

# Escenario “todo sigue igual” (BAU) Sector Procesos Industriales

---

10 de mayo, 2013

Informe elaborado por:

**PLANCC**  
PLANIFICACIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Elaborado por: Elizabeth Culqui (UNFV – ECD Ambiente).

# INTRODUCCIÓN

El presente reporte se elabora en el marco del Proyecto PlanCC que tiene como finalidad construir escenarios de mitigación del cambio climático para el Perú al año 2021 y 2050. Contiene la descripción del escenario “tendencial” (BAU o Business As Usual) para el sector Procesos Industriales considerando que el escenario BAU sería aquel en el que el sector se comportaría de la misma forma como ha venido sucediendo en el pasado, al que hay que añadirle algunos cambios o drivers que se sabe “de todas maneras” ocurrirán en el futuro de corto plazo.

Debido a la naturaleza del proyecto PlanCC, la data y supuestos empleados para las proyecciones a futuro han sido consultados y validados por expertos sectoriales (Grupo Técnico Consultivo, GTC) y discutidos con la Coordinación de Investigación del Proyecto. Específicamente, el documento detalla la metodología seguida, los datos utilizados y fuentes de información así como los supuestos empleados, para lo cual va acompañado de un archivo Excel que contiene 18 Hojas (Ficha BAU de Procesos Industriales, que resume las emisiones y niveles de actividad calculados para cada fuente de emisión).

## 1. METODOLOGÍA EMPLEADA

Para la construcción del escenario Business As Usual (BAU) se consideró que el cálculo de las emisiones del Sector Procesos Industriales se realizará en las fuentes de emisión, definidas en los Inventarios de Emisiones del año 2009 y 2000 para cada proceso de los Subsectores: Productos minerales, Productos metálicos, y Productos químicos.

Para optimizar las proyecciones en el Sector Procesos Industriales, se ha incrementado la serie de emisiones de cada fuente.

Según la actualización del Inventario Nacional de Emisiones 2009 (PlanCC, 2013), las fuentes de emisión del sector por la magnitud de emisiones de CO<sub>2</sub>, son las siguientes:

- » Emisiones procedentes de la Fabricación de Clinker (F1)
- » Emisiones procedentes de la Fabricación de Hierro y Acero (F2)
- » Emisiones procedentes de la Fabricación de Cal (F3)
- » Emisiones procedentes de la Fabricación de Caliza y Dolomita (F4)
- » Emisiones procedentes de la Fabricación de Carburo de Calcio (F5)
- » Emisiones procedentes de la Fabricación de Carbonato de Sodio (F6)
- » Emisiones procedentes de la Fabricación de Estaño (F7)
- » Emisiones procedentes de la Fabricación de Aluminio (F8)

No se han considerado las emisiones procedentes de la fabricación de plomo fundido, cobre fundido, amoníaco ni ácido nítrico debido a que éstas son insignificantes o nulas.

La metodología empleada se detalla a continuación:

### 1.1 EMISIONES PROCEDENTES DE LA FABRICACIÓN DE CLINKER/CEMENTO

#### 1.1.1. *Recopilación de información:*

- » Búsqueda de información sobre producción de clinker, cemento y tendencia de la producción de cemento.
- » Acopio digitalizado de información de la producción de cemento y de clinker nacional obtenido del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) [1] y de la Asociación de Productores de Cemento del Perú (ASOCEM) [2].

- » Visita a las principales cementeras del Perú: Cementos Pacasmayo y Cementos Lima ahora UNACEM, para entrevista con expertos.
- » Acopio digitalizado de datos de importación de cemento y clinker obtenidos de la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT, 2013) [3].
- » Acopio digitalizado de datos de exportación de cemento y clinker de SUNAT (2013) [3].
- » Acopio del PBI industrial y proyección al 2050 (PlanCC, 2013).
- » Acopio de los datos de población y la proyección de ésta al 2050 (PlanCC, 2013).

### **1.1.2. Las acciones realizadas para estimar las proyecciones de capacidad de la planta de clinker al 2021 y 2050 fueron las siguientes:**

- » Sistematizar la información existente recolectada del INEI (2013) [1] y ASOCEM (2013) [2] en lo referente a volumen de producción de cemento y producción de clinker de los años 1983 al 2012.
- » Sistematizar la información existente de SUNAT (2013) [3] en lo referente a volumen de importación de cemento e importación de clinker de los años 1983 - 2012.
- » Calcular la relación de clinker/cemento, que servirá de referencia para hallar la producción anual de clinker. Ello se obtuvo, ponderando los porcentajes respectivos de cada empresa cementera resultando una relación igual a 0.86. Este valor está alrededor del indicado por el Ing. Manuel Gonzales de La Cotera de ASOCEM de 0.82 a 0.85; asimismo, Cementos Pacasmayo señala en promedio una relación 0.80 clinker/cemento e indica para el cemento portland una relación 0.93 clinker/cemento.
- » Estimar la capacidad nacional instalada de clinker al 2012,<sup>1</sup> en base a información de ASOCEM, "2013"[2].
- » Para estimar la capacidad instalada de clinker al 2020, se ha considerado sumar la capacidad instalada actual y la proyectada de la empresa CEMEX S.A., que espera operar su planta a fines del 2013, con un volumen de un millón de toneladas de Clinker ("El Economista", 2013)[4]. También se considera agregar la futura planta de Cementos Portland S.A. que iniciará su construcción en Pachacamac (Lima) con una capacidad de 750 mil toneladas de clinker [5]. Se añadirá a ello el incremento de dos plantas nuevas en el mercado cementero peruano: Cementos Otorongo (Cimpor) de Arequipa con 650,000 t y Cementos Interoceánicos de Puno con 1.4 millones de t [6]. Se espera que estas cementeras ya estén produciendo dentro de 8 a 10 años, es decir al año 2020; la capacidad instalada sería de 14.33 millones toneladas de clinker, como se muestra en la Tabla N° 1.

---

<sup>1</sup> Actualmente, existen seis empresas productoras de clinker en el Perú, con una capacidad de 10.535 Millones de t, tomado de las estadísticas de ASOCEM, 2013 (1).

Tabla N° 1.- Evolución de la Capacidad instalada en millones de t de Clinker. 2013-2050.

Periodo/Planta cementeras	2013-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050
UNACEM, C. Pacasmayo, Yura, C. Sur, C. Selva	10.53	13.53	16.53	19.53
CEMEX	1.00	2.00	3.00	4.00
Cementos Portland S.A	0.75	1.50	2.25	3.00
Cementos Otorongo	0.65	0.65	0.65	0.65
Cementos Interoceánicos	1.40	1.40	1.40	1.40
Total	14.33	19.08	23.83	28,58

Elaboración propia

Fuente: ASOCEM [2]

» Para estimar la capacidad instalada al 2030, en ese mismo orden de ideas, en el caso optimista que la duplicación de Cemex Perú se inicie a fines del 2013 (el gerente de Cemex Perú manifestó que duplicará su capacidad dentro de aproximadamente 8 años: 01 año para el proyecto, 02 años para pedir permiso a Produce y 5 años para la construcción)<sup>2</sup>; sumando 2 años de imprevistos, llegaríamos al 2023, correspondiendo al periodo 2021-2030 de la Tabla N° 1. Con un análisis similar, se considera también que Cementos Portland, duplicaría su capacidad instalada para el periodo 2021-2030. Adicionalmente se cuenta con el incremento sostenido de 3 millones de toneladas de clinker de las cementeras nacionales, con todo lo cual se obtendrían 19,08 millones de toneladas de clinker en aproximadamente 10 años, es decir para el año 2030.

» Para estimar la capacidad instalada al 2040, hacemos el mismo ejercicio, sumando 4.75 millones de toneladas de clinker proveniente de la evolución de la capacidad instalada (tabla 1) a los 19.08 millones al año 2030: se obtuvo 23.83 millones de toneladas de clinker. Seguidamente, para el año 2050, se suman 4.75 millones a los 23.83 millones del 2040, alcanzando 28.58 millones de toneladas de clinker.

Este escenario plantea la evolución de la capacidad instalada de la planta de clinker, sobre la base del supuesto que las industrias cementeras transnacionales demoran alrededor de 08 a 10 años para duplicar su capacidad de producción de clinker y que las industrias nacionales tienen un incremento sostenido de 3 millones de toneladas igualmente de 08 a 10 años.

De acuerdo a este análisis se estima una producción alrededor de 14 millones de toneladas de clinker al 2020 y de 28.5 millones de toneladas de clinker al 2050.

2 Obtenido de la entrevista con el Sr. Leopoldo Corona Country Manager de CEMEX Perú, 2013.

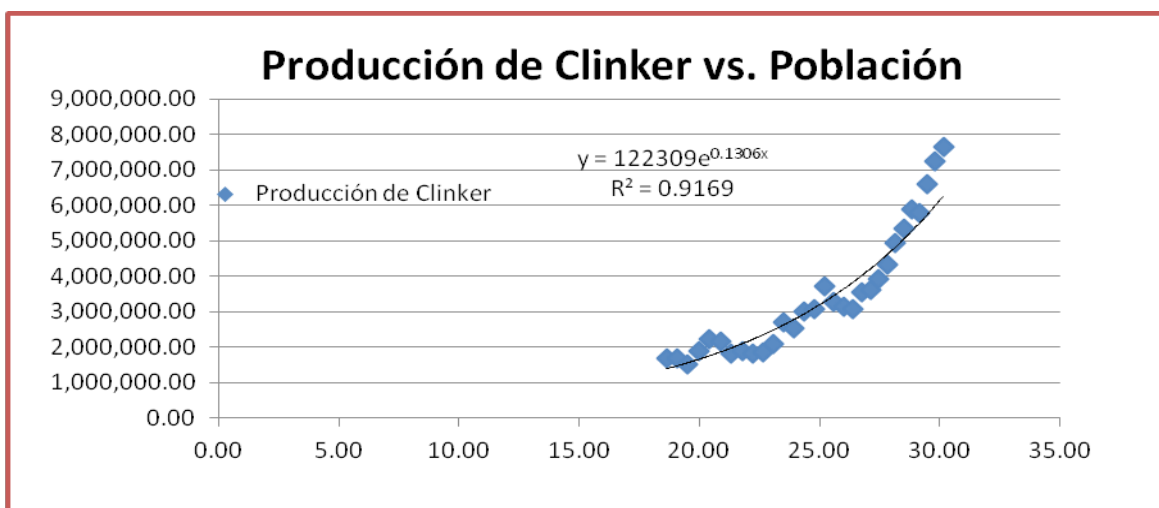
**1.1.3. Las acciones realizadas para estimar las proyecciones de cemento al 2021 y 2050 fueron las siguientes:**

Para la proyección se consideró la fabricación del clinker nacional, descontando el clinker importado. La capacidad de producción de clinker de las plantas cementeras tienen un crecimiento lento a diferencia de la producción del cemento.

En el caso del cemento, no se usó al PBI como driver para hacer la proyección, dado que en las reuniones del Grupo Técnico Consultivo y en reuniones específicas, expertos del sector indicaron que el PBI no es un buen indicador para la producción del cemento, por lo que se optó por analizar las tendencias con la población.

Se aplicó un análisis de regresión ajustada, en la hoja de Excel, mediante la ventana de datos, análisis de datos, se obtuvo una curva de regresión ajustada de  $Y = 122309e^{0.1306x}$  [Gráfico 1].

*Gráfico 1: Producción de Clinker vs Población, periodo 1983-2012*



Elaboración Propia

Fuente: INEI 2013 [1], ASOCEM 2013 [1], PlanCC, 2013.

Aplicando la ecuación exponencial se obtuvo la proyección de clinker hasta el 2050.

Se compararon los datos del modelado de clinker con el real del año 2012, en ese año hubo una producción real de 7'637,390.20 t de clinker (ASOCEM, 2013)[2] vs. la producción modelada de 6'277,849.88 t de clinker. En el año 2013 la producción proyectada es de 6'562,450.43 t de clinker, es decir la producción de clinker sería menor que la del año 2012, lo cual no es cierto, por cuanto los datos actuales al 2013 indican un incremento de producción de clinker<sup>3</sup>[7] [8] [9]. Por ello se incrementa la producción de clinker a partir del 2013, considerando la pendiente de la curva exponencial proyectada y efectuando las correcciones con el

3 A manera de comparación entre el año 1995 y 2000 la producción de cemento portland alcanzó los 3,7 millones de t anuales. En los últimos 4 años los despachos totales de cemento muestran una tendencia a aumentar, variando del 2009 hasta el 2012 de 7,085 Millones de t a 9,565 Millones de t, respectivamente. Esta demanda del cemento se da por el creciente desarrollo del sector construcción en nuestro país, insumo principal para el presente 'boom inmobiliario'.

incremento de producción de las plantas transnacionales (CEMEX Perú y Cementos Portland) siguiendo la pendiente de la proyección de la producción del clinker. Aplicando se obtiene para el año 2013: 7'921,990.76 t de clinker. En vista que CEMEX Perú espera producir a fines del 2013, se consideró incrementar 1 millón de t para el año 2014 [4], sumando también el incremento de la pendiente de la curva; con ello se obtiene 9'219,280.06 t de clinker.

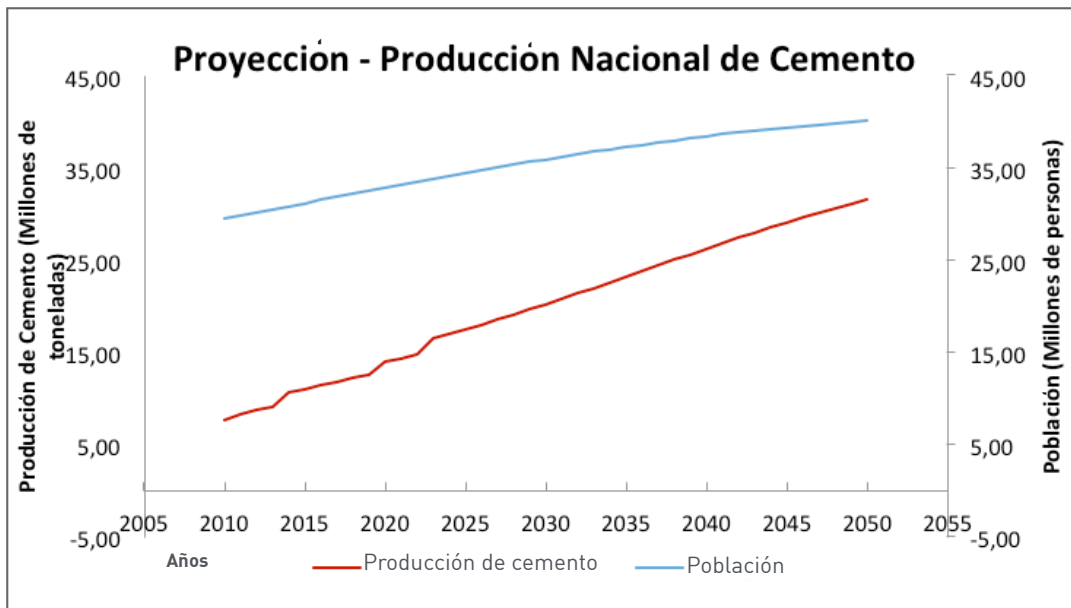
Se ha considerado para el año 2020 el incremento de las 750 mil toneladas de clinker de Cementos Portland S.A., empresa que suponemos que construya su planta en 05 años, sin embargo hemos considerado 07 años a partir del 2013, en el supuesto que se demore por imprevistos.

Para el año 2023 hemos incrementando un millón de toneladas de clinker de CEMEX Perú, suponiendo que al duplicar su producción demore de 08 a 10 años, tomando el mayor tiempo de 10 años, por algún imprevisto.

Para el año 2050, la producción proyectada de 27.2 millones de toneladas de clinker comparada con la capacidad total de fabricación de clinker estimada en 28,58 millones de toneladas son congruentes.

Luego de obtener la producción de clinker anual proyectada, (Gráfico 2) se convierte a valores de producción de cemento, usando la relación clinker/cemento igual a 0.86 y se procede a estimar las emisiones de GEI del cemento.

Gráfico 2: Evolución de la producción Nacional de Clinker 1983-2050



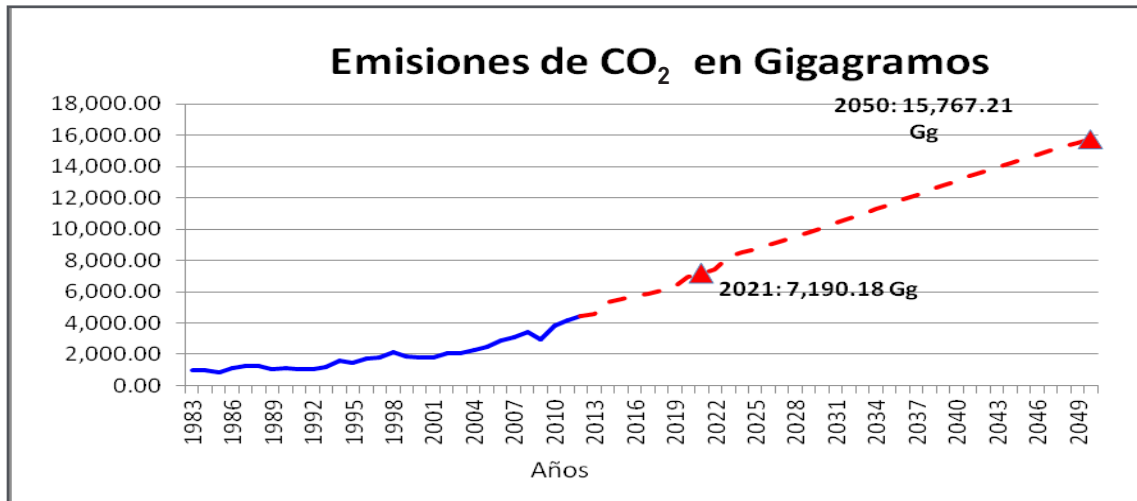
Elaboración Propia

Fuente: PlanCC, 2013 y ASOCEM [2]

Existen diferencias en las emisiones de CO<sub>2</sub> obtenidas con clinker y con cemento, debido al factor de emisión usado. Hemos optado por las emisiones de CO<sub>2</sub> a partir del cemento, teniendo en cuenta que este producto es más fácil de visualizar en un escenario macroeconómico.

Así mismo, considerando la gran influencia del Sector Construcción sobre la economía nacional y la tendencia a aumentar de la demanda del cemento, se estima que al año 2021 y 2050, en un escenario BAU se alcance producir 14'438,115 t y 31'661,056 t de cemento, y con esta producción se emitan 7,190.18 Gg y 15,767.21 Gg de CO<sub>2</sub>, respectivamente (Gráfico 3).

*Gráfico 3: Evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> en gigagramos por fabricación de clinker  
Periodo 1983-2050*



*Elaboración Propia*

## 1.2 EMISIONES PROCEDENTES DE LA FABRICACIÓN DE HIERRO/ACERO

### 1.2.1. Recopilación de información:

- » Búsqueda de información y tendencia de la producción de hierro y acero:

Para la fabricación del hierro y acero se requiere de pellets de hierro, feldespatos, carbón, caliza y diversas ferroaleaciones y refractarios. Asimismo demanda grandes cantidades de chatarra. La producción de hierro primario de la mina Shougang Hierro S.A.A., denota una notable y progresiva tendencia a incrementar desde el año 1999, con 2'715,393 t F al año 2011 con 7'123,113 t F, aunque su producción se vio afectada por la crisis económica internacional, pues en el 2009 cayó a 4'489,469 t F.

Los productos de hierro y acero están articulados principalmente con el Sector Construcción y minero<sup>4</sup>. El mercado de productos siderúrgicos es abastecido fundamentalmente por dos grandes empresas: SiderPerú y Corporación Aceros Arequipa, con el 60% y 40%, respectivamente en el mercado de productos no planos. En el caso de productos planos, SiderPerú se mantiene como el único productor nacional, adicionalmente el mercado interno es abastecido con productos importados.

<sup>4</sup> Al sector construcción se provee de alambroón, barras para construcción, planchas galvanizadas y planchas de acero LAF. Al sector minero se provee de bolas de molino, la Industria de productos metálicos adquiere planchas estañadas de hojalata para la fabricación de envases para conserva de pescado, la industria metal-mecánica en general demanda planchas y bobinas de hierro y acero LAC y LAF y perfiles de acero.



El tamaño del mercado de productos siderúrgicos es mayor en la venta de productos importados. Su evolución anual está marcada por dos etapas: Entre 1991 -1998 la producción física creció de manera acelerada impulsada por una evidente recuperación del Sector Construcción y por la culminación del proceso de privatización de la empresa SiderPerú S.A; lo que contribuyó en la ampliación de los niveles de producción de esta rama industrial. En este lapso su tasa media anual de crecimiento alcanzó el 11.9%. Esta tendencia creciente de la producción logró su máximo nivel en 1998.

La segunda etapa comprendida entre 1998-2000, muestra un cambio de tendencia que coincide con el inicio de la recesión del Sector Construcción y el incremento de los niveles de importaciones de productos siderúrgicos procedentes de Rusia y Ucrania a precios subvaluados. En este periodo la producción de esta industria decreció a una tasa promedio anual de -1.7%. Como se señaló, las perspectivas de crecimiento están ligadas a la recuperación del Sector Construcción, que durante el año 2000 reportó una severa caída de 4.5%. [13] [14] [15] [16].

En el mercado nacional las exportaciones e importaciones de la fundición de hierro/acero se han incrementado en los últimos 5 años, aunque con un único decrecimiento de casi 50% en el 2009 con respecto al año 2008, esto a consecuencia de la crisis internacional. [12].

- » Acopio digitalizado de información de producción de hierro y acero de INEI (2013) [1].
- » Visita a la empresa Aceros Arequipa para entrevista con expertos.

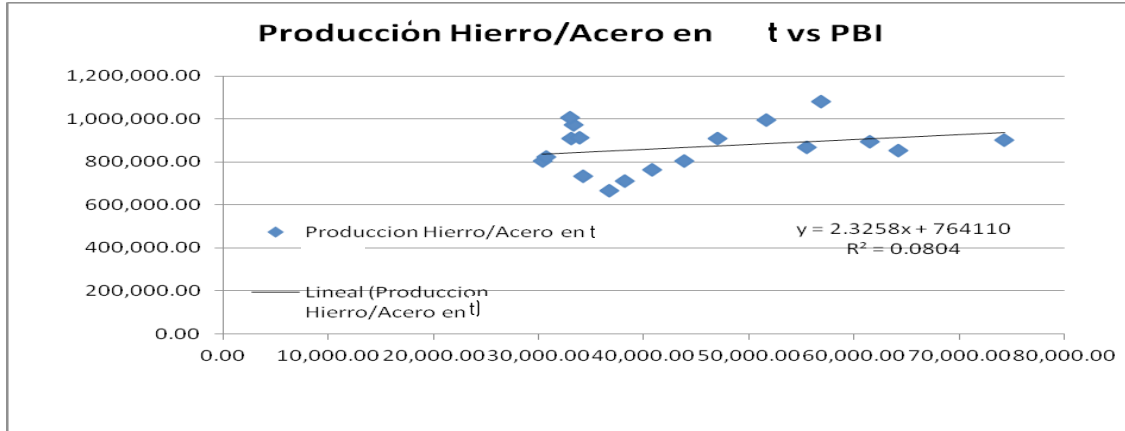
#### 1.2.2. Fuente de datos:

- » Los datos de producción de hierro y acero han sido chequeados con las memorias de Aceros Arequipa y Siderúrgica.
- » La información de producción de hierro y acero se obtuvo de INEI 2013, [1] desde 1995 hasta el 2012.
- » Se cruzó información con los datos del Inventario de emisiones de GEI 1990, 1994, 2000 y 2009 (PlanCC, 2013).

#### 1.2.3. Las acciones realizadas para estimar las proyecciones de hierro y acero al 2021 y 2050 fueron las siguientes:

- » Se aplicó un análisis de regresión ajustada del PBI industrial vs producción de hierro y acero, en la hoja de Excel; mediante la ventana análisis de datos se obtuvo una curva de regresión lineal de  $Y= 2.3258x+764110$  (Gráfico 4).

Gráfico 4: Producción de Hierro/Acero en t vs. PBI Industrial, periodo 1995-2012



Elaboración propia

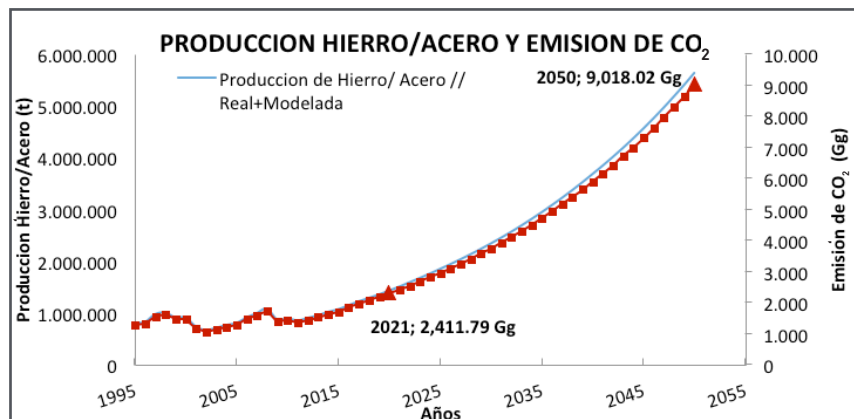
Fuente: INEI, 2013 [1] y PlanCC, 2013.

» Aplicando la ecuación lineal se obtuvo la proyección de hierro y acero hasta el 2050 con valores muy bajos para 2021 y 2050, esto se debe a que SiderPerú, que es la empresa que tiene la mayor producción de hierro y acero, dejó de operar sus hornos disminuyendo la producción nacional del arrabio. La Empresa Siderúrgica del Perú S.A.A. (SiderPerú), que opera el complejo siderúrgico de Chimbote, estima reiniciar operaciones durante el año 2015 en el alto horno, que se encuentra paralizado desde noviembre de 2008. (Minerandina, 2000) [17] [18].

» Por ello se optó por seguir la pendiente del PBI industrial a partir del 2012 para la proyección de la producción de hierro y acero y emisiones de CO<sub>2</sub>. Es decir se asumió que la producción se ajustaría mejor a la tendencia del PBI del sector para los años futuros, en vez de la tendencia histórica, por lo descrito líneas atrás, tomando en cuenta la vuelta en operación de Siderperu.

» Luego de obtener la producción de hierro y acero anual proyectada, se procede a estimar las emisiones de GEI de la fabricación del hierro y acero (Gráfico 5).

Gráfico 5: Evolución de la Producción de hierro y acero y emisiones de CO<sub>2</sub> periodo 1995-2050



Elaboración propia

Las fundiciones de hierro y acero han logrado incrementar la producción nacional en el periodo 2002-2012, variando de 666,297.29 t a 901,861.11 t, respectivamente, con una máxima de 1'079,917.14 t en el 2008 y su consiguiente decrecimiento a 868,739 t el 2009.

Teniendo en cuenta una mayor producción y demanda del hierro/acero, impulsado principalmente por el auge del Sector Construcción, se prevé en un escenario BAU la producción de fundición hierro/acero de 1'507,370.37 t y 5.636,707.85 t al año 2021 y 2050, respectivamente, lo que en consecuencia emitirá, en el mismo escenario, una cantidad de 2,411.79 Gg y 9,018.73 Gg de CO<sub>2</sub> en los años mencionados.

## 1.3 EMISIONES PROCEDENTES DE LA FABRICACIÓN DE CAL

### 1.3.1. *Recopilación de información:*

- » Búsqueda de información sobre fabricación de cal, tendencia de la producción, etc. En el Perú se fabrica cal viva, cal apagada y cal hidráulica.

La industria de la cal se articula con los sectores minero, construcción, transportes y vivienda y las familias a través de la autoconstrucción. La cal tiene múltiples usos como en la fabricación de Clinker; en la siderurgia como fundente y escorificante; en la metalurgia en los procesos de flotación; en la fundición de cobre, plomo y zinc; en los procesos de reducción térmica y en la producción de aluminio. También se usa en la Industria química, industria alimentaria en especial en la industria azucarera, piscicultura, vinícola, y conservación de alimentos; fabricación del vidrio y en los curtidos. En la Construcción para estabilización de los suelos y en la fabricación de hormigón, adobes y ladrillos. También se usa para el tratamiento de aguas de consumo, de aguas residuales, tratamiento de suelos contaminados. En la agricultura, como fertilizante y en la fabricación del compostaje (J.A.H. Oates, 1998) [19].

- » Acopio digitalizado de información de la producción de cal de INEI [1]. La tendencia de la fabricación de cal es ascendente por el incremento de la producción del año 2000 al 2009.

### 1.3.2. *Fuente de datos:*

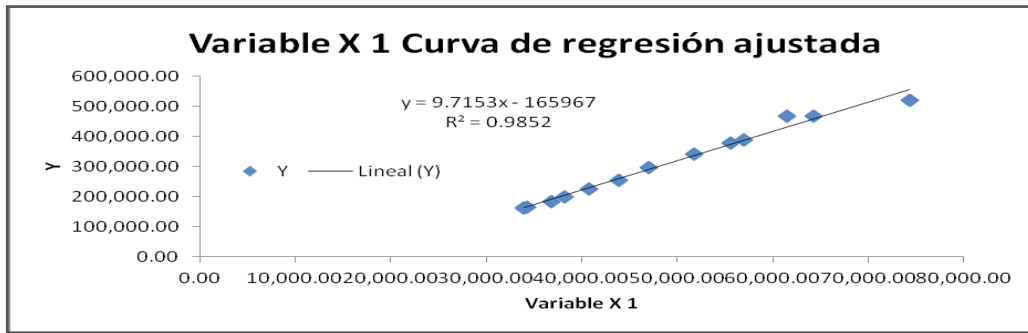
- » Anuario Minero 2000-2012 [20][21].
- » Los datos de fabricación de cal han sido comparados con datos presentados en las memorias de las empresas de cementos y de cal [22][23][24][25].
- » Se cruzó información con los datos del Inventario de emisiones de GEI 1994, 2000 y 2009 (PlanCC, 2013).
- » La información se obtuvo de INEI [1] desde el año 2000 hasta el año 2012 sobre la base del índice de volumen físico.

- » Se descuenta la producción de cal usada para cemento y otras manufacturas.

**1.3.3. Las acciones realizadas para estimar las proyecciones de cal al 2021 y 2050 fueron las siguientes:**

- » Se realizó un análisis de regresión lineal del PBI industrial vs producción de cal en la hoja de Excel y se obtuvo una curva de regresión lineal de  $Y = 9.7153x - 165967$  [Gráfico 6].

*Gráfico 6: Producción de cal vs. PBI Industrial periodo 2000-2050*

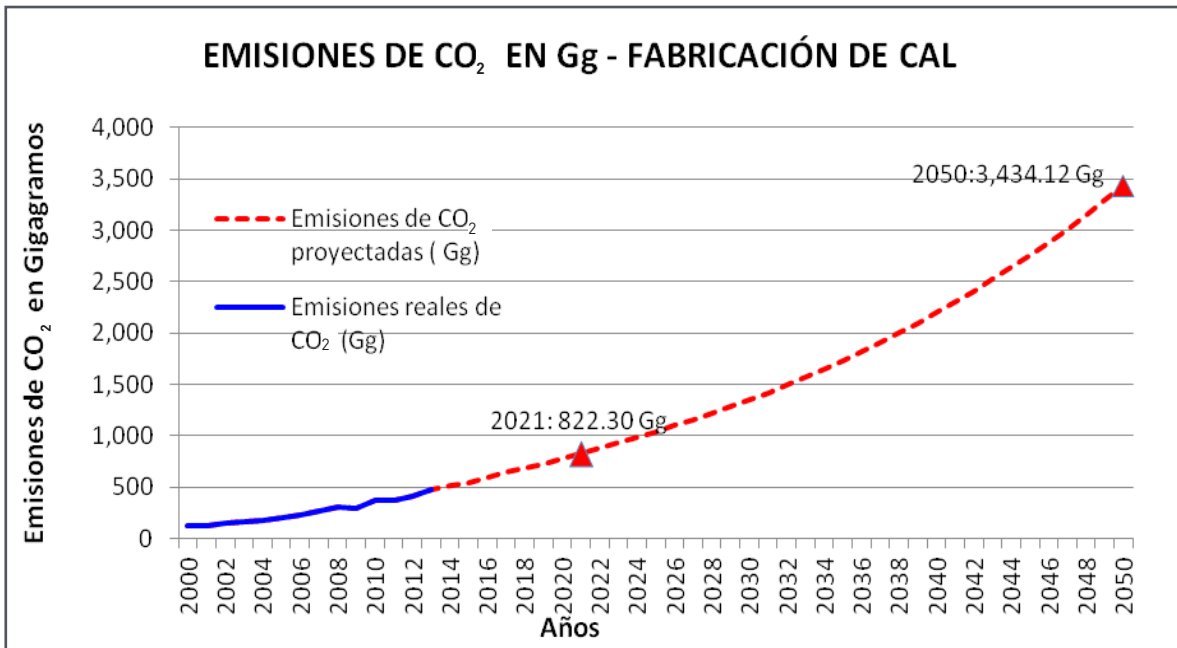


Elaboración Propia

Fuente: INEI [1], PlanCC 2013

Aplicando la ecuación exponencial se obtuvo la proyección de cal hasta el 2050 y luego se procedió a estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> de la fabricación de la cal para el periodo 2000-2050 (Gráfico 7).

*Gráfico 7: Evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> en Gg de la fabricación de cal periodo 2000-2050*



Elaboración Propia

Fuente: Anuario Minero [20], INEI [1]

Teniendo en cuenta la gran influencia del Sector Construcción sobre la fabricación de cal, se espera tener una mayor producción de cal de acuerdo a la demanda del cemento, crecimiento minero y vivienda entre otros. Se estima que al año 2021 y 2050, en un escenario BAU, se fabrique 1,049,889.83 t y 4,346,991.12 t de cal, respectivamente, y por estos procesos se emitan 822.30 Gg de CO<sub>2</sub> y 3,434.12 Gg de CO<sub>2</sub> durante la fabricación de la cal, respectivamente.

## 1.4 EMISIONES DEL USO DE PIEDRA CALIZA

### 1.4.1. *Recopilación de información*

- » Búsqueda de información sobre piedra caliza, tendencia de la producción, etc.:

La piedra caliza es importante en el sector construcción para la elaboración de clinker. Dado que este sector se encuentra en un aumento progresivo en la última década (crecimiento de +7.7% a +15.7% de su PBI entre 2002 y 2012), apreciable con el aumento de la demanda del cemento, es de esperar que la extracción de la piedra caliza siga la misma tendencia. Al año 2012 la cantidad de piedra caliza producida alcanzó 16'221,377 t, mientras que en el año 2000 la cantidad fue de 5'695,392 t, mostrando así una tendencia a incrementar en la última década. Este producto se importa o exporta aunque en pequeñas cantidades, en el año 2012 se importó 132 toneladas de caliza/dolomita. En este subsector se ha considerado el uso de la piedra caliza para la fabricación de ladrillo principalmente, por lo que se descuentan los usos para cemento y cal. [26] [27] [28].

- » Acopio digitalizado de información de producción de piedra caliza obtenido del INEI [1] y de los Anuarios Mineros del Ministerio de Energía y Minas (MEM). Periodo 2003-2012 [20].

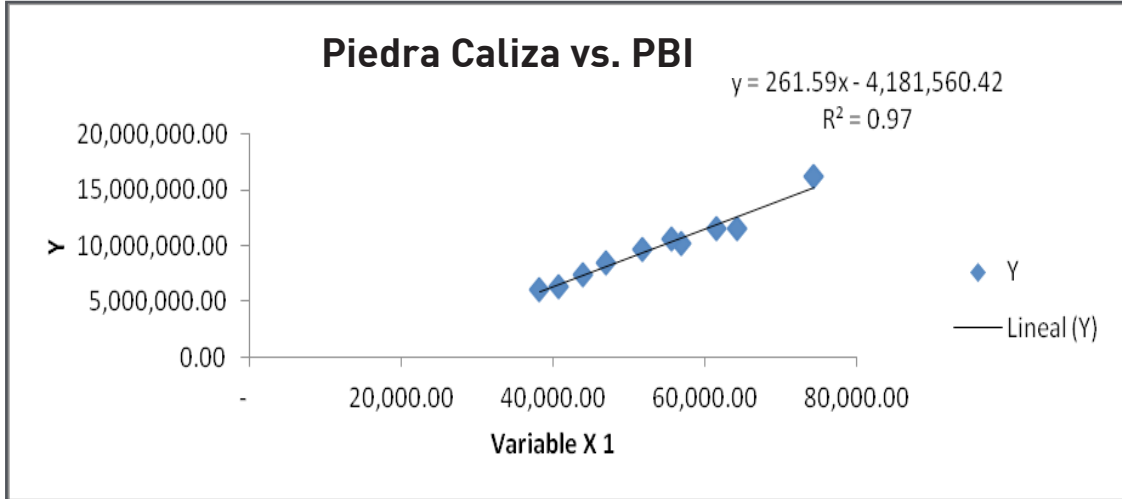
### 1.4.2. *Fuente de datos*

- » Los datos de caliza/dolomita fueron obtenidos del INEI [1] y del MEM [20].
- » Se cruzó información con los datos del Inventario de Emisiones de GEI 2000 y 2009 (PlanCC, 2013).

### 1.4.3. *Las acciones realizadas para estimar las proyecciones del uso de la piedra caliza al 2021 y 2050 fueron las siguientes:*

Se efectuó un análisis de regresión lineal del PBI industrial vs producción de cal en la hoja de Excel y se obtuvo una curva de regresión lineal de  $Y = 261.59x - 4181560.42$  (Gráfico 8).

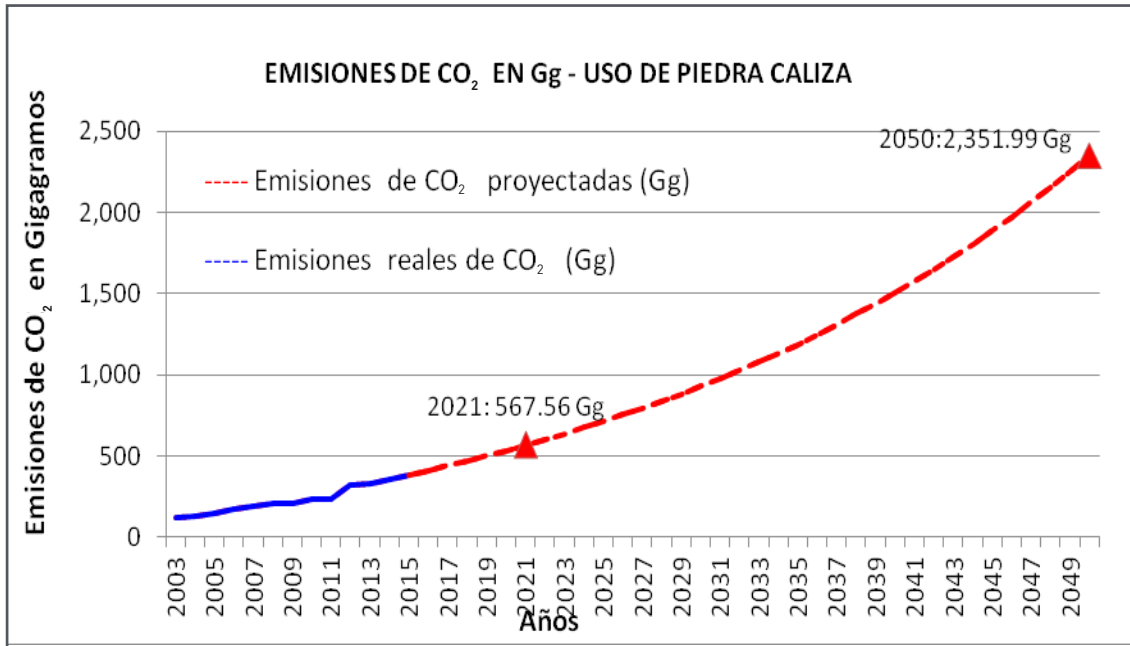
Gráfico 8: Uso de piedra caliza vs. PBI Industrial periodo 2003-2050



Elaboración propia  
 Fuente: INEI y PlanCC, 2013

Aplicando la ecuación lineal se obtuvo la proyección de uso de piedra caliza hasta el 2050 y luego se procede a estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> por el uso de piedra caliza para el periodo 2000-2050 (Gráfico 9).

Gráfico 9: Evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> en Gg del uso de la piedra caliza periodo 2003-2050



Elaboración Propia  
 Fuente: INEI[1], MEM [20]

Teniendo en cuenta la gran influencia del Sector Construcción sobre la extracción de la piedra caliza se espera tener una mayor producción de piedra caliza de acuerdo a la demanda de ladrillos para viviendas principalmente, y se estima que al año 2021 y 2050 en un escenario BAU se use 1,284,080.18 t y 5,321,239.10 t de piedra caliza y emitan por estos procesos 567.56 Gg y 2,351.99 Gg de CO<sub>2</sub> durante la calcinación de la caliza en la fabricación de ladrillos para el 2021 y 2050, respectivamente.

## 1.5 EMISIONES DE LA FABRICACIÓN DE CARBURO DE CALCIO

### 1.5.1. *Recopilación de información:*

- » Búsqueda de información sobre carburo de calcio, tendencia de la producción, etc.

La producción del carburo de calcio está considerada dentro del Sector Industrial, específicamente en la industria química. En el Perú la producción de éste carburo es ínfimo en comparación con los países vecinos, pues actualmente se importa en grandes cantidades. A pesar de ello existe una sola empresa dedicada a su producción y venta, tal es el caso de Hornos Eléctricos Peruanos S.A. (Produce, 2008) [29].

Hornos Eléctricos S.A. inició sus actividades en 1954, siendo el principal productor de carburo de calcio a nivel nacional; muestra una favorable tendencia a incrementar su producción, pues tan sólo entre el 2000 y 2009 varió entre 748.95 t y 975 t, respectivamente. (PlanCC, 2013).

El mercado peruano se encuentra abastecido principalmente por carburo de calcio importado, es así como entre los años 2000 y 2009 su importación presentó una tendencia a incrementar, fluctuando entre 2,288.88 t y 3,208 t respectivamente, con una máxima de 4,411.96 t en el 2006. Sin embargo al año 2012 la importación alcanzó las 3,179.95 t (SUNAT, 2013) [3].

Generalmente se utiliza el carburo de calcio para la obtención del gas acetileno (combustible), para la maduración de frutas, en la manufactura de calcio y en la metalurgia (aleaciones con acero, hierro, metales de soldadura y corte) [30].

- » Acopio digitalizado de información de producción de carburo de calcio periodo 1993-2012.

### 1.5.2. *Fuente de datos*

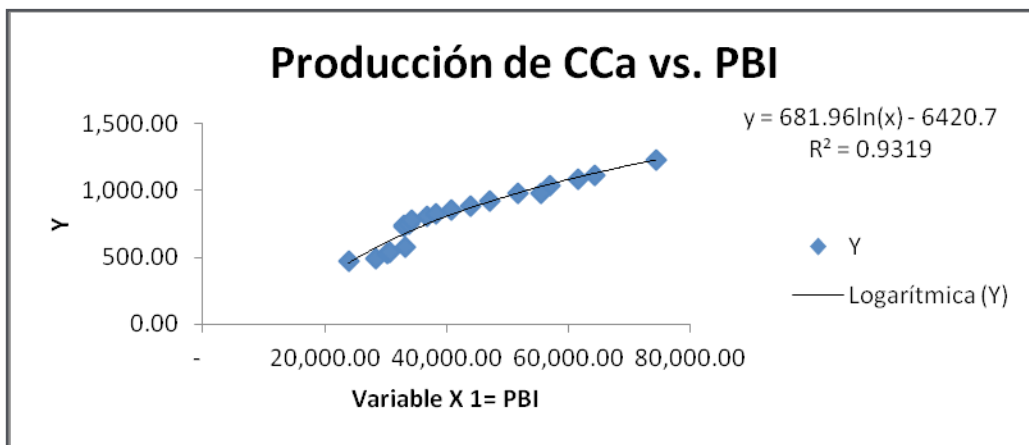
- » Los datos de importación han sido recolectados de SUNAT [1].
- » Los datos de producción nacional han sido obtenidos directamente del productor Hornos Eléctricos S.A.<sup>5</sup>.
- » Se cruzó información con los datos del Inventario de Emisiones de GEI 1994, 2000 y 2009 (PlanCC, 2013).
- » Los datos del reductor y uso de piedra caliza fueron obtenidos de la información brindada por el productor en el año 2009.

5 Comunicación de Hornos eléctricos S.A sobre producción de carburo de calcio en los años 2000 y 2009.

**1.5.3. Las acciones realizadas para estimar las proyecciones de carburo de calcio al 2021 y 2050 fueron las siguientes:**

- » Se asume que la fabricación del carburo de calcio está relacionado con el PBI industrial.
- » Se realizó un análisis de regresión del PBI industrial vs producción de carburo de calcio en la hoja de Excel y se obtuvo una curva de regresión logarítmica  $Y=681.96\ln(x)-6420.7$  (Gráfico 10).

*Gráfico 10: Producción de Carburo de Calcio vs. PBI Industrial, periodo 1993-2012*

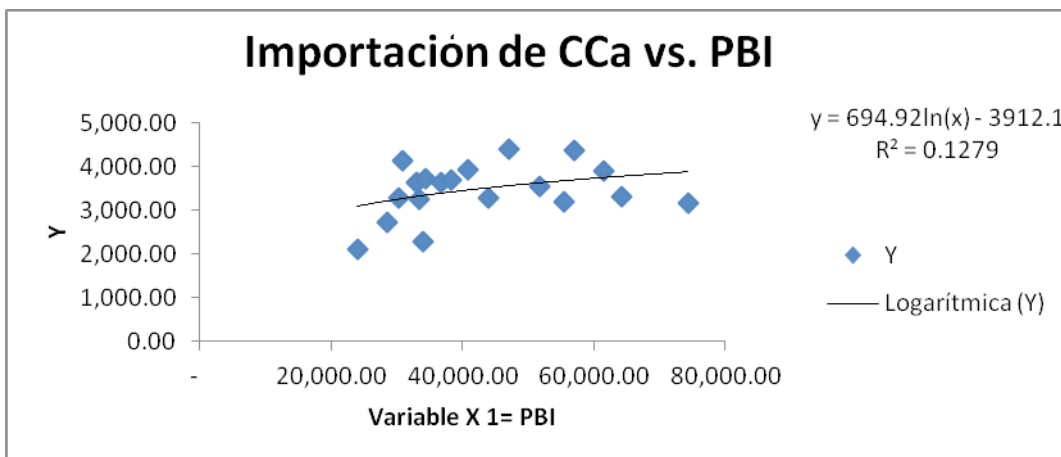


*Elaboración propia*

*Fuente: Hornos eléctricos (2012) y PlanCC, 2013.*

- » Luego se realizó un análisis de regresión del PBI industrial vs importación de carburo de calcio en la hoja de Excel y se obtuvo una curva de regresión logarítmica de  $Y= 694.92\ln(x)- 3912.1$  (Gráfico 11).

*Gráfico 11: Importación de Carburo de Calcio vs. PBI Industrial, periodo 1993-2012*



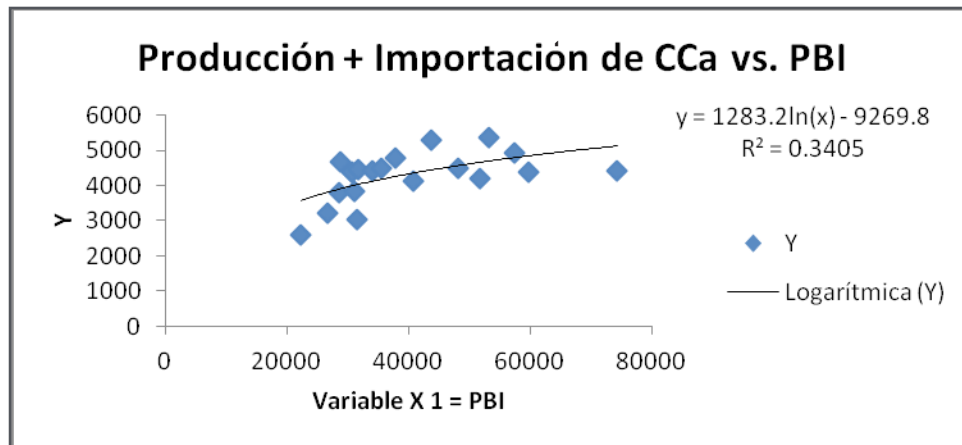
*Elaboración propia*

*Fuente: SUNAT [3] y PlanCC, 2013.*



» Luego se realizó un análisis de regresión del PBI industrial vs producción mas importación de carburo de calcio en la hoja de Excel y se obtuvo una curva de regresión logarítmica de  $Y = 1283.2 \ln(x) - 9269.8$  (Gráfico 12).

Gráfico 12: Producción + Importación de Carburo de Calcio vs. PBI Industrial, periodo 1993-2012



Elaboración propia

Fuente: SUNAT [3], Hornos eléctricos (2000 y 2009) y PlanCC, 2013

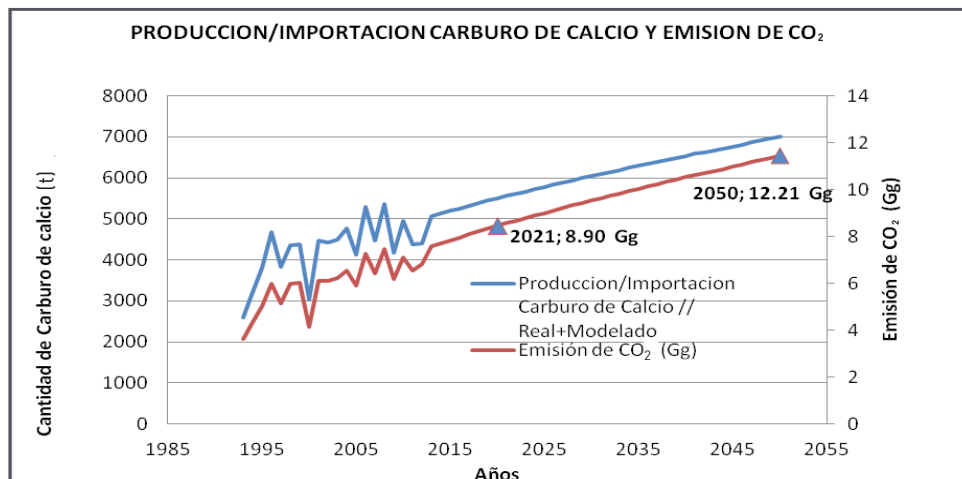
» Aplicando la ecuación logarítmica se estimaron las proyecciones de carburo de calcio, tanto importado como la producción nacional hasta el 2050.

» Se asume el uso del carbón reductor en función de la relación 792.30/975.05 equivalente a la relación carbón/carburo de calcio del año 2009. PlanCC, 2013.

» Se calcula el uso de caliza en función de la relación 926.38/975.05 equivalente a la relación caliza/carburo de calcio del año 2009. PlanCC, 2013

» Con estos datos se calcularon los datos de carbón, caliza y uso de carburo de calcio, que sumados totalizaron las emisiones de GEI (Gráfico 13).

Gráfico 13: Emisiones de CO<sub>2</sub> en Gg de la fabricación y uso de carburo de calcio periodo 1993-2012



Elaboración propia

Fuente: Produce [29]

Teniendo en cuenta el actual incremento del PBI Industrial que va desde S/ 31,437.00 millones a S/ 51,636.00 millones entre los años 2000 y 2009, y su posible proyección al año 2050, se espera que la emisión de CO<sub>2</sub> (Gg), en un posible escenario BAU, se incremente levemente en comparación con las distintas fuentes de emisión del sector procesos industriales, siendo así que al año 2021 y 2050 la emisión de CO<sub>2</sub> en esta fuente de emisión será de 8.90 Gg y 12.21 Gg respectivamente.

## 1.6 EMISIONES DE LA FABRICACIÓN DE CARBONATO DE SODIO (NA<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)

### 1.6.1. *Recopilación de información:*

- » Búsqueda de información sobre carbonato de sodio, tendencia de la producción, etc.:

El mercado peruano es abastecido principalmente de carbonato de sodio importado, proveniente en su mayoría de EE.UU, China, Francia y Bulgaria. En la última década estas importaciones han mostrado una tendencia a incrementarse, aumentado entre 2000 y 2009 de 22,127.52 t a 55,497.15 t. Actualmente sólo existe una empresa representativa dedicada a la producción nacional y exportación, CUSA S.A.C. (CUSA, 2013) [31].

El carbonato de sodio tiene diversos usos, entre ellos: como materia prima para productos de limpieza, en la fabricación de vidrio y productos químicos, debido a que es considerado como fuente de alcalinidad y de ion sodio en la industria química (Quiminet, 2013) [32].

Actualmente la industria química es considerada un sector importante en la economía peruana, debido a su participación en el PBI Manufacturero. Es así como según el alza actual del PBI industrial y su posible tendencia a incrementar hacia el 2050, se espera que en un posible escenario BAU aumente las importaciones del carbonato de sodio (mayor demanda por la industria química, para la fabricación de vidrios y productos de limpieza) y por ende una mayor emisión del CO<sub>2</sub>.

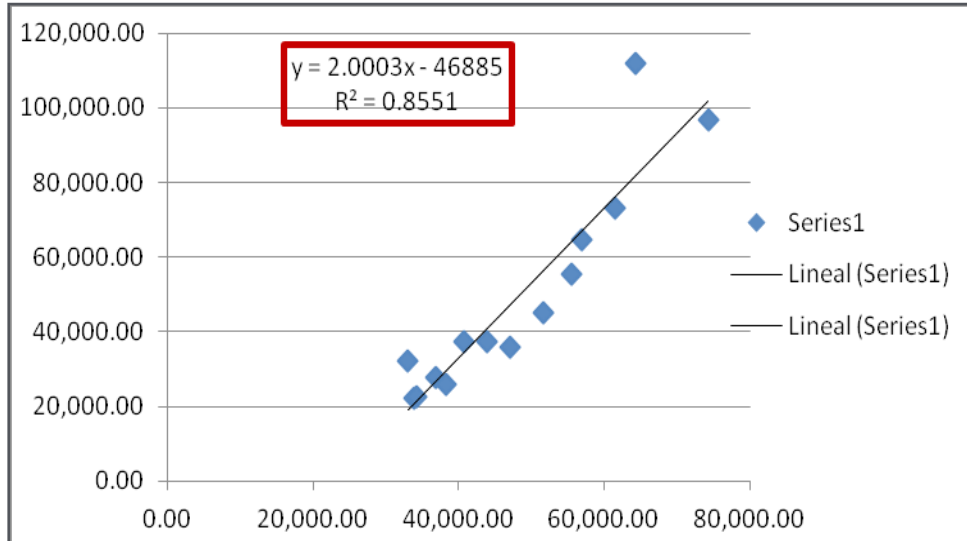
### 1.6.2. *Fuente de datos:*

- » Los datos de importación de carbonato de sodio han sido recolectados de SUNAT, 2013. [3]

### 1.6.3. *Las acciones realizadas para estimar las proyecciones del uso del carbonato de sodio al 2021 y 2050 fueron las siguientes:*

- » Se realizó un análisis de regresión lineal del PBI industrial vs producción de carbonato de sodio en la hoja de Excel y se obtuvo una curva de regresión lineal  $Y = 2.0003x - 46885$  (Gráfico 14).

Gráfico 14: Uso de carbonato de sodio vs. PBI Industrial, periodo 1999-2012

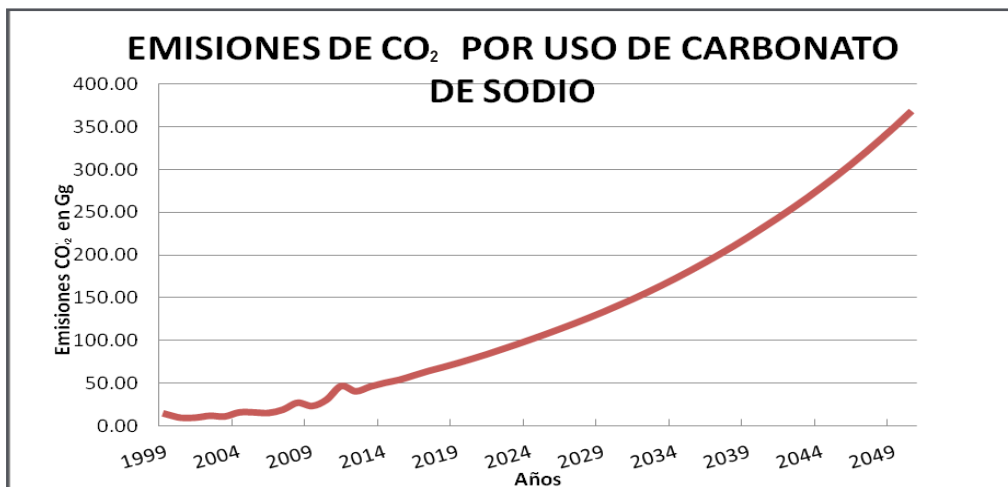


Elaboración propia

Fuente: SUNAT [3] y PlanCC, 2013.

» Aplicando la ecuación logarítmica se estimó las proyecciones de carbonato de sodio importado hasta el 2050. Con los datos proyectados directamente se obtuvieron las emisiones de CO<sub>2</sub> para el periodo 1999-2050 (Gráfico 15).

Gráfico 15: Evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> en Gg del uso de carbonato de sodio periodo 1999-2050



Elaboración propia

» Las emisiones de CO<sub>2</sub> por el uso del carbonato de sodio alcanzarán valores de 83.66 Gg de CO<sub>2</sub> y 366.15 Gg. de CO<sub>2</sub> hacia el 2021 y 2050, respectivamente.

### 1.7 EMISIONES DE LA FABRICACIÓN DE ESTAÑO FUNDIDO

#### 1.7.1. *Recopilación de información:*

- » Búsqueda de información sobre producción de estaño fundido, tendencia de la producción, etc.

El Perú es líder en producción de estaño en Latinoamérica (37,500 t al 2009), y tercero a nivel mundial, detrás de China e Indonesia. Sin embargo, nuestro país solo cuenta con una empresa productora dedicada a la extracción de este metal, MINSUR (Minería del Sur), ubicada a 5000 msnm en el departamento de Puno.

Esta minera cuenta con un complejo metalúrgico en Paracas, en Pisco, Ica, donde se llevan a cabo los procesos industriales de fundición y refinación. Entre los años 2000 y 2009 la tendencia de la fundición del estaño fue en incremento, pues alcanzó 23,882.61 t y 34,388.24 t respectivamente, y con una máxima producción en fundición de 40,623.74 t en el 2004.

A pesar de nuestra gran producción de estaño a nivel mundial, en los últimos 5 años su producción ha tendido a disminuir, esto debido a la menor producción en la única mina de estaño en nuestro país. De tal manera que al año 2012 solo en el proceso de fundición/refinación se logró 24,811.07 t, casi el 60% de lo que se alcanzó producir en el 2006, 40,494.61 t.

El estaño tiene una amplia variedad de usos, entre ellos para producir latas de conservas de alimentos y bebidas, fundamental para el recubrimiento de otros metales y aleaciones (bronce), y para mejorar las condiciones de los vidrios (mayor resistencia). Y en cuanto al precio del estaño, se ha ido incrementando en los últimos años, esto debido a una mayor demanda y menor oferta en el mercado del estaño refinado. [33][34][35].

- » Acopio digitalizado de información de producción de estaño fundido del INEI [1], MEM [20].
- » Entrevista con expertos de la Fundición y Refinería de Minera del Sur (FUNSUR).

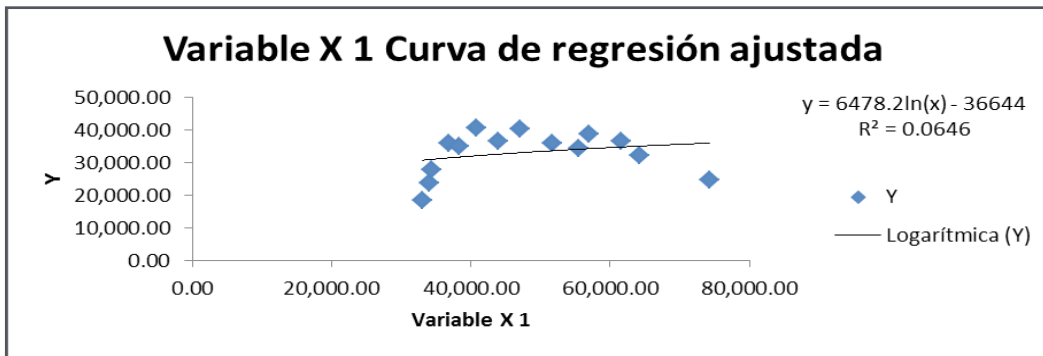
#### 1.7.2. *Fuente de datos:*

- » Los datos de producción han sido recolectados del INEI y de los boletines del MEM desde 1999.
- » Se cruzó información con los datos del Inventario de Emisiones de GEI del 2000 y 2009 (PlanCC, 2013).
- » Los datos del reductor y uso de piedra caliza fueron deducidos de los datos obtenidos en el año 2009 por el productor (Fundición y Refinería de Minera del Sur- FUNSUR) en su Declaración Anual Consolidada 2009 ubicada en el Ministerio de Energía y Minas.

### 1.7.3. Las acciones realizadas para estimar las proyecciones de fabricación de estaño al 2021 y 2050 fueron las siguientes:

- » Se realizó un análisis de regresión del PBI industrial vs producción de estaño fundido en la hoja de Excel y se obtuvo una curva de regresión logarítmica  $Y = 6478.2 \ln(x) - 36644$  (Gráfico 16).

Gráfico 16: Fabricación de estaño fundido vs. PBI Industrial, periodo 1999-2012

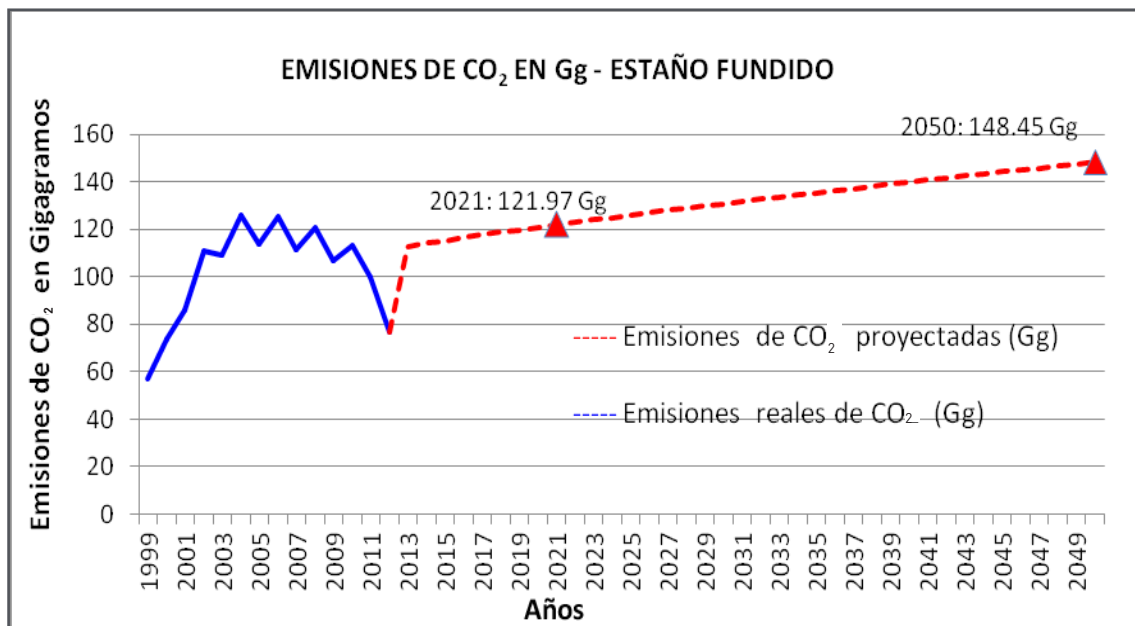


Elaboración propia

Fuente: INEI [1], MINSUR(2009) y PlanCC,2013.

Aplicando la ecuación logarítmica se estimó las proyecciones de estaño fundido hasta el 2050. Con los datos proyectados directamente se obtuvieron las emisiones de CO<sub>2</sub> para el periodo 1999-2050 (Gráfico 17).

Gráfico 17: Emisiones de CO<sub>2</sub> en Gg de la fabricación de estaño fundido periodo 1999-2050



Elaboración Propia

### 1.8 EMISIONES DE FABRICACIÓN DE ALUMINIO FUNDIDO

#### 1.8.1. *Recopilación de información:*

- » Búsqueda de información sobre producción de aluminio fundido, tendencia de la producción, etc.

La fundición de aluminio en Perú usa como materia prima el aluminio reciclado extraído de chatarra o de residuos con aluminio. El aluminio fundido se transforma en distintos productos finales (producto manufacturado) para la utilización en los sectores de transporte, construcción, envase y embalaje e ingeniería. Actualmente la demanda del mercado interno se encuentra abastecido por una baja producción nacional y una pronunciada importación de este metal, con tendencia a aumentar.

Entre las principales empresas dedicadas a la fabricación de piezas fundidas en aluminio se encuentran 'Alianza Estratégica S.A.' (productor y exportador) y 'Alumin Perú S.A.'. En los últimos 5 años la tendencia de las exportaciones e importaciones de este metal muestran una tendencia a incrementarse, pues sólo en exportaciones se alcanzó 26.6 millones USD precio fob al 2012, un incremento en más del 50% con respecto al año 2007 (16.2 millones USD precio fob). En el caso de las importaciones la tendencia es la misma, pues entre los años 2007 y 2012 las importaciones aumentaron de 84.6 a 241.9 millones USD precio fob. La cantidad fundida de aluminio entre 1997 y 2007, también tiende a incrementarse, pues la producción en estos años fue de 2,805.00 t y 3,019.60 t respectivamente, aunque con un leve estancamiento en el periodo 1999-2002, pues presentó valores próximos a 900 t. [36] [37][38] [39] [40] [41].

- » Acopio digitalizado de información de producción de estaño fundido obtenido del INEI, MEM.

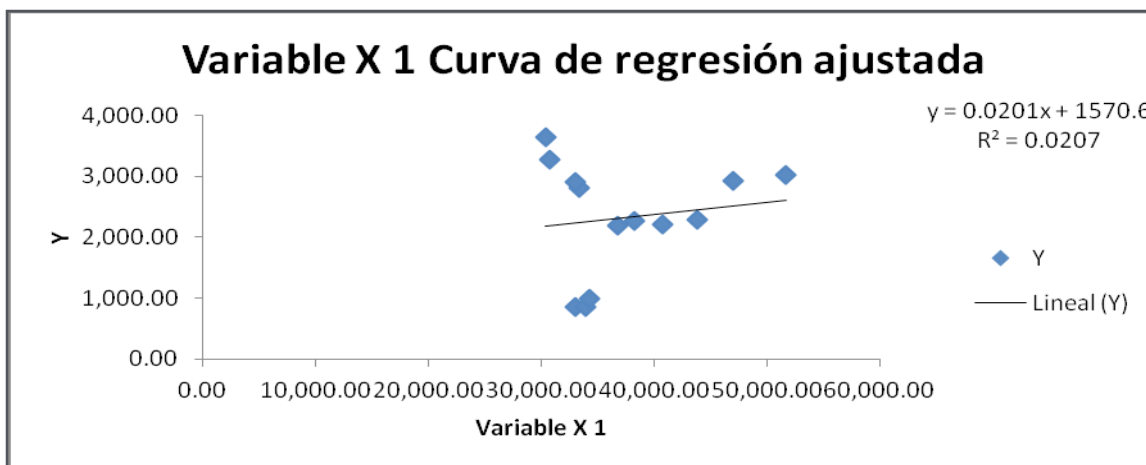
#### 1.8.2. *Fuente de datos:*

- » Los datos de fabricación de aluminio fundido han sido recolectados del INEI [1].
- » Se cruzó información con los datos del Inventario de Emisiones de GEI 2000 y 2009 (PlanCC, 2013).

#### 1.8.3. *Las acciones realizadas para estimar las proyecciones de la fabricación de aluminio fundido al 2021 y 2050 fueron las siguientes:*

- » Se realizó un análisis de regresión lineal del PBI industrial vs producción de aluminio fundido en la hoja de Excel y se obtuvo una curva de regresión lineal  $Y = 0.0201x + 1570.6$  (Gráfico 18).

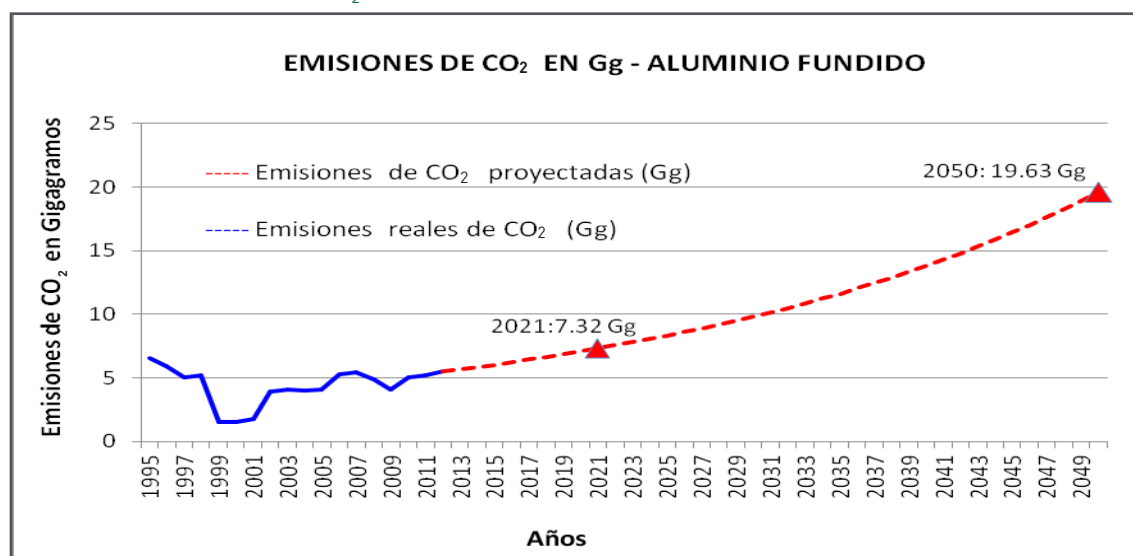
Gráfico 18: Fabricación de aluminio fundido vs. PBI Industrial, periodo 1995-2012



Elaboración propia

Fuente: INEI [1] PlanCC,2013.

» Aplicando la ecuación lineal se estimó las proyecciones de aluminio fundido hasta el 2050. Con los datos proyectados directamente se obtuvieron las emisiones de CO<sub>2</sub> para el periodo 1995-2050 (Gráfico 19).

Gráfico 19: Emisiones de CO<sub>2</sub> en Gg de la fabricación de aluminio fundido periodo 1995-2050

Elaboración Propia

» Teniendo en cuenta la mayor demanda del aluminio en el mercado nacional (muy utilizado en el Sector Construcción), es posible que en un escenario BAU al año 2021 y 2050 se alcance utilizar 4,380 t y 12,900 t del metal durante la fase de fundición, lo que puede llegar a emitir 7.32 Gg y 19.63 Gg de CO<sub>2</sub>, respectivamente.

## 2. SUPUESTOS EMPLEADOS

### 2.1 EMISIONES PROCEDENTES DE LA FABRICACIÓN DE CLINKER/CEMENTO

- » Se usa la tasa de crecimiento de la población para proyectar el crecimiento económico del cemento hasta el año 2050.
- » Se asume que hay una relación directa entre la fabricación del cemento y el número de habitantes, sobre la base que “el crecimiento en el consumo de cemento está directamente relacionado con el aumento de la población mundial y con el desarrollo de los países (obras de ingeniería civil, infraestructuras, etc.). Se puede pensar que, al menos a corto plazo, el hormigón y el mortero seguirán siendo los medios más baratos de construir, y su consumo no cesará de aumentar proporcionalmente al crecimiento de la población y al desarrollo, con lo que el cemento que es el componente activo de aquellos también lo hará”. [11]
- » Para la proyección se consideró la fabricación del clinker nacional, descontando el importado.
- » La capacidad de producción de clinker de las plantas cementeras tiene un crecimiento lento a diferencia de la producción del cemento.

### 2.2 EMISIONES PROCEDENTES DE LA FABRICACIÓN DE HIERRO/ACERO

- » La producción de hierro y acero tiene la misma tasa de crecimiento que el PBI industrial.
- » Los productos de hierro y acero son requeridos en los distintos sectores industriales, principalmente en el sector construcción y minero; en el sector pesquero para la fabricación de envases para conserva de pescado; en la industria metal-mecánica en general demanda planchas y bobinas de hierro y acero LAC y LAF y perfiles de acero. [42] [43]. Aplicando la ecuación lineal se obtuvo la proyección de hierro y acero hasta el 2050 con valores muy bajos para 2021 y 2050, esto se debe a que SiderPerú, que es la empresa que tiene la mayor producción de hierro y acero, dejó de operar sus hornos disminuyendo la producción nacional del arrabio. La Empresa Siderúrgica del Perú S.A.A. (SiderPerú), que opera el complejo siderúrgico de Chimbote, estima reiniciar operaciones durante el año 2015 en el alto horno, que se encuentra paralizado desde noviembre de 2008. (Minerandina, 2000)[17] [18]. Por ello se optó por seguir la pendiente del PBI industrial a partir del 2012 para la proyección de la producción de hierro y acero y emisiones de CO<sub>2</sub>.
- » No hay ajuste por producción histórica.



## 2.3 EMISIONES PROCEDENTES DE LA FABRICACIÓN DE CAL

- » El crecimiento económico de la fabricación de cal es directamente proporcional al PBI industrial.
- » La industria de la cal se articula con el sector minero, sector construcción (la cal se requiere para la fabricación del Clinker, para estabilización de los suelos, en la fabricación de hormigón, adobes y ladrillos, vivienda familiar a través de la autoconstrucción). También se requiere en la Industria química, industria alimentaria en especial en la industria azucarera, piscicultura, vinícola, y conservación de alimentos, fabricación del vidrio, en los encurtidos, construcción. También se usa para el tratamiento de aguas de consumo, de aguas residuales, tratamiento de suelos contaminados. En la agricultura, como fertilizante y en la fabricación del compostaje. (J.A.H. Oates,1998)[19]. Se opta por comparar esta industria con el PBI industrial.

## 2.4 EMISIONES PROCEDENTES DEL USO DE LA PIEDRA CALIZA

- » Se considera solo el uso de piedra caliza para fabricación de ladrillos.
- » Una parte de la piedra caliza ya ha sido contabilizada para la fabricación de cal, fabricación de cemento, carburo de calcio, siderurgia y minería.
- » La evolución de la producción de caliza dolomita es directamente proporcional al PBI industrial.
- » La extracción de la piedra caliza se articula con el sector construcción/cementero, para la elaboración del clinker, hormigón y ladrillos, con la industria siderurgica, metalurgia, química, fertilizante y alimentaria. [26] [27] [28]. Se opta por comparar esta industria con el PBI industrial.
- » Se asume que el 9% de la producción de la caliza se usa para ladrillos y para la descarbonatación de las centrales térmicas, de esto se supone la mitad para la fabricación del ladrillo, la información ha sido tomada del Inventario de Emisiones de GEI del año 2000 y aplicado en el año 2009 (PlanCC, 2013).
- » Uso de 4.53% de la extracción de caliza (uso de caliza para fabricación de ladrillos); esto ha sido tomado del Inventario de Emisiones de GEI del año 2000 y aplicado en el año 2009 (PlanCC, 2013).

## 2.5 EMISIONES DE LA FABRICACIÓN DE CARBURO DE CALCIO

- » La evolución de las importaciones y de la producción del carburo de calcio son directamente proporcionales a la evolución del PBI industrial.
- » La producción del carburo de calcio está considerada dentro del sector industrial, específicamente en la industria química [29]. Generalmente se utiliza el carburo de calcio para la obtención del gas

acetileno (combustible), para la maduración de frutas, en la manufactura de calcio y en la metalurgia (aleaciones con acero, hierro, metales de soldadura y corte)[30]. Se opta por comparar esta industria con el PBI industrial.

» Las proporciones de agente reductor y piedra caliza se toman en base a los datos de la Actualización del Inventario de emisiones de GEI al año 2009.

### 2.6 EMISIONES DE LA FABRICACIÓN DE CARBONATO DE SODIO ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

» La evolución de las importaciones del carbonato de sodio son directamente proporcionales a la evolución del PBI industrial.

» La producción del carbonato de sodio está considerada dentro del sector industrial, específicamente en la industria química. Generalmente se utiliza el carbonato de sodio en la fabricación de productos del vidrio y químicos [32].

» Se optó por comparar la industria del carbonato de calcio con la evolución del PBI industrial.

### 2.7 EMISIONES DE LA FABRICACIÓN DE ESTAÑO FUNDIDO

» La evolución económica de la fabricación del estaño fundido está relacionada con la evolución del PBI industrial.

» La industria del estaño fundido se encuentra dentro del grupo de fundiciones y tiene múltiples usos en el sector industrial, y se encuentra dentro del Ministerio de la Producción<sup>6</sup>. En ese sentido el importe económico de esta industria es parte del PBI industrial.

### 2.8 EMISIONES DE LA FABRICACIÓN DE ALUMINIO FUNDIDO

» La evolución económica de la fabricación del aluminio fundido está relacionada con la evolución del PBI industrial.

» La industria del aluminio fundido tiene múltiples usos en el sector Industrias, en ese sentido el importe económico de esta industria es parte del PBI industrial.

---

<sup>6</sup> Portal del Ministerio de la Producción [www.produce.gob.pe](http://www.produce.gob.pe)

### 3. BIBLIOGRAFÍA

#### 3.1 EMISIONES PROCEDENTES DE LA FABRICACIÓN DEL CLINKER/CEMENTO

- » [1] [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe)
- » [2] [www.asocem.com.pe](http://www.asocem.com.pe)
- » [3] <http://www.aduanet.gob.pe/cl-ad-itestadispartida/resumenPPaisS01Alias>
- » [4] <http://eleconomista.com.mx/corporativos/2010/04/09/cemex-invertira-us230-millones-planta-peru>
- » [5] <http://www.latercera.com/noticia/negocios/2013/02/655-509468-9-cementos-bio-bio-realiza-los-ultimos-tramites-para-iniciar-la-construccion-de.shtml>
- » [6] <http://www.costosperu.com/ap-site-noticias-nformacion.php?seccion=&noticia=1433>
- » [7] [http://www.diariolaprimeraperu.com/online/especial/lima-es-una-victima-del-boom-inmobiliario\\_130186.html](http://www.diariolaprimeraperu.com/online/especial/lima-es-una-victima-del-boom-inmobiliario_130186.html)
- » [8] [http://www.bbvabancocontinental.com/fbin/100423\\_CementosLimaValorizacion\\_ok\\_tcm288-219812.pdf](http://www.bbvabancocontinental.com/fbin/100423_CementosLimaValorizacion_ok_tcm288-219812.pdf)
- » [9] <http://www.equilibrium.com.pe/Yura.pdf>
- » [10] Entrevista con el Sr Leopoldo Corona Country Manager de CEMEX Perú. <http://www.youtube.com/watch?v=tf75JPAp7VA>.
- » [11] [www6.uniovi.es/usr/fblanco/Tema7.CEMENTOS.R.pdf](http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Tema7.CEMENTOS.R.pdf)

#### 3.2 EMISIONES PROCEDENTES DE LA FABRICACIÓN DE HIERRO/ACERO

- » [12] <http://trade.nosis.com/es/Comex/Importacion-Exportacion/Peru/Fundicion-hierro-acero/PE/72>
- » [13] <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/GUIAS/FOLLETOS/principalesmetales.pdf>
- » [14] [http://www.sitiope.com/empresas/27317/fundicion-de-hierro-y-de-acero\\_2.html](http://www.sitiope.com/empresas/27317/fundicion-de-hierro-y-de-acero_2.html)

- » [15] <http://www.losandes.com.pe/Nacional/20110127/45733.html>
- » [16] <http://www.diferencia-entre.com/diferencia-entre-hierro-y-acero/>
- » [17] <http://www.mineriaonline.com.pe/adminmine/filepdf/422%20Informativo.pdf>
- » [18] <http://www.minerandina.com/siderperu-reiniciaria-operaciones-en-alto-horno-en/>
- » [42] Acero & Hierro <http://www.monografias.com/trabajos45/hierro-y-acero/hierro-y-acero2.shtml>
- » [43] Comisión Chilena del Cobre Dirección de Estudios (2008). "Mercado Internacional del Hierro y El Acero". <http://www.buenastareas.com/ensayos/Mercado-Del-Hierro/5175308.html>

### 3.3 EMISIONES PROCEDENTES DE LA FABRICACIÓN DE CAL

- » [19] J.A.H. Oates (1998). Lime and Limestone. Chemistry and Technology, Production and Uses.
- » [20] Ministerio de Energía y Minas, Anuario Minero 2000-2012. <http://www.minem.gob.pe>
- » [21] <http://www.selvas.eu/download/anuarioMinero2006.pdf>
- » [22] <http://www.alertaeconomica.com/blogs/henry-luna/?p=36>
- » [23] <http://www.comacsa.com.pe/index.php/agricola>
- » [24] <http://www.cementoslima.com.pe/article.aspx?cod=59&cat=3>
- » [25] <http://www.horcalsa.com/index.php?option=com/content&view=article&id=49&Itemid=38&lang=es>

### 3.4 EMISIONES PROCEDENTES DEL USO DE LA PIEDRA CALIZA

- » [26] <http://www.fertilizando.com/estadisticas/estudioMercadoFertilizantesPeru.pdf>
- » [27] <http://datos.bancomundial.org/indicador/AG.CON.FERT.ZS/countries?display=graph>
- » [28] [http://www.proinversion.gob.pe/RepositorioAPS/0/0/JER/EVENTO\\_VCS\\_PRENSA/4\\_2HACIA%20UNA%20INDUSTRIA%20RESPONSABLE.pdf](http://www.proinversion.gob.pe/RepositorioAPS/0/0/JER/EVENTO_VCS_PRENSA/4_2HACIA%20UNA%20INDUSTRIA%20RESPONSABLE.pdf)

### 3.5 EMISIONES DE LA FABRICACIÓN DE CARBURO DE CALCIO

- » [29] Produce, 2008. <http://www.produce.gob.pe>
- » [30] Sergio Escalante y José Antonio de Echávarri (1954), Fabricación de carburo de calcio. Vol. 43 del Banco de México.

### 3.6 EMISIONES DE LA FABRICACIÓN DE CARBONATO DE SODIO (NA<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)

- » [31] [http://www.cusa-chem.com/es/lineas/industria\\_pesada\\_quimicos](http://www.cusa-chem.com/es/lineas/industria_pesada_quimicos)
- » [32] <http://www.quiminet.com/articulos/el-carbonato-de-sodio-y-sus-aplicaciones-masimportantes-21849.htm>

### 3.7 EMISIONES DE LA FABRICACIÓN DE ESTAÑO FUNDIDO

- » [33] [http://spanish.news.cn/entrevista/2010-10/05/c\\_13542924.htm](http://spanish.news.cn/entrevista/2010-10/05/c_13542924.htm)
- » [34] <http://desarrolloperuano.blogspot.com/2010/04/el-peru-en-el-mundo-produccion-de.html>
- » [35] <http://infraestructuraperuana.blogspot.com/2010/06/fundicion-y-refineria-de-estano-de.html>

### 3.8 EMISIONES DE FABRICACIÓN DE ALUMINIO FUNDIDO

- » [36] García Pérez A. (2006). Instalación de una planta moderna de anodizado para perfiles de aluminio. UNMSM. Tesis, Facultad de Ingeniería Química. [http://www.cybertesis.edu.pe/sisbib/2006/garcia\\_pa/pdf/garcia\\_pa-TH.3.pdf](http://www.cybertesis.edu.pe/sisbib/2006/garcia_pa/pdf/garcia_pa-TH.3.pdf)
- » [36] <http://trade.nosis.com/es/Comex/Importacion-Exportacion/Peru/Aluminio-manufacturas/PE/76>
- » [37] [http://www.duraluminio.com/fundicion\\_alianza\\_metalurgica\\_peru\\_nosotros.html](http://www.duraluminio.com/fundicion_alianza_metalurgica_peru_nosotros.html)
- » [38] <http://www.slideshare.net/ronnyxd/procesos-de-fundicin-de-aluminio>
- » [39] <http://peruempresa.blogspot.com/2008/07/corporacin-miyasato-ampla-fbrica-ante.html>
- » [40] [http://www.aiim.es/publicaciones/bol2/16\\_Aluminio.pdf](http://www.aiim.es/publicaciones/bol2/16_Aluminio.pdf)
- » [41] <http://www.aluminperu.com/nosotros.html>