIONES	5
2.1	Descripción del proceso	5
2.1.1.	Fabricación primaria y secundaria del acero.....	7
2.1.2.	Producción de hierro:.....	7
2.1.3.	Producción de Coque Metalúrgico:.....	8
2.1.4.	Producción de Sinterizado.....	9
2.1.5.	Producción de Pelets	10
2.1.6.	Fabricación del Hierro y Función del Coque.....	10
2.1.7.	La Fabricación del Acero.....	12
2.2.	EMISIONES Y SUSTANCIAS CONTAMINANTES SIGNIFICATIVAS EN LAS FUNDICIONES FERROSAS	13
2.3.	FUENTES DE EMISIÓN Y LAS TECNOLOGÍAS DE CONTROL FABRICACIÓN DE HIERRO Y LAS FUNDICIONES DE ACERO Y SUS ALIADOS PUEDE IMPLICAR LA MANIPULACIÓN Y UTILIZACIÓN DE NUMEROSAS SUSTANCIAS EN LA LISTA.	15
2.3.1	Emisiones a la atmósfera.....	15
2.3.2	Emisiones al agua	16
2.3.3	Emisiones a la Tierra.....	17
3.	TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES.....	17
3.1.	Medición Directa	17
3.1.1.	Medición en discontinuo	18
3.1.2.	Medición en continuo	18
3.2	Balance de Masa.....	19
3.2.1.	Balance simple.....	19
3.2.2.	Balance completo	19
3.3	Cálculos de Ingeniería.....	19

3.4 Factores de Emisión	20
4.1. Evaluación del factor de emisión	21
4.2. Factores de emisión empleados por la EPA	22
4.3. FACTORES DE EMISIÓN APLICADOS POR EL IPCC.....	26
4.3.1. METODOLOGÍA PARA ESTIMAR LAS EMISIONES DE CO2.....	27
4.3.2. METODOLOGÍA PARA EL CH4	31
4.3.2. ELECCIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN	32
4.4. AGENTES LIGANTES	38
5. TECNOLOGÍAS DE CONTROL.....	40
6. ESTIMACIÓN DE INFORMES ANUALES	41
7. REFERENCIAS	42

1. Introducción

El propósito de esta Guía es brindar las herramientas a las empresas e instalaciones para reportar las emisiones de las sustancias contenidas en el Listado del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes – RETC aplicables a sus actividades.

Esta guía describe los procedimientos y los criterios recomendados para estimar las emisiones de las instalaciones o plantas donde se realizan actividades de fundición de hierro.

Las industrias del acero y el hierro a las que se refiere la presente guía incluye las instalaciones de todas las fundiciones de hierro y acero, el forjado y mecanizado incluyendo la fabricación de fundición de hierro o acero, tuberías o tubos de hierro fundido o de tubos de acero, ó accesorios para las tuberías a vapor, gas o agua de hierro fundido o acero. Se incluyen instalaciones dedicadas a la fabricación de tubos soldados de acero o tubos sin costuras.

La presente Guía aplica al número de CIU:

2731	00	FUNDICION DE HIERRO Y ACERO
2731	01	FUNDICION DE PRODUCTOS ACABADOS O SEMIACABADOS DE HIERRO Y DE ACERO

MANUAL EET: Fundiciones de metales ferrosos

MANUAL: Manufactura de Hierro y del Acero - Fundición y Forjado - Tubería de Acero y Fabricación de Tubos ANZSIC CÓDIGO: 2712 y 2713 y todos los códigos en los 271 ANZSIC código de grupo.

2. LOS PROCESOS Y LAS EMISIONES

2.1 Descripción del proceso

Las Fundiciones de metales ferrosos (hierro y acero) se refieren a la fundición y forjado de hierro. Los productos incluyen fundición de piezas de maquinaria, fabricación de accesorios para el transporte, y componentes no industriales, tales como herramientas manuales y motores de vehículos. Las composiciones típicas de hierro utilizadas son de hierro gris, hierro dúctil, hierro maleable, acero y chatarra.

1. Primas de manejo de materiales y preparación;
2. La fusión del metal;
3. Molde y el núcleo de producción, y
4. Casting y acabado.

El producto final está determinado por la composición del hierro, el diseño de la fundición, la tasa de enfriamiento y tratamiento térmico. En la medida que cada fundición es única, se anima a desarrollar un diagrama de flujo del proceso para sus propias operaciones detallando la entrada de materiales y sustancias enumeradas y las fuentes de residuos y emisiones derivados de la operación de cada proceso.

La producción de piezas moldeadas implica las siguientes fases, como se indica en la Figura 1.

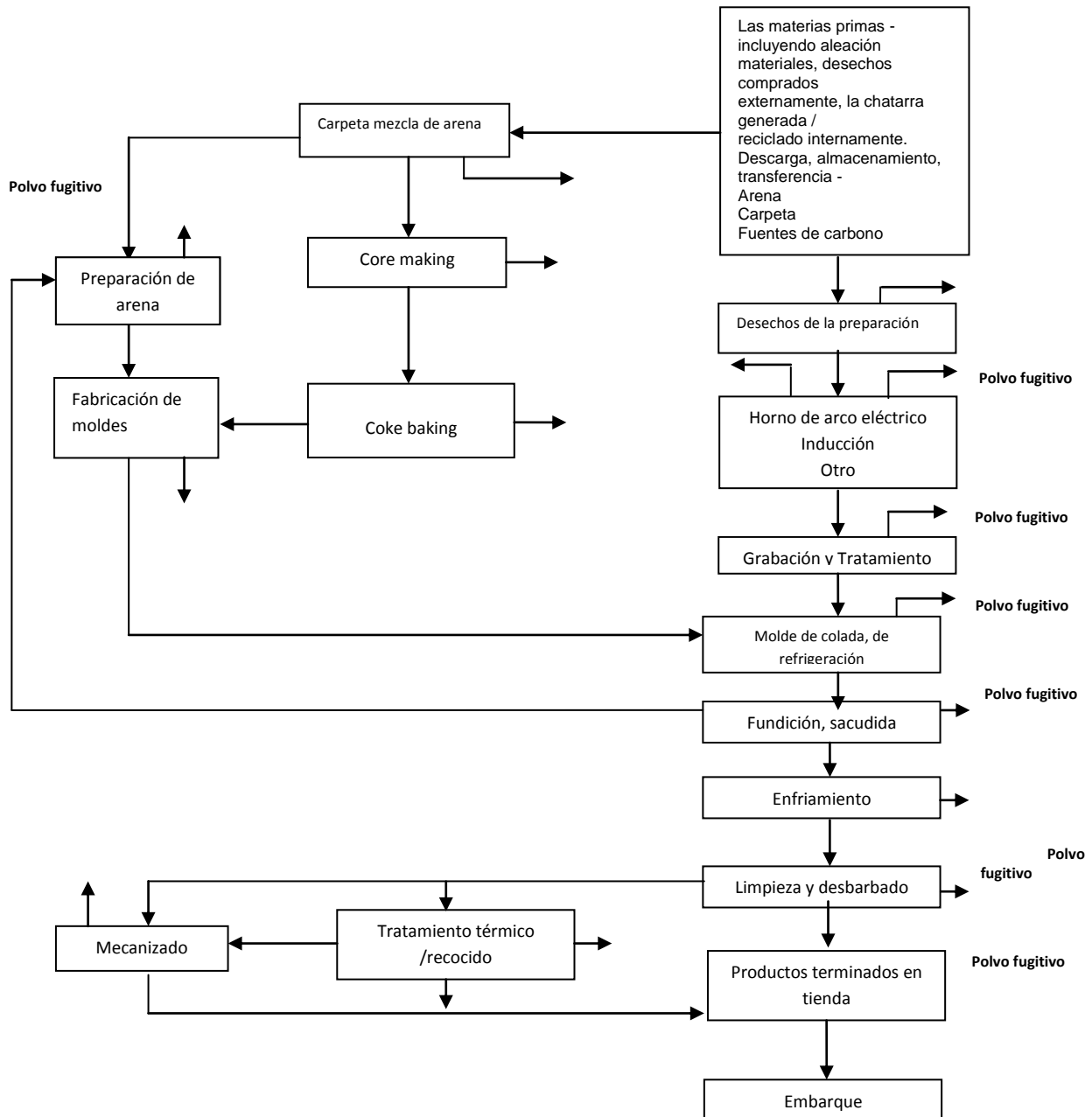


Fig. 1. Proceso de Fundición

La Figura 2. se ilustra el proceso principal de producción de hierro y acero: producción de coque metalúrgico, de sinterizado, de pelets, procesamiento del mineral de hierro, fabricación de hierro, de acero, moldeo del acero y, muy a menudo, la combustión de gases de alto horno y de horno de coque para otros propósitos. El proceso principal puede desarrollarse en lo que se denomina una

instalación «integrada» que incluye típicamente los altos hornos y los hornos básicos de oxígeno para la fabricación de acero (BOF, del inglés, *Basic Oxygen Furnace*), o bien, en algunos casos, los hornos de reverbero (OHF, del inglés, *Open Hearth Furnace*). Es común también que una parte de la producción se realice fuera de la planta, bajo la responsabilidad de otro operador, tal como el de una instalación de producción de coque fuera del sitio.

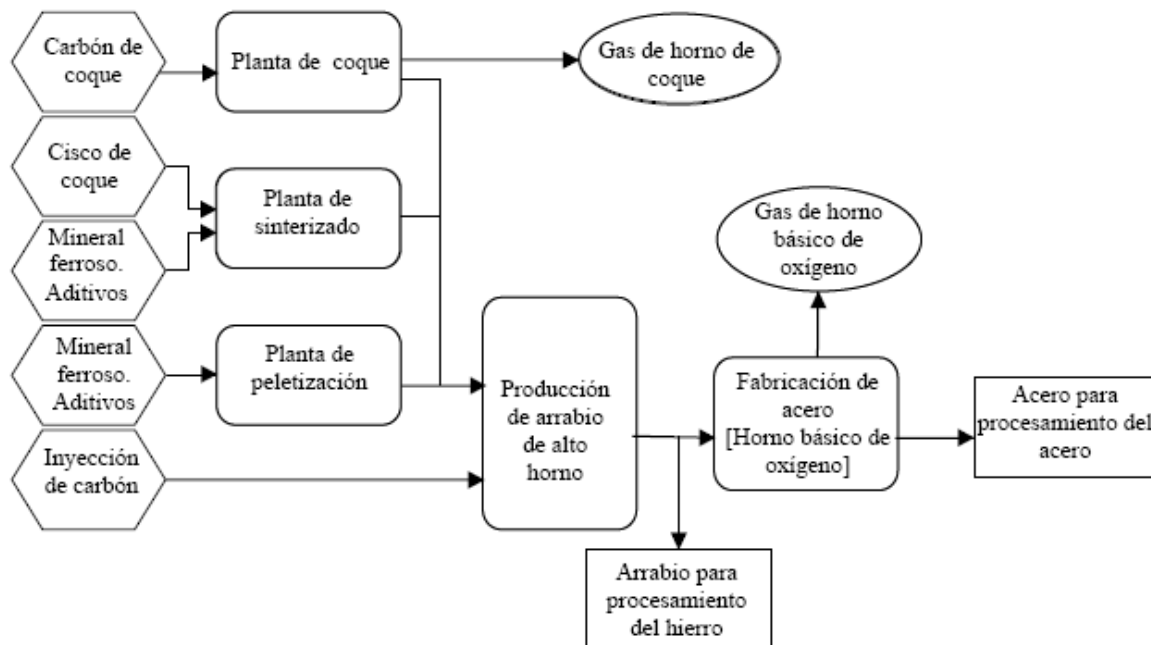
En algunos países existen plantas de producción de coque que no están integradas a la producción de hierro y acero (esto es, están «fuera del sitio»). En esta guía se presenta una orientación para estimar las emisiones de CO₂ y CH₄ provenientes de toda la producción de coque, con el fin de garantizar la coherencia y la exhaustividad. Los países deben estimar por separado, aplicando métodos de nivel superior, las emisiones de la producción in situ y fuera del sitio de coque pues los productos derivados de la producción in situ (p. ej., gas de horno de coque, cisco de coque, etc.) se utilizan a menudo durante la producción del hierro y del acero.

2.1.1. Fabricación primaria y secundaria del acero

La producción del acero puede realizarse en plantas integradas a partir del mineral de hierro, o bien en instalaciones secundarias que producen acero principalmente a partir de chatarra de acero reciclada. Las instalaciones integradas suelen incluir la producción del coque, los altos hornos y los hornos básicos de oxígeno para la fabricación del acero (BOF) o, en algunos casos, los hornos de reverbero (OHF). El acero bruto se produce en un horno básico de oxígeno a partir del arrabio producido por el alto horno y luego se procesa para obtener productos acabados de acero. El arrabio puede procesarse también directamente para obtener productos de hierro. La fabricación secundaria de acero se realiza muy a menudo en hornos de arco eléctrico (EAF, del inglés, *Electric Arc Furnace*). En 2003, los BOF daban cuenta de alrededor de un 63 por ciento de la producción mundial de acero y los EAF de un 33 por ciento, aproximadamente; los AHF daban cuenta del 4 por ciento restante, pero en la actualidad está disminuyendo.

2.1.2. Producción de hierro:

La producción de hierro puede tener lugar en instalaciones integradas o en instalaciones separadas fuera del sitio que usan altos hornos y BOF. Además de la producción de hierro en los altos hornos, el hierro puede producirse a través del proceso de reducción directa. La reducción directa consiste en la reducción del mineral de hierro en hierro metálico en estado sólido, a temperaturas de proceso inferiores a los 1 000 °C.



* Modificado a partir de : «The Sevilla Process: A Driver for Environmental Performance in Industry» (El proceso de Sevilla: Un impulso para el rendimiento ambiental de la industria) , Stuttgart, 6 y 7 de abril de 2000, BREF on the Production of Iron and Steel – conclusion on BAT, Dr. Harald Schoenberger, Regional State Government Office Freiburg, abril de 2000 (Schoenberger, 2000)

Figura 2. Ilustración de los procesos principales de producción integrada de hierro y acero*

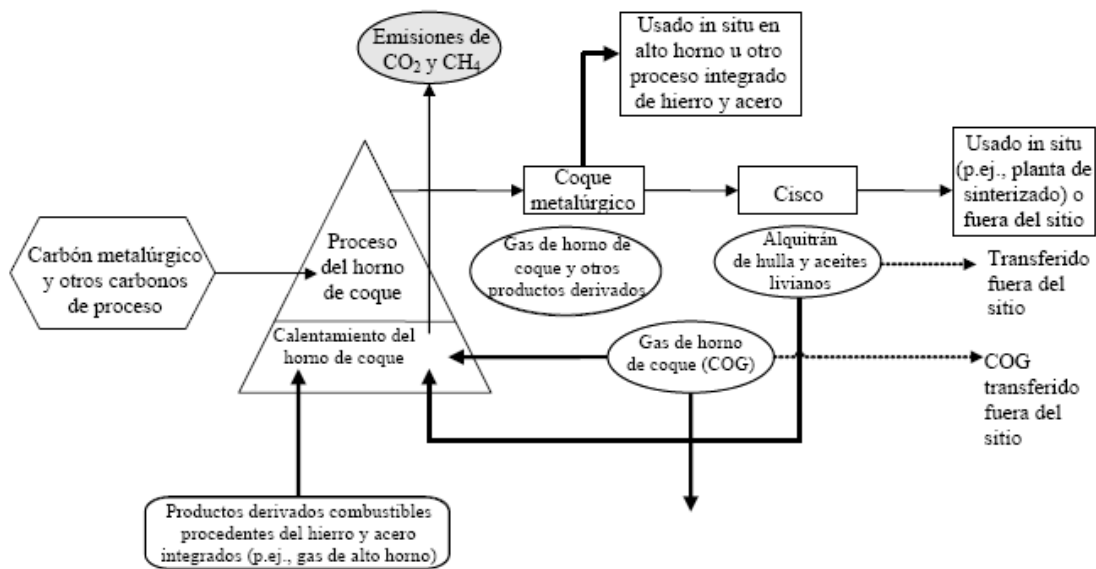
2.1.3. Producción de Coque Metalúrgico:

El coque metalúrgico se utiliza principalmente en los altos hornos para fabricar hierro. Se emplea también en otros procesos metalúrgicos tales como la fabricación de hierro fundido. El coque metalúrgico es el producto sólido obtenido de la carbonización a altas temperaturas del carbón, principalmente el carbón de coque. Su contenido de humedad y de materias volátiles es bajo. Por carbón de coque se designa al carbón bituminoso con una calidad que permita la producción de un coque adecuado para ser aportado a la carga de un alto horno. Su poder calórico bruto es superior a 5 700 kcal/kg. (23 865 kJ/kg.) cuando está libre de cenizas, aunque húmedo. El gas de horno de coque es un producto derivado de la fabricación del coque metalúrgico para la producción del hierro y del acero. En la Figura 3. se ilustra el proceso de producción del coque y las fuentes asociadas de emisiones de CH₄ y CO₂.

Nótese que el gas de horno de coque puede quemarse para calentar los hornos de coque o transferirse internamente en la planta de hierro y acero, así como utilizarse en la producción de sinterizado o en el proceso de producción del hierro. El gas de horno de coque puede transferirse también fuera de la instalación (p. ej., hacia el sistema de distribución de gas natural) y emplearse como fuente de energía. La combustión del coque en los altos hornos durante el proceso de fabricación del hierro y del acero produce gas de alto horno, el cual puede recuperarse después y transferirse desde la forja de hierro y acero hacia la planta local de coque y quemarse para calentar los hornos de coque o utilizarse en la producción de sinterizado. La combustión de gas de alto horno y de gas de horno de coque es la fuente principal de emisiones CO₂ y CH₄ de en la producción del coque.

2.1.4. Producción de Sinterizado

El mineral de hierro y otros materiales que contienen hierro puede aglomerarse en las plantas de sinterización de las plantas integradas de hierro y acero, antes de introducirlo en el alto horno. La alimentación al proceso en las plantas de sinterización puede incluir mineral de hierro fino, aditivos (p. ej., cal, olivina) y materiales reciclados que contienen hierro provenientes de los procesos posteriores de fabricación de hierro y acero (p. ej., polvos provenientes de la limpieza de los altos hornos). El cisco de coque (coque de horno de coque de baja gradación constituido por partículas de un tamaño de <5 mm) es el material de proceso más utilizado en las plantas de sinterización. Puede producirse en los hornos de coque de las plantas integradas de hierro y acero, o bien puede comprarse a productores fuera del sitio. El gas de alto horno o el gas de horno de coque producido internamente durante la producción integrada de hierro y acero pueden utilizarse en las plantas de sinterización. La operación de las plantas de sinterización produce emisiones de dióxido de carbono provenientes de la oxidación del cisco de coque y de otras entradas. Las descargas gaseosas de la producción de sinterizado contienen también metano y otros hidrocarburos. En la Figura 3. se ilustra el proceso de producción del sinterizado.



Nota :

Las líneas en negra se aplican sólo a la producción de coque *in situ* en una planta integrada de hierro y acero. Las líneas punteadas corresponden a las transferencias de materiales hacia «procesos fuera del sitio». Los «procesos fuera del sitio» no incluyen los procesos de producción integrada de hierro y acero que se consideran de la categoría «in situ».

Figura 3 Ilustración del proceso de producción de sinterizado

2.1.5. Producción de Pelets

Los pelets se forman a partir de materias primas que contienen hierro (esto es, mineral fino y aditivos), en un proceso a muy altas temperaturas que los reduce a esferas de 9-16 mm de diámetro. El proceso incluye el molido, el secado, la granulación y el tratamiento térmico de las materias primas. Las plantas de peletización están ubicadas principalmente en las minas de hierro o en los puertos de embarque, pero pueden formar parte de las instalaciones de una planta integrada de hierro y acero. En las plantas de peletización, como combustible puede usarse el gas natural o el carbón; en las plantas situadas dentro de una instalación integrada de hierro y acero, puede usarse el gas de horno de coque. El consumo de energía para el proceso, así como las emisiones asociadas de CO₂, depende, en parte, de la calidad del hierro y de las otras materias primas utilizadas en el proceso. Las emisiones de CO₂ dependen también del contenido de carbono y del poder calórico de los combustibles empleados en el proceso.

2.1.6. Fabricación del Hierro y Función del Coque

La mayor parte del CO₂ emitido por la industria del hierro y del acero está asociado con la producción de hierro y, más específicamente, con el uso del carbono para convertir el mineral de hierro en hierro metálico. En la figura 4. se describe el proceso

de fabricación del hierro y las fuentes asociadas de emisiones. El carbono se suministra al alto horno principalmente bajo la forma de coque producido a partir del carbón coquizable de grado metalúrgico (pero puede darse también bajo la forma de carbón vegetal de leña o de otras formas de carbono). El carbono cumple una doble función en el proceso de fabricación del hierro: primeramente como agente reductor para convertir los óxidos de hierro en hierro, pero también como fuente de energía para proporcionar calor cuando el carbono y el oxígeno reaccionan en forma exotérmica. El gas de alto horno se produce durante la combustión del coque en el alto horno. Típicamente, se recupera y utiliza como combustible, en parte dentro de la planta y en parte en otros procesos de la industria del acero, o bien, en centrales eléctricas equipadas para quemarlo. También, el gas de alto horno puede recuperarse para transferirse desde la forja de hierro y acero hacia la planta interna de coque y quemarse para obtener energía dentro de los hornos de coque. El gas de alto horno puede transferirse igualmente fuera de la instalación y emplearse como fuente de energía, tanto dentro del horno como al quemarlo para calentar el aire inyectado. El gas de horno de oxígeno para aceros se obtiene como producto derivado de la producción del acero en un horno básico de oxígeno (BOF) y se recupera a la salida del horno. Todo el carbono utilizado en los altos hornos debe considerarse fuente de emisiones relacionadas con procesos IPPU.

Además, el hierro puede producirse mediante un proceso de reducción directa. La reducción directa implica la reducción del mineral de hierro en hierro metálico en el estado sólido a temperaturas inferiores a 1 000 °C. El proceso de reducción directa produce un producto sólido denominado hierro reducido directo (DRI, del inglés, *Direct Reduced Iron*). El contenido de carbono del DRI es inferior al 2 por ciento. El DRI se emplea normalmente en reemplazo de la chatarra metálica para la fabricación de acero por la vía del horno de arco eléctrico, pero puede utilizarse también como alimentación al proceso de fabricación de hierro en alto horno. Cuando el DRI debe ser almacenado o transportado, puede también fundirse en forma de ladrillos, y se denomina hierro briquetado en caliente (HBI, del inglés, *Hot Briquetted Iron*). Los compiladores del inventario pueden estimar las emisiones de CO₂ de estos procesos a partir del consumo de energía y del contenido de carbono del combustible (p. ej., gas natural, carbón).

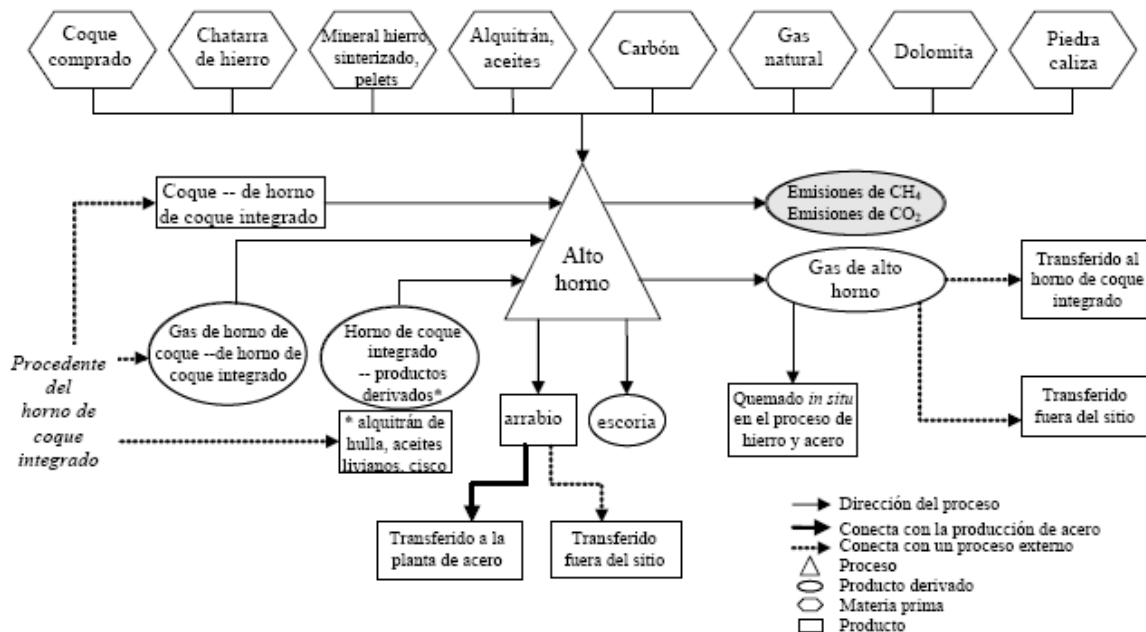


Figura 4. Ilustración del proceso de producción de arrabio

2.1.7. La Fabricación del Acero

La producción de acero en los BOF comienza por la carga del recipiente con un 70–90 por ciento de hierro fundido y un 10–30 por ciento de chatarra de acero. El oxígeno de gran pureza se combina luego con el carbono contenido en el hierro para desatar una reacción exotérmica que funde la carga, al tiempo que el contenido de carbono disminuye. El hierro de alto horno contiene generalmente un 3-4 por ciento de carbono, el cual debe ser reducido a menos de un 1 por ciento, refinado y aleado para producir el grado de acero deseado.

La producción de acero en un EAF se realiza típicamente mediante una carga de 100 por ciento de chatarra de acero reciclado, el cual se funde utilizando la energía eléctrica que se aplica a la carga mediante electrodos de carbono; luego se refina y se alea para producir el grado de acero deseado. Aunque los EAF pueden estar ubicados en las plantas integradas, debido a que dependen fundamentalmente de la chatarra de acero y no de la chatarra de hierro como materia prima, constituyen típicamente operaciones autónomas. Puesto que el proceso en EAF consiste principalmente en la fundición de chatarra y no en la reducción de óxidos, la función del carbono no es tan dominante como en el caso del proceso en alto horno y/o en BOF. En la mayoría de los EAF cargados con chatarra, las emisiones de CO₂ están asociadas principalmente con el consumo de electrodos de carbono. Todo el carbono utilizado en los EAF y en otros procesos de fabricación de acero debe considerarse fuente de emisiones relacionadas con los procesos IPPU. En la figura 5. se describe el proceso de fabricación del acero y las fuentes de emisiones asociadas.

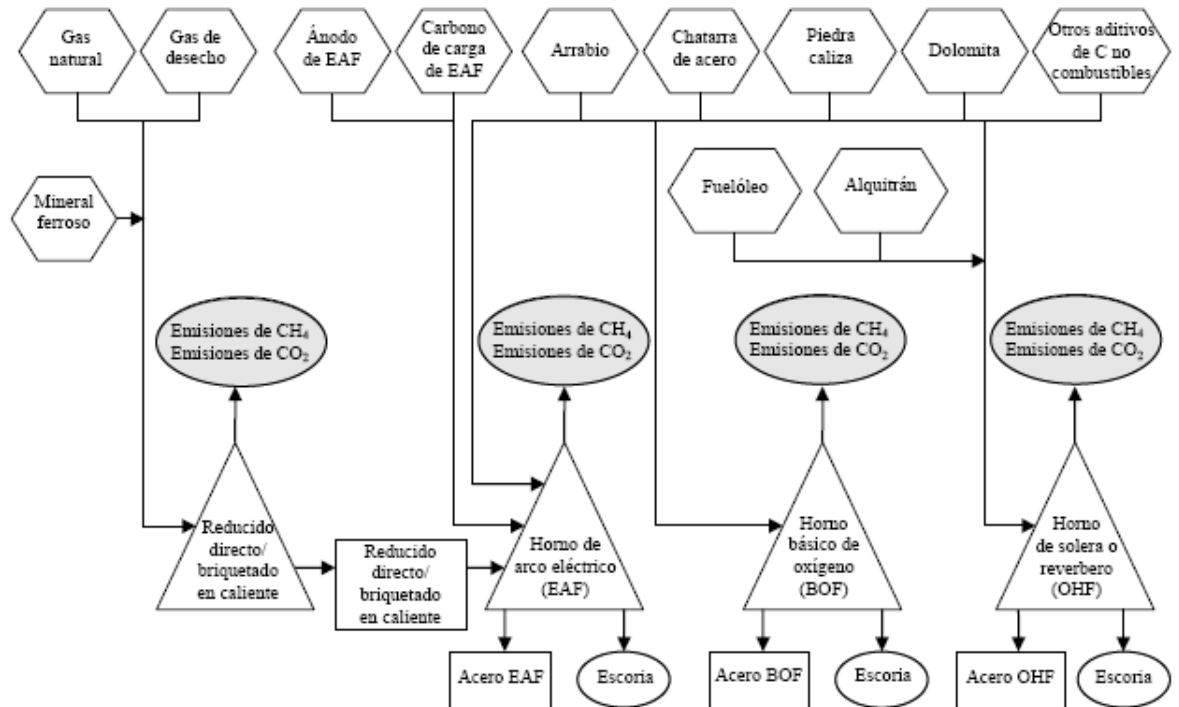


Figura 5. Ilustración del proceso de producción de acero

2.2. EMISIONES Y SUSTANCIAS CONTAMINANTES SIGNIFICATIVAS EN LAS FUNDICIONES FERROSAS

Las sustancias sujetas a reporte se establecieron en el documento “DISEÑO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE REGISTRO DE EMISIONES Y TRANSFERENCIAS DE CONTAMINANTES (RETC) NACIONAL”. Mayo 2011

Según lo indicado en la Tabla N° 2.1: Matriz de Declaración de Emisión de Contaminantes de acuerdo a la Actividad Económica del Declarante, las sustancias que deben ser reportadas en el RETC para el CIU 2731 son las siguientes:

Tabla N° 2.1 Matriz de Declaración de Emisión de Contaminantes de acuerdo a la Actividad Económica del Declarante

Transferencia	Emisiones al medio AGUA	Emisiones al medio AIRE
Aluminio		Compuestos Orgánicos Volátiles

Transferencia	Emisiones al medio AGUA	Emisiones al medio AIRE
<p>Antimonio</p> <p>Arsénico</p> <p>Cadmio</p> <p>Cianuro y sus compuestos</p> <p>Cloro residual</p> <p>Cobre</p> <p>Cromo Total</p> <p>Fluoruros</p> <p>Fósforo (total)</p> <p>Hierro / hierro disuelto</p> <p>Aceites minerales residuales no aptos para el uso al que estaban destinados (Reglamento RRSS)</p> <p>Residuos que presenten por lo menos una de las siguientes características: autocombustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radiactividad o patogenicidad.</p>		<p>Dióxido de azufre (SO₂)</p> <p>Dióxido de carbono (CO₂)</p> <p>Dioxinas y Furanos (Dibenzoparadioxinas policloradas PCDD y Dibenzofuranos policlorados PCDF)</p> <p>Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles</p> <p>Monóxido de carbono (CO)</p> <p>MP10 (Partículas menores a 10 micrómetros)</p> <p>Óxidos de Nitrógeno (NO_x)</p> <p>Óxidos de Azufre (SO_x)</p>

2.3. FUENTES DE EMISIÓN Y LAS TECNOLOGÍAS DE CONTROL FABRICACIÓN DE HIERRO Y LAS FUNDICIONES DE ACERO Y SUS ALIADOS PUEDE IMPLICAR LA MANIPULACIÓN Y UTILIZACIÓN DE NUMEROSAS SUSTANCIAS EN LA LISTA.

Estos incluyen los compuestos orgánicos volátiles (COV) presentes en disolventes y auxiliares de limpieza, compuestos de metales (por ejemplo, los que contienen manganeso, cobre u otros metales de la lista del Inventario Nacional de Contaminantes) y otras sustancias (por ejemplo, amoníaco y ácidos clorhídrico y sulfúrico). Cada proceso puede ser algo diferente, y emiten una serie de diferentes sustancias en la lista de informes.

Tabla 1 - Sustancias comúnmente usadas en fundiciones de hierro y acero

Compuestos Orgánicos de uso general en Fundiciones de Hierro y Acero	Los ácidos inorgánicos Comúnmente Utilizado en Fundiciones de hierro y Acero.	Metales utilizados normalmente en las Fundiciones de hierro y acero
<ul style="list-style-type: none"> • Amoniaco • xilenos (individuales o mixtos isómeros) • metanol • acetona • metil etil cetona • metil isobutil cetona • diclorometano • tricloroetileno • tetracloroetileno 	<ul style="list-style-type: none"> • HF • HCl • H2SO4 	<ul style="list-style-type: none"> • cobre y sus compuestos • cromo y sus compuestos • Manganeso y compuestos • níquel y sus compuestos
QLD Departamento de Medio Ambiente, 1998		

Para el reporte su empresa deberá consultar si su instalación ó planta de manijas, ó de otra forma utiliza cualquiera de las sustancias que figuran por encima del umbral, y por lo tanto, si usted está obligado a informar sobre las emisiones de estas sustancias.

2.3.1 Emisiones a la atmósfera

Las emisiones al aire se pueden clasificar como: Las emisiones fugitivas

Estas son las emisiones que no se liberan a través del venteo ó chimeneas. Ejemplos de las emisiones fugitivas incluyen el polvo de las reservas, la volatilización de vapor de las

cubas, recipientes abiertos, o los derrames y el manejo de materiales. Las emisiones procedentes del techo rejillas de ventilación, persianas y al abrir las puertas de un edificio, así como las fugas de equipo, y las fugas de las válvulas y bridas son también ejemplos de las emisiones fugitivas. Entre las Técnicas de Estimación de Emisiones se encuentra el Factor de emisión como método usual para determinar las pérdidas por emisiones fugitivas.

Fuentes ó Puntos de emisiones

Estas emisiones se han agotado en un orificio de ventilación (excluidos los respiraderos del techo), y se emite a través de un único punto de origen a la atmósfera.

Entre las Tecnologías de control de emisiones de aire, tales como los precipitadores electrostáticos, filtros de tela o baghouses, y depuradores húmedos, son comúnmente instalados para reducir la concentración de sustancias en las corrientes de aire de ventilación antes de la emisión. Cuando estos equipos de reducción de emisiones se han instalado, y donde los factores de emisión de fuentes no controladas se han utilizado en la estimación de emisiones, la eficiencia de recolección del equipo de reducción debe tenerse en cuenta. Orientación sobre la aplicación de eficiencias de recolección a las ecuaciones de factores de emisión se presenta en secciones posteriores.

En cuanto a los controles de emisión para las emisiones de PM10 (partículas con un diámetro aerodinámico equivalente de 10 micras o menor), en ausencia de datos medidos, o el conocimiento de la eficiencia de recolección para una pieza particular del equipo, una eficiencia del 90% se debe utilizar en la ecuación del factor de emisión para calcular las emisiones reales en masa. Este defecto sólo debe utilizarse si no hay otros controles de eficiencia disponibles.

2.3.2 Emisiones al agua

Las emisiones de sustancias al agua puede ser calificado de vertidos a:

- Aguas superficiales (por ejemplo, lagos, ríos, embalses y estuarios);
- Aguas costeras o marinas, y
- De aguas pluviales

Aguas continentales y marinas se discuten por separado debido a que las vías químicas difieren considerablemente.

Debido a los riesgos ambientales significativos que plantea mediante la emisión de sustancias tóxicas al agua, la mayoría de las instalaciones que emiten sustancias que se encuentran en la Matriz de Declaración de Emisión de Contaminantes de acuerdo a la

Actividad Económica del Declarante para seguir de cerca y medir estas emisiones. Estos datos de muestreo existentes pueden utilizarse para calcular las emisiones anuales.

Si no hay datos de monitoreo de aguas residuales existente, las emisiones al agua se puede calcular sobre la base de un balance de masas o el uso de factores de emisión.

La descarga de las sustancias enumeradas a una alcantarilla o dique de colas no requieren que se informe al RETC. Sin embargo, las emisiones de fugas y otros (incluido el polvo) de una instalación de almacenamiento de relaves deberían ser de declaración obligatoria.

2.3.3 Emisiones a la Tierra

Las emisiones de sustancias a la tierra en el sitio incluyen los residuos sólidos, lodos, sedimentos, derrames y fugas, almacenamiento y distribución de líquidos, y las emisiones de estos pueden contener las sustancias enlistadas en el “DISEÑO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE REGISTRO DE EMISIONES Y TRANSFERENCIAS DE CONTAMINANTES (RETC) NACIONAL”. Mayo 2011

3. TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES

Se requiere la estimación de emisiones de las sustancias mencionadas en el reporte del RETC. En general, existen cuatro técnicas de estimación de emisiones que pueden ser usadas para estimar las emisiones de su instalación o planta.

- Muestreo o medición directa
- Balance de masa
- Cálculos de ingeniería
- Factores de emisión

3.1. Medición Directa

Es posible que desee llevar a cabo una medición directa con el fin de reportar al RETC, sobre todo si ya se realizan monitoreos con el fin de cumplir con otros requisitos legales. Por ejemplo, monitoreos realizados con el objetivo de verificar el cumplimiento de ECA,

LMP o VMA o como parte del cumplimiento del Programa de Monitoreo establecido en el instrumento de gestión aprobado por la Autoridad.

El RETC no requiere que usted lleve a cabo muestreos y mediciones adicionales. Para que los datos de muestreo sean adecuados y puedan ser utilizados para los propósitos del RETC, necesitan ser recolectados a lo largo de un período de tiempo, y ser representativos de las operaciones de todo el año. No es suficiente una medición puntual.

3.1.1. Medición en discontinuo

Este tipo de medidas consisten en la determinación puntual e individual de determinados parámetros en un período de tiempo limitado.

El número de medidas requeridas para obtener resultados representativos y comparables dependerá de cada caso. Generalmente se establecen en base a la variabilidad de la emisión y el tiempo de operación a controlar.

Los informes de monitoreo a menudo proporcionan datos en términos de partes por millón (ppm) o gramos por metro cúbico (g/m³). Las emisiones anuales para el informe al RETC pueden ser calculadas a partir de estos datos. Los monitoreos deben realizarse representativamente bajo condiciones normales de operación.

Para la obtención de algunos permisos ambientales, en algunos casos se requiere que la muestra sea tomada en condiciones extremas donde pudieran generarse mayor nivel de emisión, donde las emisiones son probablemente más altas que cuando se opere bajo condiciones normales.

Ejemplo de cálculo

3.1.2. Medición en continuo

Un sistema continuo de monitoreo de emisiones provee informes continuos de emisiones en el tiempo, usualmente por reporte de la concentración de la contaminación.

Una vez que la concentración de contaminantes es conocida, las tasas de emisión se obtienen multiplicando la concentración de contaminantes por el volumen de gas o el caudal de los líquidos.

En el sector de pesca extractiva y procesamiento de pescado no es una práctica habitual la medición en continuo de emisiones de sustancias contaminantes. Lo más corriente es la medición en discontinuo, de forma periódica. Este tipo de medidas puede llevarse a cabo bien in situ, mediante equipos instalados permanentemente en los focos de emisión, bien a partir de equipos de medida móviles.

Tanto en un caso como en el otro, ambos sistemas continuo o discontinuo requieren cuidadosos mantenimientos y una calibración periódica de los equipos.

3.2 Balance de Masa

Un balance de masa identifica la cantidad de sustancias que entra y sale de una planta, proceso o pieza de equipo. Las emisiones pueden ser calculadas como la diferencia entre las entradas y salidas de cada sustancia listada. La acumulación o depleción de la sustancias dentro del equipo debe ser considerado dentro de su cálculo.

3.2.1. Balance simple

Aplicado para la estimación de SO₂ en instalaciones de combustión cuando se conoce la cantidad de azufre y de los coeficientes de retención en cenizas.

3.2.2. Balance completo

Determinación de todos los flujos de entradas y salidas de los distintos elementos químicos aunque es extremadamente complejo y por ello de aplicación prácticamente inusual.

3.3 Cálculos de Ingeniería

Un cálculo de ingeniería es un método de estimación basado en propiedades físicas/químicas (por ejemplo: presión de vapor) de las sustancias y su relación matemáticas (por ejemplo; ecuación ideal de los gases).

3.4 Factores de Emisión

Un factor de emisión es una herramienta que puede ser usada para estimar las emisiones al ambiente.

En general, los factores de emisión vienen caracterizados por un conjunto de argumentos (p. ej., en el caso de una caldera de combustión, por su potencia térmica, la técnica de alimentación del combustible, las características del combustible, etc.).

Los factores de emisión utilizados para estimar las emisiones de las instalaciones o plantas, se calculan por la ecuación general:

Ecuación 1:

$$E_{kpy,i} = [A * HO] * EF * [1 - (CE_i/100)]$$

donde :

$E_{kpy,i}$ = ratio de emisión del contaminante i (kg/año)

A = ratio de actividad (t/hr)

HO= Horas de operación (hr/año)

EF = factor de emisión no controlada del contaminante i (kg/t)

CE_i = eficiencia del mecanismo de control del contaminante i (%).

Los factores de emisión desarrollados para procesos específicos pueden algunas veces ser utilizados para estimar emisiones en otros sitios. Se requiere revisar los factores de emisión asociados al proceso y recomendados para el sector.

A continuación se detalla una relación de páginas Web sobre las principales referencias para los factores de emisión:

- Agencia Europea de Medio Ambiente y Centro Temático Europeo sobre Aire y Cambio Climático: Libro Guía EMEP/CORINAIR.
<http://reports.eea.europa.eu/EMEPCORINAIR4/en/page002.html>

- Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (Guías IPCC para la elaboración de los Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero). <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp>
- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. Compilación de Factores de Emisión de Contaminantes Atmosféricos, Serie AP-42, 5ª edición, <http://www.epa.gov/ttn/chief/>
- Oficina Europea del IPCC (Instituto de Estudios de Prospectiva Tecnológica). <http://eippcb.irc.es>
- PNUMA Productos Químicos. Instrumental Normalizado para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas y Furanos. 2da. Edición. http://www.pops.int/documents/guidance/toolkit/sp/Toolkit_2005es.pdf

4. ESTIMACIÓN DE EMISIONES POR FACTORES DE EMISIÓN:

4.1. Evaluación del factor de emisión

Cada factor de emisión tiene una calificación de factores de emisión asociados (EFR). Este sistema de calificación es común a las técnicas de estimación de emisiones para todas las industrias y sectores y, por tanto, a todos los Manuales de la industria. Se basan en sistemas de clasificación desarrollados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), y por la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA). En consecuencia, la valoración no puede ser directamente relevante para la industria Peruana.

Las fuentes de todos los factores de emisión citados se pueden encontrar en la Sección 7.0 de este documento. Las calificaciones del factor de emisión no formarán parte de la base de datos pública del inventario nacional de contaminantes. Al utilizar los factores de emisión, debe ser consciente del código EFR asociados y lo que la calificación implica. Una A o clase B indica un mayor grado de certeza que una D o E.

La menor certeza, es más probable que un determinado factor de emisión para una fuente determinada o categoría no es representativo para el tipo de fuente. Estas calificaciones no obstante, el criterio principal que afecta la incertidumbre de un factor de emisión se mantiene el grado de similitud entre el equipo / proceso seleccionado en la aplicación del factor, y el objetivo equipos / procesos fueron derivados para tal factor.

El sistema EFR es la siguiente:

A – Excelente

B- superior a la media

C-Promedio

D - debajo de la media

E- Pobre

U- Sin valorar

Estimación de las emisiones de sus instalaciones sobre la base de factores de emisión única, y sin tener en cuenta las medidas de control, puede haber una incertidumbre tan alta como 100%. Otras técnicas de estimación de emisiones, como los cálculos de la liberación sobre la base de balance de masa de consumo de disolventes y sin tener en cuenta las medidas de control, puede haber una incertidumbre de 50%. Una técnica de estimación de emisiones basado en una auditoría o la medición directa, y teniendo en cuenta las medidas de control, puede haber una incertidumbre de 20%.

4.2. Factores de emisión empleados por la EPA

Las siguientes tablas contienen los factores de emisión que pueden ayudar a calcular las emisiones de los diversos procesos a través de su instalación.

Tabla 2 - Factores generales de emisión para fundiciones de hierro y fabricación de acero

Descripción del Proceso	Proceso Originario	Factor de Emisión	Evaluación del factor de Emisión
Desde las fuentes ó desde los puntos de origen			
Materiales que quedan en envases	Materiales desechados, bolsas y envases	1% de los contenidos de los envases (10kg/tonne)	E
Equipo de limpieza	compuestos orgánicos volátiles, metales y otras sustancias listadas	1% de los contenidos de los envases/limpieza (10kg/tonne) 1	E
Derrames	Derrames accidentales	volumen de descarga total de derrame menos recuperados	C
Desechos solventes	Equipos de limpieza de desechos de disolventes con disolvente	1% de los buques contenido por limpia (10kg/tonne) 1	
Wastewater sludge Lodos de aguas residuales contaminadas	Contaminated sludges removed from waste water lodos contaminados retirados de las aguas residuales		
Fuentes de Emisiones Fugitivas			
Bridas	Solvente con presión de vapor >5mm Hg 37°C	0.00082 kg/hr 1	C
válvulas	Solvente con presión de vapor >5mm Hg 37°C	0.0073 kg/hr 1	C
Bombas selladas	Solvente con presión de vapor >5mm Hg 37°C	0.050 kg/hr 1	C
Ejemplo de conexión	Solvente con presión de vapor >5mm Hg 37°C	0.015 kg/hr 1	C

Tabla 3 - Partículas en suspensión (PM10) Factores de emisión para el hierro y hornos de fundición de acero

Tipo de Horno	Dispositivo de Control	Factor de Emisión PM10 ¹ (kg/tonne)a	Evaluación del Factor de Emisión
Cúpula	Sin control	6.9	E
	Scrubberb	1.6	C
	Venturi Scrubber	1.5	C
	Precipitador electrostático	0.7	E
	Baghouse	0.3	E
	Single Wet Cap	4.0	E
	Pinzamiento del depurador	2.5	E
	Lavador de gases de alta energía	0.4	E
	Horno de arco voltaico	Baghouse	6.3
Sin control		0.2	C
Horno eléctrico de inducción	Baghouse	0.5	E
	Sin control	0.1	E
Reverbero	Baghouse	1.1	E
	Sin control	0.1	E

1 AP-42 USEPA Sección 12.10 (1996).

a. expresada en unidades como kilogramos de la sustancia emitida por tonelada de hierro producido.

b. Incluye los promedios de otros depuradores húmedos y las tapas no se ya se ha mencionado.

Tabla 4 - Factores de emisión para hornos de fundición de hierro y acero

Tipo de Horno	Sustancias Emitidas	Factor de emisión ¹ (kg/tonne)a	Clasificación de Factor de emisión	
Cupola				
	Sin control	CO	73	E
		SO ₂	0.6Sb	E
		NO _x	-	N/A
		VOCs	-	N/A
		Lead	0.05-0.06	B
High Energy	CO	73	E	

Scrubber			
	SO2	0.3Sb	E
	NOx	-	N/A
	VOCs	-	N/A
	Lead	-	N/A
Horno de Arco Eléctrico	CO	0.5-19	E
	SO2	Neg	E
	NOx	0.02-0.3	E
	VOCs	0.03-0.15	E
	Lead	-	N/A
Horno de inducción eléctrico	CO	Neg	E
	SO2	Neg	E
	NOx	-	N/A
	VOCs	-	N/A
	Lead	0.005-0.05	E
Reverbero	CO	-	N/A
	SO2	-	N/A
	NOx	-	N/A
	VOCs	-	N/A
	Lead	0.006-0.07	E

1 USEPA AP-42 Sección 12.10 (1996)

a. Unidades expresadas en kilogramos de la sustancia emitida por tonelada de hierro producido.

N / A = No es aplicable

Sb =% de azufre en el carbón (contenido medio de azufre del carbón de Australia es de 0,5%) y asume el 100% del azufre convierte en SO2

Table 5 – Factores de Emisión de Solventes

Solventes usados	Uso en la industria	Factores de emisión ¹ (kg/kg de solvente usado)	Calificación del Factor de Emisión Factor Rating
Diclorometano	vapor desengrasante Limpiadores Fríos		
		Incontrolada	0.930
Controlado		0.890	E
Tetracloroetileno	vapor desengrasante Fría Limpiadores		
		Incontrolada	0.890
Controlado		0.850	E

Tricloroetileno	vapor desengrasante Fría Limpiadores		
Incontrolada		0.910	E
Controlado		0.870	E

1 USEPA EPA- EPA 560/4-90-012. (1990)

Unidades de factor son kg de disolvente emitido por kilogramo de disolvente utilizado.

Tabla 6 - Factores de emisión para la fundición de Operaciones auxiliares

		Emisión de PM10	Emisión
Procesos	Control de los dispositivos	Factor 1 (kg/tonelada) a un índice del factor	Factor Rating
Manipulación de chatarra y carga, calefacción controlada	Sin control	0.3	E
Tratamiento de magnesio	Sin control	0.9	E
Refinación	Sin control	2.0	E
Colado y enfriamiento	Sin control	2.1	E
Conmoción Shakeout	Sin control	1.6	E
Limpieza y acabado	Sin control	8.5	E
Tratamiento de las arenas (en kg / tonelada de arena manejado)	Sin Control	1.8	E
	Scrubber	0.023	D
	Baghouse	0.1	E
Toma de la base, el bicarbonato Core making, baking	Sin control	0.6	E

1 USEPA AP-42 Section 12.10 (1996).

a Units expressed as kg of PM10 emitted /tonne of iron produced.

4.3. FACTORES DE EMISIÓN APLICADOS POR EL IPCC

Se incorpora de manera específica la metodología de estimación de emisiones para Gases de Efecto Invernadero; aplicando la metodología del Panel Intergubernamental de Cambio Climático tanto para emisiones de CO2 como de CH4:

4.3.1. METODOLOGÍA PARA ESTIMAR LAS EMISIONES DE CO2

a. Método de Nivel 1 – factores de emisión basados en la producción

El método de Nivel 1 para las emisiones de la producción de hierro y acero consiste en multiplicar los factores de emisión por defecto por los datos sobre la producción nacional, como se muestra en la Ecuación 4.4. Debido a las amplias variaciones en las emisiones por unidad de producción de acero, que dependen del método de producción, es una *buena práctica* determinar la fracción de acero que se produce en los diferentes procesos de fabricación, calcular las emisiones para cada proceso y sumar luego las estimaciones. En la Ecuación 4.4 se considera la producción de acero a partir de hornos básicos de oxígeno (BOF), hornos de arco eléctrico (EAF) y hornos de solera (OHF, del inglés, en *Open Hearth Furnaces*). Para el caso de que no se disponga de datos de la actividad sobre la producción de acero para cada proceso, en el Cuadro 4.1 de la Sección 4.2.2.3 se proporciona la parte del total nacional de la producción de acero que se atribuye por defecto a cada uno de estos tres procesos de fabricación.

La Ecuación 4.5 permite calcular las emisiones de la producción de arrabio que no se convierte en acero. Es preferible estimar las emisiones de esta producción por separado, pues los factores de emisión para la producción integrada de hierro y acero (procesos BOF y OHF) toman en cuenta las emisiones de ambas etapas.

La Ecuación 4.6 permite calcular las emisiones de CO2 de la producción de hierro reducido directo (DRI) para el método de Nivel 1, utilizando un factor de emisión de CO2.

Es también una *buena práctica* estimar separadamente, mediante las Ecuaciones 4.7 y 4.8, las emisiones de la producción de sinterizado y de la producción nacional de pelets. Las Ecuaciones 4.7 y 4.8 deben usarse si el compilador del inventario no posee información detallada sobre los materiales de proceso utilizados. Si se conocen dichos materiales, las emisiones deben calcularse mediante el método de Nivel 2.

El total de las emisiones corresponde a la suma de los resultados de las Ecuaciones 4.4 a 4.8.

ECUACIÓN 4.4 EMISIONES DE CO2 PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE HIERRO Y ACERO (NIVEL 1)

Hierro y acero:

$$E_{\text{CO}_2, \text{ no-energía}} = \text{BOF} * EF_{\text{BOF}} + \text{EAF} * EF_{\text{EAF}} + \text{OHF} * EF_{\text{OHF}}$$

ECUACIÓN 4.5 EMISIONES DE CO2 PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE ARRABIO NO PROCESADO EN ACERO (NIVEL 1)

Producción de arrabio: $E_{\text{CO}_2, \text{ no-energía}} = \text{IP} * EF_{\text{IP}}$

ECUACIÓN 4.6 EMISIONES DE CO2 PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE HIERRO REDUCIDO DIRECTO (NIVEL 1)

Hierro reducido directo: $E_{CO_2, \text{ no-energía}} = DRI * EF_{DRI}$

ECUACIÓN 4.7 EMISIONES DE CO2 PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE SINTERIZADO (NIVEL 1)

Producción de sinterizado: $E_{CO_2, \text{ no-energía}} = SI * EF_{SI}$

ECUACIÓN 4.8 EMISIONES DE CO2 PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE PELETS (NIVEL 1)

Producción de pelets: $E_{CO_2, \text{ no-energía}} = P * EF_P$

$E_{CO_2, \text{ no-energía}}$ = emisiones de CO2 a ser declaradas en el Sector IPPU, toneladas

BOF= cantidad de acero crudo producido en BOF, toneladas

EAF= cantidad de acero crudo producido en EAF, toneladas

OHF= cantidad de acero crudo producido en OHF, toneladas

IP = cantidad de producción de arrabio no convertido en acero, toneladas

DRI = cantidad de hierro reducido directo producido nacionalmente, toneladas

SI = cantidad de sinterizado producido nacionalmente, toneladas

P = cantidad de pelets producido nacionalmente, toneladas

EFx= factor de emisión, toneladas de CO2/tonelada de x producido

b. Método de Nivel 2

El método de Nivel 2 es el apropiado si el compilador del inventario tiene acceso a los datos nacionales sobre el uso de los materiales de proceso para la producción del hierro y del acero, la producción de sinterizado, la producción de pelets y la producción de hierro reducido directo. Además, como se analiza en la Sección 4.2.2.5, hay un cierto número de otras entradas y salidas de los procesos que pueden considerarse en el Nivel 2. Estos datos pueden obtenerse de los organismos gubernamentales responsables de la elaboración de las estadísticas sobre fabricación y sobre energía, de las asociaciones comerciales e industriales o de las compañías de hierro y acero individuales. Con el Nivel 2 se obtiene una estimación más exacta que con el Nivel 1, pues se toma en cuenta la cantidad real de entradas que contribuyen a las emisiones de CO2.

Al calcular las emisiones de la producción de pelets, puede utilizarse el consumo de energía, el poder calórico y el contenido de carbono del combustible, de manera análoga al caso de las otras metodologías.

ECUACIÓN 4.9 EMISIONES DE CO2 PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE HIERRO Y ACERO (NIVEL 2)

$$E_{CO_2, \text{ no-energía}} = [PC * C_{PC} + \sum A_a (COB_a + C_a) + CI * C_{CI} + L * C_L + D * C_D + CE * C_{CE} + \sum A_b (O_b * C_b) + COG * C_{COG} - S * C_S - IP * C_{IP} - BG * C_{BG}] * 44/12$$

ECUACIÓN 4.10 EMISIONES DE CO2 PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE SINTERIZADO (NIVEL 2)

$$E_{CO_2, \text{ no-energía}} = [C_{BR} * C_{C_{BR}} + COG * C_{COG} + BG * C_{BG} + \sum A_a (PM_a * C_a) - SOG * C_{SOG}] * 44/12$$

Donde, para la producción de hierro y acero:

ECO₂, no-energía = emisiones de CO₂ a ser declaradas en el Sector IPPU, toneladas

PC = cantidad de coque consumido en la producción de hierro y acero (excluida la producción de sinterizado), toneladas

COB_a = cantidad de producto derivado *a* de horno de coque local consumido en alto horno, toneladas

CI = cantidad de carbón inyectado directamente al alto horno, toneladas

L = cantidad de piedra caliza consumida en la producción de hierro y acero, toneladas

D = cantidad de dolomita consumida en la producción de hierro y acero, toneladas

CE = cantidad de electrodos de carbono consumidos en los EAF, toneladas

O_b = cantidad de otro carbonáceo y material de proceso *b*, consumidos en la producción de hierro y acero, tales como sinterizado o plásticos de desecho, toneladas

COG = cantidad de gas de horno de coque transferido fuera de la instalación, m³ (u otras unidades como toneladas o GJ. La conversión de la unidad debe ser coherente con el Volumen 2: Energía)

S = cantidad de acero producido, toneladas

IP = cantidad de producción de hierro no convertido en acero, toneladas

BG = cantidad de gas de alto horno transferido fuera de la instalación, m³ (u otras unidades como toneladas o GJ. La conversión de la unidad debe ser coherente con el Volumen 2: Energía)

C_x = contenido de carbono del material de entrada o salida *x*, toneladas de C/(unidad para el material *x*) [p. ej., toneladas de C/tonelada]

Donde, para la producción de sinterizado:

ECO₂, no-energía = emisiones de CO₂ a ser declaradas en el Sector IPPU, toneladas

C_{BR} = cantidad de cisco de coque comprada o producida localmente, utilizada para la producción de sinterizado, toneladas

COG = cantidad de gas de horno de coque consumido en los altos hornos para la producción de sinterizado, m³ (u otras unidades como toneladas o GJ. La conversión de la unidad debe ser coherente con el Volumen 2: Energía)

BG = cantidad de gas de alto horno consumido para la producción de sinterizado, m³ (u otras unidades como toneladas o GJ. La conversión de la unidad debe ser coherente con el Volumen 2: Energía)

P_{Ma} = cantidad de otro material de proceso *a*, diferente de los enumerados como elementos separados, tales como el gas natural y el fuelóleo, consumido para la producción local de coque y de sinterizado en instalaciones integradas de producción de coque, hierro y acero, toneladas

SOG = cantidad de descargas gaseosas del sinterizado transferidas fuera de la instalación, ya sea hacia instalaciones de producción de hierro y acero u otras instalaciones, m³ (u otras unidades como toneladas o GJ. La conversión de la unidad debe ser coherente con el Volumen 2: Energía)

C_x = contenido de carbono del material de entrada o salida *x*, toneladas de C/(unidad para el material *x*) [p. ej., toneladas de C/tonelada]

La Ecuación 4.11 permite calcular las emisiones de CO₂ de la producción de hierro reducido directo para el método de Nivel 2 basado en el consumo de combustible y en el contenido de carbono del combustible. Las emisiones de la producción de DRI se derivan a partir de la quema de combustibles, cisco de coque, coque metalúrgico u otros materiales carbonáceos y deben declararse como emisiones del Sector IPPU.

ECUACIÓN 4.11 EMISIONES DE CO₂ PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE HIERRO REDUCIDO DIRECTO (NIVEL 2)

$$E_{\text{CO}_2, \text{ no-energía}} = (\text{DRI}_{\text{NG}} * C_{\text{NG}} + \text{DRI}_{\text{BZ}} * C_{\text{BZ}} + \text{DRI}_{\text{CK}} * C_{\text{CK}}) * 44/12$$

Donde:

E_{CO₂, no-energía} = emisiones de CO₂ a ser declaradas en el Sector IPPU, toneladas

DR_{ING} = cantidad de gas natural utilizado en la producción de hierro reducido directo, GJ

DR_{IBZ} = cantidad de cisco de coque utilizada en la producción de hierro reducido directo, GJ

DR_{ICK} = cantidad de coque metalúrgico utilizado en la producción de hierro reducido directo, GJ

C_{NG} = contenido de carbono del gas natural, tonelada de C/GJ

C_{BZ} = contenido de carbono del cisco de coque, tonelada de C/GJ

C_{CK} = contenido de carbono del coque metalúrgico, tonelada de C/GJ

c. Método de Nivel 3

A diferencia del método de Nivel 2, en el de Nivel 3 se emplean datos específicos de la planta. El método de Nivel 3 proporciona estimaciones aún más exactas de las emisiones que el método de Nivel 2, pues las plantas pueden diferir sustancialmente en cuanto a la tecnología y a las condiciones de los procesos. Si se dispone de datos sobre emisiones de CO₂ medidas efectivamente en las instalaciones de fabricación de hierro y acero, éstos pueden agregarse para dar cuenta de las emisiones nacionales de CO₂. Si no se dispone de datos sobre las emisiones de CO₂ específicas

de las instalaciones, las emisiones de CO₂ pueden calcularse a partir de los datos de la actividad específicos de las plantas sobre los agentes reductores individuales, los gases de escape y otros materiales de proceso y productos. El total de las emisiones nacionales corresponde a la suma de las emisiones declaradas por cada instalación. En las Ecuaciones 4.9 hasta 4.11 se describen los parámetros necesarios para dar cuenta de las emisiones específicas de las plantas, al emplear el método de Nivel 3, y de los datos de actividad específicos de la planta al nivel de la instalación. Para el método de Nivel 3 se requieren los contenidos de carbono específicos de la planta correspondientes a cada material.

4.3.2. METODOLOGÍA PARA EL CH₄

Cuando en el horno de producción de sinterizado o de hierro se calientan materiales que contienen carbono, se liberan compuestos volátiles, incluido el metano. En los hornos abiertos o parcialmente cubiertos, la mayoría de los compuestos volátiles se quema por encima de la carga, en la campana extractora y en los conductos de evacuación de las descargas gaseosas, produciendo CO₂, pero algunos permanecen sin reaccionar, como el CH₄ y los compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM). Las cantidades dependen de la operación del horno. La carga por pulverización reduce las cantidades de CH₄, en comparación con la carga por lotes. El aumento de la temperatura en la campana de extracción (con menos aire parásito) reduce aún más el contenido de CH₄.

En esta sección se describe un método por defecto de Nivel 1 y un método de Nivel 3 más avanzado, al nivel de la instalación, para el CH₄ proveniente de la producción de sinterizado o de la producción de hierro; ambos son similares a los métodos descritos para estimar las emisiones de CO₂. No existe un método de Nivel 2. El CH₄ puede ser emitido también en el proceso de fabricación del acero, pero se supone que estas emisiones son insignificantes. Por esto, aquí no se discuten las emisiones de CH₄ de los procesos de fabricación de acero.

La metodología de Nivel 1 para el CH₄ se basa en factores de emisión y en las estadísticas nacionales de producción.

ECUACIÓN 4.12 EMISIONES DE CH₄ PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE SINTERIZADO (NIVEL 1)

Producción de sinterizado: $E_{\text{CH}_4, \text{no-energía}} = S_i * EF_{S_i}$

ECUACIÓN 4.13 EMISIONES DE CH₄ PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE ARRABIO EN LOS ALTOS HORNOS (NIVEL 1)

Producción de arrabio: $E_{\text{CH}_4, \text{ no-energía}} = \text{PI} * \text{EF}_{\text{PI}}$

ECUACIÓN 4.14 EMISIONES DE CH4 PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE HIERRO REDUCIDO DIRECTO (NIVEL 1)

Producción de hierro reducido directo: $E_{\text{CH}_4, \text{ no-energía}} = \text{DRI} * \text{EF}_{\text{DRI}}$

Donde:

$E_{\text{CH}_4, \text{ no-energía}}$ = emisiones de CH4 a ser declaradas en el Sector IPPU, kg.

SI = cantidad de sinterizado producido nacionalmente, toneladas

PI = cantidad de hierro producido nacionalmente, incluido el hierro convertido en acero y no convertido en acero, toneladas

DRI = cantidad de hierro reducido directo producido nacionalmente, toneladas

EF_x = factor de emisión, kg. de CH4/tonelada de x producido

En el método de Nivel 3 se utilizan datos sobre las emisiones específicas de la planta. Si se dispone de datos sobre emisiones de CH4 medidas efectivamente para la producción de coque, pueden agregarse para dar cuenta de las emisiones nacionales de CH4. El total de las emisiones nacionales corresponde a la suma de las emisiones declaradas por cada instalación.

4.3.2. ELECCIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN

a. MÉTODO DE NIVEL 1

Factores de emisión para el dióxido de carbono

En el Cuadro 4.1 se proporcionan factores de emisión por defecto para la producción de coque, sinterizado, pelets, hierro y acero. Los factores de emisión para los tres métodos de fabricación de acero están basados en un dictamen de expertos inspirado en las prácticas típicas para las diferentes posibilidades de producción de acero enumeradas. Los factores de emisión por defecto dan cuenta de todas las entradas de carbono al alto horno. Se supone, basándose en el Documento de referencia relacionado con la producción de hierro y acero de la Oficina europea de Prevención y control integrado de la contaminación (European IPPC Bureau, 2001) (designado en esta sección como «Documento IPPC I&S BAT») que la mayor parte de la entrada de carbono al alto horno proviene del coque (60-90 por ciento).

El factor de emisión por defecto para el CO2 proveniente de la producción de coque se ha derivado promediando los datos específicos de planta sobre emisiones de CO2 declarados en el Documento IPPC I&S BAT para 11 plantas europeas de producción de coque. En el Documento IPPC I&S BAT, Cuadro 6.2, las emisiones de CO2 están

declaradas en unidades de kilogramos de CO₂ por tonelada de acero líquido producido. Las emisiones de CO₂ varían en un intervalo de 175 a 200 kg. de CO₂ por tonelada de acero líquido. Los factores de conversión proporcionados en el Cuadro 6.2 del Documento del IPPC son de 940 kg. de arrabio por tonelada de acero líquido y de 358 kg. de coque por tonelada de arrabio. Basándose en estos factores de conversión, el promedio de las emisiones de CO₂ de las 11 plantas europeas de coque, es de 0,56 toneladas de CO₂ por tonelada de coque producido.

El factor de emisión para el CO₂ proveniente de las plantas de sinterizado se ha derivado promediando los datos específicos de planta sobre emisiones de CO₂ declarados en el Documento IPPC I&S BAT para cuatro plantas europeas de sinterizado. En el Documento IPPC I&S BAT, Cuadro 4,1, las emisiones de CO₂ están declaradas en unidades de kilogramos de CO₂ por tonelada de acero líquido producido. Las emisiones de CO₂ varían en un intervalo de 205 a 240 kg. de CO₂ por tonelada de acero líquido. Los factores de conversión proporcionados en el Cuadro 4.1 del Documento IPPC I&S BAT son de 940 kg. de arrabio por tonelada de acero líquido y de 1160 kg. de sinterizado por tonelada de arrabio. Basándose en estos factores de conversión, el promedio de las emisiones de CO₂ de las cuatro plantas europeas de sinterizado es de 0,2 kg. de CO₂ por kilogramo de sinterizado producido.

El factor de emisión para el CO₂ proveniente de la fabricación de hierro en alto horno se ha derivado promediando los datos específicos de planta sobre las emisiones de CO₂ declarados en el Documento IPPC I&S BAT para las plantas europeas de producción de sinterizado. En los Cuadros 7.2 y 7.3 del Documento IPPC I&S BAT, los contenidos de CO₂ y de CO del gas de alto horno producido por el proceso de fabricación del hierro, están declarados en unidades de kilogramos de CO₂ por tonelada de arrabio producido y de kilogramos de CO por tonelada de arrabio producido. El contenido de CO₂ varía en un intervalo de 400 a 900 kg. de CO₂ por tonelada de arrabio producido y el contenido de CO varía en un intervalo de 300 a 700 kg. de CO por tonelada de arrabio producido. Basándose en la hipótesis de que todo el gas de alto horno se quema para recuperar energía (y produce CO₂) dentro de la forja integrada de hierro y acero, y de que no se transfiere gas de alto horno fuera de la instalación, se obtiene un factor de emisión de 1,35 kg. de CO₂ por kilogramo de arrabio producido.

CUADRO 4.1 FACTORES POR DEFECTO DE EMISIÓN DE CO₂ DE NIVEL 1 PARA LA PRODUCCIÓN DE COQUE Y DE HIERRO Y ACERO

CUADRO 4.1 FACTORES POR DEFECTO DE EMISIÓN DE CO₂ DE NIVEL 1 PARA LA PRODUCCIÓN DE COQUE Y DE HIERRO Y ACERO		
Proceso	Factor de emisión	Fuente

Producción de sinterizado (tonelada de CO ₂ por tonelada de sinterizado producido)	0,20	Producción de sinterizado: European IPPC Bureau (2001), <i>Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel</i> , diciembre de 2001, Cuadro 4.1, Página 29. http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm
Horno de coque (tonelada de CO ₂ por tonelada de coque producido)	0,56	Producción de coque: European IPPC Bureau (2001), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel , diciembre de 2001, Cuadro 6.2, Página 122. http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm
Producción de hierro (tonelada de CO ₂ por tonelada de arrabio producido)	1,35	Producción de hierro: European IPPC Bureau (2001), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel , diciembre de 2001, Cuadro 7.2, Página 7.3. http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm
Producción de hierro reducido directo (tonelada de CO ₂ por tonelada de DRI producido)	0,70	Producción de hierro reducido directo: European IPPC Bureau (2001), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel , diciembre de 2001, Cuadro 10.1, Página 322 y Cuadro 10.4, Página 331. http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm
Producción de pelets (tonelada de CO ₂ por tonelada de pelets producido)	0,03	Producción de pelets: European IPPC Bureau (2001), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel , diciembre de 2001, Cuadro 5.1, Página 95. http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm

Método de fabricación de acero		
Horno básico de oxígeno (BOF) (tonelada de CO ₂ por tonelada de acero producido)	1,46	Producción de acero: Consenso de expertos y IISI Environmental Performance Indicators 2003 STEEL (International Iron and Steel Institute, 2004)
Horno de arco eléctrico (EAF) (tonelada de CO ₂ por tonelada de acero producido) **	0,08	Producción de acero: Consenso de expertos y IISI Environmental Performance Indicators 2003 STEEL (International Iron and Steel Institute, 2004)
Horno de solera (OHF) (tonelada de CO ₂ por tonelada de acero producido)	1,72	Producción de acero: Consenso de expertos y IISI Environmental Performance Indicators 2003 STEEL (International Iron and Steel Institute, 2004)
Factor promedio global (65% BOF, 30% EAF, 5% OHF) (tonelada de CO ₂ por tonelada de acero producido)	1,06	Producción de acero: Consenso de expertos y IISI Environmental Performance Indicators 2003 STEEL (International Iron and Steel Institute, 2004)
<p>Factor basado en datos internacionales de 2003, en los que los BOF daban cuenta de aproximadamente un 63 por ciento de la producción de acero al nivel mundial y los EAF de un 33 por ciento; los AHF daban cuenta del 4 por ciento restante, pero en la actualidad éste está disminuyendo.</p> <p>** El factor de emisión para la fabricación de acero en EAF no incluye las emisiones de la producción de hierro. Los factores de emisión para la fabricación de acero en BOF y OHF sí incluyen las emisiones de la producción de hierro en altos hornos.</p> <p>Nótese que en este cuadro, el factor de emisión de CO₂ para la fabricación de acero en EAF se basa en la producción de acero a partir de chatarra metálica y, por lo tanto, el factor de emisión EAF no da cuenta de ninguna emisión de CO₂ proveniente de la fabricación de hierro en alto horno. Por esto, el factor de emisión de CO₂ de Nivel 1 para los EAF indicado aquí, no es aplicable a los EAF que usan arrabio como materia prima.</p>		

El factor de emisión para la producción de pelets está basado en el Documento IPPC I&S BAT, el cual proporciona un intervalo para el factor de emisión que va de 15,6 a 31,8 kg. de CO₂ por tonelada de producto. Sin embargo, el factor de emisión de CO₂ para un proceso específico depende de las características de las materias primas y de los combustibles utilizados en el proceso. El factor de emisión podrá variar según el combustible primario que se utilice, ya sea carbón, gas natural o gas de horno de coque. El factor de emisión «por defecto» propuesto se sitúa en el extremo superior del intervalo, o sea, 30 kg. de CO₂ por tonelada de producto, y debe emplearse si el compilador del inventario desconoce todo acerca de los combustibles o materias primas que se han utilizado. Si el compilador del inventario sabe cuáles son las entradas utilizadas, las emisiones de CO₂ deben calcularse mediante el método de Nivel 2, dando cuenta del consumo de combustible, del poder calórico y del contenido de carbono del combustible.

Para los efectos de los cálculos de emisiones de Nivel 1, se supone que el combustible por defecto para la producción de hierro reducido directo es el gas natural. Los procesos basados en el gas natural dan cuenta de la mayor parte de la capacidad instalada para la producción de hierro reducido directo (DRI) a escala mundial, y un 63 por ciento de esta capacidad corresponde al proceso MIDREX. El consumo de combustible para la producción de hierro reducido directo mediante el proceso MIDREX es típicamente de 10,5 a 14,5 GJ de gas natural/tonelada métrica de DRI sólido, suponiendo una operación al 100 por ciento de mineral de hierro en bruto. Se ha declarado que el consumo de combustible para la producción de hierro briquetado en caliente a partir de finos de hierro es de 12,5 GJ de gas natural por tonelada de producto mediante el proceso FINMET y de 14 GJ de gas natural por tonelada de producto mediante el proceso CIRCORED. El consumo de energía por defecto de 12,5 GJ de gas natural por tonelada de DRI producido y el contenido de carbono por defecto del gas natural de 15,3 kg. de carbono por GJ de gas natural corresponden a un factor de emisión de CO₂ de 191,3 kg. de carbono por tonelada de DRI producido (0,7 toneladas de CO₂ por tonelada de DRI producido).

Factores de emisión para el metano

En el siguiente Cuadro 4.2 se proporcionan factores de emisión de CH₄ por defecto. El factor de emisión por defecto para el CH₄ de Nivel 1 proveniente de la producción de coque se ha derivado promediando los datos específicos de planta sobre emisiones de CH₄ declarados en el Documento IPPC I&S BAT para 11 plantas europeas de producción de coque. En el Documento IPPC I&S BAT, Cuadro 6.2 y Cuadro 6.3, las emisiones de CH₄ están declaradas en unidades de gramos de CH₄ por tonelada de acero líquido producido. Las emisiones de CH₄ declaradas varían en un intervalo de 27 a 32 gramos de CH₄ por tonelada de acero líquido. Basándose en estos factores de conversión, el promedio de las emisiones de CH₄ de las 11 plantas europeas de coque, es de 0,1 gramos de CH₄ por tonelada de coque producido.

El factor de emisión de CH₄ de Nivel 1 para la producción de sinterizado se ha derivado promediando los datos sobre emisiones de CH₄ específicos de planta declarados en la Guía de inventario de emisiones de EMEP/CORINAIR (EEA, 2005) para las plantas europeas de sinterizado y en otros informes de inventarios sobre emisiones. Las emisiones de CH₄ para las plantas de sinterizado y peletización están declaradas en el Cuadro 8.2a de la guía de inventario de emisiones de EMEP/CORINAIR. Para las plantas de sinterizado que usan cisco de coque, se ha declarado un factor de emisión de 50 mg de CH₄ por MJ y un intervalo de valores de entrada de coque que va de 38 a 55 kg. de coque por tonelada de sinterizado. Esto corresponde a un factor de emisión promedio de 0,07 kg. de CH₄ por tonelada de sinterizado, al usar un valor por defecto de 28,2 TJ/Gg de coque. Se ha declarado un factor de emisión de 0,05 kg. de CH₄ por tonelada de sinterizado para plantas de sinterizado que operan en Finlandia. (Pipatti, 2001)

CUADRO 4.2 FACTORES POR DEFECTO DE EMISIÓN DE CH₄ DE NIVEL 1 PARA LA PRODUCCIÓN DE COQUE Y DE HIERRO Y ACERO		
Proceso	Factor de emisión	Fuente
Producción de coque	0,1 g por tonelada de coque producido	Producción de coque: European IPPC Bureau (2001), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) <i>Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel</i> , diciembre de 2001, Cuadro 6.2-3, Página 122. http://eippcb.jrc.es/pages/Factivities.htm
Producción de sinterizado	0,07 kg. por tonelada de sinterizado producido	<i>EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (EEA, 2005)</i> . Procesos con contacto: <i>Plantas de sinterizado y peletización: Sinter and Pelletizing Plants (Except Combustion 030301)</i> , Cuadro 8.2a, <i>Emission factors for gaseous compounds</i>
Producción de DRI	1 kg. /TJ (sobre una base calórica neta)	Factor de emisión por defecto del Volumen Energía para las Emisiones de CH ₄ de la combustión de gas natural. [Véase Cuadro 2.3 del Volumen 2, Capítulo 2.]

b. MÉTODO DE NIVEL 2

Debe utilizarse el contenido de carbono por defecto del Cuadro 4.3 si el compilador del inventario no posee información sobre las condiciones en las instalaciones de fabricación de hierro y acero y de producción de coque, pero posee datos detallados de la actividad sobre los materiales de proceso y sobre las transferencias fuera de la instalación. El método de Nivel 2, tal como está

descrito en la Ecuación 4.2 para la producción integrada de coque, en las Ecuaciones 4.9 a 4.11 para la producción de hierro y acero y en la Ecuación 4.3 para la producción no integrada de coque, incluye los principales flujos de materiales de la fabricación de hierro y acero y de la producción de coque que dan lugar a emisiones. Los contenidos de carbono del Cuadro 4.3 se basan en los valores provistos en los Cuadros 1.2 y 1.3 del Volumen 2, Capítulo 1.

CUADRO 4.3 CONTENIDO DE CARBONO ESPECÍFICO DE LOS MATERIALES PARA EL NIVEL 2 EN LA PRODUCCIÓN DE HIERRO Y ACERO Y DE COQUE (KG. DE C/KG.)	
Materiales de proceso	Contenido de carbono
Gas de alto horno	0,17
Carbón vegetal*	0,91
Carbón ¹	0,67
Alquitrán de hulla	0,62
Coque	0,83
Gas de horno de coque	0,47
Carbón coquizable	0,73
Hierro reducido directo (DRI)	0,02
Dolomita	0,13
Electrodos de carbono para EAF2	0,82
Carbono de carga en el EAF3	0,83
Fuelóleo ⁴	0,86
Coque para gas	0,83
Hierro briquetado en caliente	0,02
Piedra caliza	0,12
Gas natural	0,73
Gas de horno de oxígeno para aceros	0,35
Coque de petróleo	0,87
Arrabio comprado	0,04
Chatarra de hierro	0,04
Acero	0,01

Fuente: Los valores por defecto son coherentes con los que se presentan en el Volumen 2 y han sido calculados según hipótesis indicadas más abajo. En los Cuadros 1.2 y 1.3 del Volumen 2, Capítulo 1, se dan referencias completas para los datos sobre contenido de carbono.

Notas:

1 Otro carbón bituminoso supuesto

2 Supuesto 80 por ciento de coque de petróleo y 20 por ciento de alquitrán de hulla

3 Supuesto coque de horno de coque

4 Supuesto gasóleo/combustible diésel

* La cantidad de emisiones de CO₂ a partir del carbón vegetal puede calcularse usando este valor de contenido de carbono, pero debe declararse como nula en los inventarios nacionales sobre gases de efecto invernadero. (Véase la Sección 1.2 del Volumen 1.)

c. MÉTODOS DE NIVEL 3

El método de Nivel 3 se basa en estimaciones agregadas de emisiones específicas de planta o en la aplicación de las ecuaciones del método de Nivel 2 al nivel específico de la planta. El compilador del inventario debe garantizar que cada instalación haya documentado los factores de emisión y los contenidos de carbono utilizados y que estos factores de emisión correspondan a los procesos y a los materiales utilizados en la instalación. Para el método de Nivel 3 se requieren los contenidos de carbono y los cuocientes de masa producción/consumo para todos los materiales de proceso y las transferencias fuera de la instalación, tales como las que se enumeran en el Cuadro 4.3. Aún cuando en el Cuadro 4.3 se proporcionan contenidos de carbono por defecto, para el Nivel 3 es una *buena práctica* ajustar estos valores para que reflejen las variaciones al nivel de la planta respecto de los valores por defecto representados en el cuadro. Los factores por defecto enumerados en el Cuadro 4.3 son apropiados para el método de Nivel 3 sólo si la información específica de la planta indica que corresponden a las condiciones reales. Se anticipa que para el método de Nivel 3, los datos específicos de la planta incluyen tanto los datos sobre los contenidos de carbono como los datos sobre los cuocientes de masa producción/consumo y que, en consecuencia, en la mayoría de los casos los valores por defecto del Cuadro 4.3 no serán aplicados al método de Nivel 3.

4.4. AGENTES LIGANTES

Las Tablas 7 - 9 contienen factores de emisión para las sustancias listadas incluidas dentro de las carpetas. Un ejemplo de cómo usar estos factores de emisión se dispone a continuación:

Ejemplo:

Si se va a determinar cuánto amoníaco se emite durante el año a partir de la utilización de 20 toneladas de fenólico Nobake Binder, tendría que multiplicar el factor de emisión de amoníaco en la tabla fenólica Nobake por el peso de aglutinante utilizado.

$$\text{Factor de emisión} * \text{Peso del aglutinante utilizado} = \text{Emisión de amoníaco}$$

$$0,039 \text{ g / kg} \qquad 20\ 000 \text{ kg} \qquad 780 \text{ g}$$

Cuadro 7 - componentes químicos de los aglutinantes de fundición común

Química Constituyente del ligante	Factor de Emisión del Ligante ¹ (g / kg) _a			
	Phenolic Nobake	Phenolic Urethane	Phenolic Hotbox	Green Sand
Amoniaco	0.039	0.083	10.931	0.065
Sulfuro de	1.462	0.057	0.009	0.832

Hidrógeno				
Óxidos de Nitrógeno	0.029	0.044	0.638	0.562
Dióxido de Azufre	15.107	0.061	0.036	0.253
Benceno	11.209	5.351	1.002	0.611
Formaldehído	0.01	0.022	0.006	0.004
Cianuro de hidrógeno	0.029	1.053	1.184	0.118
M-xileno	0.097	0.439	0.121	0.021
Naphthaleneb	0.049	0.022	0.03	0.021
O-xileno	0.049	0.132	0.03	0.021
Fenol	0.975	3.904	0.203	0.131
Tolueno	0.694	0.833	0.182	0.063
Aminas aromáticas totales	0.049	0.351	1.275	0.021

¹. Mosher (1994)

- Unidades expresadas en gramos de químicos liberados al aire por kilogramo de resina seacoal o índice.
- Agregue estos juntos y lista como una de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos

Cuadro 8 - componentes químicos de los aglutinantes de fundición común

Química Constituyente del ligante	Factor de Emisión del Ligante ¹ (g / kg)a			
	Core Oil (núcleo de aceite)	Shell (cáscara)	Isocianato Alquídico	Ester de silicato de sodio
Amoniaco	0.038	3.86	0.037	0.038
Sulfuro de Hidrógeno	0.057	0.094	0.007	0.197
Óxidos de Nitrógeno	0.081	0.994	0.355	0.028
Dióxido de Azufre	0.115	3.509	0.04	0.244
Benceno	2.344	6.667	5.336	1.41
Formaldehído	0.098	0.035	0.106	0.169
Cianuro de hidrógeno	0.086	10.526	0.175	0.179
M-xileno	0.239	0.585	2.522	0.094
Naphthaleneb	0.048	0.058	0.037	0.005
O-xileno	0.287	0.117	3.838	0.094
Fenol	0.057	2.456	0.11	0.273
Tolueno	0.478	2.907	1.535	0.282
Aminas aromáticas totales	0.096	2.939	0.037	0.094

¹ Mosher (1994)

a Units expressed as grams of chemical released to air per kilogram of index resin.

b Add these together and list as a Polycyclic Aromatic Hydrocarbon

Cuadro 9 - componentes químicos de los aglutinantes de fundición común

Química Constituyente del ligante	Factor de Emisión del Ligante ¹ (g / kg) ^a		
	Furanos Bajos en nitrógeno	Catálisis de Furanos TSA de Nitrógeno Medio	Furanos Hotbox
Amoniaco	0.04	0.202	19.579
Sulfuro de Hidrógeno	0.405	0.485	0.06
Óxidos de Nitrógeno	0.012	0.372	0.411
Dióxido de Azufre	0.607	4.858	0.088
Benceno	0.648	4.534	0.537
Formaldehído	0.257	0.065	0.009
Cianuro de hidrógeno	0.368	0.607	3.474
M-xileno	2.227	0.243	0.032
Naftaleno	0.04	0.04	0.032
O-xileno	0.729	0.04	0.032
Fenol	0.024	0.101	0.016
Tolueno	0.121	8.825	0.032
Aminas aromáticos totales	0.081	0.364	3.032

¹ Mosher (1994)

a Units expressed as grams of chemical released to air per kilogram of index resin.

b Add these together and list as a Polycyclic Aromatic Hydrocarbon

5. TECNOLOGÍAS DE CONTROL

Las Tecnologías de mitigación y control de equipos, tales como filtros de mangas ó baghouses, los ciclones y los sistemas de postcombustión, se utilizan a menudo para reducir las emisiones en las fundiciones. Si tiene instalado estos, u otro equipo de disminución en sus instalaciones, o si ha implementado prácticas de trabajo que reduzcan las emisiones, debe multiplicar el total de las emisiones no controladas por la eficiencia de control de la tecnología o práctica adoptada.

En el cuadro 10 se espera la eficiencia de control de emisiones a la atmósfera en el equipo de reducción de uso común. A falta de datos precisos sobre la eficiencia del equipo de control en sus instalaciones, se debe asumir que todo equipo de disminución utilizado reduce las emisiones en un 90 por ciento. Por lo tanto, para obtener un total de emisiones de una fuente controlada, multiplique el total de las emisiones sin control (que se obtiene, ya sea utilizando los factores de emisión por encima o por otra técnica de estimación de emisiones, tales como balance de masa) en un 0,1.

Para obtener más información sobre el uso de factores de emisión, por favor refiérase a la combustión en calderas Manual de Técnicas De Estimación De Emisiones.

Cuadro 10 - Tecnologías de Control de Aire emisiones1

Método	Tipo de emisión			Eficiencia (%)
	vapores orgánicos	vapores inorgánicos	Partículas	
Ciclones			X	80-90a
tela filtro			X	80-99
Precipitadores húmedos	Xb	X	X	95
Precipitadores electrostáticos			X	99,5-99,9
adsorción de carbono	Xc	X		50-99
lecho fluidificado sistemas	Xd			ND
Adsorción	Xe			90-99
condensación	X	Xf		50- 95g
térmica de incineración	X			> 99
catalítica incineración	X			95 - 99

1 Grupo de Investigación Oriental, 1997.

a. La mayor cantidad de control que se lograría para las partículas mayores de 5Um.

b. Depende del material, debe ser miscible en agua.

c. Adsorción de carbono o los sistemas de encendido-cama.

d. No se usa mucho.

e. El material debe ser fácilmente soluble en agua u otros solventes.

f. Depende del punto de vaporización del material.

g. depende de las características de emisión de corriente de alta.

ND = no hay datos.

6. ESTIMACIÓN DE INFORMES ANUALES

Las Fundiciones grandes pueden trabajar turnos de 24 horas, por lo que continuamente emiten compuestos orgánicos volátiles, compuestos de metales, partículas y otras sustancias en la lista. En contraste, las plantas más pequeñas sólo pueden trabajar un solo turno de alrededor de 8 horas por día.

A falta de otros datos, se puede suponer a los efectos de la presentación de informes, que las emisiones son relativamente consistentes durante el año. Usted tendrá que convertir sus estimaciones de las emisiones de las cantidades por hora o por lotes en promedios anuales. Al proporcionar datos sobre sus emisiones anuales de promedio, es importante aplicar Técnicas de Estimación de Emisiones a una producción promedio de carreras para dar una estimación fiable de sus emisiones.

7. REFERENCIAS

- Eastern Research Group. July 1997. *Introduction to Stationary Point Source Emission Inventory Development Volume II: Chapter 1*. Morrisville, NC, USA.
- Economopoulos A. P. 1993. *Assessment of Sources of Air, Water, and Land Pollution. A Guide to Rapid Source Inventory Techniques and their Use in Formulating Environmental Control Strategies. Part One: Rapid Inventory Techniques in Environmental Pollution*. World Health Organisation, Geneva, Switzerland.
- EMEP/CORINAIR. (1996). *AIR: Atmospheric Emission Inventory Guidebook. Solvent and other Product Use - Printing Industry*. The European Environment Agency, Copenhagen. Mosher G. 1994. *Calculating Emissions Factors for Pouring, Cooling, & Shakeout* Report No. 950818, Oct. 1994.
- USEPA. March 1988. *Title III Section 313 Release Reporting Guidance, Estimating Chemical Releases From Formulation of Aqueous Solutions, Office of Pesticides and Toxic Substances*, EPA 560/4-88-004f. Washington, DC, USA.
- USEPA. July 1996. *Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, fifth edition, AP-42. Section 12.10 Grey Iron Foundries*. United States Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards. Research Triangle Park, NC, USA.
<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42.html>
- USEPA. January 1990. *Section 313 Reporting Issue Paper: Clarification and Guidance for the Metal Fabrication Industry, Office of Toxic Substances*, EPA 560/4-90-012. Washington, DC, USA.
- The following TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES Manual referred to in this Manual is available from the INVENTARIO NACIONAL DE CONTAMINANTES Website (<http://www.Inventario Nacional de Contaminantes.gov.au>) and from your local Environment Protection Authority: Emission Estimation Technique Manual for Combustion in Boilers.