

Departamento Administrativo
Nacional de Estadística



Producción Estadística
PES

Dirección Técnica de Síntesis y Cuentas
Nacionales
DSCN

**Guía para la estimación de la Cuenta de
emisiones al aire por procesos de
producción y utilización de materiales**

Septiembre de 2016



Guía para la estimación de la Cuenta de emisiones al aire por procesos de producción y utilización de materiales

CÓDIGO: PES-CSA-GU-01
VERSIÓN: 01
PÁGINA: 1
FECHA: 15-09-2016

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y CONVENCIONES

BREF	Best available techniques Reference document
CORINE	Co-ordination d'Information Environnementale
CORINAIR	Inventory of emissions of air pollutants in Europe
CO₂	Dióxido de carbono
CO₂ eq	Dióxido de carbono equivalente
CH₄	Metano
CAE-aire	Cuenta Ambiental de Emisiones al Aire
CEPE	Comisión Económica para Europa
CIIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas
CFR	Common Reporting Format
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CKD	del inglés, Cement Kiln Dust (Polvo del horno de cemento)
CPC	Clasificación Central de Productos
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
EUROSTAT	Oficina Estadística de la Unión Europea (por sus siglas en inglés)
EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme
EEA	European Environment Agency
FE	Factor de emisión
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GWP	Global Warming Potential
HFC	Hidrofluorocarbonos
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISIC	International Standard Industrial Classification of All Economic Activities
LRTAP	Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution
Mg	1 Millón de gramos. Megagramos. 1 tonelada métrica
N₂O	Óxido nitroso
NACE	European Classification of Economic Activities
NFR	Nomenclature for Reporting
NOSE	Nomenclature for Sources of Emissions
PFC	Perfluorocarbonos
SCN	Sistema de Cuentas Nacionales
SCAE	Sistema de Contabilidad Ambiental Económica
SNAP	Selected Nomenclature for Air Pollution
SF₆	Hexafluoruro de azufre
TFEIP	Task Force on Emission Inventories and Projections
UNCEEA	United Nations Committee of Experts on Environmental-Economic Accounting
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallén Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

TABLA DE CONTENIDO

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y CONVENCIONES	1
1 INTRODUCCIÓN	3
2 OBJETIVOS.....	5
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
3 ALCANCE.....	6
4 MARCO CONCEPTUAL	7
4.1 CATEGORÍAS DE FUENTE DE EMISIONES AL AIRE	8
4.1.1 INDUSTRIA DE LOS MINERALES	8
4.1.2 INDUSTRIA QUÍMICA	14
4.1.3 INDUSTRIA DE LOS METALES	18
5 CLASIFICACIONES UTILIZADAS	23
6 MÉTODO GENERAL DE CÁLCULO	29
6.1 MÉTODO DE CÁLCULO DE LA INDUSTRIA DE LOS MINERALES	29
6.1.1 PRODUCCIÓN DE CEMENTO	29
6.1.2 PRODUCCIÓN DE CAL	35
6.1.3 PRODUCCIÓN DE VIDRIO.....	39
6.1.4 OTROS USOS DE CARBONATOS EN LOS PROCESOS	44
6.1.5 OTROS.....	50
6.2 MÉTODO DE CÁLCULO DE LA INDUSTRIA QUÍMICA	54
6.2.1 PRODUCCIÓN DE ÁCIDO NÍTRICO	54
6.2.2 PRODUCCIÓN DE CAPROLACTAMA.....	56
6.2.3 PRODUCCIÓN PETROQUÍMICA Y DE NEGRO DE HUMO	58
6.3 MÉTODO DE CÁLCULO DE LA INDUSTRIA DE LOS METALES	61
6.3.1 PRODUCCIÓN DE HIERRO Y ACERO	61
6.3.2 PRODUCCIÓN DE FERROALEACIONES.....	66
6.3.3 PRODUCCIÓN DE ALUMINIO	68
7 DEFINICIONES.....	72
8 BIBLIOGRAFÍA	76



Guía para la estimación de la Cuenta de emisiones al aire por procesos de producción y utilización de materiales

CÓDIGO: PES-CSA-GU-01
VERSIÓN: 01
PÁGINA: 3
FECHA: 15-09-2016

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas
Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

1 INTRODUCCIÓN

Actualmente, las problemáticas ambientales que se presentan son generadas por las altas concentraciones de descarga de gases y partículas contaminantes al aire, como consecuencia de la dinámica productiva que se presenta en la economía. A su vez esta se relacionan con los diferentes procesos bióticos y abióticos como la extracción y combustión de energéticos, la biodegradación de los residuos sólidos y líquidos, los procesos generados por las actividades agropecuarias, los cambios en el uso de la tierra y los procesos de transformación físicos y químicos propios de la producción. Las descargas al aire afectan tanto a la salud humana como al medio ambiente. Hacia el ambiente, se generan impactos relacionados con el efecto invernadero, la calidad del aire, la lluvia ácida y el agotamiento de la capa de ozono, entre otros.

Con el fin de obtener información consistente, coherente, transparente y oportuna, para la toma de decisiones en política pública; en torno a las iniciativas de crecimiento verde, economía verde, desarrollo sostenible y otros, se crea la Cuenta Ambiental y Económica de las Emisiones al Aire. En respuesta a la necesidad de compilar información de las emisiones al aire generada por los procesos productivos, a través de un instrumento estadístico que contabilice y relacione los contaminantes generados según las actividades económicas. Haciendo uso de las nomenclaturas y clasificaciones creadas para su análisis; a partir del Sistema de Cuentas Nacionales – SCN y el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica – SCAE.

El presente documento se consolida como una guía para el cálculo de las emisiones por procesos de producción y uso de materiales, que permite establecer continuidad al proceso de estructura de la Cuenta Ambiental y Económica de las Emisiones al Aire para Colombia. La cual, desde el marco conceptual (Manual for Air Emissions Accounts, EUROSTAT 2015) acopia los flujos que se han identificado según los lineamientos planteados para la construcción del “Inventory of Emissions of Air Pollutants in Europe” (CORINAIR) 1985.

El desarrollo planteado en el presente documento está descrito con el fin de socializar los procesos productivos que se contemplarán en la fase de estructuración de la Cuenta Ambiental y Económica de las Emisiones al Aire, teniendo en cuenta la clasificación de los procesos y la identificación de los contaminantes que generan emisiones al aire.



Guía para la estimación de la Cuenta de emisiones al aire por procesos de producción y utilización de materiales

CÓDIGO: PES-CSA-GU-01
VERSIÓN: 01
PÁGINA: 4
FECHA: 15-09-2016

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

En la siguiente fase de estructuración se pretende obtener aportes por parte de los lectores expertos: industriales, académicos, gremios, entre otros; los comentarios que se derivan de cada uno de estos procedimientos permitirán consolidar la metodología general para la estimación de estas emisiones, de manera concertada a nivel país.

El avance metodológico que se presenta a continuación se desarrolla en el contexto Cuentas Nacionales y de la Contabilidad Ambiental, teniendo en cuenta el principio de residencia, para la consolidación de la información de producción y consumo. Esta premisa sitúa la información económica de manera sinérgica y exhaustiva con la información ambiental, dándole así coherencia y consistencia a los resultados de las estimaciones. Adicionalmente, los análisis entre las estimaciones permiten obtener las matrices de oferta-utilización de emisiones por contaminantes, actividades económicas y grandes ramas de actividad económica¹.

¹ Tomado de <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev>

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas
Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer bajo el marco del SCAE la estructura de cálculo de la Cuenta ambiental y Económica de Emisiones al Aire para Colombia, según el flujo de las actividades de producción y utilización de materiales.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer el marco base de la clasificación de los principales grupos de actividades industriales que por su proceso generan emisiones según el tipo de impacto ambiental.
- Caracterizar los procesos de producción y utilización industrial que generan emisiones al aire contaminantes.
- Describir el método de cálculo y tratamiento de la información propuesto para cada una de las actividades identificadas.
- Calcular las matrices oferta-utilización de las emisiones al aire por producción y utilización de materiales para la serie 2005 – 2014.



Guía para la estimación de la Cuenta de emisiones al aire por procesos de producción y utilización de materiales

CÓDIGO: PES-CSA-GU-01
VERSIÓN: 01
PÁGINA: 6
FECHA: 15-09-2016

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

3 ALCANCE

Este documento propone el método que debe llevarse a cabo para la estimación de las emisiones al aire generadas por actividades derivadas de la utilización y transformación de materiales o sustancias a través de procesos físicos y químicos en la industria, en el marco de la Cuenta Ambiental y Económica de Emisiones al Aire. La propuesta metodológica presentada en el presente documento será objeto de concertación través de esta publicación con los diferentes esquemas académicos, industriales y de expertos que tienen alguna injerencia con alguno de los procesos mencionados y no mencionados pueda sugerir un método, concepto, cálculo, entre otros que ajuste a la realidad la información aquí consignada.

De esta manera, se pretende homologar con todos aquellos que elaboran cálculos de emisiones para intereses particulares o nacionales, entre ellos los inventarios, establecer algunos parámetros sinérgicos. De tal forma que se armonice la información de acuerdo a los intereses y los factores de emisión para lograr ejercicios de comparación, análisis y toma de decisiones, aunando esfuerzos y mejorando la calidad de la información ambiental.

La guía para la estimación describe inicialmente los tres primeros grupos de categorías de fuente para los procesos de producción y utilización de materiales, siendo estos la industria de los minerales, la industria química y la industria de los metales, de donde se analizaron 38 procesos productivos, de los cuales no todos se llevan a cabo en el país. Algunos tuvieron algún inicio y no se continuó con la producción y otros se obtienen a partir de otros procesos que no implican el proceso contemplado como contaminante.

Este primer avance intenta acercar a los interesados a participar de manera crítica este ejercicio, proponiendo, comentando o desarrollando de manera demostrativa algún procedimiento aquí desarrollado, con el fin como ya se ha mencionado, de ajustar a la realidad el comportamiento de las emisiones contabilizadas. El desarrollo está basado en los análisis que se hacen por defecto de dichos procesos, dejando de lado tecnologías y procedimientos propios de cada uno de los procesos mencionados, de tal manera, que los factores de emisión reflejen un comportamiento equívoco del proceso, sobrestimando o subestimando los resultados de este cálculo.

Este avance metodológico estimará la serie 2005 – 2014, periodo que se contempla para el Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas de Colombia. Una vez obtenido el ajuste y observaciones de esta primera fase, se publicará la segunda fase o grupo de productos para su consulta y socialización.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

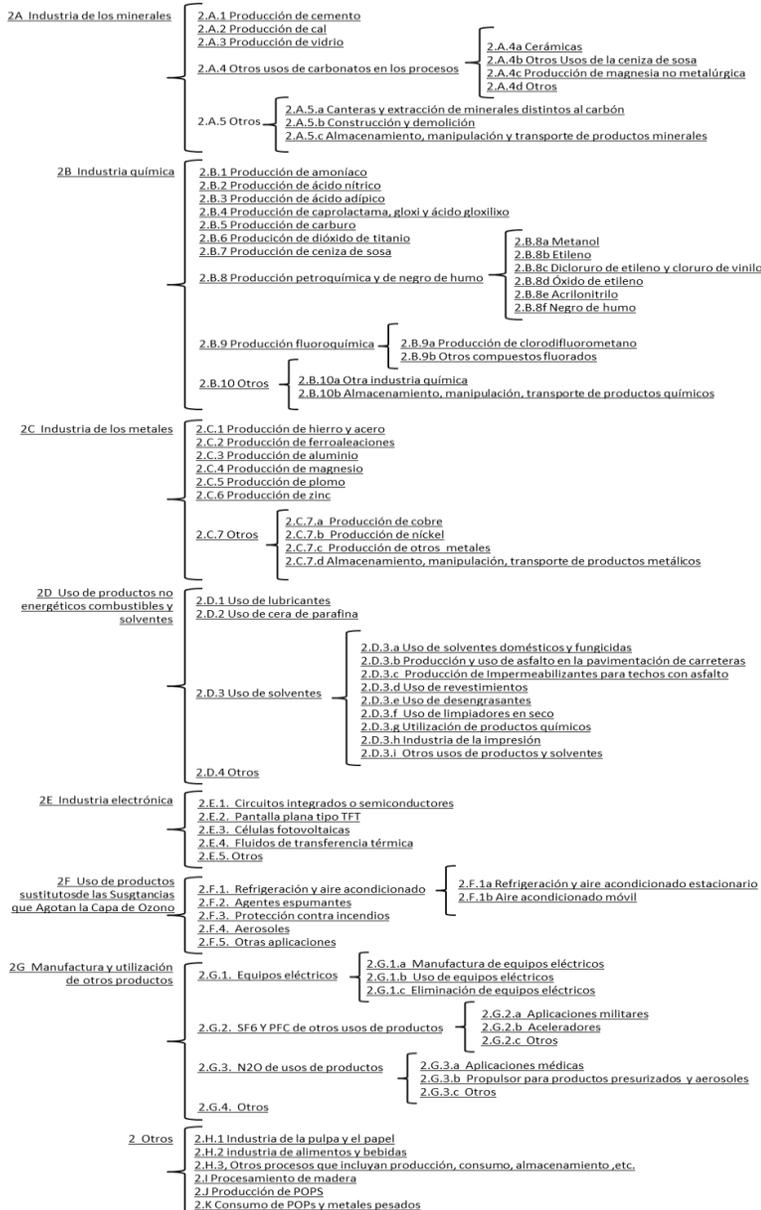
ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

4 MARCO CONCEPTUAL

Figura 1. Estructura de las categorías de fuente de emisión generada por procesos de producción y utilización de materiales



Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Módulo de procesos industriales.
 Elaborado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

La estructura de la cuenta de emisiones al aire por producción y utilización de materiales, se plantea de acuerdo con las fuentes de emisión sugeridas por EMEP/EEA air pollutant emission inventory, guidebook 2013 y la guía para inventarios GEI del IPCC 1996-2006. Estructuras armonizadas y avaladas para los inventarios de emisiones a nivel internacional y base para la estructura de reporte de la cuenta de emisiones al aire que ha venido ejecutando EUROSTAT.

La estructura está determinada por la nomenclatura actualizada y sugerida por Naciones Unidas, denominada NFR (Nomenclature for Reporting) la cual fue desarrollada con correlativa IPCC, SNAP y CFR, todas ellas nomenclaturas de fuentes de contaminación atmosférica, que por intervención de la OCDE, IPCC, EMEP/EEA, etc., se concluyó ajustar dichas nomenclaturas, y establecer una nomenclatura armonizada, siendo esta la NFR, bajo la cual ha sido consolidada las fuentes de emisión consideradas para contaminantes atmosféricos y contaminantes GEI.

4.1 CATEGORÍAS DE FUENTE DE EMISIONES AL AIRE

De acuerdo con las metodologías anteriormente mencionadas, se describirá cada uno de los grupos que han sido analizados como potenciales fuentes de emisiones al aire, de acuerdo con las clasificaciones industriales internacionales y nacionales, y las actividades económicas que pertenecen a cada uno de ellos, identificando donde se lleva a cabo la emisión.

4.1.1 Industria de los minerales

Se considera la industria de los minerales para la estimación de emisiones al aire, debido al uso que se le da a los materiales carbonatados, principalmente por procesos de calcinación, como es el caso de las actividades de la producción del cemento, de la cal y del vidrio (IPCC, 2006). Dentro de este tipo de procesos se generan emisiones de gases y partículas, que desencadenan impactos ambientales de tipo local, regional y global, por lo cual se estimarán dichos contaminantes por cada una de las problemáticas.

4.1.1.1 Producción del cemento

Este importante proceso en la industria de los minerales, implica varias etapas en el proceso de producción; en la primera etapa se considera la extracción y el pre procesamiento del flujo de materiales, las emisiones generadas, se consideran fugitivas, y estimadas en el flujo de procesos de minería, por lo cual no serán consideradas para este flujo; la segunda etapa es procesamiento del flujo de materiales, que inicia con la molienda y la homogenización de los materiales; la tercera etapa está relacionada con la calcinación de la piedra caliza y la arcilla; la cuarta etapa es la molienda del cemento y la quinta el envase y su empaquetamiento.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Sin embargo, es importante mencionar que de acuerdo con las mediciones que se tienen de carácter internacional, se logran estimar las emisiones en el proceso de calcinación, siendo estas las más representativas del proceso industrial, por lo cual, y sí bien es cierto se generan emisiones en las otras etapas de material particulado principalmente, se concentrará la estimación en la tercera etapa, donde existen mediciones y factores de emisión confiables (EMEP/EEA 2013).

De esta manera, las emisiones identificadas para cuantificar en este proceso son las emisiones de CO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, PST y BC, según el proceso, como se observa en la siguiente figura.

Figura 2. Diagrama del proceso del cemento



Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. CEMEX, BREF/2010. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

4.1.1.2 Producción de cal

La cal (CaO) es un producto químico básico que resulta del proceso de calcinación de la piedra caliza (carbonato de calcio) en hornos horizontales o verticales, a altas temperaturas; el producto resultante es la cal viva, la cual después de adicionar agua al proceso, se convierte, en cal hidratada (ANFACAL).

La piedra caliza tiene un contenido del 97-98% de carbonato de calcio en base seca. El resto incluye carbonato de magnesio, óxido de aluminio, óxido de hierro y sílice. Sin embargo, alguna piedra caliza contiene proporciones de carbonato de magnesio entre el 35 y 45%, que se clasifica como dolomita (EMEP/EEA 2013).

Las emisiones atmosféricas en la industria de fabricación de cal incluyen las emisiones de partículas procedentes de la extracción, transporte del material, trituración, calcinación, molienda y envase de la cal; para esta estimación, se contemplarán de acuerdo con los registros que se tienen disponibles en factores de emisión, medidos y analizados por la Unión Europea, los procesos de calcinación y molienda.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

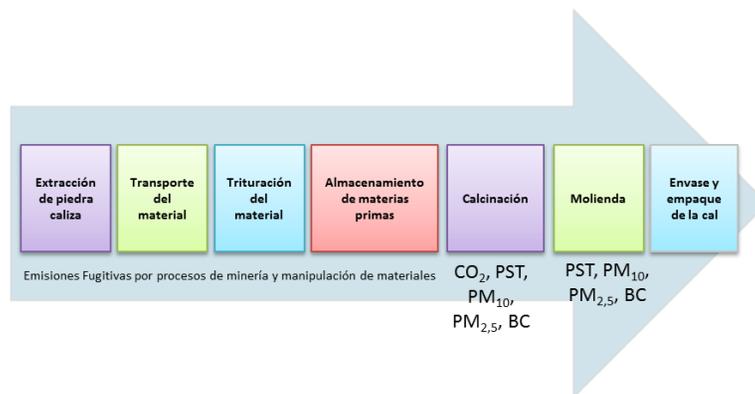
ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

De esta manera, las emisiones identificadas para cuantificar en este proceso son las emisiones de CO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, PST y BC, como se observa en la siguiente figura:
 La cal es un producto que es demandado principalmente por la industria metalúrgica, pulpa y papel, materiales de construcción, tratamiento de efluentes, ablandamiento de aguas, control del pH, estabilización de suelos, producción de azúcar, y encalado en curtiembres, entre otros.

Figura 3. Diagrama del proceso de la cal



Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. ANFACAL. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

4.1.1.3 Producción del vidrio

El vidrio es un material amorfo (ya que no tiene características ni de sólido ni de líquido, su estado es vítreo) producido por la fusión de sílice (que se encuentra en la arena), cal, carbonato de sodio, dolomita o ceniza sosa, feldespato, aditivos y vidrio reciclado a muy altas temperaturas. Al enfriar se convierte en un material duro, transparente y brillante sin estructura de grano, lo cual determina muchas de sus propiedades (Pearson, CAVIPLAN).

En el comercio se utilizan muchas variedades de artículos y de composiciones de vidrio, pero la industria del vidrio puede dividirse en cuatro categorías principales: recipientes o envases, vidrios planos (ventanas), fibras de vidrio y vidrios especiales (IPCC, 2006).

El proceso de producción del vidrio contempla la extracción de las materias primas, segregación y clasificación de materiales, fusión de los materiales y transformación del vidrio, según su objetivo. Las emisiones al aire identificadas en esta industria están asociadas principalmente al CO₂, generado por el proceso de fusión de los minerales con contenidos de carbono, en el proceso de fusión; de partículas y metales pesados según los materiales que sean utilizados en el proceso de producción.

PROCESO: Producción estadística

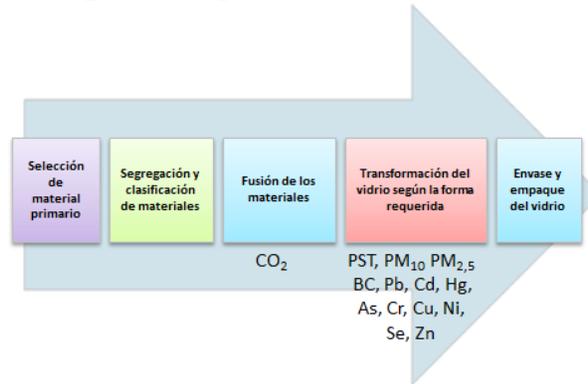
SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallén Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Figura 4. Diagrama del proceso del vidrio



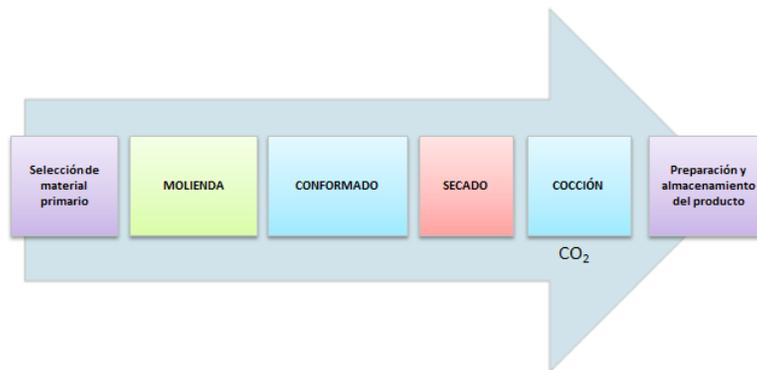
Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. CAVIPLAN. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

Los gases y partículas que han sido identificados como emisiones generadas por la actividad productiva, en las reacciones que dan lugar al proceso de fusión son CO_2 , PM_{10} , $PM_{2,5}$, PST, BC, y partículas de metales pesados como Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se y Zn.

4.1.1.4 Producción de cerámica

Las cerámicas incluyen la producción de ladrillos y tejas, tuberías de arcilla vitrificada, productos refractarios, productos de arcilla expandida, azulejos y cerámica para el piso, vajillas y ornamentos cerámicos, sanitarios, cerámicas técnicas y abrasivos inorgánicos (IPCC, 2006).

Figura 5. Diagrama del proceso de la cerámica



Fuente. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Módulo de procesos industriales. Ahorro de energía en la industria cerámica – Colciencias – Upme. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)



Guía para la estimación de la Cuenta de emisiones al aire por procesos de producción y utilización de materiales

CÓDIGO: PES-CSA-GU-01
VERSIÓN: 01
PÁGINA: 12
FECHA: 15-09-2016

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

4.1.1.5 Otros usos de la ceniza de sosa

El IPCC 2006 describe que la ceniza de sosa es utilizada en una variedad de aplicaciones, incluidas la producción de vidrio, jabones y detergentes, la desulfuración de gases de combustión por vía húmeda; los productos químicos; pulpa y el papel y otros productos de consumo común. Tanto la producción como el consumo de la ceniza de sosa (incluido el carbonato de sodio, Na_2CO_3) producen la liberación de CO_2 . Para el caso de Colombia, ya se ha identificado el uso de ceniza de sosa en la producción de vidrio y cerámica, por ende, las emisiones por este uso ya han sido calculadas y debitadas de la información que compete para este cálculo. Como se ha mencionado con anterioridad, las emisiones producidas por otros usos de la ceniza de sosa son atribuidas a procesos de calcinación de la ceniza de sosa o carbonato de sodio, en los diferentes procesos productivos asociados a su uso como es en la fabricación de productos químicos, de pulpa y papel, hierro y acero, entre otros.

4.1.1.6 Producción de magnesia no metalúrgica

Existen tres grandes categorías de productos de magnesia: magnesia calcinada, magnesia sinterizada (periclasa) y magnesia fundida. La magnesia calcinada se emplea en muchas aplicaciones agrícolas e industriales (p. ej., suplementos alimenticios para el ganado, fertilizantes, aislamientos eléctricos y desulfuración de gases de combustión por vía húmeda). La magnesia sinterizada se utiliza predominantemente para aplicaciones refractarias, mientras que la magnesia fundida se emplea en los mercados de los productos refractarios y de los aisladores eléctricos.

No se identifica producción de óxido de magnesio o magnesia en el país, sin embargo, es un proceso que posteriormente se podría tener en cuenta para futuros cálculos, si se cuenta con información correspondiente a la producción de este.

4.1.1.7 Canteras y extracción de minerales distintos al carbón

En esta fuente de emisión se contabilizan las descargas a la atmósfera generadas por las actividades de explotación de canteras y la extracción de minerales distintos del carbón, entre ellos y por información disponible, la extracción de mineral de hierro, mineral de cobre, y mineral de níquel. Sin embargo, es importante anotar que aún no se tiene información disponible y robusta sobre otras extracciones y explotaciones de otros minerales; pero debe hacerse seguimiento para incluirlas a esta contabilidad.

De acuerdo con la guía EMEP/EEA 2013, los contaminantes asociados a esta actividad son las partículas PST, PM_{10} y $\text{PM}_{2,5}$, como se muestra en la siguiente figura.

	Guía para la estimación de la Cuenta de emisiones al aire por procesos de producción y utilización de materiales		CÓDIGO: PES-CSA-GU-01 VERSIÓN: 01 PÁGINA: 13 FECHA: 15-09-2016
	PROCESO: Producción estadística	SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental	
ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego Profesional especializado	REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales	APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales	

Figura 6. Diagrama del proceso de canteras y extracción de minerales distintos al carbón

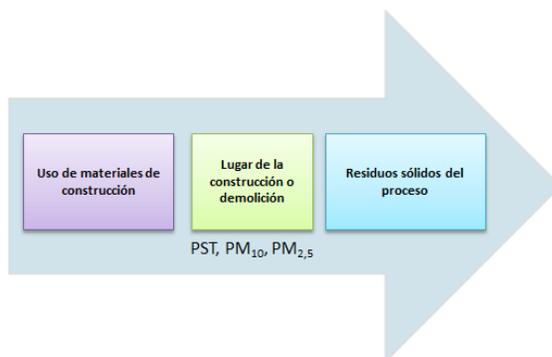


Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

4.1.1.8 Construcción y demolición

Todos los procesos donde se lleva a cabo manejo de materiales de construcción, obras, reparaciones locativas, demoliciones y todas aquellas actividades inherentes a estas, generan emisiones de partículas a la atmosfera, las cuales son consideradas como contaminantes al aire, por ende hace parte esta actividad económica como una categoría de fuente en esta contabilidad.

Figura 7. Diagrama del proceso de construcción y demolición



Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

4.1.1.9 Almacenamiento, manipulación y transporte de productos minerales

Esta categoría de fuente contabiliza las emisiones procedentes del almacenamiento, manipulación y transporte de productos minerales diferentes al cemento, cal, vidrio y carbón. Debido a que las emisiones son consideradas en la contabilidad estimada del producto, estas emisiones están sugeridas para otros minerales no contabilizados, hasta

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

el momento. En el país, no hay información disponible para elaborar este cálculo, por lo cual no se incluye actualmente.

4.1.2 Industria química

Se logra identificar que muchos de los procesos químicos relevantes para la industria, generan emisiones al aire de acuerdo con su nivel de producción, por lo cual es importante monitorear y darle seguimiento a dichos procesos.

De esta manera según IPCC 2006 y EMEP/EEA 2013, se logran identificar los procesos de la industria química como la producción de amoníaco, ácido nítrico, ácido adípico, caprolactama, glioxal y ácido glioxílico, carburo, dióxido de titanio y ceniza de sosa, y la producción petroquímica y negro de humo de donde se obtiene el metanol, etileno, dicloruro de etileno, óxido de etileno, acrilonitrilo y negro de humo; la producción fluoroquímica, es decir, del HFC-23 de la producción del HCFC-22, así como de las emisiones fugitivas y de los productos derivados de la producción de otros compuestos fluorados, incluidos los hidrofluorocarbonos (HFC), el hexafluoruro de azufre (SF_6) y el hexafluoruro de uranio (UF_6), entre otros.

4.1.2.1 Producción de amoníaco

En Colombia, se han identificado procesos de producción de amoníaco líquido pero no de amoníaco anhidro, entendiéndose que son dos productos diferentes y que las emisiones están asociadas al producto primario, por lo cual no se cuantificarán emisiones por esta actividad.

4.1.2.2 Producción de ácido nítrico

El ácido nítrico es una sustancia química muy usada en los procesos industriales, se obtiene a partir de la síntesis del amoníaco, algunas de sus aplicaciones se dan en la industria de fertilizantes, explosivos mineros, fabricación de fibras sintéticas, de ácido adípico, procesos de galvanizado², impresión gráfica, desinfectantes, en la industria de la pintura y pigmentos³, entre otros.

² Tomado de la página web <http://www.ingenieriaquimica.net/articulos/331-produccion-de-acido-nitrico-i>

³ Tomado de la página web http://www.monomeros.com/index.php?option=com_content&view=article&id=33&Itemid=15

PROCESO: Producción estadística

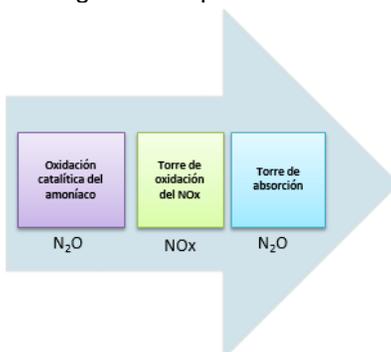
SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Figura 8. Diagrama del proceso del ácido nítrico



Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. Tomado de la página web <http://chem-guide.blogspot.com.co/2010/04/properties-of-nitric-acid-and-uses.html>. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

El proceso de producción de ácido nítrico, se lleva a cabo a través del proceso denominado de Ostwald, el cual consiste en pasar una mezcla de aire y amoníaco procedente de la síntesis de Haber-Bosh, sobre una red de contacto de platino a 750-900°C. El platino actúa como catalizador absorbiendo los gases en su superficie, facilitando el contacto entre los reaccionantes⁴, como se muestra en el diagrama anterior.

De esta producción química se obtienen emisiones principalmente de NOx y de N₂O, identificándose entonces que este tipo de proceso industrial, afecta impactos como la calidad del aire, la acidificación y el forzamiento del efecto invernadero.

4.1.2.3 Producción de ácido adípico

En el país no se produce ácido adípico, sin embargo para los procesos productivos se hace necesaria su importación. Por lo anterior, no se hacen descargas al aire por este proceso productivo industrial.

4.1.2.4 Producción de caprolactama

La industria química ha desarrollado diferentes formas de producir caprolactama (C₆H₁₁NO). La versión más extendida de su producción consiste en producir la caprolactama vía ciclohexanona u otros precursores de esta sustancia, como el ciclohexano, el ciclohexanol o el fenol. Por otro lado, en menor parte, la caprolactama se

⁴ Tomado de la página web <http://www.100ciaquimica.net/temas/tema11/punto4b.htm>

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

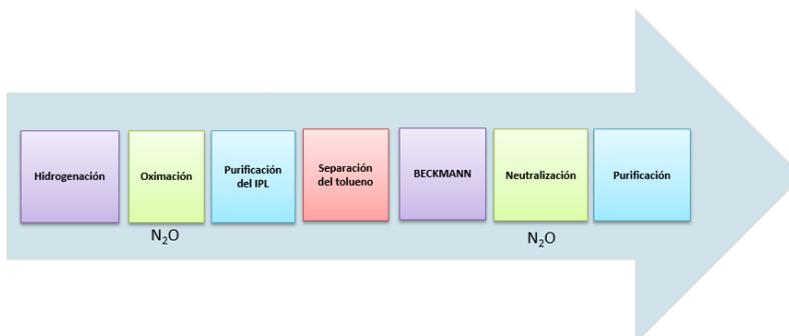
ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

puede obtener por procesos de nitración de componentes orgánicos. Los métodos más conocidos tienen una base común⁵.

Figura 9. Diagrama del proceso de caprolactama



Fuente. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Módulo de procesos industriales. Tomado de la página web https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2013/hdl_2072_224033/PFC_SIMIO_part01.pdf. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

En primer lugar, la conversión de la ciclohexanona a ciclohexanona oxima, seguido de la conocida transposición de Beckmann, que daría el producto caprolactama. La caprolactama fundida es un poderoso disolvente para productos químicos orgánicos polares y no polares, utilizado básicamente para producción del nylon 6 y algunos plásticos.

De acuerdo con las metodologías de cálculo de emisiones EMEP/EEA 2013 e IPCC 2006, se ha concluido que las emisiones relevantes de cálculo son las emisiones de N₂O, sin embargo, si se ha identificado que existen emisiones de CO₂DM, SO₂ y CO₂, pero estas emisiones son consideradas ínfimas, por lo cual no se toman en cuenta para el cálculo, ya que no existen factores de emisión determinadas para estos gases.

4.1.2.5 Producción de gloxi, ácido gloxilico, carburo, dióxido de titanio y ceniza de sosa

En el país no se producen aún este tipo de sustancias químicas, por lo cual no se lleva a cabo un procedimiento para el cálculo de emisiones por este tipo de producciones.

4.1.2.6 Producción petroquímica y de negro de humo

4.1.2.6.1 Producción de metanol

Actualmente, todo el metanol producido mundialmente se sintetiza mediante un proceso catalítico a partir de monóxido de carbono e hidrógeno. Esta reacción emplea altas temperaturas y presiones, para lo cual necesita reactores industriales grandes y

⁵ Tomado de la página web https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2013/hdl_2072_224031/PFC_CaprolacTeam_part01.pdf

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

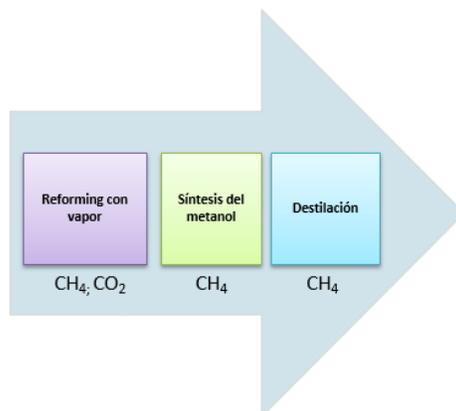
ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

complejos. Los procesos industriales más usados son los desarrollados por las firmas Lurgi Corp. e Imperial Chemical Industries Ltd. (ICI)⁶, usando cualquiera de las tres alimentaciones (gas natural, mezcla de hidrocarburos líquidos o carbón).

Figura 10. Diagrama del proceso de metanol



Fuente. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Módulo de procesos industriales. Tomado de la página web http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/957/1/ibarra_vg.pdf. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales

4.1.2.6.2 Producción de etileno, dicloruro de etileno, monómero cloruro de vinilo, óxido de etileno y acrilonitrilo

Estos productos obtenidos de los procesos de petroquímica no son identificados dentro de la EAM como procesos que se realizan en Colombia. Quedan supeditados a alguna sugerencia sobre conocimiento de que se llevan a cabo en el país.

4.1.2.6.3 Producción de negro de humo

El negro de humo se obtiene mediante la combustión incompleta de un hidrocarburo tal como petróleo, gas natural y otros materiales bien conocidos, a elevadas temperaturas. Cuando se separa de los gases de reacción, el producto es un polvo esponjoso muy pequeño. Existen diferentes procesos químicos para obtener negro de humo entre ellos el de canal, de horno y térmico, siendo este último el más usado⁷. El negro de humo se usa en el hule de las llantas, en la fabricación de tintas, lacas, pinturas, en cierto tipo de polietileno. También se emplea el negro de humo para la fabricación de diamantes artificiales y para sembrar las nubes a fin de provocar lluvia⁸. Con el fin de identificar las

⁶ Tomado de la página web http://www.edutecne.utn.edu.ar/procesos_fisicoquimicos/Obtencion_de_Metanol.pdf

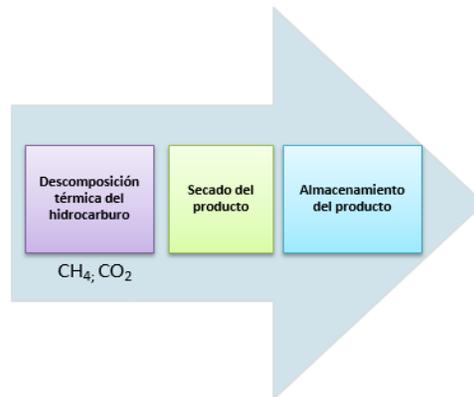
⁷ Tomado de la página web http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/jspui/bitstream/10819/2238/1/Simulaci%C3%B3n%20del%20proceso%20de%20producci%C3%B3n_Jos%C3%A9%20Daniel%20Mendivil%20Blanco_USBCTG_2012.pdf

⁸ Tomado de la página web http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/jspui/bitstream/10819/2238/1/Simulaci%C3%B3n%20del%20proceso%20de%20producci%C3%B3n_Jos%C3%A9%20Daniel%20Mendivil%20Blanco_USBCTG_2012.pdf

PROCESO: Producción estadística	SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental
ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego Profesional especializado	REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales
APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales	

emisiones que impactan al aire, por el proceso de producción de negro de humo se esquematiza en la siguiente figura.

Figura 11. Diagrama del proceso de negro de humo



Fuente. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Módulo de procesos industriales. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales

Como se ha identificado, el impacto de emisiones al aire de la producción de negro de humo es por gases efecto invernadero, principalmente por emisiones de metano y dióxido de carbono, los cuales serán calculados de acuerdo con los lineamientos del IPCC.

4.1.2.7 Producción fluoroquímica

4.1.2.7.1 Producción de clorodifluorometano (HCFC-22 ó R22) y otros compuestos fluorados

En la actualidad en el país no se ha identificado producción de HCFC-22 y de otros compuestos fluorados. Sin embargo, se hace importante hacer seguimiento a este tipo de compuestos, ya que en los procesos del desarrollo, podría implementarse su producción a futuro, de tal manera que se logre controlar de manera idónea dichos procesos ya que son potencial de emisiones de GEI entre ellos gases como HFC-23, SF₆, CF₄, C₂F₆, C₃F₈, C₄F₁₀, C₅F₁₂ y C₆F₁₄ los cuales contienen poderes de calentamiento global superiores al CO₂, CH₄ y N₂O, por lo cual es relevante la investigación y el control al respecto.

4.1.3 Industria de los metales

Las emisiones que se estiman por la producción de los metales, se concentra en los siguientes procesos industriales: producción de hierro y acero, producción de coque

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

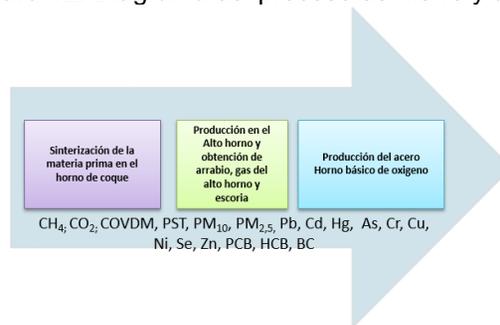
metalúrgico, producción de ferroaleaciones, producción de aluminio, producción de magnesio, producción de plomo y producción de zinc⁹ principalmente.

4.1.3.1 Producción de hierro y acero

La industria del hierro y acero involucra diferentes procesos, de los cuales se generan emisiones de gases efecto invernadero, calidad del aire, metales pesados y acidificación. De acuerdo con las guías del IPCC 2006 y EMEP/EEA 2013, el principal proceso del hierro y el acero 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*).

Este proceso principal de producción de hierro y acero implica la 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. Las emisiones generadas y consideradas por causa de procesos físicos y químicos que se consideran en este cálculo estarán asociadas a los procesos anteriormente mencionados, sin embargo, se hace claridad de que las emisiones generadas por la producción de coque metalúrgico no se consideraran en este cálculo, ya que estas por metodología IPCC 2006 y EMEP/EEA 2013 se sugiere tenerlas en cuenta en las emisiones generadas por procesos de combustión y generación de energía.

Figura 12. Diagrama del proceso de hierro y acero



Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. 2.C.1 Iron and Steel production - Fuente. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Módulo de procesos industriales. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales

Como se ha identificado el impacto de emisiones al aire de la producción de hierro y acero, el cálculo de estas emisiones se llevará a cabo de acuerdo a los lineamientos de la guía EMEP e IPCC 1996 – 2006.

⁹ Tomado de las Guías del IPCC – Modulo de procesos industriales y uso de productos.
http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/3_Volume3/V3_4_Ch4_Metal_Industry.pdf

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

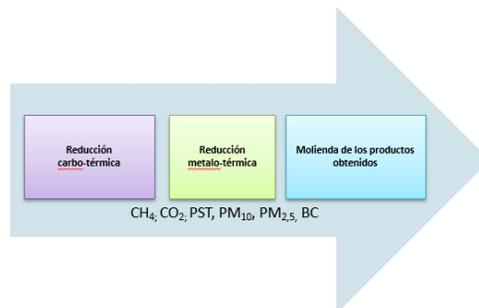
4.1.3.2 Producción de ferroaleaciones

Ferroaleación es el término utilizado para describir las aleaciones concentradas de hierro con uno o más metales, tales como níquel, niobio, silicio, manganeso, cromo, molibdeno, vanadio y tungsteno, como también la producción de silicio metálico, considerada una ferroaleación; obteniendo entonces a partir de estos productos aleaciones de ferrocromo, ferromanganeso, ferroníquel y ferrosilicio, entre los más destacados. En la producción de ferroaleaciones, para obtener la reducción y la fundición, se mezclan y calientan a altas temperaturas el mineral bruto, los materiales con carbono y los materiales que producen escorias¹⁰.

En el país se hace producción de ferroníquel, no se ha identificado producción de otra ferroaleación. Sin embargo, queda en ejercicio de control, vigilar otro proceso de esta categoría para posteriormente incorporarlo a esta contabilidad.

De acuerdo al proceso que se sugiere en la bibliografía sobre las ferroaleaciones, se logra identificar que las emisiones descargadas al aire generan impactos de calidad del aire y efecto invernadero, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 13. Diagrama del proceso de ferroaleaciones



Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. 2.C.2 Ferroalloys production. Directrices IPCC, 2006. Volumen 3. Procesos Industriales y uso de productos. Capítulo 4. Emisiones de la industria de los metales. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales

El cálculo de los gases y partículas identificados se calcularán de acuerdo con los lineamientos de la guía EMEP-2013 e IPCC 2006.

4.1.3.3 Producción de aluminio

Se ha identificado que existen emisiones al aire producto de los procesos de producción primaria y secundaria de aluminio. En la producción primaria se han identificado emisiones de CO₂, SO₂, CO, PST, PM₁₀, PM_{2.5} y NO_x, principalmente. De igual forma, se identifica que la producción secundaria de aluminio también genera emisiones al aire,

¹⁰ Directrices IPCC, 2006. Volumen 3. Procesos Industriales y uso de productos. Capítulo 4. Emisiones de la industria de los metales.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

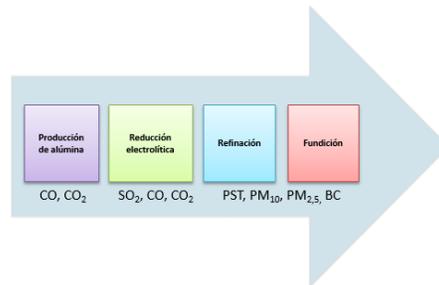
REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

principalmente de PST, PM₁₀, PM_{2,5}. De esta manera, se hace necesario estudiar los dos procesos, para el cálculo de emisiones.

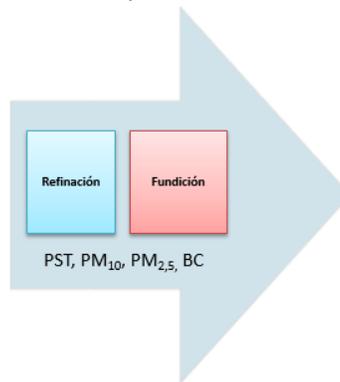
En Colombia, se ha observado que la producción de aluminio es netamente secundaria, y el aluminio metálico proveniente de producción primaria es importado. A continuación se esquematiza las emisiones generadas por las principales fases del proceso productivo.

Figura 14. Diagrama de la producción primaria de aluminio



Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. 2.C.2 Aluminium production. Directrices IPCC, 2006. Volumen 3. Procesos Industriales y uso de productos. Capítulo 4. Emisiones de la industria de los metales. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales

Figura 15. Diagrama de la producción secundaria de aluminio



Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. 2.C.2 Aluminium production. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales

El cálculo de los gases y partículas identificados se calcularán de acuerdo con los lineamientos de la guía IPCC-2006 y EMEP/EEA 2013, con base en el tipo de producción si es primaria o secundaria.

4.1.3.4 Producción de magnesio, plomo, zinc, cobre y níquel

En el país no se lleva a cabo producción primaria de magnesio, plomo, zinc, cobre y níquel. Sin embargo se ha logrado identificar que si se tiene producción secundaria de plomo y zinc, de este tipo de producciones se obtienen emisiones que afectan la calidad



Guía para la estimación de la Cuenta de emisiones al aire por procesos de producción y utilización de materiales

CÓDIGO: PES-CSA-GU-01
VERSIÓN: 01
PÁGINA: 22
FECHA: 15-09-2016

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

del aire, por lo cual debe ahondarse en este tipo de procesos, ya que hasta el momento no están bien identificados y la información que se tiene no es exhaustiva para hacer un cálculo.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

5 CLASIFICACIONES UTILIZADAS

Para establecer la correspondencia de las clasificaciones usadas en emisiones con las usadas en Cuentas Nacionales, se estructura la correlativa que relaciona la clasificación NFR/SNAP/IPCC¹¹ utilizada por Eurostat para establecer las categorías de fuente de emisión para desarrollar la cuenta de emisiones, con la Nomenclatura de Actividades de Cuentas Nacionales, y la Clasificación Central de Productos (CPC), adaptada para Colombia, Revisión 1.

Tabla 1. Correlativa clasificación de emisiones vs cuentas nacionales

Clasificación NFR/EMEP/IPCC ¹²		Clasificación CPC Industria manufacturera		Nomenclatura Actividades Cuentas Nacionales- Base 2005	
Código	Descripción	Código CPC 1.1	Descripción	Código	Descripción
2A	Industria de los minerales				
2A1	Producción de cemento	37430013 37440019 37440027	Clinker ¹³ Cemento gris Cemento blanco	Producto 300201	Cemento, cal y yeso
2A2	Producción de cal	37420018 16330019	Cal viva ¹⁴ Cal de dolomita ó dolomita elaborada ¹⁵	Actividad 30	Productos minerales no metálicos
2A3	Producción de vidrio	37112011 37114014 37121011 37191019 37191027 37191035 37191043	Vidrio plano sin biselar ni azogar Vidrio plano biselado Fibra de vidrio Frascos pequeños de vidrio para perfumería, farmacia y laboratorio Botellas de vidrio para bebidas no alcohólicas Botellas de vidrio de menos de un litro de capacidad Botellas de vidrio de un litro y m s de capacidad	Producto 300101 Actividad 30	Vidrios y productos de vidrio Productos minerales no metálicos
2A4	Otros usos de carbonatos en los procesos		No se han identificado otros carbonatos diferentes a los mencionados	Producto 300102	Artículos de cerámica no estructurales
2A4a	Producción de Cerámicas (Uso de arcilla para calcinación)	15410035 15410051 15410043	Uso de arcilla como materia prima Arcilla común Arcillas especiales Arcillas refractarias	Producto 300103 Actividad 30	Productos refractarios y productos de arcilla no refractarios estructurales Productos minerales no metálicos
2A4b	Otros usos de la ceniza de sosa (uso del carbonato de sodio o sosa ash)	34245011	Carbonato de sodio ó sosa ash (ceniza de sosa)	Producto 280102 Actividad	Productos químicos inorgánicos básicos n.c.p. Sustancias y productos

¹¹ Select Natural Activities Air Pollution

¹² Nomenclatura para reporte en español, la cual se construyó con correlativa de las nomenclaturas SNAP y CRF/IPCC.

¹³ La EAM debe evaluar el registro que se hace de este subproducto en los registros, si bien es un producto de autoconsumo, es un subproducto de un proceso productivo, importante para este tipo de estadísticas.

¹⁴ Cal viva u óxido de calcio

¹⁵ Este producto no se toma para la contabilidad de la producción, por que más del 80% de la dolomita elaborada que está registrada en la EAM, es dolomita triturada y pulverizada, no calcinada, ya que en la EAM se considera este mineral pulverizado como un producto de la industria. Sin embargo se hizo el comentario, para corregir dicho producto ya que la CPC 1.1 define este producto como dolomita calcinada o aglomerada, por lo cual este producto no debe registrar el mineral que llega solo hasta el proceso de pulverización.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Clasificación NFR/EMEP/IPCC ¹²		Clasificación CPC Industria manufacturera		Nomenclatura Actividades Cuentas Nacionales- Base 2005	
Código	Descripción	Código CPC 1.1	Descripción	Código	Descripción
				28	químicos
				Producto 280400	Servicios relacionados con la manufactura de sustancias y productos químicos, a comisión o por contrato
		93424059	Carbonato de sodio ó sosa ash - terceros	Actividad 28	Sustancias y productos químicos
2A4C	Producción de magnesio no metalúrgica (óxido de magnesio)		No se encontró el producto en la CPC 1.1		
2A5	Otros				
2B	Industria química				
2B1	Producción de amoníaco	034611041	Amoníaco anhidro (No se produce en el país)	Producto 280105	Abonos y plaguicidas
				Actividad 28	Sustancias y productos químicos
2B2	Producción de ácido nítrico	34611017	Ácido nítrico	280101	Productos químicos orgánicos básicos
2B3	Producción de ácido adípico	No hay identificación CPC ¹⁶	Ácido adípico (No se producen en el país)	No está clasificado	No está clasificado
2B4	Producción de caprolactama	34167010	Caprolactama	Producto 280102	Productos químicos inorgánicos básicos n.c.p.
				Actividad 28	Sustancias y productos químicos
	Producción gloxi y ácido gloxilico	No hay identificación CPC	Gloxi (No se produce en el país) Ácido gloxilico (No se produce en el país)	No está clasificado	No está clasificado
2B5	Producción de carburo	34282021	Carburo de silicio (No se produce en el país)	Producto 280102	Productos químicos inorgánicos básicos n.c.p.
		34282013	Carburo de calcio (No se produce en el país)	Actividad 28	Sustancias y productos químicos
		34224021	Bióxido de titanio (No se produce en el país)	Producto 280102	Productos químicos inorgánicos básicos n.c.p.
				Actividad 28	Sustancias y productos químicos
2B6	Producción de dióxido de titanio	934224027	Bióxido de titanio – terceros (No se produce en el país)	Producto 280400	Servicios relacionados con la manufactura de sustancias y productos químicos, a comisión o por contrato
				Actividad 28	Sustancias y productos químicos
2B7	Producción de ceniza de sosa	34245011	Carbonato de sodio ó sosa ash (ceniza de sosa) (No se produce en el país)	Producto 280102	Productos químicos inorgánicos básicos n.c.p.
				Actividad 28	Sustancias y productos químicos
		93424059	Carbonato de sodio ó sosa ash - terceros (No se produce en el país)	Producto 280400	Servicios relacionados con la manufactura de sustancias y productos químicos, a comisión o

¹⁶ Esta nota, refiere a que el producto no se encuentra en la base de datos de la CPC 1.1 adaptada para Colombia.



Guía para la estimación de la Cuenta de emisiones al aire por procesos de producción y utilización de materiales

CÓDIGO: PES-CSA-GU-01
 VERSIÓN: 01
 PÁGINA: 25
 FECHA: 15-09-2016

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Clasificación NFR/EMEP/IPCC ¹²		Clasificación CPC Industria manufacturera		Nomenclatura Actividades Cuentas Nacionales- Base 2005	
Código	Descripción	Código CPC 1.1	Descripción	Código	Descripción
					por contrato
				Actividad 28	Sustancias y productos químicos
2B8	Producción petroquímica y de negro de humo				
2B8a	Producción de Metanol	34132011	Alcohol metílico (metanol)	Producto 280101	Productos químicos orgánicos básicos
				Actividad 28	Sustancias y productos químicos
2B8b	Producción de Etileno	34112029	Etileno (No se produce en el país)	Producto 280101	Productos químicos orgánicos básicos
				Actividad 28	Sustancias y productos químicos
	Producción de Dicloruro de etileno	No hay identificación CPC	Dicloruro de etileno (No se produce en el país)	No está clasificado	No está clasificado
2B8c	Producción de Monómero cloruro de vinilo	34115061	Cloruro de vinilo	Producto 280101	Productos químicos orgánicos básicos
				Actividad 28	Sustancias y productos químicos
2B8d	Producción de Óxido de etileno	No hay identificación CPC	Óxido de etileno (No se produce en el país)	No está clasificado	No está clasificado
2B8e	Producción de Acrilonitrilo	No hay identificación CPC	Acrilonitrilo (No se produce en el país)	No está clasificado	No está clasificado
2B8f	Producción de Negro de humo	34231125	Negro de humo	Producto 280102	Productos químicos inorgánicos básicos n.c.p.
				Actividad 28	Sustancias y productos químicos
2B9	Producción fluoroquímica				
2B9a	Producción de Clorodifluorometano (HCFC-22)	No hay identificación CPC	Clorodifluorometano (HCFC-22) (No se produce en el país)	No está clasificado	No está clasificado
2B9b	Producción de otros compuestos fluorados (CFC-11, CFC-12, SF ₆ , PCF, C ₂ F ₆ , HFC 134 a, CF ₄ , NF ₃ y UF ₆ entre otros)	No hay identificación CPC	CFC-11, CFC-12, SF ₆ , PCF, C ₂ F ₆ , HFC 134 a, CF ₄ , NF ₃ y UF ₆ (No se produce en el país)	No está clasificado	No está clasificado
2C	Industria de los metales				
2C1	Producción de hierro y acero	41111011	Arrabio (hierro crudo)	Producto 310101	Hierro y acero comunes
				Actividad 31	Productos metalúrgicos básicos (excepto maquinaria y equipo)
2C2	Producción de ferroaleaciones	41112018 41113014 41114011 41115017	Ferromanganeso y sus productos Ferrocromo y sus productos Ferro níquel y sus productos Ferro silicio y sus productos	Producto 310101	Hierro y acero comunes
				Actividad 31	Productos metalúrgicos básicos (excepto maquinaria y equipo)
		34231141	Silicio metálico	Producto 280102	Productos químicos inorgánicos básicos n.c.p.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Clasificación NFR/EMEP/IPCC ¹²		Clasificación CPC Industria manufacturera		Nomenclatura Actividades Cuentas Nacionales- Base 2005	
Código	Descripción	Código CPC 1.1	Descripción	Código	Descripción
				Actividad 28	Sustancias y productos químicos
2C3	Producción de aluminio	41431016	Aluminio en bloques y lingotes (No se produce en el país)	310104	Metales preciosos y metales enchapados con metales preciosos
2C4	Producción de magnesio	No hay identificación CPC	Magnesio (No se produce en el país)	No está clasificado	No está clasificado
2C5	Producción de plomo	No hay identificación CPC	Plomo (No se produce en el país)	No está clasificado	No está clasificado
2C6	Producción de zinc	No hay identificación CPC	Zinc (No se produce en el país)	No está clasificado	No está clasificado

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Módulo de procesos industriales. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

Tabla 2. Correlativa clasificación de emisiones vs actividades económicas

Clasificación NFR/EMEP/IPCC ¹⁷		Clasificación CPC Industria manufacturera		Nomenclatura Actividades Cuentas Nacionales- Base 2005	
Código	Descripción	Clasificación CIU Rev. 3.1 A.C	Descripción	Código	Descripción
2A	Industria de los minerales				
2A1	Producción de cemento	2694 2696	Fabricación de cemento, cal y yeso Corte, tallado y acabado de piedra	Actividad 30	Productos minerales no metálicos
2A2	Producción de cal	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados	Actividad 28	Sustancias y productos químicos
		2694 2696	Fabricación de cemento, cal y yeso Corte, tallado y acabado de piedra	Actividad 30	Productos minerales no metálicos
		2413	Fabricación de plásticos en formas primarias	Actividad 28	Sustancias y productos químicos
2A3	Producción de vidrio	2610	Fabricación de vidrio y productos de vidrio	Actividad 30	Productos minerales no metálicos
		2811	Fabricación de productos metálicos para uso estructural	Actividad 31	Productos metalúrgicos básicos (excepto maquinaria y equipo)
2A4	Otros usos de carbonatos en los procesos	2691	Fabricación de productos de cerámica no refractaria, para uso no estructural		
2A4a	Cerámicas (Uso de arcilla para calcinación)	2692	Fabricación de productos de cerámica refractaria	Actividad 30	Productos minerales no metálicos
		2693	Fabricación de productos de arcilla y cerámica no refractaria, para uso estructural		

¹⁷ Nomenclatura para reporte en español, la cual se construyó con correlativa de las nomenclaturas SNAP y CRF/IPCC.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Clasificación NFR/EMEP/IPCC ¹⁷		Clasificación CPC Industria manufacturera		Nomenclatura Actividades Cuentas Nacionales- Base 2005	
Código	Descripción	Clasificación CIU Rev. 3.1 A.C	Descripción	Código	Descripción
2A4b	Otros usos de la ceniza de sosa (uso del carbonato de sodio o sosa ash)	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados		
		2412	Fabricación de abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados		
		2413	Fabricación de plásticos en formas primarias		
		2421	Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario		
		2422	Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares, tintas para impresión y masillas	Actividad 28	Sustancias y productos químicos
		2423	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos		
		2424	Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir; perfumes y preparados de tocador		
		2429	Fabricación de otros productos químicos n.c.p		
		2519	Fabricación de otros productos de caucho n.c.p	Actividad 29	Productos de caucho y de plástico
		2699	Fabricación de otros productos minerales no metálicos n.c.p	Actividad 30	Productos minerales no metálicos
		2710	Industrias básicas de hierro y de acero		
		2721	Industrias básicas de metales preciosos	Actividad 31	Productos metalúrgicos básicos
		2892	Tratamiento y revestimiento de metales; trabajos de ingeniería mecánica en general realizados a cambio de una retribución o por contrata		
2915	Fabricación de equipo de elevación y manipulación	Actividad 32	Maquinaria y equipo		
3150	Fabricación de lámparas eléctricas y equipo de iluminación	Actividad 33	Otra maquinaria y suministro eléctrico		
3699	Otras industrias manufactureras n.c.p	Actividad 36	Otros bienes manufacturados n.c.p.		
2A4C	Producción de magnesia no metalúrgica (óxido de magnesio)		No se produce en el país		
2A5	Otros				
2B	Industria química				
2B1	Producción de amoníaco		No se produce en el país		
2B2	Producción de ácido nítrico	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados	Actividad 28	Sustancias y productos químicos
		2412	Fabricación de abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados		
2B3	Producción de ácido adípico		No se produce en el país	No está clasificado	No está clasificado
2B4	Producción de caprolactama	2412	Fabricación de abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados	Actividad 28	Sustancias y productos químicos
			Producción de glocixi y ácido glocixilo		No se produce en el país
2B5	Producción de carburo		No se produce en el país		
2B6	Producción de dióxido de titanio		No se produce en el país		
2B7	Producción ceniza de sosa		No se produce en el país		

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Clasificación NFR/EMEP/IPCC ¹⁷		Clasificación CPC Industria manufacturera		Nomenclatura Actividades Cuentas Nacionales- Base 2005	
Código	Descripción	Clasificación CIU Rev. 3.1 A.C	Descripción	Código	Descripción
2B8	Producción petroquímica y de negro de humo				
2B8a	Producción de Metanol		No se produce en el país (la producción identificada no es a partir de petroquímica. Es a partir de otra sustancia química producida)		
2B8b	Producción de Etileno		No se produce en el país		
2B8c	Producción de Dicloruro de etileno		No se produce en el país	No está clasificado	No está clasificado
2B8c	Producción de Monómero cloruro de vinilo		No se produce en el país		
2B8d	Producción de Óxido de etileno		No se produce en el país	No está clasificado	No está clasificado
2B8e	Producción de Acilonitrilo		No se produce en el país	No está clasificado	No está clasificado
2B8f	Producción de Negro de humo	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados	Actividad 28	Sustancias y productos químicos
2B9	Producción fluoroquímica				
2B9a	Producción de Clorodifluorometano (HCFC-22)		No se produce en el país	No está clasificado	No está clasificado
2B9b	Producción de otros compuestos fluorados (CFC-11, CFC-12, SF ₆ , PCF, C ₂ F ₆ , HFC 134 a, CF ₄ , NF ₃ y UF ₆ entre otros)		No se produce en el país	No está clasificado	No está clasificado
2C	Industria de los metales				
2C1	Producción de hierro y acero	2710	Industrias básicas de hierro y de acero	Actividad 31	Productos metalúrgicos básicos (excepto maquinaria y equipo)
2C2	Producción de ferroaleaciones			Actividad 31	Productos metalúrgicos básicos (excepto maquinaria y equipo)
		2729	Industrias básicas de otros metales no ferrosos		
		2811	Fabricación de productos metálicos para uso estructural		
2C3	Producción de aluminio	2893	Fabricación de artículos de cuchillería, herramientas de mano y artículos de ferretería	Actividad 31	Productos metalúrgicos básicos (excepto maquinaria y equipo)
		2899	Fabricación de otros productos elaborados de metal n.c.p		
2C4	Producción de magnesio		No se produce en el país	No está clasificado	No está clasificado
2C5	Producción de plomo		No se produce en el país	No está clasificado	No está clasificado
2C6	Producción de zinc		No se produce en el país	No está clasificado	No está clasificado

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Módulo de procesos industriales. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales(DSCN)



Guía para la estimación de la Cuenta de emisiones al aire por procesos de producción y utilización de materiales

CÓDIGO: PES-CSA-GU-01
VERSIÓN: 01
PÁGINA: 29
FECHA: 15-09-2016

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas
Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

6 MÉTODO GENERAL DE CÁLCULO

El método de cálculo contemplará el procedimiento de minería de datos, análisis de la información, selección del factor de emisión y cálculo de las emisiones de gases y partículas que se han identificado de acuerdo con las metodologías consultadas para este desarrollo, como son EMEP/EEA 2013 y las guías del IPCC 1996 y 2006.

Las metodologías mencionadas, para los gases y partículas, han venido proponiendo desde diferentes niveles de complejidad, de acuerdo con la disponibilidad de información, la tecnología usada, y el nivel de desagregación, de esta manera, se ha propuesto el nivel 1, 2 y 3 de acuerdo con lo anteriormente mencionado.

Esta metodología se ajustará inicialmente a la disponibilidad de información, y en la medida que se pueda subir en el nivel de complejidad, se acogerá al nivel que se logre llegar. Se hace necesario resaltar, que una gran diferencia entre los cálculos que se llevan a cabo para inventarios y los cálculos que se llevan a cabo para la contabilidad ambiental y económica, es el nivel de complejidad, donde el nivel 3 es más usado por los inventarios, ya que estos deben llegar a los niveles de tecnología, rigor que puede obviar la contabilidad, ya que su objetivo, es determinar la cantidad emitida, por las diferentes actividades económicas, sin contemplar este nivel de desagregación.

Además de lo anterior, se utilizarán las clasificaciones CPC y CIIU, con el fin de tener un marco para la comparación internacional de estadísticas que se refieren a Bienes y Servicios, y la armonización entre diversos sectores de las estadísticas económicas en sinergia con las Cuentas Nacionales (DANE, Metodología de la Encuesta Anual Manufacturera).

6.1 Método de cálculo de la industria de los minerales

6.1.1 Producción de cemento

El cálculo de las emisiones de gases y partículas, para este proceso, se concentrará en las emisiones propias del proceso físico y químico que sufren los materiales cuando son sometidos al proceso de calcinación; de acuerdo al diagrama del proceso, desde este enfoque, se ha identificado la información que se requiere para dicho cálculo, siendo el algoritmo matemático básico el siguiente,

$$\text{Total Emisiones} = \text{Cantidad de clínker producido} \times \text{Factor de emisión}$$

Las variables dependen del nivel de cálculo que se determine seleccionar, y este depende principalmente de la disponibilidad de la información requerida. Para determinar este

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

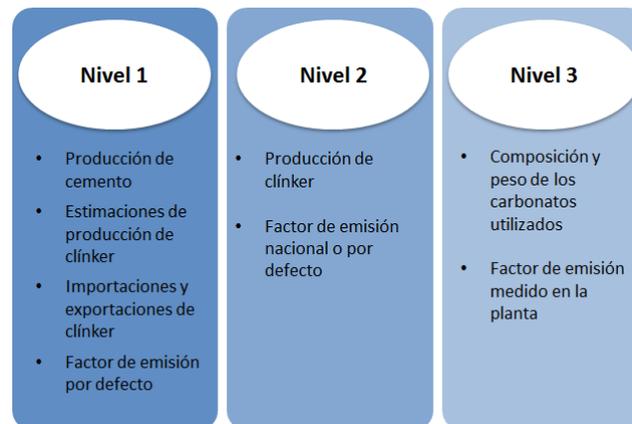
ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

requerimiento, se ha revisado la guía IPCC 2006 y la guía EMEP/EEA 2013, para evaluar las variables requeridas para el cálculo de los gases que han sido identificados en este proceso, siendo estos CO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, PST y BC, los cuales se calculan de acuerdo con las guías mencionadas si es de interés de efecto invernadero o de calidad del aire, sin embargo es importante aclarar, que ambas guías manejan los mismos niveles de exhaustividad y requerimientos, para el cálculo de emisiones, que los detalles de los factores de emisión son los que las hacen diferentes. De esta manera, se describe en la siguiente figura los requerimientos de información por nivel.

Figura 16. Información identificada para el cálculo de emisiones de producción de cemento



Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006 - EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

Para el cálculo de emisiones se hace una revisión de los diferentes niveles, donde se analiza la disponibilidad de información. En este ejercicio, se observa de acuerdo a los niveles de complejidad que se utilizará el nivel 1 para este cálculo.

6.1.1.1 Análisis de viabilidad del cálculo por el nivel 1

6.1.1.1.1 Producción de cemento

La producción de cemento, es una variable que se observa disponible en las estadísticas básicas, a través de diferentes fuentes de información; de acuerdo con ello se observa la producción de cemento en la Encuesta Anual Manufacturera y en las Estadísticas de Cemento Gris producidas por el DANE.

Para la consolidación de dicha información, se revisaron los CPC clasificados en el grupo de cemento, cal y yeso, en la EAM, según la nomenclatura de cuentas nacionales, encontrándose que los productos que hacen el total de cemento producido son el cemento gris y el cemento blanco, los cuales están clasificados en la siguiente figura.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Tabla 3. Información identificada para el cálculo de emisiones de gases y partículas

Institución	Nombre de la Investigación	Tipo de operación	Población objetivo	Disponibilidad	Frecuencia de la información
DANE Departamento Administrativo Nacional de Estadística	Encuesta Anual Manufacturera	Censo de establecimientos de diez o más personas o que en su defecto registren un valor de producción anual igual o superior a un valor que se especifica para cada año de referencia.	La población objetivo de la EAM está conformada por los establecimientos que funcionan en el país y se definen como industriales, según la CIIU Rev.3 A.C.	Desde el año 1971 a la fecha	Anual
	Producción de cemento blanco				
	Producción de cemento gris				
	Estadísticas de cemento gris	Censo a la totalidad de las compañías productoras de cemento del país.	Definida como cada una de las plantas de las compañías productoras de cemento.	Desde el año 2009 a la fecha	Mensual
ICPC Instituto Colombiano de Productores de Cemento	Estadísticas de la industria cementera	Cesó sus actividades en el año 2010, y presentó estadísticas hasta el año 2009, sus estadísticas no están disponibles			

Fuente. Dane. Dirección de metodología y producción estadística – DIMPE. Consolidado por la Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

La estadística de cemento gris, la cual cubre el 100% de los establecimientos productores de cemento en el país, reporta información desde el año 2009; mientras que la contabilidad de las emisiones al aire, registrará serie desde el año 2005, por lo cual se necesita ajustar la información año 2005 – 2008. Para lograr llevar esta información en serie, se utiliza la información 2009 – 2014 publicada por la Estadística de Cemento gris, la cual se tomará como punto de referencia, para hacer retropolación en la serie y obtener el periodo 2005-2008 con la información que proviene de la EAM.

Para llevar a cabo este primer proceso, se tomó el índice de cantidad de los registros de cemento gris reportados por la EAM, los cuales se utilizaron para aplicar la retropolación para el periodo 2005-2008, con base en la serie 2009-2014 reportada por la estadística de cemento gris¹⁸, obteniendo entonces de esta manera la serie 2005-2014 para la producción nacional de este producto.

Otro tipo de cemento que hace parte del cálculo de cantidad de cemento producido nacional es el cemento blanco, información recopilada de la EAM, según CPC, Tabla 1. Esta información, se considera de acuerdo con lo conocido y analizado de esta producción con cobertura de los establecimientos que funcionan en el país y se definen como industriales, según la CIIU Rev.3 A.C.

¹⁸ Tomada de la página <http://www.dane.gov.co/index.php/esp/construccion-alias/estadisticas-de-cemento-gris-ecg/97-boletines/comunicados-y-boletines/2738-estadisticas-de-cemento-gris>.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Tabla 4. Estimación de la producción nacional de cemento

	Toneladas	
	Producción cemento blanco	Producción cemento gris
2005	174.917	8.116.424*
2006	183.438	10.274.875*
2007	176.359	10.784.746*
2008	147.810	11.182.621*
2009	129.077	9.314.747
2010	123.105	9.504.777
2011	139.912	10.778.538
2012	121.220	10.924.786
2013	116.529	11.251.933
2014	34.183	12.383.852

Fuente. DANE. Encuesta Anual Manufacturera, Encuesta de Cemento gris
Cálculos. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN).

*Estimación por retroprolación

6.1.1.1.2 Estimaciones de producción de clínker

Una vez estimada la producción de cemento gris y cemento blanco, se suman las producciones para obtener el total nacional de cemento. De acuerdo con la metodología IPCC 2006 y EMEP/EEA 2013 se ha determinado que el 95% del total de cemento producido es clínker.

Cuadro 1. Estimación de la producción nacional de clínker sin ajuste de importaciones y exportaciones

Año	Toneladas		
	Proporción clínker (95%) cemento blanco	Proporción clínker (95%) cemento gris	Producción de clínker estimada sin ajuste de importaciones y exportaciones
2005	166.171	7.710.603	7.876.774
2006	174.266	9.761.131	9.935.397
2007	167.541	10.245.508	10.413.049
2008	140.420	10.623.490	10.763.910
2009	122.623	8.849.010	8.971.633
2010	116.950	9.029.539	9.146.488
2011	132.916	10.239.611	10.372.527
2012	115.159	10.378.547	10.493.706
2013	110.703	10.689.336	10.800.039
2014	32.474	11.764.659	11.797.133

Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006 - EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013.

Cálculos. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN).

*Esta cantidad de clínker se considera hasta este cálculo como el clínker estimado por la producción de cemento blanco y gris. Aún no se ha balanceado esta producción por lo cual no se puede todavía considera como la producción nacional de clínker.

Las estimaciones de producción de clínker se calculan a partir de la producción de cemento registrada. Con base en la metodología IPCC 2006, se debe determinar la

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

proporción de importancia de producción de cemento portland vs la producción de cementos compuestos ó de albañilería; en el país se considera el cemento portland como el cemento gris, denotado así en la CPC, y de acuerdo con la consulta de expertos, se acentúa dicho concepto, por lo cual, se observa que el cemento en su 97,8% de producción es portland o cemento gris, y el 2,2% es cemento compuesto o blanco, no hay estadísticas de cemento de albañilería. De acuerdo con este hecho, y a las directrices internacionales, si se observa en la proporción una relevancia de producción de cemento gris, se puede adjudicar por defecto una fracción del 95%, que correspondería al total de clínker producido, es importante resaltar que este dato debe ajustarse por importaciones y exportaciones para obtener el dato real de la producción de clínker nacional. Tomando esta directriz, se aplica la siguiente ecuación,

$$\text{Total de producción de cemento} \times 0,95 = \text{Total producción de clínker estimada}$$

6.1.1.1.3 Importaciones y exportaciones de clínker

Teniendo en cuenta las directrices del IPCC 2006 y EMEP/EEA 2013, se debe contemplar las importaciones y exportaciones de clínker, de tal manera que se logre aplicar un balance físico del producto. Sin embargo, para hacer más exhaustivo el cálculo, se aplicó el balance oferta utilización físico según metodología cuentas nacionales, obteniendo un dato más exhaustivo. Adicionando al balance la variación de existencias, se aplicó a este cálculo el siguiente algoritmo matemático,

$$\text{Consumo intermedio} \pm \text{Variación de Existencias} + \text{Exportaciones} - \text{importaciones} = \text{Producción}$$

Cuadro 2. Estimación de la producción nacional de clínker con ajuste de importaciones y exportaciones

Año	Consumo intermedio Clínker	Importaciones Clínker	Exportaciones Clínker	Variación de existencias	Producción nacional de Clínker con ajuste de importaciones y exportaciones
2005	7.719.254		62.220	(22.033)	7.759.441
2006	9.935.397		77.475	523.287	10.536.159
2007	10.413.049	56	163.848	(627.452)	9.949.389
2008	10.763.910	-	130.190	(10.367)	10.883.733
2009	8.971.633	-	77.300	10.738	9.059.670
2010	9.146.488	196	-	346.945	9.493.237
2011	10.372.527	1.248	-	(321.922)	10.049.357
2012	10.493.706	34.112	5	187.979	10.647.578
2013	10.800.039	283.287	3	(98.884)	10.417.870
2014	11.797.133	893.369	4	170.023	11.073.791

Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006 - EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. DANE. Encuesta Anual Manufacturera, Balance Oferta Utilización Cuentas Nacionales, Comercio Exterior. Cálculos. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN).

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Se logró obtener la producción estimada de clínker a partir de la producción de cemento, la cual se considera consumo intermedio en el flujo del producto clínker, tanto el CI como la variación de existencias fue tomada de la EAM para el producto clínker según CPC denotado en la tabla 1. Para obtener la información de importaciones y exportaciones de clínker se revisaron las partidas arancelarias¹⁹ utilizadas para comercio exterior, y denotada para el producto, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 5. Correlativa clasificación de emisiones vs comercio exterior

Clasificación NFR/EMEP/IPCC		Clasificación Comercio Exterior Industria manufacturera		Nomenclatura Actividades Cuentas Nacionales- Base 2005	
Código	Descripción	NANDINA	Descripción	Código	Descripción
2A	Industria de los minerales				
				Producto 300201	Cemento, cal y yeso
2A1	Producción de cemento	2523100000	Clinker	Actividad 30	Productos minerales no metálicos

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Módulo de procesos industriales. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN) – Comercio Exterior

6.1.1.1.4 Factores de emisión nacional o por defecto

Las emisiones que se contemplan para la producción de cemento, de acuerdo al IPCC 2006 y la guía EMEP/EEA 2013, son CO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, PST y BC. De esta manera, se plantean los siguientes factores de emisión por defecto, ya que hasta la fecha, sí bien es cierto, hay ejercicios de carácter sectorial en diferentes plantas, no existen factores de emisión concertados a nivel nacional. De acuerdo con lo anterior, se recurre a los factores por defecto, propuestos por el IPCC 2006, para el CO₂, y para calidad del aire, los propuestos por la guía EMP/EEA 2013.

Los factores de emisión contemplados de calidad del aire (PM₁₀, PM_{2,5}, PST y BC), son considerados por defecto de la guía EMP/EEA; fueron medidos en el proceso de calcinación, por lo cual están asociados a este subproceso productivo, sin considerar otras operaciones del proceso, que también pueden estar generando emisiones, pero que en comparación con este punto no se consideran representativas. Es así, como se ha llevado a cabo la selección de dichos factores de emisión de acuerdo, con la siguiente tabla.

¹⁹ Corresponde a la clasificación de comercio exterior, basada en el Sistema Armonizado de la Organización Mundial Aduanera.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Tabla 6. Factores de emisión de partículas para la producción de cemento, nivel 1

Contaminante	Valor	Unidad
PST	260	g/Mg clínker
PM ₁₀	234	g/Mg clínker
PM _{2,5}	130	g/Mg clínker

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. 2A1. Cement Production. Table 3.1
Mg. 1 Millón de gramos = 1 tonelada. Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

El factor de emisión de CO₂, ha sido considerado, bajo los parámetros sugeridos por la guía del IPCC 2006, donde en el proceso de producción del clínker, se calienta o calcina la piedra caliza, compuesta esencialmente de carbonato de calcio (CaCO₃), para producir cal (CaO) y CO₂ como productos derivados.



De acuerdo con la metodología y su sustentación teórica, manifestada en el módulo de procesos industriales, capítulo 2, emisiones de la industria de los minerales, pág. 2.6, se sugiere 0,51 toneladas de CO₂/ toneladas de clínker como factor de emisión, para el nivel 1, aplicando un factor de corrección de la variable CKD²⁰ (polvo del horno de cemento) asumiéndose que ha sido recirculado al proceso, por lo cual se le adjudica 2% más en las emisiones de CO₂, corrección que se adiciona en el factor, obteniéndose entonces el factor ajustado de 0,52 toneladas de CO₂/ toneladas de clínker.

De donde se obtiene,

Producción de clínker nacional ajustado * 0,52

Se toman las emisiones y se distribuyen de acuerdo con la clasificación CIIU y nomenclatura cuentas nacionales, para asignarle el registro en la matriz de oferta-utilización, según tabla 2.

6.1.2 Producción de cal

Las emisiones provenientes del proceso de calcinación y molienda en el proceso de producción de cal, serán las contempladas para esta estimación; teniendo como base el diagrama de proceso y las guías de cálculo de emisiones, esta estimación se basó en el siguiente algoritmo matemático,

Total Emisiones = Cantidad de cal producida X Factor de emisión

²⁰ Tomado del IPCC 2006. CKD. Cement Kiln Dust

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

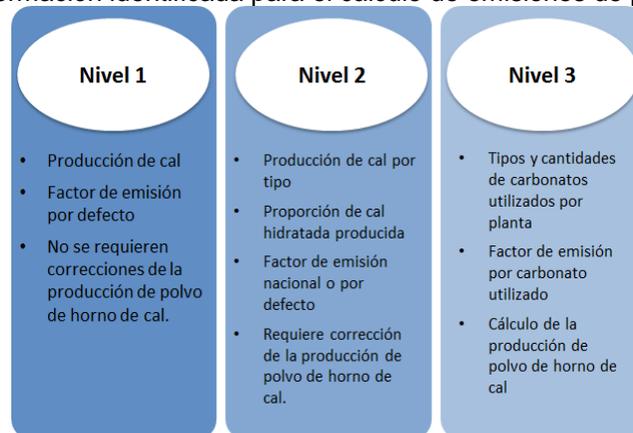
ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

De acuerdo con la metodología empleada para llevar a cabo esta contabilidad, se revisó los métodos de cálculo sugeridos según el IPCC 1996 y 2006 y la guía EMEP/EEA 2013.

Figura 17. Información identificada para el cálculo de emisiones de producción de cal



Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006 - EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

Como se ha venido comentando, el cálculo de emisiones de nivel 3 se descarta debido a la complejidad de compilación de información, de esta manera se evaluó la viabilidad para el nivel 2 y 1 de acuerdo con la disponibilidad de los datos, observándose que en el país solo se produce cal viva y de ella la cal hidratada, no teniendo producción de cal hidráulica y cal de dolomita; siendo este comportamiento entonces el que induce a que el cálculo se lleve a cabo para el nivel 1.

6.1.2.1 Análisis de viabilidad del cálculo por el nivel 1

6.1.2.1.1 Producción de cal

En los registros de producción de cal de la Encuesta Anual Manufacturera, se observaron estadísticas básicas que contemplan características de calidad, cobertura, oportunidad y periodicidad entre otros. De acuerdo con lo anterior, se logró obtener por CPC el tipo de cal, producido en el país, bajo las características de la fuente, según tabla 1.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Tabla 7. Información identificada para el cálculo de emisiones de gases y partículas

Institución	Nombre de la Investigación	Tipo de operación	Población objetivo	Disponibilidad	Frecuencia de la información
DANE Departamento Administrativo Nacional de Estadística	Encuesta Anual Manufacturera Producción de Cal viva ²¹	Censo de establecimientos de diez o más personas o que en su defecto registren un valor de producción anual igual o superior a un valor que se especifica para cada año de referencia.	La población objetivo de la EAM está conformada por los establecimientos que funcionan en el país y se definen como industriales, según la CIU Rev.3 A.C.	Desde el año 1971 a la fecha	Anual

Fuente. Dane. Dirección de metodología y producción estadística – DIMPE. Consolidado por la Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

Para establecer la producción de cal, se llevó a cabo un balance oferta utilización físico y monetario, con el fin de darle consistencia y coherencia a la información existente, de tal forma que se logra llevar a la cantidad total nacional producida con base a la información reportada por la EAM, y a los equilibrios económicos que ha hecho cuentas nacionales, de tal forma que se logra obtener una buena cobertura y consistencia de la medición.

Siendo así, como se aplica el siguiente algoritmo matemático para llegar a dicha estimación:

$$\text{Producción} = \text{Consumo intermedio} \pm \text{Variación de Existencias} + \text{Exportaciones} - \text{importaciones}$$

En la EAM, existen otros productos como cal viva molida y la cal hidratada, estas mediciones sufren otros procesos a partir del producto cal viva, por lo cual no se cuantifican, ya que se estaría duplicando el cálculo. La cal de dolomita es otro producto, obtenido a partir de la calcinación de dolomita, pero este producto es ínfimo en el país, y los registros obtenidos por EAM son cal de dolomita triturada no calcinada, por lo cual no debe considerarse para este cálculo.

²¹ Cal viva: Constituida principalmente por óxido de calcio (CaO), producida por la calcinación de la piedra caliza. (Fuente. Asociación Nacional de Fabricantes de Cales y Derivados de España –ANCADE; tomada de la página web http://www.ancade.com/Glosario-Cal_es_29.html).

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Tabla 8. Estimación de la producción nacional de cal

Año	Toneladas Producción nacional de Cal
2005	92.976
2006	108.124
2007	274.536
2008	289.191
2009	224.781
2010	229.795
2011	230.566
2012	223.221
2013	227.434
2014	116.803

Fuente. DANE. Encuesta Anual Manufacturera, Balance Oferta Utilización de las cuentas nacionales. Cálculos Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN).

6.1.2.1.2 Factores de emisión nacional o por defecto

Las emisiones que se contemplan para la producción de cal, de acuerdo al IPCC 2006 y la guía EMEP/EEA 2013, son CO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, PST y BC, de esta manera, se plantean los siguientes factores de emisión por defecto, ya que no se identifican factores de emisión concertados a nivel nacional. De acuerdo con lo anterior, se recurre a los factores por defecto, propuestos por el IPCC 2006, para el CO₂, y para calidad del aire, los propuestos por la guía EMP/EEA 2013.

Los factores de emisión contemplados de calidad del aire (PM₁₀, PM_{2,5}, PST y BC), son considerados por defecto de la guía EMP/EEA; estos fueron medidos en el proceso de calcinación de la piedra caliza, molienda e hidratación de la cal.

Tabla 9. Factores de emisión de partículas para la producción de cal, nivel 1

Contaminante	Valor	Unidad
PST	9.000	g/Mg cal
PM ₁₀	3.500	g/Mg cal
PM _{2,5}	700	g/Mg cal

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. 2A2. Lime Production. Table 3.1 Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)
Mg. 1 Millón de gramos = 1 tonelada

El factor de emisión de CO₂, ha sido considerado, bajo los parámetros sugeridos por la guía del IPCC 2006, donde en el proceso de producción de la cal, se calienta o calcina la piedra caliza, compuesta esencialmente de carbonato de calcio (CaCO₃), para producir cal (CaO) y CO₂ como productos derivados.



PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

De acuerdo con la metodología en el módulo de procesos industriales, capítulo 2, emisiones de la industria de los minerales, pág. 2.26, se sugieren los siguientes factores de emisión, para el nivel 1 y 2, por tipo de cal.

Tabla 10. Factores de emisión de CO₂ para la producción de cal, nivel 1

Tipo de cal	Factor de emisión por defecto (toneladas de CO ₂ por tonelada de cal)
Cal con fuerte proporción de calcio	0,75
Cal de dolomita	0,77
Cal hidráulica	0,59

Fuente. IPCC, 2006. Volumen 3. Procesos industriales y uso de productos. Capítulo 2. Emisiones de la industria de los minerales. Cuadro 2.4
Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

Se toman entonces las emisiones y se distribuyen de acuerdo con la clasificación CIU y nomenclatura cuentas nacionales, para asignarle el registro en la matriz de oferta-utilización, según tabla 2.

6.1.3 Producción de vidrio

Las emisiones provenientes del proceso de fusión de los materiales como la piedra caliza (CaCO₃), la dolomita CaMg(CO₃)₂ y la ceniza de sosa (Na₂CO₃) IPCC 2006, serán las contempladas para el cálculo de CO₂, y las emisiones de calidad del aire, han sido medidas en el proceso de transformación del producto vidrio. Teniendo como base el diagrama de proceso y las guías de cálculo de emisiones, esta estimación se basó en el siguiente algoritmo matemático,

$$\text{Total Emisiones} = \text{Cantidad de vidrio producido} \times \text{Factor de emisión}$$

De acuerdo con la metodología empleada para llevar a cabo esta contabilidad, se revisó los métodos de cálculo sugeridos según el IPCC 1996 y 2006 y la guía EMEP/EEA 2013.

Figura 18. Información identificada para el cálculo de emisiones de producción de vidrio



Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006 - EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013.
Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Para llevar a cabo el proceso de estimación, se revisa la viabilidad de cálculo por los niveles planteados, observándose que para el nivel 3 no se tiene la información disponible; para el nivel 2 se tiene información de algunos procesos de fabricación y por ende se tendría información para el nivel 1.

Es importante aclarar que el vidrio se contabiliza por tipo de producto producido, cada producto tiene una unidad de cuantificación diferente en volumen, peso y cantidad, y los registros que se tienen en la EAM de estos productos en su mayoría están en unidades de cantidad, lo cual hace aún más complejo determinar la cantidad de vidrio producido a partir de esta información sino se tiene el peso de los mismos, por este motivo se llevará a cabo el cálculo para el nivel 2, para algunos procesos de fabricación, donde se ha logrado ahondar en este detalle.

6.1.3.1 Análisis de viabilidad del cálculo por el nivel 2

6.1.3.1.1 Producción de vidrio por proceso de fabricación

La información disponible y consolidada para hallar la producción de vidrio se estableció por los productos principales que sugieren las metodologías en estudio siendo estos recipientes, vidrios planos (ventanas), fibras de vidrio y vidrios especiales. De acuerdo con lo anterior, se revisó la Encuesta Anual Manufacturera, de donde se logra identificar por CPC, los siguientes productos, según tabla 1.

- Vidrio plano sin biselar, ni azogar
- Fibra de vidrio (aislamiento)
- Frascos pequeños de vidrio para perfumería, farmacia y laboratorio
- Botellas de vidrio para bebidas no alcohólicas
- Botellas de vidrio de menos de un litro de capacidad
- Botellas de vidrio de un litro y más de capacidad

Este análisis consolidó los productos más relevantes y medibles, sin embargo quedan en desarrollo de consecución de información los siguientes,

- Vajillas de vidrio
- Vasos y jarros de vidrio
- Copas de vidrio
- Jarras y platones de vidrio
- Ceniceros de vidrio

Estos productos se consideran parte del grupo de recipientes, y son productos primarios, sin embargo aún no ha sido posible establecer los pesos para los registros de estos

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

productos, ya que están medidos en millares, lo cual hace complejo establecer una cantidad en toneladas por cada uno de ellos.

Los productos listados con anterioridad se consideran los más representativos para determinar la cantidad de vidrio producido en el país, de esta manera se logra obtener de los productores y por consulta de expertos los pesos relacionados con cada uno de los productos, de tal manera que se logró llegar a toneladas de vidrio producido, a partir de la siguiente información.

Tabla 11. Cálculo de las variables de producción de vidrio

Variable	Productos CPC 1.0 A.C. en la EAM	Unidad de medida	Cálculo para llevar a peso (toneladas)	Peso ponderado
Producción de vidrio plano	Vidrio plano sin biselar ni azogar*	m ²	Cantidad de vidrio plano * 2.500 kg/m ³ * 0,05m = producción de vidrio plano en Kg	12,5 Kg por vidrio plano de 5 mm ²²
	Frascos pequeños de vidrio para perfumería, farmacia y laboratorio			0,14 kg por envase
Producción de envases de vidrio	Botellas de vidrio para bebidas no alcohólicas	millares	Cantidad de envases * peso en kilogramos por envase = producción de envases en Kg	0,89 kg por envase
	Botellas de vidrio de menos de un litro de capacidad			0,24 kg por envase
	Botellas de vidrio de un litro y más de capacidad			0,77 kg por envase

Fuente. Empresas consultadas del sector. DANE. Encuesta Anual Manufacturera. Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

*Este tipo de vidrio ha dejado de producirse en el país por costos

Una vez se obtiene dicho cálculo, se aplican los algoritmos matemáticos para llegar a la cantidad de vidrio producido por cada uno de los procesos.

6.1.3.1.2 Corrección por proporción de vidrio reciclado

Para el cálculo de las emisiones por producción de vidrio, se debe hallar la cantidad de vidrio reciclado que se ingresa al proceso por tipo de producción, de esta manera, se consultó con las industrias que reportan a la EAM, estas proporciones para adjudicarlas a los productos CPC, siendo así como se obtuvo, los siguientes datos.

Tabla 12. Proporción de vidrio reciclado

Variable	Productos CPC 1.0 ac en la EAM	Proporción de vidrio reciclado
Producción de vidrio plano	<ul style="list-style-type: none"> • Vidrio plano sin biselar ni azogar • Vidrio plano biselado 	No se hace reciclaje
Producción de envases de vidrio	<ul style="list-style-type: none"> • Envases de más de un litro de capacidad • Envases de menos de un litro de capacidad • Frascos de vidrio pequeños 	38%

²² Para este producto se asume este peso, con la salvedad de que se conoce que en la producción registrada se tienen vidrios de otras densidades, sin embargo no hay información detallada para determinar proporciones, por lo cual se asume por consulta de expertos este dato para la cantidad total, asumiendo que puede haber una subvaloración de la cantidad real de vidrio producido para este producto.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Fuente. Empresas consultadas del sector. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

Una vez obtenida esta información se logra aplicar el siguiente algoritmo matemático, por proceso productivo, como base para hallar las emisiones únicamente de CO₂, ya que como se ha mencionado, el vidrio reciclado ya se ha contabilizado en emisiones de CO₂ como material virgen, siendo así, como su inclusión en un nuevo proceso productivo, minimiza dichas emisiones, por lo cual deben ser restadas del nuevo cálculo.

$$\text{Producción de vidrio}_{(\text{material virgen})} = \text{Cantidad de vidrio producido}_{(\text{por proceso productivo})} * (1 - \text{proporción de vidrio reciclado})_{(\text{por proceso productivo})}$$

De esta manera, se obtiene como resultado, la cantidad de materia virgen que ingresó al proceso para producir vidrio, y que es susceptible de emitir emisiones de CO₂. Para este cálculo se obtuvo entonces la siguiente producción de vidrio (material virgen).

Cuadro 3. Estimación de la producción nacional de vidrio (materia virgen)

Tipos de vidrio	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Vidrio plano	170.575	175.197	142.199	98.791	77.674	71.629	82.163	48.375	-	-
Fibra de vidrio (aislamiento)	1.483	1.439	1.322	1.247	1.243	1.252	1.313	1.128	1.088	1.033
Frascos pequeños de vidrio para perfumería, farmacia y laboratorio	29.255	25.526	38.446	18.960	17.524	16.929	37.319	30.664	24.999	41.318
Botellas de vidrio para bebidas no alcohólicas	387.372	416.149	266.665	399.174	298.614	750.699	318.246	319.866	285.009	328.411
Botellas de vidrio de menos de un litro de capacidad	116.263	127.837	160.051	136.018	100.844	52.881	145.949	136.526	137.783	87.578
Botellas de vidrio de un litro y más de capacidad	148.851	178.840	255.034	5.907	7.638	12.229	1.753	1.604	2.515	44.489
Total frascos y botellas (envases)	652.487	722.826	681.750	541.099	407.096	815.808	465.949	457.995	425.307	460.478

Fuente. DANE. Encuesta Anual Manufacturera, Balance Oferta Utilización de las cuentas nacionales. Cálculos Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN).

6.1.3.1.3 Factores de emisión por defecto por proceso de fabricación

Las emisiones que se contemplan para la producción de vidrio, de acuerdo al IPCC 2006 y la guía EMEP/EEA 2013, son CO₂, COVDM, PM₁₀, PM_{2,5}, PST, BC, Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se y Zn, de acuerdo con los materiales usados en cada proceso de fabricación, los factores de emisión disponibles son por defecto, los propuestos por el IPCC, para el CO₂, y para calidad del aire y metales pesados los propuestos por la guía EMEP/EEA 2013.

Los factores de emisión contemplados de calidad del aire (PM₁₀, PM_{2,5}, PST y BC), son considerados por defecto de la guía EMEP/EEA 2013, fueron medidos en el proceso de fundición y transformación del vidrio. Sin embargo, la metodología sostiene que estas partículas también están asociadas al proceso de combustión debido a que es imposible separarlas en el proceso. Es así, como se ha llevado a cabo la selección de dichos factores de emisión de acuerdo, con las siguientes tablas.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Tabla 13. Factores de emisión de partículas para la producción de vidrio plano, nivel 2

Contaminante	Valor	Unidad
PST	130	g/Mg vidrio plano
PM ₁₀	120	g/Mg vidrio plano
PM _{2,5}	100	g/Mg vidrio plano
Pb	0,4	g/Mg vidrio plano
Cd	0,068	g/Mg vidrio plano
Hg	0,003	g/Mg vidrio plano
As	0,08	g/Mg vidrio plano
Cr	0,08	g/Mg vidrio plano
Cu	0,007	g/Mg vidrio plano
Ni	0,74	g/Mg vidrio plano
Se	0,15	g/Mg vidrio plano
Zn	0,37	g/Mg vidrio plano

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. 2A3. Glass Production. Table 3.2. Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)
Mg. 1 Millón de gramos = 1 tonelada.

Tabla 14. Factores de emisión de partículas para la producción de envases de vidrio, nivel 2

Contaminante	Valor	Unidad
PST	280	g/Mg envase
PM ₁₀	250	g/Mg envase
PM _{2,5}	220	g/Mg envase
Pb	2,9	g/Mg envase
Cd	0,12	g/Mg envase
As	0,29	g/Mg envase
Cr	0,37	g/Mg envase
Ni	0,24	g/Mg envase
Se	1,5	g/Mg envase

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. 2A3. Glass Production. Table 3.3. Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)
Mg. 1 Millón de gramos = 1 tonelada.

Tabla 15. Factores de emisión de partículas para la producción de fibras vidrio, nivel 2

Contaminante	Valor	Unidad
PST	100	g/Mg fibra
PM ₁₀	90	g/Mg fibra
PM _{2,5}	70	g/Mg fibra

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. 2A3. Glass Production. Table 3.4. Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)
Mg. 1 Millón de gramos = 1 tonelada

Para seleccionar el factor de emisión de CO₂, se ha considerado, el factor por defecto sugerido por la guía del IPCC 2006, de acuerdo al tipo de producción del vidrio.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Tabla 16. Factores de emisión de CO₂ para la producción de vidrio, nivel 2

Contaminante	Factor de emisión de CO ₂ (t de CO ₂ /t de vidrio)	Proporción de vidrio reciclado
Vidrio plano (flotado)	0,21	10% - 25%
Recipiente (cristal)	0,21	30% - 60%
Recipiente (ámbar/verde)	0,21	30% - 80%
Fibra de vidrio (E-glass)	0,19	0% - 15%
Fibra de vidrio (aislamiento)	0,25	10% - 50%
Especial (pantalla de televisión)	0,18	20% - 75%
Especial (tubo de televisión)	0,13	20% - 60%
Especial (vajilla)	0,10	20% - 70%
Especial (laboratorio y/o farmacia)	0,03	30% - 75%
Especial (iluminación)	0,20	40% - 70%

Fuente. IPCC, 2006. Volumen 3. Procesos industriales y uso de productos. Capítulo 2. Emisiones de la industria de los minerales. Cuadro 2.6. Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

De los cuales se ha logrado identificar, que el vidrio que se utiliza para la producción de bombillas incandescentes (vidrio en tubos) es cien por ciento, importado, por lo cual no tenemos producción de este producto en el país.

Y finalmente para calcular COVDM se toma el factor de emisión sugerido por el IPCC, en la guía de 2006, donde se menciona que el factor es 4,6 Kg de COVDM/tonelada de vidrio producido.

Se toman entonces las emisiones y se distribuyen de acuerdo con la clasificación CIIU Rev. 3 y nomenclatura cuentas nacionales para asignarle el registro en la matriz de oferta-utilización, según tabla 2.

6.1.4 Otros usos de carbonatos en los procesos

6.1.4.1 Producción de cerámicas

Las emisiones generadas por procesos de producción de cerámicas, son contabilizadas a través de la materia prima utilizada para elaborar los diferentes productos como ladrillos y tejas, tuberías de arcilla vitrificada, productos refractarios, productos de arcilla expandida, azulejos y cerámica para el piso, vajillas y ornamentos cerámicos, sanitarios, cerámicas, entre otros. Las emisiones identificadas en la metodología IPCC 2006 por este tipo de producción son de CO₂, aunque existen partículas emitidas en el proceso de molienda, conformado y secado, no se tienen todavía factores al respecto.

Para llevar a cabo la estimación de las emisiones se identificaron 3 niveles de cálculo, donde el nivel 3 no se consideró por su nivel de detalle; el nivel 2 no es viable, ya que no existe disponibilidad de información de las proporciones de piedra caliza y dolomita, medidas en el país, por lo cual se estudiará el desarrollo de cálculo por el nivel 1.

	Guía para la estimación de la Cuenta de emisiones al aire por procesos de producción y utilización de materiales		CÓDIGO: PES-CSA-GU-01 VERSIÓN: 01 PÁGINA: 45 FECHA: 15-09-2016
	PROCESO: Producción estadística	SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental	
ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego Profesional especializado	REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales	APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales	

Figura 19. Información identificada para el cálculo de emisiones de producción de cerámica



Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006 - EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

6.1.4.1.1 Análisis de viabilidad del cálculo por el nivel 1

6.1.4.1.1.1 Cantidad de arcilla utilizada para procesos de calcinación

Se hizo una revisión de información disponible en uso de arcillas para procesos productivos como la fabricación de ladrillos, tejas, refractarios, etc, disponible en el capítulo 9 de la Encuesta Anual Manufacturera, la cual relaciona en la base de datos la materia prima que utilizan las industrias para sus procesos productivos. En ella se obtuvo la información para este primer proceso metodológico, ubicando tres tipos de arcillas (arcilla común, arcilla refractaria y arcillas especiales) y sus respectivos CPC, según corresponde, y como se puede observar en tabla 1 de este documento.

La cantidad consumida de arcilla, por las actividades que se identifican dentro del grupo que produce productos refractarios de acuerdo a la CIIU (tabla 2), representa en promedio el 90% de toda la economía dedicada a esta actividad, de acuerdo a los análisis que consolida Cuentas Nacionales. Se ha tomado la información de consumo de arcilla de estas actividades económicas, llevándolo a la cobertura total utilizando el balance oferta utilización en valor de cuentas, obteniendo así el total nacional de uso de arcilla por estas actividades.

La cantidad de arcilla consumida por las industrias manufactureras dedicadas a fabricar productos refractarios se relaciona en la siguiente tabla.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas
Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Tabla 17. Estimación del consumo intermedio de la arcilla en actividades de fabricación de productos refractarios

	Cantidad usada de Arcilla
2005	6,482,863
2006	6,733,677
2007	8,161,516
2008	7,455,078
2009	5,519,435
2010	7,127,189
2011	7,080,396
2012	7,153,925
2013	8,340,320
2014	6,430,788

Fuente. DANE. Encuesta Anual Manufacturera. Cálculos. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales

6.1.4.1.1.2 Cantidad de carbonato utilizado

Debido a la falta de información de la composición de minerales de la arcilla, se toma el nivel 1, partiendo de que el 10% de su composición es carbonatos, según IPCC 2006.

$$\text{Cantidad de carbonato utilizado} = \text{Cantidad usada de arcilla} * 0,10$$

6.1.4.1.1.3 Proporciones de piedra caliza y dolomita por defecto

Debido al desconocimiento de la composición de las arcillas, no es posible calcular las emisiones por el nivel 2, por lo cual se toma el nivel 1, considerando la composición de acuerdo con las mediciones sugeridas por el IPCC 2006, por defecto. Esta entonces sugiere lo siguiente para dicho cálculo:

- Del carbonato utilizado se puede suponer por defecto el 85% de piedra caliza
- Del carbonato utilizado se puede suponer por defecto el 15% de dolomita

Siendo así como se aplica entonces la siguiente fórmula,

$$\text{Total emisiones CO}_2 = \text{cantidad del carbonato utilizado} * [(0,85 * Fe_{pc}) + (0,15 * Fe_d)]$$

6.1.4.1.1.4 Factor de emisión por defecto

De acuerdo con las guías del IPCC 2006, se establece que los factores de emisión de acuerdo a su contenido de carbono para la piedra caliza y la dolomita, son 0,43971 y 0,47732 respectivamente, como se observa en la siguiente tabla.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Tabla 18. Factor de emisión de CO₂ para diferentes tipos de carbonatos

Carbonato	Factor de emisión de CO ₂ (t de CO ₂ /t de carbonato)
CaCO ₃ - (calcita)*	0,43971
MgCO ₃ (magnesita)	0,52197
CaMg(CO ₃) ₂ (dolomita)*	0,47732
FeCO ₃ (siderita)	0,37987
Ca(Fe,Mg,Mn)(CO ₃) ₂ (Ankerita o espato)	0,40822–0,47572
MnCO ₃ (Rhodochrosita)	0,38286
Na ₂ CO ₃ (Carbonato de sodio o ceniza de sosa)	0,41492

Fuente. IPCC, 2006. Volumen 3. Procesos industriales y uso de productos. Capítulo 2. Emisiones de la industria de los minerales. Cuadro 2.1

Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

*La calcita es el mineral principal de la piedra caliza. Los términos tales como piedra caliza con fuerte proporción de magnesio o piedra caliza dolomítica se refieren a una sustitución relativamente pequeña del Mg por el Ca en la fórmula general CaCO₃, comúnmente presentada para la piedra caliza.

Como ha mencionado anteriormente por esta actividad solo se contemplarán emisiones de dióxido de carbono.

6.1.4.2 Otros usos de la ceniza de sosa

Las emisiones generadas por el uso de ceniza de sosa o más conocida como carbonato de sodio, es el registro de otros procesos industriales donde se somete a temperatura dicho carbonato, que no están incluidos en los ya mencionados y calculados como el vidrio y las cerámicas. Las emisiones identificadas de estos otros procesos se han identificado en gases efecto invernadero, con el CO₂; por lo cual la metodología a aplicar para el cálculo, es la que recomienda el IPCC 2006. Como ya se mencionó, no se tienen factores de emisión medidos y concertados a nivel nacional para usarlos en los cálculos de emisiones nacionales, por lo cual se analizó el nivel 1, de acuerdo con las necesidades y disponibilidad de información.

Figura 20. Información identificada para el cálculo de emisiones por uso de ceniza sosa



Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006 - EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

6.1.4.2.1 Análisis de viabilidad del cálculo por el nivel 1

6.1.4.2.1.1 Cantidad de ceniza sosa utilizada

Para obtener la cantidad de ceniza sosa utilizada en las actividades de producción diferentes al vidrio y la cerámica, se caracterizó el grupo de jabones y detergentes, productos químicos, metalurgia, pulpa y papel, entre otros. Se revisó la EAM, donde se observó el producto carbonato de sodio (soda ash), asociado a las CIU que hacen uso de este producto y pertenecen a los grupos anteriormente mencionados como se registra en la siguiente tabla.

Para la obtención del cálculo se toma el total usado de ceniza sosa de los productos registrados por la Encuesta Anual Manufacturera, de acuerdo a la siguiente clasificación CIU, analizada y consultada, de ser estas las actividades que deben estar monitoreadas para este cálculo.

Tabla 19. Actividades económicas identificadas para el cálculo de otros usos de ceniza sosa

Grupos de actividades económicas	CIU ²³ Rev. 3.1 A.C.	Proporción de vidrio reciclado
Pulpa y papel	2109	Fabricación de otros artículos de papel y cartón
	2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados
	2412	Fabricación de abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados
	2413	Fabricación de plásticos en formas primarias
	2421	Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario
	2422	Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares, tintas para impresión y masillas
Productos químicos	2423	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos
	2429	Fabricación de otros productos químicos ncp
	2519	Fabricación de otros productos de caucho ncp
	2699	Fabricación de otros productos minerales no metálicos ncp

²³ Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas. Revisión 3.1 Adaptada para Colombia. Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Grupos de actividades económicas	CIU ²³ Rev. 3.1 A.C.	Proporción de vidrio reciclado
Jabones y detergentes	2424	Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir; perfumes y preparados de tocador
Metalurgia	2710	Industrias básicas de hierro y de acero
	2721	Industrias básicas de metales preciosos
	2892	Tratamiento y revestimiento de metales; trabajos de ingeniería mecánica en general realizados a cambio de una retribución o por contrata
Otros	2915	Fabricación de equipo de elevación y manipulación
	3150	Fabricación de lámparas eléctricas y equipo de iluminación
	3699	Otras industrias manufactureras ncp

Fuente. Dane – CIU Rev. 3.1 A.C. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales - DSCN

Tabla 20. Estimación de la cantidad de ceniza sosa utilizada como producto calcinado en diferentes actividades económicas

Toneladas	
Cantidad usada de ceniza de sosa	
2005	64.574.307
2006	62.172.177
2007	67.579.436
2008	70.006.899
2009	73.796.207
2010	63.794.077
2011	61.004.129
2012	81.050.916
2013	56.552.444
2014	71.885.061

Fuente. DANE. Encuesta Anual Manufacturera. Consolidado Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

6.1.4.2.1.2 Factores de emisión por defecto

Para determinar el factor de emisión, se ha asumido la guía del IPCC 2006, donde se sugiere el factor de emisión por defecto esencialmente por carbonato de sodio, según la tabla 17, considerada en la anterior estimación, en la cual no se tiene en cuenta proporciones de piedra caliza ni dolomita, aplicando entonces la siguiente ecuación,

Total emisiones CO₂ = cantidad de carbonato de sodio utilizado *0,41492

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Se hace necesario aclarar, que para el cálculo de las emisiones de CO₂, también se consideran las emisiones generadas por el proceso de producción de la ceniza de sosa, en Colombia no se lleva a cabo dicho proceso, por lo cual no se calcula por producción.

Las emisiones que se puedan generar por el uso o producción de este carbonato diferentes a gases efecto invernadero, no han sido identificadas ni medidas por parte de EMEP/EEA 2013, por lo cual no se contabilizan aún.

6.1.5 Otros

6.1.5.1 Canteras y extracción de minerales distintos al carbón

Las emisiones consideradas para esta actividad están asociadas a la calidad del aire, por lo cual se considerarán las partículas PST, PM₁₀ y PM_{2,5}. Teniendo en cuenta las directrices de EMEP/EEA 2013 se identificó la información que se requiere para el cálculo de las emisiones en los diferentes niveles.

Figura 21. Información identificada para el cálculo de emisiones por canteras y extracción de minerales distintos al carbón



Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006 - EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

De acuerdo con la disponibilidad de información, se determinarán las emisiones para los minerales registrados en el sistema de información minero colombiano y la cuenta ambiental y económica de activos físicos de los recursos minerales y energéticos, de acuerdo a los requerimientos del nivel 1, ya que no se dispone de información tecnológica por cada tipo de extracción o explotación minera.

6.1.5.1.1 Análisis de viabilidad del cálculo por el nivel 1

6.1.5.1.1.1 Cantidad extraída o explotada por mineral

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

La información que será compilada para esta categoría de fuente es obtenida del Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas, de la Cuenta de Activos de los Recursos Minerales y Energéticos, donde los registros de extracción se contemplan como todo lo transado y no transado en la economía, compilando así el total de extracción del mineral.

Para los demás minerales se dará seguimiento a la información para lograr de ella una mejor calidad para así poderlos incluir en esta contabilidad, ya que en la actualidad las mediciones existentes están registrando solo el mineral transado en la economía, obteniendo entonces la siguiente serie de datos, que serán contemplados para el cálculo.

Tabla 21. Cantidad extraída de los minerales

	Toneladas		
	Mineral de hierro	Mineral de cobre	Mineral de níquel
2005	1.271.015	68.696	4.740.202
2006	1.020.484	29.684	5.237.858
2007	1.256.615	49.878	5.898.470
2008	1.095.421	61.838	5.119.136
2009	871.885	73.214	6.657.373
2010	814.740	71.312	5.617.104
2011	839.824	76.380	6.970.190
2012	743.923	69.830	7.357.539
2013	1.221.811	69.900	7.734.065
2014	766.866	133.300	6.388.995

Fuente. DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Ambientales (DSCN). Sistema de Contabilidad Ambiental y Económico. Cuenta de Activos de los Recursos Minerales y Energéticos. Tomado de la página web http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas_ambientales/cuenta_activos_mineria_energia/M_Act_mineria_energia_2014_2015_provisional.xls

6.1.5.1.1.2 Factor de emisión por defecto

La guía EMEP/EEA 2013, ha determinado los factores de emisión por defecto para estas actividades de explotación y extracción minera, sin embargo, se hace la salvedad que están basados en mediciones internacionales, de igual forma como ya se había descrito anteriormente las emisiones que se medirán serán de calidad del aire, sujetas a los factores de emisión sugeridos para el nivel 1.

Tabla 22. Factores de emisión de partículas para las canteras y extracción de minerales distintos al carbón

Contaminante	Valor	Unidad
PST	102	g/Mg mineral
PM ₁₀	50	g/Mg mineral
PM _{2,5}	5,0	g/Mg mineral

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. 2A5a. Quarrying and mining of minerals other than coal Table 3.1. Consolidado por el DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Ambientales (DSCN).
Mg. 1 Millón de gramos = 1 tonelada

De esta manera se aplica el algoritmo matemático siguiente, una vez se obtiene la información requerida.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

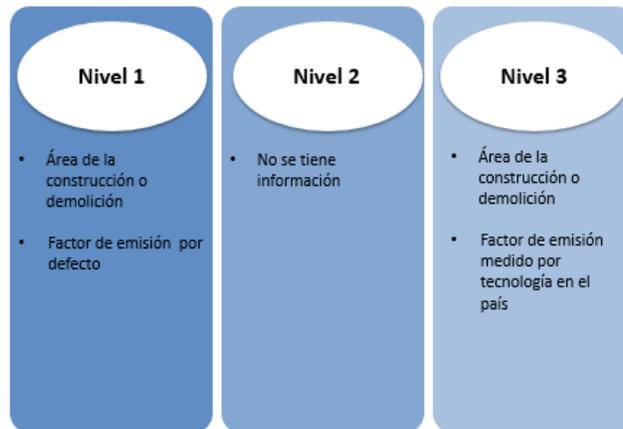
APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

$$\text{Total Emisiones} = \text{Cantidad de extracción o explotación minera} \times \text{Factor de emisión}$$

6.1.5.2 Construcción y demolición

Las actividades de construcción y demolición debido a los materiales utilizados en el proceso emiten partículas principalmente a la atmosfera que afectan la calidad del aire, por lo cual se han considerado como una categoría de fuente a tener en cuenta para la contabilidad de las emisiones al aire. Esta estimación se llevó a cabo de acuerdo a los lineamientos sugeridos por la guía EMEP/EEA 2013, y al siguiente requerimiento de información.

Figura 22. Información identificada para el cálculo de emisiones por construcción y demolición



Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006 - EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

Si bien es cierto las emisiones obedecen a la tecnología utilizada en dichos procesos, el cálculo se llevará a cabo por el nivel 1, de acuerdo a la disponibilidad de información.

6.1.5.2.1 Análisis de viabilidad del cálculo por el nivel 1

6.1.5.2.1.1 Área de construcción y demolición

Para determinar las áreas de construcción y demolición, se revisó la información disponible en el “Censo de edificaciones, según áreas urbanas y metropolitanas”, la cual está construida desde el año 1994, con una cobertura que se ha venido mejorando a través de los años.

De acuerdo a esto, se decidió tomar la información disponible con los ajustes hechos por cobertura en algunos periodos de tiempo, de esta manera, se establece el periodo 2005 – 2008 con un censo de 7 áreas urbanas y metropolitanas medidas, para el periodo 2009-

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

2012 con un censo de 15 áreas urbanas y metropolitanas medidas y para el periodo 2013-2014 con un censo de 16 áreas urbanas y metropolitanas medidas.

En la actualidad, no existe información disponible para demoliciones, por lo cual las emisiones estarán atribuidas solamente a las actividades de construcción. El censo de edificaciones, registra las obras culminadas, nuevas, las que continúan en proceso, las que reinician proceso y las paralizadas, para no caer en un reporte doble de emisiones se contabilizarán las descargas generadas por las obras nuevas.

De acuerdo con lo anterior, se determina entonces la siguiente serie para la cuantificación de las emisiones de material particulado (PST, PM₁₀ y PM_{2,5}) por esta actividad, ubicada de acuerdo a la nomenclatura de cuentas nacionales en la rama 41.

Tabla 23. Registro del área de construcción ejecutada en el país

	Metro cuadrado
	Área de construcciones nuevas
2005	8.960.387
2006	10.920.905
2007	12.552.312
2008	12.426.611
2009	10.176.904
2010	12.126.116
2011	14.130.562
2012	13.700.184
2013	19.124.126
2014	17.817.382

Fuente. DANE. Dirección de Metodología y Producción Estadística - DIMPE. Censo de Edificaciones según áreas urbanas y metropolitanas. Consolidado por la Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales

6.1.5.2.1.2 Factor de emisión por defecto

En la metodología EMEP/EEA 2013 se aplican los siguientes factores de emisión sugeridos, aclarando que son factores construidos con mediciones de carácter internacional bajo tecnologías medianamente globales, buscando tener en este factor una representatividad del común de los procesos de minería mundial.

Se toman entonces los factores de emisión para las partículas, únicos contaminantes atmosféricos identificados por esta categoría de fuente, según la siguiente tabla.

Tabla 24. Factor de emisión de partículas para la construcción y demolición, nivel 1

Contaminante	Valor	Unidad
PST	0,162	Kg/m ² /año
PM ₁₀	0,0812	Kg/m ² /año
PM _{2,5}	0,00812	Kg/m ² /año

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. 2A5b. Construction and demolition. Table 3.1 Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)
Mg. 1 Millón de gramos = 1 tonelada.

PROCESO: Producción estadística		SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental
ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego Profesional especializado	REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales	APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Una vez se obtiene la información sugerida para el cálculo se aplica el siguiente algoritmo matemático,

$$\text{Total Emisiones} = \text{área de construcción y demolición} \times \text{Factor de emisión}$$

6.2 MÉTODO DE CÁLCULO DE LA INDUSTRIA QUÍMICA

6.2.1 Producción de ácido nítrico

Para el cálculo de emisiones por producción de ácido nítrico, se ha identificado que las emisiones generadas son gases entre ellos el CO₂, el NO_x y el N₂O, de donde se aplicarán las metodologías identificadas EMEP/EEA 2013 y el IPCC 2006, para dicho cálculo. La siguiente figura, describe los requerimientos de información para los diferentes niveles.

Figura 23. Información identificada para el cálculo de emisiones de producción de ácido nítrico



Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006 - EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

En el análisis que se ha llevado a cabo, se determinó que el nivel de cálculo posible para esta producción industrial es el nivel 1 ya que no se tienen mediciones directas de emisiones en planta según nivel 3, y no se tienen factores de emisión por tipo de planta y tecnología para el país en el nivel 2. De esta manera se desglosa el procedimiento que se llevará a cabo para el cálculo de nivel 1.

6.2.1.1 Análisis de viabilidad del cálculo por el nivel 1

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas
Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

6.2.1.1.1 Producción de ácido nítrico

La producción de ácido nítrico se encuentra en la Encuesta Anual Manufacturera, de donde por clasificación CPC, se logra identificar el producto ácido nítrico, como se describe en tabla 1. Se llevó a cabo un equilibrio oferta utilización en unidades físicas para establecer la coherencia de la información respecto al total de producción registrado por la EAM, donde se logra identificar que la cobertura de información es de más del 90%, por lo cual se toma la producción registrada en la encuesta como un nivel consistente y coherente con el comportamiento nacional. Es así, como se obtiene entonces la serie de producción de ácido nítrico nacional, detallándose en la siguiente tabla.

Tabla 25. Producción nacional de ácido nítrico

Toneladas	
Producción ácido nítrico	
2005	140.450
2006	162.450
2007	166.715
2008	125.860
2009	165.082
2010	175.968
2011	221.470
2012	172.507
2013	194.699
2014	198.633

Fuente. DANE. Dirección de Metodología y Producción Estadística - DIMPE. Encuesta Anual Manufacturera. Compilación Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales.

6.2.1.1.2 Factor de emisión por defecto

Como ya se ha mencionado, para esta producción sólo se calcularán dos gases identificados en las emisiones (NO_x y N_2O), de acuerdo con esto se tiene el óxido de nitrógeno, el cual se cuantificará a partir del factor de emisión por defecto que sugiere la metodología EMEP/EEA 2013, según la siguiente tabla.

Tabla 26. Factores de emisión de NO_x para la producción de ácido nítrico, nivel 1

Contaminante	Valor	Unidad
NO_x	10.000 - 12.000	g/Mg prod, 100% Acid

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. 2A5b. Construction and demolition. Table 3.1 Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)
Mg. 1 Millón de gramos = 1 tonelada.

Sin embargo, y con base en las buenas prácticas conocidas por IPCC 1996, 10.000 gramos por tonelada de ácido nítrico producido, es una sugerencia de factor de emisión para tecnologías de presión baja conocidas, de tal manera que se sugiere que si no son conocidas dichas tecnologías se tome 12.000 gramos por tonelada de ácido nítrico

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

producido²⁴. Las presiones de operación empleadas en cada tipo de tecnología dividen los procesos de producción de ácido nítrico débil en procesos de presión baja, procesos de presión media, procesos de alta presión y procesos de presión dual²⁵.

Para el cálculo de emisiones del óxido nitroso, se toma como guía la metodología IPCC 2006, donde se sugiere como buena práctica para el nivel 1, emplear el factor de emisión más elevado, basándose en el tipo de tecnología y suponer que no hay reducción de las emisiones de N₂O, ya que no se tienen mediciones al respecto; este factor se toma de la siguiente tabla.

Tabla 27. Factor de emisión del N₂O para la producción de ácido nítrico

Proceso de producción	Factor de emisión de N ₂ O (Respecto del ácido puro a 100 por ciento)
Plantas con NSCR (todos los procesos)	2 kg de N ₂ O/tonelada de ácido nítrico ±10%
Plantas con destrucción de N ₂ O integrada al proceso o al gas de cola	2,5 kg de N ₂ O/tonelada de ácido nítrico ±10%
Plantas a presión atmosférica (baja presión)	5 kg de N ₂ O/tonelada de ácido nítrico ±10%
Plantas de combustión a presión intermedia	7 kg de N ₂ O/tonelada de ácido nítrico ±10%
Plantas a alta presión	9 kg de N ₂ O/tonelada de ácido nítrico ±40%

Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006
Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

Tomando las recomendaciones, se usó el factor de emisión para plantas de alta presión, siendo este 9 kg de N₂O por tonelada de ácido nítrico producido, con una asociación del ±40% de incertidumbre del factor.

6.2.2 Producción de caprolactama

Para llevar a cabo el cálculo de emisiones de producción de caprolactama, se ha identificado que las emisiones generadas se dan por óxido nitroso N₂O, siendo así como se seguirán los lineamientos de la metodología IPCC, para dicho cálculo. La siguiente figura, describe los requerimientos de información para los diferentes niveles.

²⁴ Tomado de la página web <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/guidelin/ch2ref1.pdf>

²⁵ Tomado de la página web http://www.uab.cat/doc/DOC_RiscosLab13_DF_Guia_us_Acid_Nitric

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Figura 24. Información identificada para el cálculo de emisiones de producción de caprolactama



Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006 - EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

De acuerdo a la disponibilidad de información, se ha determinado que el nivel de cálculo se implementará para este proceso es el nivel 1, ya que no se tienen mediciones directas de emisiones en planta según nivel 3, y no se tienen factores de emisión por tipo de planta y tecnología para el país para el nivel 2. De esta manera se desglosa el procedimiento que se llevará a cabo para el cálculo de nivel 1.

6.2.2.1 Análisis de viabilidad del cálculo por el nivel 1

6.2.2.1.1 Producción de caprolactama

La producción de caprolactama se encuentra en la Encuesta Anual Manufacturera, de donde por clasificación CPC, se logra identificar el producto caprolactama con base en sus correlativas, como se describe en el tabla 1. Este producto según la clasificación de Cuentas Nacionales pertenece al grupo 280102, se elabora un equilibrio para llegar a la cobertura del 100% de la producción nacional, evidenciándose por el comportamiento del producto, que la medición de la encuesta, abarca más del 90% de la cobertura de la industria que produce este producto. De la misma manera se evidenció que la industria dejará de producir este producto debido al encarecimiento de materia prima como el ciclohexano²⁶, desde este esquema se estimarán las emisiones generadas por esta industria a partir de los registros de la EAM, y se tendrá en seguimiento el comportamiento del producto, si se considera producción a futuro.

Se lista entonces la producción de caprolactama identificada nacional hasta el año 2013, el año 2014 no se evidenció producción.

²⁶ Información obtenida por consulta de expertos

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas
Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Tabla 28. Producción nacional de caprolactama
Toneladas

Producción caprolactama	
2005	31.083
2006	30.458
2007	31.574
2008	28.164
2009	30.068
2010	37.705
2011	50.045
2012	26.112
2013	15.160
2014	0

Fuente. DANE. Dirección de Metodología y Producción Estadística - DIMPE. Encuesta Anual Manufacturera. Consolidado por la Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

6.2.2.1.2 Factor de emisión por defecto

Para el cálculo de emisiones del óxido nítrico, se toma como guía la metodología IPCC 2006, donde se sugiere como buena práctica para el nivel 1, emplear el factor de emisión de la siguiente tabla y suponer que no hay reducción de las emisiones de N₂O.

Tabla 29. Factor de emisión del N₂O para la producción de caprolactama

Proceso de producción	Factor de emisión de N ₂ O (kg de N ₂ O/tonelada de caprolactama)
Raschig	9,0

Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006
Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

Partiendo de las recomendaciones de buenas prácticas se tomó el factor de emisión para plantas de alta presión para la producción de ácido nítrico, siendo este 9 kg de N₂O por tonelada de caprolactama producido, con una asociación del $\pm 40\%$ de incertidumbre del factor, este factor se estima basado en este proceso; se debe tener en cuenta que con el proceso de Raschig, hay producción de sulfato de amonio *in situ*.

6.2.3 Producción petroquímica y de negro de humo

6.2.3.1 Producción de negro de humo

En la producción de negro de humo, se ha detectado que las emisiones generadas al aire son los gases efecto invernadero, dióxido de carbono y metano. Estas emisiones se estiman de acuerdo a las directrices del IPCC 2006, con base en estos lineamientos se establecieron los requerimientos de información para el cálculo, de esta manera se expone el siguiente esquema.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Figura 25. Información identificada para el cálculo de emisiones de producción de negro de humo



Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006 - EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

Una vez se ha realizado un análisis previo de la información requerida, se observa que no es posible calcular emisiones por el nivel 3 y 2, por lo cual se desglosará el cálculo por el nivel 1.

6.2.3.1.1 Análisis de viabilidad del cálculo por el nivel 1

6.2.3.1.1.1 Producción de negro de humo

Para obtener la información de producción de negro de humo se tomó la Encuesta Anual Manufacturera. La encuesta registra la cantidad de negro de humo producido anualmente, de donde se obtiene los datos físicos y monetarios, con los cuales se estructura y estima el equilibrio oferta utilización del producto. A partir de su análisis se evidencia la buena cobertura del registro de este producto, por lo cual se consolida la información y se determina la serie de producción de negro de humo para el país.

Tabla 30. Producción nacional de negro de humo
Toneladas

Producción negro de humo	
2005	41.015
2006	60.645
2007	55.192
2008	41.015
2009	47.316
2010	50.687
2011	50.171
2012	39.340
2013	41.113
2014	35.567

Fuente. DANE. Dirección de Metodología y Producción Estadística - DIMPE. Encuesta Anual Manufacturera. Compilación Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN).

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

6.2.3.1.1.2 Factor de emisión por defecto

Los gases identificados que se emiten al aire y que impactan el medio ambiente son los gases efecto invernadero CO₂ y CH₄. Para llevar a cabo el cálculo, se deben establecer los factores de emisión concertados por defecto, ya que no existe información nacional discutida para tal fin. Por lo anterior, se adopta la metodología IPCC 2006, para dicho cálculo.

Tabla 31. Factor de emisión de CO₂ para la producción de negro de humo

Configuración del proceso	Factor de emisión de CO ₂ (toneladas de CO ₂ /tonelada de negro de humo producido)		
	Alimentación primaria	Alimentación secundaria	Alimentación total
Proceso del negro de horno (proceso por defecto)	1,96	0,66	2,62
Proceso del negro térmico	4,59	0,66	5,25
Proceso del negro de acetileno	0,12	0,66	0,78

Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006
Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

Las buenas prácticas sugieren el proceso por defecto. Sin embargo, es importante destacar que la existencia de la información precisa frente a la tecnología usada, permite ser más preciso en la adopción del factor y a su vez en las estimaciones. Para este caso no se conoce la tecnología, por lo cual se siguen las buenas prácticas, asumiendo el proceso por defecto.

Las emisiones de metano, han sido también monitoreadas por un grupo de expertos, llegando a concluir los factores de emisión por defecto, teniendo en cuenta el proceso utilizado y gas de cola. Con base en las buenas prácticas y desconociendo la tecnología aplicada, se infiere que el proceso es térmico, por lo cual se toma este factor de emisión para el cálculo de las emisiones.

Tabla 32. Factor de emisión de CH₄ para la producción de negro de humo

Configuración del proceso	Kg de CH ₄ / tonelada de negro de humo producido
Sin tratamiento térmico	28,7
Con tratamiento térmico (proceso por defecto)	0,06

Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006
Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

Una vez se obtiene la información requerida se logra aplicar el algoritmo matemático que sugiere el IPCC para el cálculo de las emisiones siendo este,

$$\text{Emisiones del gas} = \text{Producción de negro de humo} * \text{FE}$$

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

6.3 Método de cálculo de la industria de los metales

6.3.1 Producción de hierro y acero

Para llevar a cabo el cálculo de emisiones de producción de hierro y acero, se ha identificado los gases y partículas CH₄, CO₂, COVDM, PST, PM₁₀, PM_{2,5}, Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, PCB, HCB, BC. Los cuales son calculados siguiendo los lineamientos del IPCC 1996, 2006 y la EMEP/EEA 2013, a partir de la cual se relaciona en la siguiente figura, los requerimientos de información para los diferentes niveles o exhaustividad de cálculo.

Figura 26. Información identificada para el cálculo de emisiones de producción de hierro y acero



Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006 - EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

Observándose la disponibilidad de información, se ha determinado que el nivel de cálculo que se implementará para este proceso es el nivel 1, ya que no se tienen mediciones directas de emisiones en planta según nivel 3, y no se tiene información detallada por tipo de planta y tecnología para el país para el nivel 2. De esta manera se desglosa el procedimiento que se llevará a cabo para el cálculo de nivel 1.

6.3.1.1 Análisis de viabilidad del cálculo por el nivel 1

6.3.1.1.1 Producción de arrabio o hierro crudo

Se entiende por arrabio, al primer producto obtenido del alto horno que es el producto de la oxidación del mineral de hierro y todos sus aditamentos, con lo cual se obtiene el hierro crudo²⁷. En la actualidad la cantidad de arrabio producido se logra obtener con solicitud de

²⁷ EMEP-Inventory guidebook 2013, update July 2015. 2.C.1 Iron and Steel production GB2013 - Directrices IPCC, 2006.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

información existente a las empresas importantes de producción de hierro crudo o arrabio, la Encuesta Anual Manufacturera registra este producto, debido a que este producto no es transado en la economía.

6.3.1.1.2 Producción de acero

Estudiándose la disponibilidad de información sobre la cantidad de acero producido, se observa que la Encuesta Anual Manufacturera hasta la fecha, solo registra productos elaborados en hierro y acero, siendo así complejo de obtener el total producido de acero, ya que se puede estar haciendo duplicidad de información. Se revisaron otras fuentes de información, y se logra identificar la existencia de la Cámara de Productores de Acero, quienes recolectan y registran dicha estadística, siendo a través de esta fuente de información de donde se logra obtener dicha información.

6.3.1.1.3 Cantidad de arrabio producido que no va al proceso de acero

Una vez se logra obtener la producción de arrabio y la producción de acero, se puede estimar la cantidad de arrabio producido que no va al proceso de acero, aplicando el siguiente análisis planteado por la guía del EMEP/EEA 2013,

Por cada Kg de acero producido, se utiliza 0,94 kg de arrabio

Partiendo de esta premisa y tomando la información de la cantidad de acero producido, aplicando una regla de tres sencilla, se establece cuanto arrabio fue utilizado para la producción de acero. Posteriormente, aplicando una resta a la cantidad de arrabio producido total se estima la cantidad de arrabio que no fue al proceso del acero.

6.3.1.1.4 Cantidad de hierro reducido directo

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.

6.3.1.1.5 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 ulteriores de fabricación de hierro y acero (p. ej., polvos provenientes de la limpieza de los altos hornos), IPCC 2006.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

La metodología EMEP/EEA 2013, sugiere que,

Por cada Kg de arrabio producido se utiliza 1,16 Kg de sinterización

Partiendo de esta información, y de la cantidad de arrabio producido, se logra hallar a través de una regla de tres simple esta información. Se recurre a esta estimación, ya que se infiere que la obtención de dicha información es compleja.

6.3.1.1.6 Producción de pellets

Los pellets 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.

6.3.1.1.7 Factores de emisión por defecto

Para calcular las emisiones de CO₂, se utiliza la guía del IPCC de donde se obtiene la siguiente tabla.

Tabla 33. Factores de emisión de CO₂ para la producción de coque, hierro y acero

Proceso	Factor de emisión
Producción de sinterizado	0,20 tonelada de CO ₂ por tonelada de sinterizado
Horno de coque	0,56 tonelada de CO ₂ por tonelada de coque
Producción de hierro	1,35 tonelada de CO ₂ por tonelada de arrabio
Producción de hierro reducido directo	0,70 tonelada de CO ₂ por tonelada de HRD
Producción de pellets	0,03 tonelada de CO ₂ por tonelada de pellets
Método de fabricación de acero	
Horno básico de oxígeno (BOF)	1,46 tonelada de CO ₂ por tonelada de acero
Horno de arco eléctrico (EAF)	0,08 tonelada de CO ₂ por tonelada de acero
Horno de solera (OHF)	1,72 tonelada de CO ₂ por tonelada de acero
Factor promedio global (65% BOF, 30% EAF, 5% OHF)	1,06 tonelada de CO ₂ por tonelada de acero

Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006
 Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

Los cuales deberán aplicarse a los siguientes algoritmos matemáticos sugeridos una vez se obtenga toda la información requerida, obteniendo así las emisiones de CO₂ para la producción del hierro y el acero.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Tabla 34. Ecuaciones matemáticas para el cálculo de las emisiones de CO₂ para la producción del hierro y acero, nivel 1

Ecuación	variables
Producción de hierro y acero $ECO_2 = BOF * FE_{BOF} + EAF * FE_{EAF} + OHF * FE_{OHF}$ (nivel 1)	ECO ₂ = emisiones de CO ₂ , 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 FE = Factor de emisión
Producción de arrabio no procesado en acero $ECO_2 = ANA * FE_{ANA}$	ANA= cantidad de producción de arrabio no convertido en acero, toneladas
Hierro reducido directo $ECO_2 = HRD * FE_{HRD}$	HRD= Cantidad de hierro reducido directo producido, toneladas
Producción de sinterizado $ECO_2 = S * FE_S$	S= Cantidad de sinterizado producido, toneladas
Producción de pelets $ECO_2 = P * FE_P$	P= Cantidad de pelets producido, toneladas

Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006
 Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

De acuerdo a las sugerencias de esta metodología, para la ecuación denotada como 4.4, se tomará el EF, de acuerdo a las buenas prácticas, el factor 1,06 como lo sugiere el cuadro 4.1, aplicando la distribución para BOF, EAF y OHF la ponderación sugerida, ya que no se tiene información nacional al respecto. Una vez obtenidas dichas estimaciones, se suman, para dar el total de emisiones de CO₂ por esta producción.

Para calcular las emisiones de CH₄, se utiliza la guía del IPCC de donde se obtiene la siguiente tabla.

Tabla 35. Factores de emisión del CH₄ para la producción de hierro y coque, nivel 1

Proceso	Factor de emisión
Producción de coque	0,1 g por tonelada de coque
Producción de sinterizado	0,07 g por tonelada de sinterizado
Producción de HRD	1 Kg/TJ (sobre una base calórica neta)

Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006
 Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

Los cuales deberán aplicarse a los siguientes algoritmos matemáticos sugeridos una vez se obtenga toda la información requerida, obteniendo así las emisiones de CH₄, para la producción del hierro y el acero. Se hace necesario resaltar, que no se consideran emisiones de metano para la producción de hierro ya que se consideran ínfimas en el proceso.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Tabla 36. Ecuaciones matemáticas para el cálculo de las emisiones de CH₄ para la producción del hierro y acero, nivel 1

Ecuación	variables
Producción de sinterizado $ECH_4 = S * FE_S$	S= Sinterizado
Producción de arrabio en los altos hornos $ECH_4 = A * FE_{ANA}^{28}$	A= cantidad de arrabio (hierro) producido nacionalmente, incluido el hierro convertido en acero y no convertido en acero, toneladas
Hierro reducido directo $ECH_4 = HRD * FE_{HRD}$	HRD= Cantidad de hierro reducido directo producido

Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006

Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

Para calcular las emisiones de COVDM, PST, PM₁₀, PM_{2,5}, Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, PCB, HCB, BC, se adoptó la guía de EMEP-EEA 2013, donde se sugieren los siguientes factores de emisión a partir de la cantidad producida de acero, por el nivel 1.

Tabla 37. Factores de emisión de gases y partículas para la producción del acero, nivel 1

Contaminante	Valor	Unidad
PST	150	g/Mg acero
PM ₁₀	300	g/Mg acero
PM _{2,5}	180	g/Mg acero
Pb	0,36	g/Mg acero
Cd	4,6	g/Mg acero
Hg	0,02	g/Mg acero
As	0,1	g/Mg acero
Cr	0,4	g/Mg acero
Cu	4,5	g/Mg acero
Ni	0,07	g/Mg acero
Se	0,14	g/Mg acero
Zn	4	g/Mg acero

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. 2.C.1 Iron and Steel production. Table 3.1

Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

Mg. 1 Millón de gramos = 1 tonelada.

Tabla 38. Factores de emisión de gases y partículas para la producción sinterizado

Contaminante	Valor	Unidad
PST	200	g/Mg sinterizado
PM ₁₀	100	g/Mg sinterizado
PM _{2,5}	80	g/Mg sinterizado
Pb	3,5	g/Mg sinterizado
Cd	0,004	g/Mg sinterizado
Hg	0,049	g/Mg sinterizado
As	0,018	g/Mg sinterizado
Cr	0,016	g/Mg sinterizado
Cu	0,033	g/Mg sinterizado
Ni	0,09	g/Mg sinterizado
Se	0,02	g/Mg sinterizado
Zn	0,06	g/Mg sinterizado
PCB	0,09	g/Mg sinterizado
COVNM	138	g/Mg sinterizado

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. 2.C.1 Iron and Steel production. Table 3.1

Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

Mg. 1 Millón de gramos = 1 tonelada.

²⁸ Este cálculo no se logra llevar a cabo, ya que la metodología no menciona el factor de emisión

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

El cálculo matemático para cada uno de los gases y partículas en mención, se aplica de acuerdo al siguiente algoritmo matemático sugerido por EMEP/EEA 2013.

$$\text{Total Emisiones} = \text{Cantidad de acero producido} \times \text{Factor de emisión}$$

6.3.2 Producción de ferroaleaciones

Con base en la información analizada en los gremios y con los expertos de industria se ha logrado identificar que en el país hasta el momento de los procesos de ferroaleaciones mencionadas solo se procesa el mineral de níquel como aleación. De esta manera se describirá el proceso de cálculo de emisiones para esta actividad industrial.

6.3.2.1 Producción de ferróníquel

Para llevar a cabo el cálculo de emisiones de producción de ferróníquel, se ha identificado de acuerdo a las metodologías pertinentes, que los gases y partículas emitidos a la atmosfera son CH₄, CO₂, PST, PM₁₀, PM_{2,5}, y BC, los cuales serán calculados siguiendo los lineamientos del IPCC 2006 y la EMEP/EEA 2013, de donde se establece en la siguiente figura, los requerimientos de información para los diferentes niveles o exhaustividad de cálculo.

Figura 27. Información identificada para el cálculo de emisiones de producción de ferróníquel



Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006 - EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

Una vez se analiza la disponibilidad de información, se ha determinado que el nivel de cálculo que se implementará para este proceso es el nivel 1, ya que no se tienen mediciones exhaustivas sobre los agentes reductores y la materia prima según nivel 3 y nivel 2. De esta manera se desglosa el procedimiento que se llevará a cabo para el cálculo de nivel 1.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas
Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

6.3.2.1.1 Análisis de viabilidad del cálculo por el nivel 1

6.3.2.1.1.1 Producción de ferroníquel

La producción nacional de ferroníquel se obtiene directamente de los reportes que la fuente primaria reporta a cuentas nacionales para los ejercicios de valoración, por lo cual se tiene de este registro cobertura y calidad de la información, teniendo entonces la siguiente serie para el cálculo de emisiones.

Tabla 39. Producción nacional de ferroníquel

	Toneladas
	Producción de ferroníquel
2005	155.455
2006	150.716
2007	145.282
2008	126.638
2009	153.628
2010	145.239
2011	103.371
2012	139.740
2013	137.995
2014	133.221

Fuente. Entidades del sector. Compilación Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN).

6.3.2.1.1.2 Factor de emisión por defecto

Para las ferroaleaciones con níquel, no se tienen factores de emisión por defecto sugeridos desde el IPCC ni para el CO₂ ni para el CH₄. Por lo cual y hasta cuando se concreten factores de emisión con las entidades del sector se logrará obtener el cálculo. En la actualidad se tienen unos factores de emisión publicados por el IDEAM, pero estos fueron calculados para el año 2000 y 2004.

Para calcular las emisiones de partículas, se tiene en cuenta las sugerencias de factores de emisión por defecto emitidas por el EMEP/EEA 2013, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 40. Factores de emisión de gases y partículas para la producción de ferroníquel, nivel 1

Contaminante	Valor	Unidad
PST	1.000	g/Mg ferroníquel
PM ₁₀	850	g/Mg ferroníquel
PM _{2,5}	600	g/Mg ferroníquel

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. 2.C.2 Ferroalloys production. Table 3.1 Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

El cálculo matemático para cada uno de los gases y partículas en mención, se aplica de acuerdo al siguiente algoritmo matemático,

PROCESO: Producción estadística	SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental	
ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego Profesional especializado	REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales	APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

$$\text{Total Emisiones} = \text{Cantidad de ferroníquel producido} \times \text{Factor de emisión}$$

6.3.3 Producción de aluminio

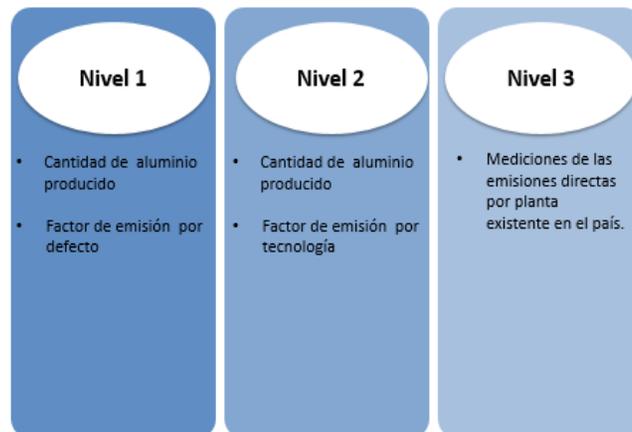
6.3.3.1 Producción primaria de aluminio

En el país no se lleva a cabo producción primaria de aluminio, se hace importación total de este producto, por lo cual no se contemplarán emisiones de este proceso. No obstante es importante dar seguimiento a la actividad, para registrar descargas en el momento que aparezca dicho proceso. Sin embargo, si se llevan a cabo procesos de producción secundaria de aluminio, el cual se detallará posteriormente.

6.3.3.2 Producción secundaria de aluminio

Para llevar a cabo el cálculo de emisiones de la producción secundaria de aluminio, se ha identificado de acuerdo a las metodologías pertinentes, que las partículas emitidas a la atmosfera son PST, PM₁₀, y PM_{2,5}, principalmente por los procesos de refinación y fundición de la chatarra de aluminio, los cuales serán calculados siguiendo los lineamientos del EMEP/EEA 2013, de donde se establece en la siguiente figura, los requerimientos de información para los diferentes niveles o exhaustividad de cálculo.

Figura 28. Información identificada para el cálculo de emisiones de producción secundaria de aluminio



Fuente. IPCC, Módulo de procesos industriales, 2006 - EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

Se observa que para la producción secundaria de aluminio no se consideran emisiones de GEI, por lo cual no existen sugerencias desde esta metodología. Sin embargo si se identifican emisiones de calidad del aire, por lo cual están contempladas en la guía EMEP/EEA 2013, donde se sugieren unos factores de emisión para nivel 1, cuando se desconoce si el proceso es primario o secundario, y unos factores de emisión para nivel 2, donde se conoce con exactitud que el aluminio producido viene de proceso secundario.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas
Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Siendo así, como para el caso del país, se toman los factores de nivel 2 de la guía EMEP/EEA 2013 para el cálculo de las emisiones ya que se conoce con certeza que la producción en el país viene de chatarra de aluminio.

6.3.3.2.1 Análisis de viabilidad del cálculo por el nivel 2

6.3.3.2.1.1 Producción secundaria de aluminio

Una fundición de aluminio secundario se define como cualquier proceso donde el material o la chatarra contienen aluminio, excepto los concentrados de aluminio (mineral derivado de una operación minera), debido a que este se procesa en aleaciones de aluminio para piezas fundidas industriales y lingotes.

De acuerdo con lo anterior, se ha identificado en la información disponible y de consulta con expertos del sector, que para la obtención de la producción secundaria de aluminio, se considerarán los productos de aluminio primario, ya que por cada uno de ellos, se ha tenido que llevar a cabo un proceso de refinación y fundición del metal, de donde se derivan las emisiones mencionadas.

Siendo entonces como se relacionan a continuación los productos medibles en toneladas para obtener la cantidad total de aluminio producido por proceso secundario, a través del filtro de las industrias que producen productos de aluminio por clasificación CIIU siendo estas.

Tabla 41. Clasificación CIIU de las industrias que tienen producción de aluminio secundario

CIIU Rev. 3.1 A.C.	Descripción
2729	Industrias básicas de otros metales no ferrosos
2811	Fabricación de productos metálicos para uso estructural
2893	Fabricación de artículos de cuchillería, herramientas de mano y artículos de ferretería
2899	Fabricación de otros productos elaborados de metal ncp

Fuente. DANE. Dirección de Metodología y Producción Estadística - DIMPE. Encuesta Anual Manufacturera. Compilación Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN).

Con esta clasificación se identifican los productos sujetos de este análisis, que logren ser medidos por peso ya que los demás es muy complejo obtener información adicional para ajustarlos a pesos, siendo estos los listados en la siguiente tabla.

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas
Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Tabla 42. Productos obtenidos por proceso secundario del aluminio

Productos CPC Ver. 1.0 A.C.
Alambre de aluminio
Aleación de aluminio
Aluminio laminado (foil)
Ángulos, perfiles y secciones de aluminio
Artículos de aluminio n.c.p.
Barras y varillas de aluminio
Cable de alambre de aluminio
Discos de aluminio
Láminas de aluminio
Papel aluminio
Piezas fundidas de aluminio
Piezas fundidas de aluminio - terceros
Planchas de aluminio
Tapas en papel aluminio impresas
Tejas de aluminio
Tubos de aluminio
Alambrón de aluminio
Ángulos, perfiles y secciones de aluminio
Artículos de aluminio n.c.p.
Chatarra de aluminio
Tejas de aluminio
Alambre de aluminio
Artículos de aluminio n.c.p.
Discos de aluminio
Lámina tubular plástica laminada con aluminio
Lámina de aluminio
Piezas fundidas de aluminio
Soldadura de aluminio
Tapas en papel aluminio impresas

Fuente. DANE. Dirección de Metodología y Producción Estadística - DIMPE. Encuesta Anual Manufacturera. Compilación Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN).

Obteniendo entonces de estos productos la cantidad de aluminio producido por proceso secundario se estiman las siguientes toneladas para el cálculo de emisiones.

Tabla 43. Producción secundaria de aluminio

	Toneladas
	Producción secundaria de aluminio
2005	56.711.108
2006	73.981.455
2007	73.541.126
2008	66.796.635
2009	48.283.194
2010	57.944.354
2011	51.257.789
2012	61.564.434
2013	67.775.791
2014	61.445.088

Fuente. DANE. Dirección de Metodología y Producción Estadística - DIMPE. Encuesta Anual Manufacturera. Compilación Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN).

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
 Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
 Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
 Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

6.3.3.2.1.2 Factores de emisión por defecto

Los factores de emisión concebidos para el cálculo de las emisiones generadas por el proceso secundario del aluminio, se llevarán a cabo tomando como base los factores de emisión sugeridos en la siguiente tabla,

Tabla 44. Factores de emisión de partículas para la producción secundaria de aluminio, nivel 2

Contaminante	Valor	Unidad
PST	2	g/Mg aluminio
PM ₁₀	1,4	g/Mg aluminio
PM _{2,5}	0,55	g/Mg aluminio

Fuente. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. 2.C.3 Aluminium production. Table 3.4 Consolidado por DANE. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)

El cálculo matemático para las partículas en mención, se aplica de acuerdo al siguiente algoritmo matemático,

$$\text{Total Emisiones} = \text{Cantidad de aluminio producido} \times \text{Factor de emisión}$$



Guía para la estimación de la Cuenta de emisiones al aire por procesos de producción y utilización de materiales

CÓDIGO: PES-CSA-GU-01
VERSIÓN: 01
PÁGINA: 72
FECHA: 15-09-2016

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas
Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

7 DEFINICIONES

Calidad del Aire: Es el conjunto de concentraciones de componentes presentes en el aire en un momento en estudio, que satisfacen la salud, el bienestar de la población, el equilibrio ecológico, y los materiales con valor económico. (BVSDE-OPS-OMS). Recuperado de la página web <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsci/fulltext/ecuador/capi4.pdf>

CIF: Cost Insurance and Freight (Costos Seguros y Fletes)- Valoración de los productos en puerto de destino. Recuperado de la página <http://www.dane.gov.co/index.php/esp/cuentas-economicas/cuentas-anauales/77-cuentas-nacionales/cuentas-anauales/2817-glosario-cuentas-nacionales-anauales>

Consumo intermedio: representa el valor de los bienes y servicios no durables que se incorporan directa e indirectamente en el proceso de producción para crear otros bienes y servicios. Recuperado de la página <http://www.dane.gov.co/index.php/esp/cuentas-economicas/cuentas-anauales/77-cuentas-nacionales/cuentas-anauales/2817-glosario-cuentas-nacionales-anauales>

Consumo final: valor de los bienes y servicios utilizados para la satisfacción directa de las necesidades humanas individuales (consumo final de las familias excepto la vivienda), o colectivas (consumo final de las administraciones públicas e instituciones privadas sin fines de lucro que sirven a los hogares). Recuperado de la página <http://www.dane.gov.co/index.php/esp/cuentas-economicas/cuentas-anauales/77-cuentas-nacionales/cuentas-anauales/2817-glosario-cuentas-nacionales-anauales>

Contaminación atmosférica: Presencia de sustancias en la atmósfera en altas concentraciones en un tiempo determinado como resultado de actividades humanas o procesos naturales, que pueden ocasionar daños a la salud de las personas o al ambiente. (Resolución 610 de 2010. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)

Contaminantes: Fenómenos físicos o sustancias, o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana que, solos o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de estas. (Resolución 610 de 2010. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)

Dióxido de azufre (SO₂): Gas incoloro con un olor penetrante que se genera con la combustión de fósiles (carbón y petróleo) y la fundición de menas que contienen azufre. La principal fuente antropogénica del dióxido de azufre es la combustión de fósiles que contienen azufre usados para la calefacción doméstica, la generación de electricidad y los vehículos a motor. (Organización Mundial de la Salud).



Guía para la estimación de la Cuenta de emisiones al aire por procesos de producción y utilización de materiales

CÓDIGO: PES-CSA-GU-01
VERSIÓN: 01
PÁGINA: 73
FECHA: 15-09-2016

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas
Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Dióxido de carbono (CO₂): Gas que existe espontáneamente y también como subproducto del quemado de combustibles fósiles procedentes de depósitos de carbono de origen fósil, como el petróleo, el gas o el carbón, de la quema de biomasa, o de los cambios de uso de la tierra y otros procesos industriales. Es el gas de efecto invernadero Antropógeno que más afecta al equilibrio radiativo de la Tierra. Es también el gas de referencia para la medición de otros gases de efecto invernadero y, por consiguiente, su Potencial de calentamiento mundial es igual a 1. (IPCC 2007).

Dióxido de nitrógeno (NO₂): Gas de color pardo rojizo fuertemente tóxico cuya presencia en el aire de los centros urbanos se debe a la oxidación del nitrógeno atmosférico que se utiliza en los procesos de combustión en los vehículos y fábricas. (Resolución 610 de 2010. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)

Emisión: Descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos, provenientes de una fuente fija o móvil. (Resolución 610 de 2010. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)

Exportaciones: son todos los bienes y servicios que con destino al resto del mundo salen definitivamente del territorio económico. Recuperado de la página <http://www.dane.gov.co/index.php/esp/cuentas-economicas/cuentas-anales/77-cuentas-nacionales/cuentas-anales/2817-glosario-cuentas-nacionales-anales>

Fuente de Emisión: Actividad, proceso u operación, realizado por los seres humanos, o con su intervención, susceptible de emitir contaminantes al aire. (Resolución 610 de 2010. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)

FOB: Free On Board (Libre En Puerto) - Valoración de los productos en puerto de origen. Recuperado de la página <http://www.dane.gov.co/index.php/esp/cuentas-economicas/cuentas-anales/77-cuentas-nacionales/cuentas-anales/2817-glosario-cuentas-nacionales-anales>

Gas de Efecto Invernadero (GEI): componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropógeno, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja térmica emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. Esta propiedad da lugar al efecto invernadero. El vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el Ozono (O₃) son los gases invernadero primarios de la atmósfera terrestre. La atmósfera contiene, además, cierto número de gases invernadero enteramente antropógenos, como los halocarbonos u otras sustancias que contienen cloro y bromo, contemplados en el Protocolo de Montreal. Además del CO₂, del N₂O y del CH₄, el Protocolo de Kyoto contempla los gases de efecto invernadero hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC) (IPCC 2007).

Importaciones: las importaciones comprenden todos los bienes y servicios que provienen del resto del mundo y entran definitivamente en el territorio económico. Recuperado de la



Guía para la estimación de la Cuenta de emisiones al aire por procesos de producción y utilización de materiales

CÓDIGO: PES-CSA-GU-01
VERSIÓN: 01
PÁGINA: 74
FECHA: 15-09-2016

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

página <http://www.dane.gov.co/index.php/esp/cuentas-economicas/cuentas-anuales/77-cuentas-nacionales/cuentas-anuales/2817-glosario-cuentas-nacionales-anuales>

Material Particulado Menor a 2,5 Micras ($PM_{2.5}$): Material particulado con un diámetro aerodinámico menor o igual a 2,5 micrómetros nominales. (Resolución 610 de 2010. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)

Material Particulado Menor a 10 Micras (PM_{10}): Material particulado con un diámetro aerodinámico menor o igual a 10 micrómetros nominales. (Resolución 610 de 2010. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)

Metano (CH_4): Es el componente principal del gas natural, y está asociado a todos los hidrocarburos utilizados como combustibles, a la ganadería y a la agricultura. El metano de estrato carbónico es el que se encuentra en las vetas de carbón (IPCC 2007).

Monóxido de carbono (CO): Gas inflamable, incoloro e insípido que se produce por la combustión de combustibles fósiles. (Resolución 610 de 2010. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)

Óxido nitroso (N_2O): La fuente antropógena principal de óxido nitroso es la agricultura (la gestión del suelo y del estiércol), pero hay también aportaciones importantes provenientes del tratamiento de aguas residuales, del quemado de combustibles fósiles y de los procesos industriales químicos. El óxido nitroso es también producido naturalmente por muy diversas fuentes biológicas presentes en el suelo y en el agua, y particularmente por la acción microbiana en los bosques tropicales pluviales. (IPCC 2007).

Ozono (O_3): Gas azul pálido que, en las capas bajas de la atmósfera, se origina como consecuencia de las reacciones entre los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos (gases compuestos de carbono e hidrógeno principalmente) en presencia de la luz solar. (Resolución 610 de 2010. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)

Partículas Suspendidas Totales (PST): Material particulado que incluye tanto a la fracción inhalable como a las mayores de 10 micras, que no se sedimentan en períodos cortos sino que permanecen suspendidas en el aire debido a su tamaño y densidad. (Resolución 610 de 2010. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)

Precios corrientes: es el valor de las operaciones a precios del momento del registro, es decir que incluye el efecto inflacionario. Recuperado de la página <http://www.dane.gov.co/index.php/esp/cuentas-economicas/cuentas-anuales/77-cuentas-nacionales/cuentas-anuales/2817-glosario-cuentas-nacionales-anuales>

Precios constantes: es el valor de las operaciones a un precio que se ha elegido como base y por lo tanto no contienen efecto inflacionario. Recuperado de la página <http://www.dane.gov.co/index.php/esp/cuentas-economicas/cuentas-anuales/77-cuentas-nacionales/cuentas-anuales/2817-glosario-cuentas-nacionales-anuales>



Guía para la estimación de la Cuenta de emisiones al aire por procesos de producción y utilización de materiales

CÓDIGO: PES-CSA-GU-01
VERSIÓN: 01
PÁGINA: 75
FECHA: 15-09-2016

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas
Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

Producción de mercado: producción para uso final propio y otra producción no de mercado. La primera es aquella que se vende a precios económicamente significativos es decir que el valor de su producción cubre perfectamente sus costos y por lo tanto genera excedente. La otra producción no de mercado hace relación a la producción del gobierno y de las instituciones sin fines de lucro al servicio de los hogares (ISLSH), que se proporciona de manera gratuita o a precios reducidos a los hogares individuales o a la comunidad en general y se valora por sus costos. Recuperado de la página <http://www.dane.gov.co/index.php/esp/cuentas-economicas/cuentas-anuales/77-cuentas-nacionales/cuentas-anuales/2817-glosario-cuentas-nacionales-anuales>

Rama de actividad económica: es la suma de los establecimientos que tienen como producción característica un grupo homogéneo de productos. Recuperado de la página <http://www.dane.gov.co/index.php/esp/cuentas-economicas/cuentas-anuales/77-cuentas-nacionales/cuentas-anuales/2817-glosario-cuentas-nacionales-anuales>



Guía para la estimación de la Cuenta de emisiones al aire por procesos de producción y utilización de materiales

CÓDIGO: PES-CSA-GU-01
VERSIÓN: 01
PÁGINA: 76
FECHA: 15-09-2016

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas
Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

8 BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Nacional de Empresarios de Colombia – ANDI. Comité Colombiano de Productores de Acero. Estadísticas del Acero 2005 - 2015.
- -----, La cadena de valor siderúrgica y metalmecánica en Colombia. En la primera década del siglo XXI. <http://www.andi.com.co/cpa/Documents/CADENA%20SIDERURGICA%20Y%20METALMECANICA%202011.pdf>
- Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid. Ferroaleaciones. Recuperado de http://www.aiim.es/publicaciones/bol2/20_Ferroaleaciones.pdf
- Australian Bureau of Statistics. *Towards the Australian Environmental-Economic Accounts*, 2013. Chapter 5 Greenhouse Gas Emissions. Recuperado de <http://www.abs.gov.au/ausstats/abs@.nsf/Products/4655.0.55.002~2013~Main+Features~Chapter+5+Greenhouse+Gas+Emissions?OpenDocument>
- -----, *Towards an Environmental Expenditure Account*, Australia, August 2014. Recuperado de <http://www.abs.gov.au/ausstats/abs@.nsf/mf/4603.0.55.001>
- Cales de Colombia S.A. (CALCO). Cal viva. Características fisicoquímicas. Recuperado de <http://www.bcalco.com.co/productos/cal-viva>
- Carburos metálicos. Sistemas microelectromecánicos. Recuperado de <http://static.globalreporting.org/report-pdfs/2014/9f53ac0ca8413cebb6c50d7cda63d321.pdf>
- Cemex. Como hacemos el cemento. Recuperado de <http://www.cemex.com/ES/ProductosServicios/ComoHacemosCemento.aspx>
- Cerromatoso. Reporte de sostenibilidad 2013. Recuperado de <http://static.globalreporting.org/report-pdfs/2014/9f53ac0ca8413cebb6c50d7cda63d321.pdf>
- Colciencias y la Unidad de Planeación Minero Energética - UPME. Ahorro de Energía en la Industria Cerámica. Recuperado de <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Procesos/ceramica.pdf>
- -----, Ahorro de Energía en la Industria de Amoniaco. Recuperado de <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Procesos/amoniaco.pdf>



Guía para la estimación de la Cuenta de emisiones al aire por procesos de producción y utilización de materiales

CÓDIGO: PES-CSA-GU-01
VERSIÓN: 01
PÁGINA: 77
FECHA: 15-09-2016

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

- Congreso de la República del Perú. Protocolo de Gotenburgo. Recuperado de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/5A18D6AE42DCBBCB05257704006D3317/\\$FILE/19_ProtocolA.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/5A18D6AE42DCBBCB05257704006D3317/$FILE/19_ProtocolA.pdf)
- Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio Dirección General del Medio Ambiente Área de Calidad Atmosférica. Emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles. C/ Alcalá, 16 28014 Madrid. Recuperado de <http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-Disposition&blobheadervalue1=filename%3DActividades+realizadas+RIECOV+rev.03.pdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1352803639340&ssbinary=true>
- Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático. Catalytic N2O destruction in the tail gas of Nitric Acid or Caprolactam Production Plants". Recuperado de https://cdm.unfccc.int/EB/027/eb27_repan08.pdf
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. Cuenta Satélite Ambiental. Cuenta de Activos de los Recursos Minerales y Energéticos 2015p. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales. Recuperado de http://www.dane.gov.co/index.php/cuentas-economicas/cuentas-satelite/101-cuentas-nacionales/cuentas-ambientales/2800-cuentas-economico-ambientales#fxuil_3
- ----- Encuesta Anual Manufacturera. Serie 2004 – 2014. Dirección de Metodología y Producción Estadística.
- ----- Balance Oferta – Utilización (BOU) 2004 – 2014. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales. Recuperado de <http://www.dane.gov.co/index.php/esp/pib-cuentas-nacionales/investigaciones-especiales/77-cuentas-nacionales/cuentas-anales/5153-cuentas-de-bienes-y-servicios-base-2005>
- ----- Base de Datos de Comercio Exterior. Serie 2004 – 2014. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales.
- ----- Metodología de la Cuenta Satélite Ambiental. Grupo de Indicadores y Cuentas Ambientales. Recuperado de http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Met_Ctas_Sat_Amb_11_12.pdf
- Economic and Social Council. Guidance document on control techniques for emissions of sulphur, nitrogen oxides, volatile organic compounds and particulate matter (including PM₁₀, PM_{2.5} and black carbon) from stationary sources. Recuperado de http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE.EB.AIR.117_AV.pdf

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas
Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

- Eurostat. Methodologies and Working papers. *Manual for Air Emissions Accounts* European Commission. 2009
- ----- . Methodologies and Working papers. *Manual for Air Emissions Accounts* European Commission. 2015. <http://bookshop.europa.eu/en/manual-for-air-emissions-accounts-pbKSGQ15009/?CatalogCategoryID=RrEKABstTjKAAAEjx5EY4e5L>
- ----- . Air Emissions Accounts. Database. Recuperado de
<http://ec.europa.eu/eurostat/web/environment/emissions-of-greenhouse-gases-and-air-pollutants/air-emission-accounts/database>
- European Commission. Reference Document on Best Available Techniques (BREF) in the cement, lime and magnesium oxide manufacturing industries. Mayo 2010. Recuperado de <http://www.prtr-es.es/data/images/BREF-cemento-revisado-aprobado-por-Comisi%C3%B3n-mayo-2010-.pdf>
- ----- . Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Non-Ferrous Metals Industries. 2014. Recuperado de http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/NFM_Final_Draft_10_2014.pdf
- ----- . Reference documents under the IPPC Directive and the IED. Recuperado de <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>
- European Environmental Agency (EEA). EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook. Recuperado de <http://www.eea.europa.eu/publications/EMEP/CORINAIR/page005.html>
- ----- . Corinair Nomenclatures. 2002. Recuperado de www.eea.europa.eu/publications/corinair-nomenclatures/download
- Ferrero Javier. Tecnología de los materiales cerámicos. Cerámica. Recuperado de http://ceramica.name/tecnologia_ceramica/ceramica/Ceramica.html
- Fertilizantes colombianos S.A. Procesos de producción. Recuperado de <http://www.ferticol.com/Paginas/ProcesosDeProduccion.html>
- Fierro José Luis. Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (CSIC). El hidrógeno: metodologías de producción. Reformado de hidrocarburos y metanol. España. Recuperado de http://www.fgcsic.es/lychnos/es_es/articulos/hidrogeno_metodologias_de_produccion
- Ingenieríaquímica.net. PRODUCCIÓN DE ÁCIDO NÍTRICO (I). Recuperado de <http://www.ingenieriaquimica.net/articulos/331-produccion-de-acido-nitrico-i>



Guía para la estimación de la Cuenta de emisiones al aire por procesos de producción y utilización de materiales

CÓDIGO: PES-CSA-GU-01
VERSIÓN: 01
PÁGINA: 79
FECHA: 15-09-2016

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas
Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. CONTAMINANTES A CONSIDERAR EN UN INVENTARIO DE EMISIONES. México. Recuperado de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/457/contaminantes.pdf>
- Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 2006. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme*, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japón. Recuperado de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/>
- ------. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Volumen 3. Procesos Industriales y uso de productos. 2006.* Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japón. Recuperado de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/>
- ------. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Annex 2. IPCC and Corinair Source Categories.* Recuperado de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/guidelin/annex2ri.pdf>
- L. Duitama, C. Espitia, J. Mojica, J. Quintero & F. Romero: Composición mineralógica y química de las arcillas empleadas para cerámica roja en las zonas de Medellín, Itagüí y Amagá. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 28 (109): 555-563, 2004. ISSN: 0370-3908. Recuperado de http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_28/109/10_555_563.pdf
- M. Carlos, C. Héctor, P. Carlos. Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional. Obtención de Metanol. Propiedades y Usos. Recuperado de http://www.edutecne.utn.edu.ar/procesos_fisicoquimicos/Obtencion_de_Metanol.pdf
- M. Laura, R Pilar, R. Lara, F. Miren y Valle Edu. Producción de caprolactama. Universidad de Barcelona. 2013. Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2013/hdl_2072_224033/PFC_SIMIO_part01.pdf
- Mendivil Blanco José Daniel. Universidad de San Buenaventura Seccional Cartagena. Simulación del proceso de producción de negro de humo utilizando el programa Unisim. Cartagena. 2013. http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/jspui/bitstream/10819/2238/1/Simulaci%C3%B3n%20del%20proceso%20de%20producci%C3%B3n_Jos%C3%A9%20Daniel%20Mendivil%20Blanco_USBCTG_2012.pdf
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – IDEAM – PNUD. Inventario Nacional de Fuentes y Sumideros de Gases Efecto Invernadero, 2000-2004.



Guía para la estimación de la Cuenta de emisiones al aire por procesos de producción y utilización de materiales

CÓDIGO: PES-CSA-GU-01
VERSIÓN: 01
PÁGINA: 80
FECHA: 15-09-2016

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas
Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

- Moreno Kelly, Castro Robert. Proceso de Producción del cemento blanco. Recuperado de <https://prezi.com/gctbeimd9o6b/proceso-de-produccion-del-cemento-blanco-portland-tipo-1/>
- Naciones Unidas. Environmental Accounts. London Group. Meeting 19. Recuperado de http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/londongroup/meeting19/LG19_14_1.pdf
- -----. Unión Europea (UE), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Fondo Monetario Internacional (FMI), Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), Banco Mundial. *Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica, 2012. Marco central.* New York 2016. Recuperado de http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaRev/CF_trans/SEEA_CF_Final_sp.pdf
- Pacasmayo. Especialista en cementos. Cal viva prime. Recuperado de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/wp-content/uploads/2014/10/Diptico.pdf>
- Quimitube.com. Producción industrial de amoníaco: el Principio de Le Chatelier en acción. Recuperado de <http://www.quimitube.com/produccion-industrial-amoniaco-sintesis-de-haber-principio-le-chatelier>
- Red Interinstitucional de Tecnologías Limpias -RITL. Producción del ácido nítrico en Colombia. Recuperado de http://www.tecnologiaslimpias.org/html/central/351204/351204_prod.htm
- Secretaría de economía. Coordinación general de minería. Perfil de mercado de la dolomita. México. 2013. Recuperado de http://economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/minero/pm_dolomita_1013.pdf
- Salvador Jose Mba Mangue. Cerdanyola del Vallés. Junio de 2013 Universidad Autónoma de Barcelona. Planta de Producción de Caprolactama. Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2013/hdl_2072_228075/PFC_JoseSalvadorMbaMangue_parts01_02.pdf
- Textos científicos.com. Proceso de Producción de Amoníaco. Recuperado de <http://www.textoscientificos.com/quimica/amoniaco/produccion>
- The United Nations Economic Commission for Europe - UNECE. Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe (EMEP) Protocol. Recuperado de http://www.unece.org/env/lrtap/emep_h1.html

PROCESO: Producción estadística

SUBPROCESO: Cuenta Satélite Ambiental

ELABORÓ: Magda Mallen Sierra Urrego
Profesional especializado

REVISÓ: Bayron de Jesús Cubillos Lopez
Coordinador de Indicadores y Cuentas Ambientales

APROBÓ: Giovani Buitrago Hoyos
Director Técnico de Síntesis y Cuentas Nacionales

- ----- LRTAP: Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. Recuperado de <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/full%20text/1979.CLRTAP.e.pdf>
- Unidad de Planeación Minero Energético -UPME. El níquel en Colombia. Bogotá 2009. http://www.upme.gov.co/Docs/Niquel_Colombia.pdf
- United Nations Statistics Division -UNSD. Central Product Classification (CPC) Ver.1.1. Recuperado de <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/cpc-2.asp>
- Universidad Autónoma de Barcelona. Ácido Nítrico. Recuperado de http://www.uab.cat/doc/DOC_RiscosLab13_DF_Guia_us_Acid_Nitric
- Universidad de Oviedo. Escuela de Ingeniería de Minas, Energía y Materiales de Oviedo. Tipos de cemento. Recuperado de <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion4.TiposCEMENTOS.pdf>
- Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD. Fabricación del vidrio. Recuperado de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/401548/CONTENIDO EN LINEA/leccin_37_fabricacin_del_vidrio.html
- ----- Características de los diferentes tipos de cementos. Recuperado de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/401548/CONTENIDO EN LINEA/leccin_34_caracteristicas_de_los_diferentes_tipos_de_cementos.html
- Universidad Politécnica de Madrid. Amoníaco y sus principales derivados. Recuperado de http://www.diquima.upm.es/old_diquima/docencia/tqindustrial/docs/cap3_amoniac.pdf
- Verbel Olivero Jesús. Efectos de la Minería en Colombia sobre la Salud Humana. http://www1.upme.gov.co/sites/default/files/forum_topic/3655/files/efectos_mineria_colombia_sobre_salud_humana.pdf
- Virtualpro. Procesos Industriales. Industria del vidrio. Recuperado de <http://www.revistavirtualpro.com/revista/industria-del-vidrio>