



EFICIENCIA  
ENERGÉTICA  
EN ARGENTINA



Proyecto financiado  
por la Unión Europea

# INFORME DE DIAGNÓSTICO DEL SECTOR CEMENTERO

OCTUBRE, 2019

Proyecto  
implementado por:



La presente publicación ha sido elaborada con el apoyo financiero de la Unión Europea. Su contenido es responsabilidad exclusiva del consorcio de implementación liderado por GFA Consulting Group y no necesariamente refleja los puntos de vista de la Unión Europea



## **“Eficiencia Energética en Argentina”, apostando por conformar un sector energético más sostenible y eficiente en Argentina**

Este documento ha sido elaborado por el siguiente equipo de profesionales: autor principal, Hilda Dubrovsky; y especialista energético, Gustavo Nadal en el marco del Proyecto “Eficiencia Energética en Argentina” financiado por la Unión Europea.

*© Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2019. Reservados todos los derechos. La Unión Europea cuenta con licencia en determinadas condiciones*



## INDICE

Presentación del Proyecto de Eficiencia Energética en Argentina .....	4
1. Presentación.....	7
2. Caracterización Sectorial Económica y Energética .....	7
2.1. Producción y consumo .....	8
2.2. Situación Empresaria.....	11
3. Proceso productivo.....	14
4. Consumo, intensidad energética y benchmarking .....	16
4.1. Comparación con el Departamento de Energía de los Estados Unidos .....	16
4.2. Benchmarking y potenciales de ahorro.....	18
4.2. Otras comparaciones.....	21
4.3. Medidas y Barreras a la Eficiencia Energética .....	22
<u>ANEXO 1. ESTABLECIMIENTOS A ENCUESTAR</u> .....	26
<u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	27

### INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Evolución de la producción de cemento (miles de Ton) .....	8
Gráfico 2. Evolución comparada del índice Construya y del consumo de cemento .....	9
Gráfico 3. Consumo según Envase (%).....	9
Gráfico 4. Consumo por Provincias para el año 2017. ....	10
Gráfico 5. Evolución del Consumos/habitante de cemento (kg/ha).....	11
Gráfico 6. Evolución del Empleo registrado en el sector Cementos, Cal y Yeso (número de empleados).....	12
Gráfico 7. Proceso ampliado de fabricación del cemento .....	14

### INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos característicos de la Industria Cementera según envase en 2017 (Ton)	10
Tabla 2. Principales datos característicos de las plantas de cemento	12
Tabla 3. Consumos e intensidades energéticas para la producción de cemento – Año 2017.	17
Tabla 4. Potenciales de ahorro en la producción de Cemento: % del consumo neto de la actividad, y como % del consumo del sector industrial en su conjunto.	21
Tabla 5. Indicadores – Hoja de Ruta del Cemento	22
Tabla 6. Medidas de eficiencia energética en sector cementero	23
Tabla 7. Barreras a la Eficiencia Energética	25



## Presentación del Proyecto de Eficiencia Energética en Argentina

Este Diagnóstico de la Industria del Cemento<sup>1</sup> se enmarca en un proyecto de Cooperación entre la Unión Europea y Argentina, "EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ARGENTINA", financiado por el *Partnership Instrument de la Unión Europea*.

El proyecto como tal tiene como OBJETIVO GENERAL, **contribuir a la estructuración de una economía nacional más eficiente en el uso de sus recursos energéticos disminuyendo la intensidad energética de los diferentes sectores de consumo**. Los OBJETIVOS PARTICULARES son:

- I. Contribuir al cumplimiento de los compromisos de reducción de gases de efecto invernadero asumidos en la Contribución Nacional de la República Argentina a través del Acuerdo de París de 2015.
- II. Desarrollar un Plan Nacional de Eficiencia Energética (PlanEEAr), junto con el marco regulatorio requerido para su implementación que se oriente, especialmente, a los sectores industria, transporte y residencial.
- III. Recibir asistencia técnica de la UE para determinar estándares de eficiencia y etiquetados de performance energética, implementar sistemas de gestión de la energía en industrias, optimizar el consumo energético en el sector público, y participar en actividades internacionales relacionadas, beneficiándose de buenas prácticas y mejoras tecnológicas de eficiencia en el uso de la energía.

El proyecto está implementado por un consorcio liderado por *GFA Consulting Group* (Alemania) junto con *Fundación Bariloche* (Argentina), *Fundación CEDDET* (España) y *EQO-NIXUS* (España) bajo la coordinación de la Subsecretaria de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la Secretaría de Energía de la Nación (SSERyEE), y de la Delegación de la Unión Europea (DUE) en Argentina.

El proyecto se encuentra estructurado en dos componentes y ocho actividades (Task) que se mencionan a continuación y que interactúan entre sí y alimentan al desarrollo del plan nacional de eficiencia. Cada task cuenta además con un conjunto de actividades.

### COMPONENTE I: DESARROLLO DE UN MARCO PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

- Actividad I.1: Asistencia técnica para el desarrollo del Plan Nacional de Eficiencia Energética
- Actividad I.2: Balance Nacional de Energía Útil para los sectores: Residencial (Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares ENGHo-INDEC), **Industria (5000 establecimientos a encuestar, 15 del sector cementero)** y Transporte (45000 encuestas en estaciones de servicio)
- Actividad I.3: Asistencia Técnica para reformas políticas
- Actividad I.4: Eventos anuales Argentina-Unión Europea para la Eficiencia Energética

### COMPONENTE II: TECNOLOGÍAS Y KNOW-HOW PARA SECTORES CLAVE

- Actividad II.5: Diagnósticos en Eficiencia Energética para sectores clave de la industria
- Actividad II.6: Modelos de financiamiento para proyectos de Eficiencia Energética
- Actividad II.7: Soporte a planes municipales de Eficiencia Energética
  - Actividad II.7a: Certificación en edificios residenciales
  - Actividad II.7b: Auditorias en edificios públicos
  - Actividad II.7c: Eficiencia Energética en manejo de flotas

---

<sup>1</sup> Este documento ha sido elaborado por el siguiente equipo de profesionales: autor principal, Hilda Dubrovsky; y especialista energético, Gustavo Nadal



- Actividad II.8: Unión Europea – Argentina Matchmaking event

La elaboración de este diagnóstico se enmarca dentro de la Actividad I.1. en la que se desarrollará una propuesta de diseño de política energética. Ese diseño puede resumirse en torno un conjunto de preguntas clave que guiarán el trabajo y que se resumen así: ¿de qué se parte?, es decir la situación actual del país o región; ¿a qué se aspira?, la situación deseada, visión u objetivo final que se pretende alcanzar; y ¿cómo actuar?, el conjunto de estrategias sectoriales (conformadas por diferentes acciones) que forman parte de la planificación de las políticas públicas. Estas preguntas pueden ser complementadas por aquellas que guían a la selección de sectores o subsectores prioritarios en los cuales actuar (¿dónde?), la selección de las líneas estratégicas u acciones que pueden motivar el alcance de los objetivos (¿cómo?), la identificación de los motivos por los cuales estas acciones no se implementan por parte de los actores, es decir las barreras o problemas que se enfrentan (¿por qué?), la identificación de los instrumentos a utilizar (¿con qué?), qué acciones implementar (¿por medio de qué?), y de qué forma evaluar (¿cómo medir?).

El proceso de elaboración del PlanEEAr se iniciará con un **diagnóstico de la situación actual** en el país en términos de consumo energético, eficiencia energética, planes y programas implementados a nivel nacional, del objetivo en términos de metas o *targets* de eficiencia energética; y de la situación de cada uno de los 19 sectores productivos<sup>2</sup> que han sido definidos como relevantes por parte de la Secretaría de Energía, entre los que se encuentra la **Industria del Cemento**.

El objetivo de los diagnósticos es dar una caracterización preliminar de la situación económica y energética, basados en información existente sobre trabajos desarrollados por la Secretaría de Gobierno de Energía y la opinión de actores clave, para ser utilizados en el PlanEEAr y en la elaboración de escenarios socioeconómicos y energéticos. Estos diagnósticos energéticos serán complementados, cuando sea posible, con la información del Balance Nacional de Energía Útil (BNEU) (Actividad I.2) y los diagnósticos energéticos de la Actividad II.5 en el marco de las redes de aprendizaje.

Es importante destacar que, si bien se ha definido un contenido de máxima de información a recopilar durante estos diagnósticos, el alcance de los mismos, depende de la información disponible y de la relevancia del sector en términos de consumo energético, emisiones o variables económicas. Así, no todos los diagnósticos sectoriales tienen el mismo grado de detalle, desarrollo o profundidad de diagnósticos.

Respecto de la metodología para la elaboración de diagnósticos, la misma se basa en dos etapas. En primer lugar, revisión de escritorio de información secundaria. En segundo lugar, se realizan entrevistas con actores clave o informantes calificados, y talleres participativos de trabajo.

Los diagnósticos permiten establecer el potencial de eficiencia energética y las medidas a implementar para alcanzar estos potenciales. Luego, se realiza un análisis de barreras para la implementación de dichas medidas. Esta etapa de análisis de barreras en los sectores priorizados para ser incluidos en el PlanEEAr deberá ser realizado en conjunto con los actores,

---

<sup>2</sup> Esos 19 sectores son: Sector Primario, Minería, Producción de Petróleo y Gas, Sector Alimenticios, Textil, Sector Papelero, Madera y Carpintería, Sector Refinación petrolera y producción de combustible nuclear, Sector Químico y Petroquímico, Sectores metales y no metales, Sector metalmecánico, Sector Automotriz, Reciclado, Oferta de Electricidad, Gas Natural y Agua, Construcción, Comercio, Hoteles y restaurantes, Transporte, y Administración pública, enseñanza, social y salud.

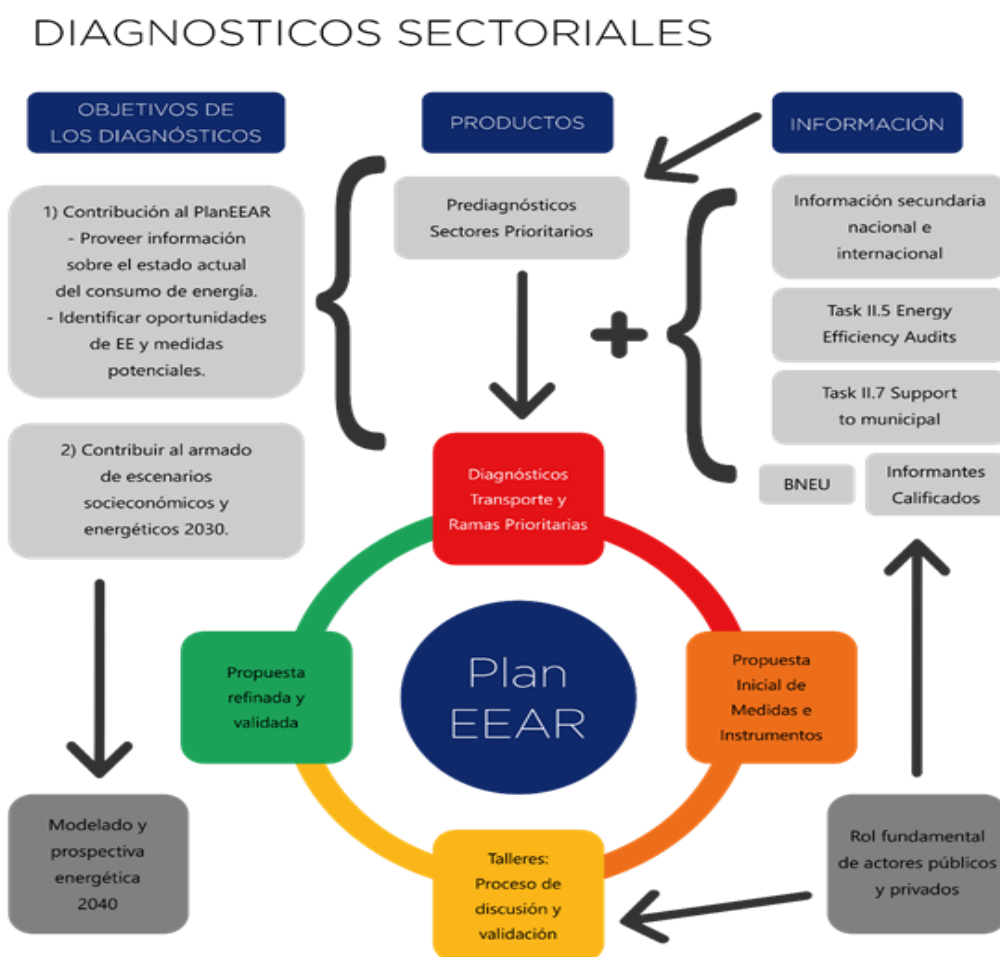


y es una etapa de especial importancia ya que para que el Plan se encuentre bien diseñado los instrumentos seleccionados deberán ser los adecuados para remover las barreras identificadas. El Taller de discusión del mes de septiembre, en el que han participado las principales empresas y cámaras del país, ha sido el cierre de esta etapa de diagnóstico, por ello han sido de suma importancia los debates relacionados con las potenciales medidas de eficiencia y las barreras para su implementación.

Espera que en el avance del proceso participativo, se elaboren Escenarios Socioeconómicos y Energéticos (la situación deseada, visión u objetivo final que se pretende alcanzar) que serán modelados, con los que se simularán y cuantificarán los impactos de la implementación de las medidas de eficiencia finalmente adoptadas por los sectores en los procesos participativos del proyecto.

El esquema lógico adoptado en el que se insertan los diagnósticos es el que se representa en la figura siguiente

### Esquema lógico de trabajo, incluyendo diagnósticos/prediagnósticos



A continuación, se presenta el documento sectorial elaborado. El mismo ya ha sido presentado a la Cámara, incluye las principales observaciones recibidas, y los resultados de las discusiones realizadas en oportunidad del Taller del 17 de septiembre en la UIA.



## 1. Presentación

La Asociación de Fabricantes de Cemento Portland asiste a los intereses generales del sector, dentro del marco de la legislación vigente. Entre sus objetivos, se destacan: proponer a los poderes públicos proyectos y obras; promover el uso del cemento en la construcción civil, y en obras de infraestructura; participar en alianzas estratégicas institucionales para preservar el ambiente, con responsabilidad social y **uso eficiente de energías**; y promover la capacitación del personal y participar en acciones destinadas a la definición de condiciones laborales y sociales de los trabajadores del sector.

**Por su relevancia en el consumo energético del sector industrial, se analiza a continuación la situación económica, tecnológica, y energética<sup>3</sup> de la industria cementera argentina. Este estudio se basa en diferentes fuentes de información<sup>4</sup>, ha sido complementado con: entrevistas a los actores más relevantes del sector; y lo será con los resultados de la encuesta industrial (BNEU); las redes de aprendizaje/auditorías; y los talleres discusión y validación.**

Al final, del documento (Anexo 1) se presenta el listado de los establecimientos que serán encuestados en el proceso de elaboración del Balance Nacional de Energía Útil<sup>5</sup>.

Se presentan para el sector cementero, las principales medidas de eficiencia energética posibles de aplicar, y las barreras y condiciones habilitantes para la formulación del Plan de Eficiencia Energética<sup>6</sup>.

**Este documento, junto con otras actividades, contribuirá a la elaboración de Escenarios Socioeconómicos y Energéticos Sectoriales Tendenciales y de Eficiencia al 2040.**

## 2. Caracterización Sectorial Económica y Energética

La fabricación del cemento portland, es una actividad industrial que se basa en insumos provenientes de la actividad minera (piedra caliza de canteras), y se realiza puertas adentro de la fábrica cementera en donde fundamentalmente se produce el Clinker, que es el producto intermedio en la fabricación de cemento y la principal sustancia en el mismo. El cemento Portland es un conglomerante que cuando se mezcla con áridos, agua y fibras de acero discontinuas y discretas tiene la propiedad de conformar una masa pétreo resistente y duradera denominada hormigón, que es el insumo más usual en las construcciones civiles que hacen a la infraestructura del país.

De acuerdo a los datos del Censo Nacional Económico del año 2004, el peso del valor agregado del sector fabricación de cemento y artículos de cemento alcanzaba el 1,5% del total de industrias relevadas para el año 2003.<sup>7</sup>

---

<sup>3</sup> También se realiza una comparación con los consumos energéticos sectoriales de industrias de USA.

<sup>4</sup> Asociación de Fabricantes de Cemento Portland (AFCP); Ministerio de hacienda y Finanzas Publicas. Secretaria de Gobierno de Agroindustria de la Nación; INDEC; Federación Interamericana del Cemento (FICEM); American Concrete Institute (ACI); Global Cement and Concrete Association (GCCA); European Cement Research Academy (ECRA); webs empresariales, bibliografía nacional e internacional citada, información de Cammesa, Enargas, DOE, Instituto del Cemento Portland Argentino (ICPA); Instituto Argentino de Normalización;

<sup>5</sup> Es importante aclarar que las empresas seleccionadas enviaran su información de manera directa a la SEN.

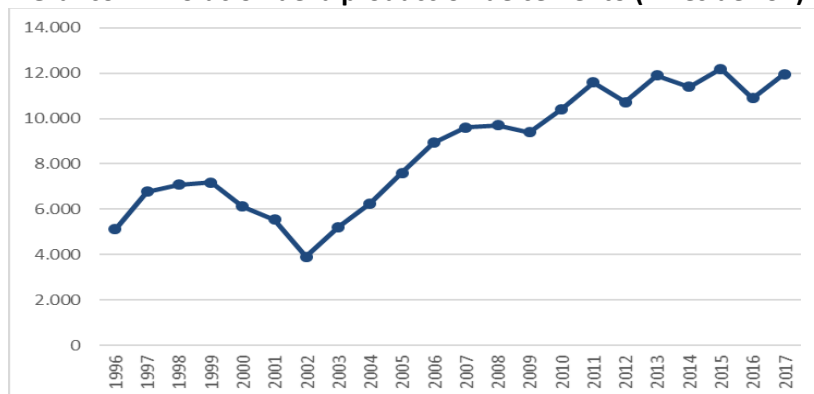
<sup>6</sup> Se incluyen resultados preliminares de las discusiones llevadas a delante en el taller de la UIA, y otros encuentros sectoriales, como las redes de aprendizaje.



## 2.1. Producción y consumo

La Evolución reciente de la producción cementera nacional, indica altibajos que rondan alrededor de 11,5 millones de Ton, sin considerar los años 2008 y 2009, años de crisis profunda de la construcción. En 2017 se produjeron 11,96 millones de ton. El gráfico siguiente, ilustra sobre la evolución mencionada.

**Gráfico 1. Evolución de la producción de cemento (miles de Ton)**



Fuente: AFCP.

Según expresa la empresa Loma Negra<sup>8</sup>, el 2017, fue un año de recuperación y crecimiento sostenido tanto para la economía mundial como para la local. La industria cementera argentina continuó en 2017 con la tendencia positiva de los últimos años. Sus despachos totales marcaron, junto con los de 2015, sendos récords históricos. Si bien la tendencia es creciente, los despachos anuales están sujetos a variaciones relacionadas con las políticas económicas y de ingreso que aplica el gobierno, y con el impulso a grandes obras públicas y privadas, entre los aspectos más determinantes. Efectivamente ese crecimiento estuvo en línea con el amplio plan de infraestructura comenzado por el Gobierno nacional en 2017, y con la ejecución de grandes obras privadas. Ilustra esta evolución el gráfico siguiente que presenta el desenvolvimiento comparado del índice Construya y del consumo de cemento.

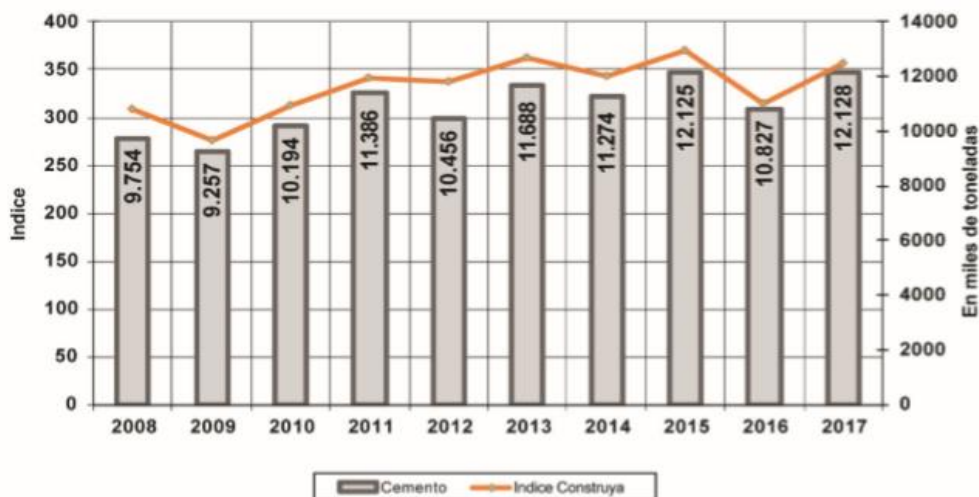
<sup>7</sup> El valor corresponde a los CIU 26941 (Elaboración de cemento) y 26959 (Fabricación de artículos de cemento, fibrocemento y yeso excepto mosaicos).

<sup>8</sup> Loma Negra Compañía Industrial Argentina Sociedad Anónima. Memoria y Estados Financieros por el ejercicio económico finalizado el 31 de diciembre de 2017 presentados en forma comparativa.





**Gráfico 2. Evolución comparada del índice Construya y del consumo de cemento**



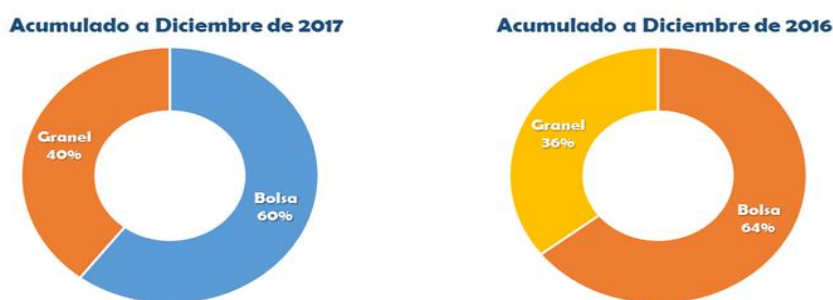
Fuente: AFCP, ANUARIO\_2017.pdf.

Prácticamente el 100% de la producción de cemento, se destina al mercado interno. El consumo en el mercado interno alcanzó en 2017 los 12,027 millones de Ton, proviniendo del mercado externo el neto de restarle a las 96.302 Ton de importaciones (en su mayoría de Uruguay), las 79.173 Ton de exportaciones (en su mayoría a Chile).

En 2017 el 60% de la producción es embolsado (7.344.817 Ton), y el 40% restante, se vende a Granel (4.779.147 Ton), predominando en ambos el transporte carretero.<sup>9</sup>

Dentro del marco de crecimiento de la obra pública el despacho granel experimentó un crecimiento muy alto, llegando a alcanzar el récord histórico, marcando probablemente un cambio de tendencia en la modalidad de despacho para los próximos años.

**Gráfico 3. Consumo según Envase (%)**



Fuente: AFCP.

Por otro lado, los despachos de cemento embolsado, aumentaron respecto a 2016 pero con un crecimiento inferior al del granel, permaneciendo por debajo de los volúmenes récords del 2015. Esto evidencia que el mercado de la bolsa (obras y refacciones privadas), se desarrolla más lentamente, en línea con la evolución del PBI y lo cual hace a la industria, optimista para el futuro.

<sup>9</sup> Debido a las grandes extensiones del territorio nacional, el consumo de combustibles asociado a esta etapa representa una fuente significativa de emisiones de gases de efecto invernadero.



La tabla siguiente resume los principales números asociados a la Producción, Consumo y Despacho de cemento según envases en Argentina en 2017, y su variación con respecto al 2016. Se observa que el Clinker creció menos que la producción de cemento, lo cual indicaría mejoras tecnológicas, según se verá más adelante.

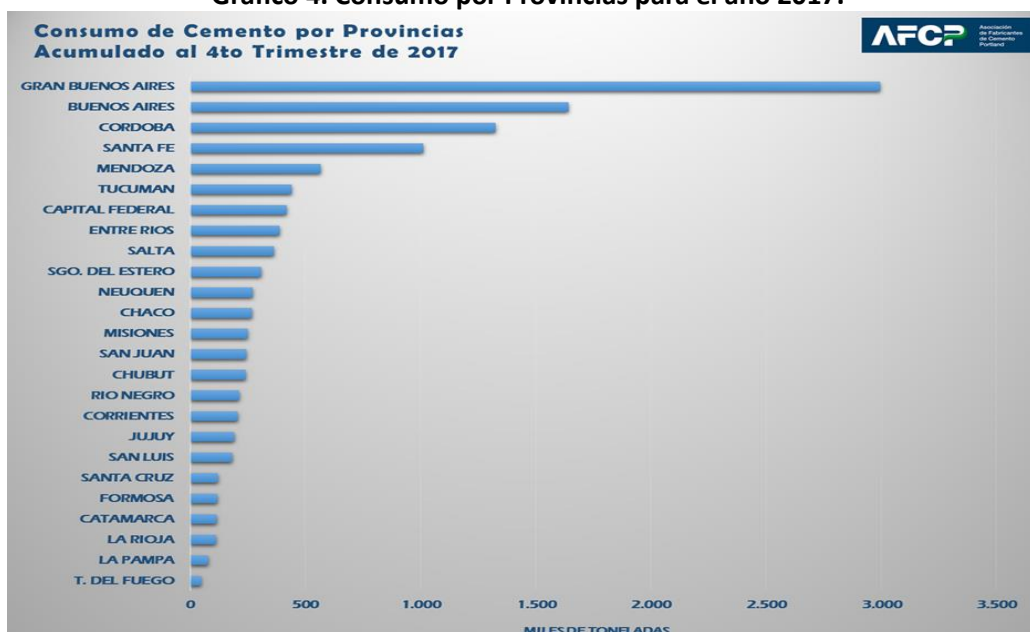
**Tabla 1. Datos característicos de la Industria Cementera según envase en 2017 (Ton)**

Período	Despacho de Cemento			Consumo del Mercado Interno			Despacho Total según Envases			Producción Clinker	Producción Cemento
	Despacho Nacional	Exportación	Total	Despacho Nacional	Import. Propias	Total	Bolsa	Granel	Total		
2017	12.027.662	79.173	12.106.835	12.027.662	96.302	12.123.964	7.364.710	4.838.427	12.203.137	8.582.964	11.960.152
2017/2016	11,4%	-3,2%	11,3%	11,4%	282,0%	12,0%	4,7%	24,9%	11,9%	9,6%	9,7%

Fuente: AFCP.

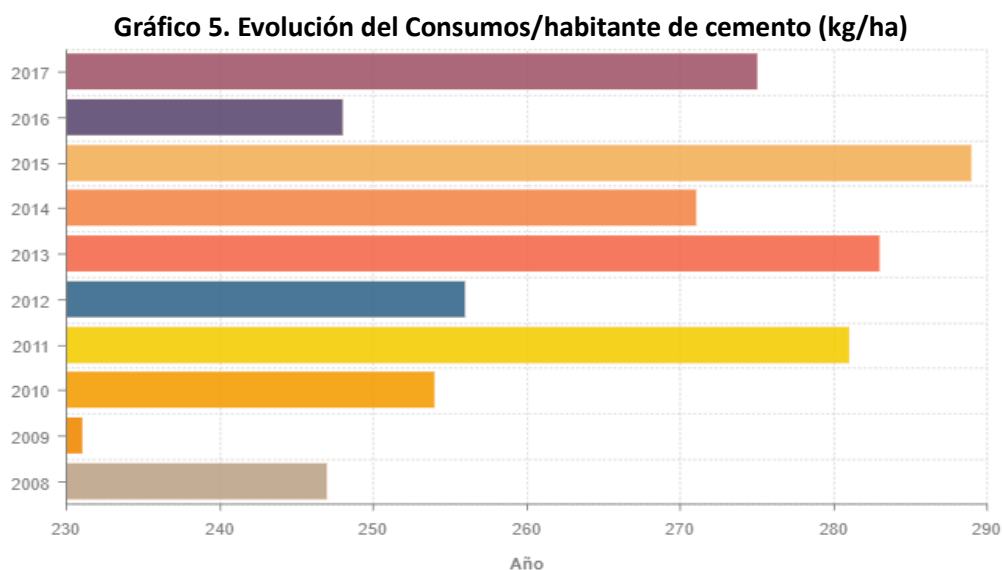
En el gráfico siguiente se presenta el Consumo por Provincia de cemento para el año 2017. El mismo acompaña, la concentración poblacional y el tipo y número de obras públicas desarrolladas.

**Gráfico 4. Consumo por Provincias para el año 2017.**



Fuente: AFCP.

El consumo por habitante acompañó la tendencia productiva, alcanzando una media anual de 270 kg en los últimos años. Según se observa en el gráfico siguiente el año 2017 alcanzó los 275 Kg/hab.



Fuente: AFCP

## 2.2. Situación Empresaria

La industria del cemento en Argentina se encuentra concentrada, ya que está compuesta por cuatro empresas productoras, con 18 plantas productivas. Ellas son:

- ✓ LOMA NEGRA C.I.A.S.A: 1. Barker 2. Catamarca - El Alto 3. L'Amalí 4. Olavarría 5. LomaSer 6. Ramallo 7. San Juan 8. Sierras Bayas 9. Zapala <sup>10</sup>
- ✓ HOLCIM (Argentina) S.A. 10. Campana 11. Capdeville 12. Malagueño 13. Puesto Viejo 14. Yocsina <sup>11</sup>
- ✓ CEMENTOS AVELLANEDA SA: 15. El Gigante 16. San Jacinto
- ✓ Petroquímica Comodoro Rivadavia PCR SA. 17. Comodoro Rivadavia 18. Pico Truncado<sup>12</sup>

Estas empresas emplean directamente más de 6.000<sup>13</sup> personas. La evolución del empleo acompañó en general la de la producción de cemento, sin embargo, a partir de 2012 el empleo ha sido francamente decreciente, lo que podría estar indicando un proceso de mecanización o automatización de la producción.

<sup>10</sup> Loma Negra tiene, 8 plantas productoras de cemento, 4 plantas productoras de hormigón, y 3 centros de distribución. Parecería que existen dos plantas adicionales que no producen cemento.

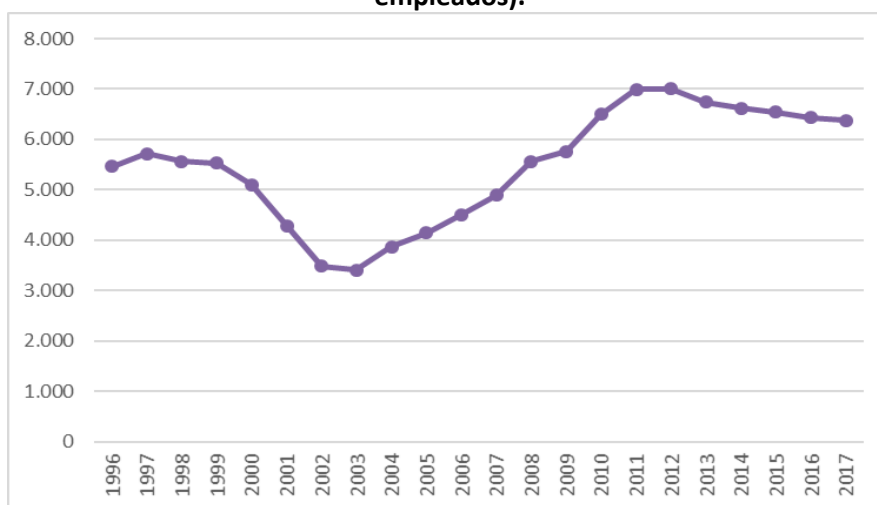
<sup>11</sup> Holcim tiene 3 Plantas de fabricación de cemento, y también tiene Plantas de molienda de cemento, Plantas de producción de hormigón elaborado, Plantas de producción de pétreos, Plantas de coprocesamiento de residuos y Centros de distribución.

<sup>12</sup> <http://www.fixscr.com/uploads/149425600359108983c945d.pdf>. PCR posee una capacidad de producción efectiva de cemento de aproximadamente 800 mil toneladas anuales y mantiene una participación de mercado del 55% de la Patagonia Argentina y del 4.4% del total del país. En la planta de Comodoro Rivadavia la compañía continúa realizando molienda con una capacidad de aprox. 360 mil tn/año (la totalidad del cemento petrolero). Además, produce premoldeados (bloques de hormigón) y morteros como complemento de la actividad cementera. PCR posee integración vertical de sus operaciones. Las materias primas utilizadas en la producción de cemento son obtenidas de canteras propias. El proceso productivo abarca desde la extracción de la materia prima hasta la elaboración del clinker (en la planta de Pico Truncado) y la molienda de cemento (en la planta de Comodoro Rivadavia), o sea que la única planta que tiene el proceso completo es la de Pico Truncado. La otra tiene la parte del proceso con menor consumo energético.

<sup>13</sup> Mientras que la Construcción en 2017 empleó alrededor de 430.000.



**Gráfico 6. Evolución del Empleo registrado en el sector Cementos, Cal y Yeso (número de empleados).**



Fuente: Elaboración propia en base al Observatorio del Empleo y la Dinámica Empresarial (OEDE) – Ministerio de Producción y Trabajo.

Las empresas cementeras, poseen una capacidad instalada de producción anual de **15.346.000 Ton de cemento**. Ello indica que para 2017, el factor de utilización de las plantas fue del **77,9%**. La siguiente tabla ilustra sobre las principales características de las plantas de cemento, cuya información ha sido posible obtener.

**Tabla 2. Principales datos característicos de las plantas de cemento**

Plantas de fabricación de cemento	Proceso	Producción de cemento 2017 (ton)	Capacidad horno 2010 (ton)	Producción (%)
<b>Loma Negra</b>		6.420.000	7.051.000	53,7%
Barker			1.200.000	17,0%
Catamarca			950.000	13,5%
L'Amalí			1.650.000	23,4%
Olavarría			1.971.000	28,0%
Ramallo				0,0%
San Juan			152.000	2,2%
Sierras Bayas			900.000	12,8%
Zapala			228.000	3,2%
<b>Holcim (J. Minetti)</b>	Probablemente Vía Seca	3.600.000		30,1%
San Pedro (Jujuy)				
Capdeville (Mendoza)				
Malagueño (Córdoba)				
<b>Cementos Avellaneda</b>	Probablemente Vía Seca	1.581.347		13%
San Luis				
Olavarría				
<b>PCR</b>		358.805		3,0%
Santa Cruz	Probablemente Vía Húmeda			
<b>Total</b>		11.960.152		100,00%

Fuente: Elaboración propia en base a AFCP, webs empresarias.

Una de las principales oportunidades que ofrece la industria del cemento en favor del cuidado ambiental se encuentra en la fabricación del clinker portland en los hornos de clinkerización. A través de ella, es posible ofrecer una solución sostenible a la gestión de residuos de comunidades y complejos industriales, a través de la técnica del Coprocesamiento, mediante la que es posible realizar un aprovechamiento del contenido material y energético de ciertos materiales residuales seleccionados, mitigando así su destino hacia otras alternativas de manejo indeseables, tales como la incineración, la disposición en rellenos sanitarios, o en



basurales a cielo abierto. **Entre las 18 plantas detectadas, nueve coprocesan** en sus hornos residuos de cualquier origen<sup>14</sup>. Entre los residuos industriales utilizados se destacan los siguientes: maderas de descarte (pallets, embalajes y otros similares); plásticos rígidos (PEAD, PP, bidones, envases, objetos diversos, etc.); plásticos flexibles (films, envases, bolsas, etc.); Caucho vulcanizado (scrap de cubiertas de automotores y vehículos), NFU (neumáticos fuera de uso)<sup>15</sup>; caucho sin vulcanizar (scrap de producción); telas engomadas; cartones no reciclables (conos de cartón rígidos, envases y cartones corrugados, etc.); telgopor; goma EVA; textiles varios; etc<sup>16</sup>.

El uso de adiciones en los cementos se encuentra relacionado con la disponibilidad local de estos materiales en fuentes cercanas a las fábricas, y en condiciones aptas para su uso en la producción de cementos. Las adiciones más empleadas en la Argentina son el filler calcáreo<sup>17</sup>, las puzolanas naturales<sup>18</sup>, la escoria granulada de alto horno. En menor medida, también se utiliza ceniza volante y humo de sílice, aunque sólo como adiciones en mezclas de hormigón elaborado<sup>19</sup>.

Según indica la AFCP, gracias al uso de adiciones minerales, la industria cementera nacional ha logrado reducir, a lo largo de las últimas décadas, **el factor clinker de sus cementos, hasta aproximarse casi al 72 % (2017)**, lo que ha contribuido a una significativa reducción de la huella de carbono de los cementos.

En nuestro país, las normas IRAM 50.000 y 50.001 establecen los contenidos límite de adiciones que cada tipo de cemento puede contener, y los requisitos físicos, químicos y mecánicos que ellos deben cumplir.

**Todas las empresas asociadas cuentan con la certificación de sus Sistemas de Gestión de la Calidad según la norma ISO 9001, y la mayoría de las plantas cuentan con la certificación ISO 14001 de sus Sistemas de Gestión Ambiental**<sup>20 21 22</sup>.

---

<sup>14</sup> AFCP. 2016. Oportunidades y desafíos de la Industria Cementera para el Coprocesamiento. Taller Nacional sobre la nueva gestión de residuos. Secretaría de Control y Monitoreo Ambiental de la Nación. 29 de noviembre de 2016.

<sup>15</sup> La AFCP ha expresado la necesidad de normalizar la utilización de estos materiales, ya que ello implicaría, importantes ahorros.

<sup>16</sup> Esto ha requerido algún cambio tecnológico en los hornos? Cómo se maneja la contaminación ambiental que podría producir el quemado de ciertos insumos (por ejemplo plásticos y neumáticos)?

<sup>17</sup> El filler es un producto finamente molido, de naturaleza caliza. Mediante una adecuada dosificación en función de su granulometría, mejoran las propiedades físicas del cemento y de las mezclas, retardando, según condiciones ambientales determinadas, el envejecimiento.

<sup>18</sup> Presencia de más del 70% del SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

<sup>19</sup> AFCP. 2014. La economía circular regenerativa y la industria del cemento. DOCUMENTO\_economia-circular.pdf.

<sup>20</sup> En el caso de Loma Negra, según indica su Memoria del 2017 respecto a los Sistemas de Gestión certificados vigentes, durante el año 2017 se adecuaron gran parte de los Sistemas de Gestión, para que estén alineados a los requisitos de las normas ISO 9001 y 14001 en sus versiones 2015, sin recibir ninguna no-conformidad. Se adecuaron y recertificaron todas las plantas de cemento de acuerdo a ISO 9001:2015 y las plantas de San Juan y Zapala de acuerdo a ISO 14001:2015. El resto de las plantas se mantuvieron los certificados acordes a ISO 14001:2004. Otras certificaciones obtenidas fueron las OHSAS 18001:2007 en Lomaser, Ramallo, L'Amalí y Catamarca y la ENRE 555/01 en planta Barker. loma-negra-financial-statements-mar18-es.pdf.

<sup>21</sup> En el caso de los cementos Holcim se producen según los requerimientos de las normas IRAM que corresponden al rubro. Todas sus fábricas, plantas de molienda y procesos están certificados bajo las normas de calidad y medio ambiente ISO 9001 e ISO 14001. Folleto\_Institucional\_2016\_0.pdf.

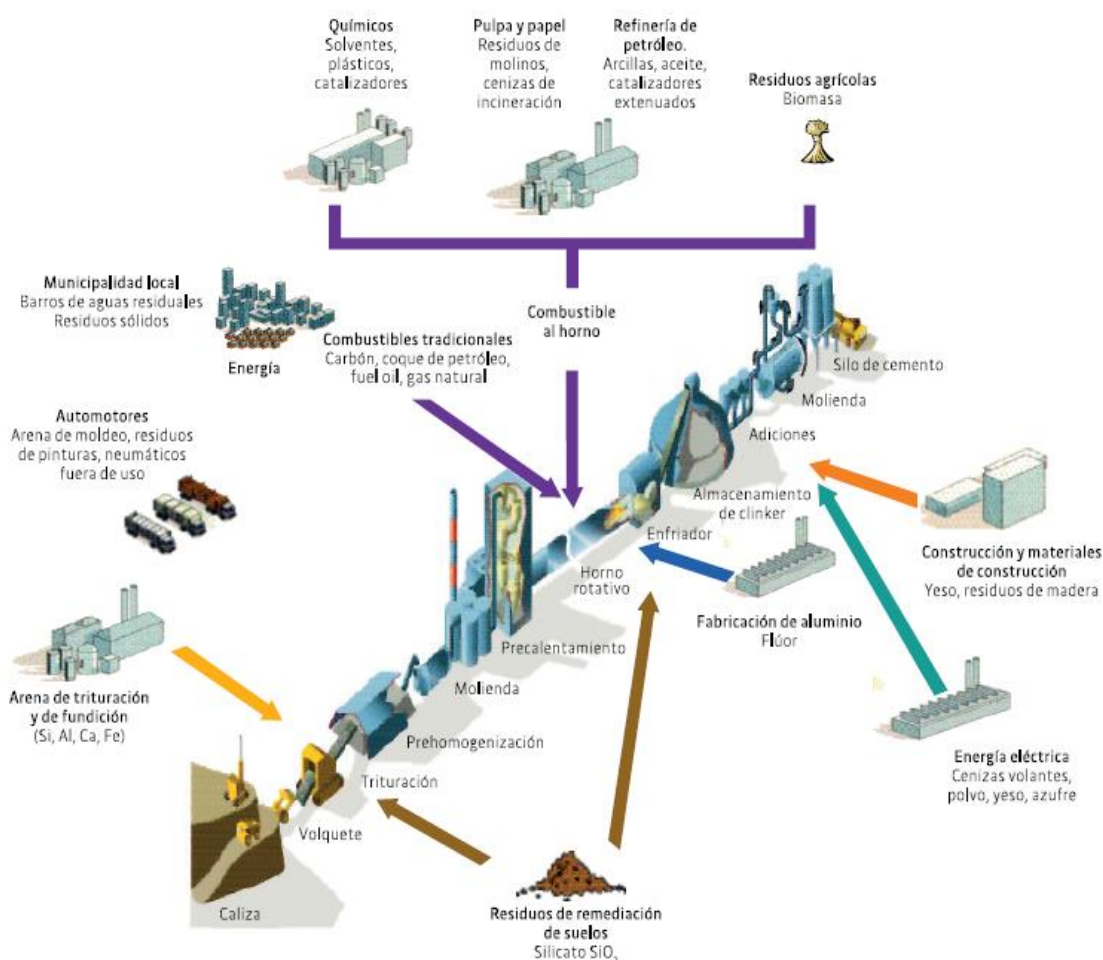


### 3. Proceso productivo

Como se adelantara, la fabricación del cemento portland, es una actividad industrial de base minera que se inicia con la extracción de piedra caliza en las canteras, y prosigue con el proceso puertitas adentro de la fábrica cementera que se inicia con la trituración de las piedras recibidas.

En el gráfico siguiente se ilustra sobre el proceso de fabricación del cemento, sus materias primas, combustibles tradicionales y la gran diversidad de combustibles y materiales alternativos que se pueden considerar en su fabricación.

Gráfico 7. Proceso ampliado de fabricación del cemento



Fuente: AFCP. 2016. Oportunidades y desafíos de la Industria Cementera para el Coprocesamiento.

Se observa en el gráfico, que las principales Fases del proceso productivo del cemento son las siguientes:

<sup>22</sup> Cementos Avellaneda trabaja bajo normas ISO 9001, ISO 14001, IRAM 50.000 - IRAM 50.000/1. El Organismo de Certificación del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), certifica la calidad de sus productos en todos sus usos y aplicaciones.



- Extracción y trituración. Una vez que se extraen las materias primas (calizas y arcillas) de la cantera, se transportan a la planta y se trituran.
- Dosificación y secado (vía seca)<sup>23</sup> / Dilución y dosificación (vía húmeda).
- Prehomogenización. Una banda transporta el material; éste es analizado por un equipo de rayos gamma; luego pasa al patio de prehomogenización donde se organizan en dos pilas en capas horizontales para luego consumirse en cortes (tajadas) verticales. Con esto se logra una primera homogeneidad de las materias primas.
- Almacenado y dosificación. El material es almacenado para recibir minerales de hierro y caliza correctiva alta; se dosifica dependiendo de qué tipo de cemento se necesita.
- Molienda. En el molino de crudo se pulveriza el material (harina), luego pasa al silo de homogenización.
- Fabricación de clinker: El material molido (harina) y homogenizado es transportado para iniciar el proceso de transformación de las materias primas y dar origen al Clinker en una torre que consta de varios ciclones los cuales están colocados en forma alterna uno debajo del otro, el material desciende rápidamente y gana temperatura. En sentido contrario se moverá una corriente de aire caliente proveniente del enfriamiento y la combustión del carbón. Una vez llega a la parte baja de la torre de precalentamiento y con una temperatura de casi 900°C, el material entra al horno giratorio para completar su proceso de transformación llegando a temperaturas de aproximadamente 1450°C. Al salir del horno el material es enfriado rápidamente por medio de aire, utilizando un sistema de parrillas sobre las cuales se encuentra el material. El paso del aire frío baja rápidamente la temperatura del material produciendo la cristalización del mismo. La temperatura de salida del clinker es aproximadamente de 150°C (Clinker es una especie de piedra pequeña cristalizada, redonda, gris, enfriada con rapidez). Se aprovecha para coprocesar residuos industriales.
- Premolienda. Tras ser almacenado, el clinker pasa por un molino de rodillos en conjunto con el yeso y la adición, si ésta es requerida.
- Molienda. El clinker se muele con yeso, lo que determina el tipo de cemento.
- Empaque en bolsas.
- Empaque a granel.
- Despachos.

**Según la AFCP, en el proceso de calcinación se consume cerca del 86% de la energía total del proceso de fabricación del cemento, la optimización de esta etapa es fundamental para reducir el consumo de combustibles y las emisiones de CO2 asociadas a éstos.** En este sentido, un correcto diseño y mantenimiento de los equipos resulta imprescindible para minimizar las pérdidas de calor en el horno.

Luego, y como se anticipara, se implementa la reducción del factor clinker mediante el uso de adiciones minerales como sustitución parcial de éste<sup>24</sup>, lo que es una práctica usual adoptada internacionalmente<sup>25</sup> <sup>26</sup>. Como consecuencia de ello, se reduce el consumo energético de la

---

<sup>23</sup> En Argentina se utiliza sólo la vía seca.

<sup>24</sup> La reducción del factor clinker es una de las estrategias más efectivas, ya que éste es el componente del cemento de mayor factor de emisión debido, principalmente, a su alto requerimiento de combustibles en el horno y a la descarbonatación de la piedra caliza.

<sup>25</sup> Ver: "Mejora del rendimiento de una cementera mediante el empleo de combustibles alternativos". LOPEZ, A.; BLANCO, F.; GUTIERREZ, M.A.

<sup>26</sup> AFCP.2017. informe de sostenibilidad. Período 2012-2014. Abril 2017.



producción de cemento, y se minimiza la explotación de caliza, de otras materias primas en canteras, de combustibles consumidos en la fabricación de Clinker, y de emisiones.

#### **Mejoras productivas del cemento.**

Según la AFCP “Frente a problemas del encarecimiento de los combustibles, la tendencia actual es procesar el crudo por vía seca y utilizar para la clinkerización, sistemas de intercambiadores de calor entre gases, polvo de alimentación y gases de combustión. Con estas modificaciones se ha logrado reducir el consumo de calorías en el horno, de **1 500 kcal/kg clinker a 760 kcal/kg clinker**. También el aumento del diámetro de los hornos para incrementar la producción, ya que estaba limitado por la estabilidad constructiva del revestimiento refractario.

Para poder aumentar la producción diaria por horno, se modificó el esquema térmico del mismo, intercalando entre el último ciclón intercambiador de calor y el horno rotativo, una cámara de combustión turbulenta.

En este prehorno se eleva la temperatura hasta 1 000 °C, con lo que se logra la total descarbonatación del carbonato de calcio. En el horno rotativo se realiza en este esquema únicamente el proceso de clinkerización.

Con este nuevo método llamado SF (Secondary Furnace System) ó FF (Flash Furnace), se han logrado producciones de 10 000 t de clinker por día por horno.

El clinker así obtenido es sometido a un proceso de enfriamiento rápido en un enfriador. A posteriori, luego de pasar por un quebrantador, el clinker es transportado por medio de un transportador metálico a un parque de almacenamiento.

Desde este depósito y mediante un proceso de extracción controlada, el clinker es conducido a la molienda de cemento, instalación ésta constituida por un molino de bolas a circuito cerrado, con separador neumático que permite obtener una finura de alta superficie específica (Blaine).

El tamaño máximo admisible de partículas es de 40  $\mu$  y la finura del cemento se expresa en  $m^2/kg$  que mide la superficie específica de las partículas. En Argentina existen fábricas, que han agregado un moderno sistema de premolienda antes del ingreso del clinker al molino de cemento, el cual permite una economía considerable de energía eléctrica y de consumo de cuerpos moledores.

## **4. Consumo, intensidad energética y benchmarking**

### **4.1. Comparación con el Departamento de Energía de los Estados Unidos**

Según se adelantara, existen cuatro principales productores de cemento en la Argentina. La siguiente tabla presenta la producción, los consumos energéticos por fuente y por empresa y el consumo específico energético (Gj/Ton) para el año 2017. Los datos de los consumos de Energía Eléctrica y de Gas Natural, así como lo de otras fuentes, han sido estimados en base a la información recogida de las empresas, a datos publicados de ENARGAS y CAMMESA, y a la experiencia profesional.





**Tabla 3. Consumos e intensidades energéticas para la producción de cemento – Año 2017.**

Plantas de fabricación de cemento	EE (MWh)	GN (miles m3)	Coque de petróleo (ton)	industriales y otras fuentes (ton)	EE (GJ)	GN (GJ)	Coque de petróleo (GJ)	Residuos industriales y otros (GJ)	Total (GJ)	Intensidad (GJ/ton)
Loma Negra	662418,7	306297,0		50000	2384708,3	11515656,6	6066800,0	1297040,0	21264204,9	3,3
Holcim (J. Minetti) (2)	306560,0	73947,0	153893	136000	1103616,4	2567972,3	4378440,5	3527948,8	11577978,0	3,2
Cementos Avellaneda	286629,1	103822,8			1031865,2	3605476,0	0,0	142764,3	4780105,5	3,0
PCR	12050,0				43380,0	1727758,8	0,0	0,0	1771138,8	4,9
<b>Total</b>	<b>2475885,6</b>	<b>1000761,6</b>			<b>4563569,9</b>	<b>19416863,6</b>	<b>10445240,5</b>	<b>4967753,1</b>	<b>39393427,2</b>	<b>3,3</b>

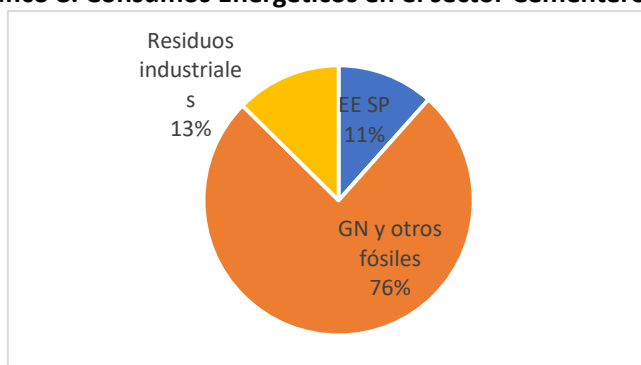
Fuente: Elaboración propia en base a Datos de CAMMESA y ENARGAS, y webs empresarias.

Los principales usos energéticos son el combustible para la producción de clinker y la electricidad para moler materias primas y el cemento acabado. El principal insumo del sector es el gas natural y el segundo lugar lo ocupan los residuos industriales y otras fuentes no convencionales.

El consumo de coque de petróleo y de combustibles derivados de residuos industriales es una práctica habitual en esta industria para sustituir gas natural.

El gráfico siguiente resume la estructura estimada de consumos energéticos del sector.

**Gráfico 8. Consumos Energéticos en el sector Cementero (GJ)**

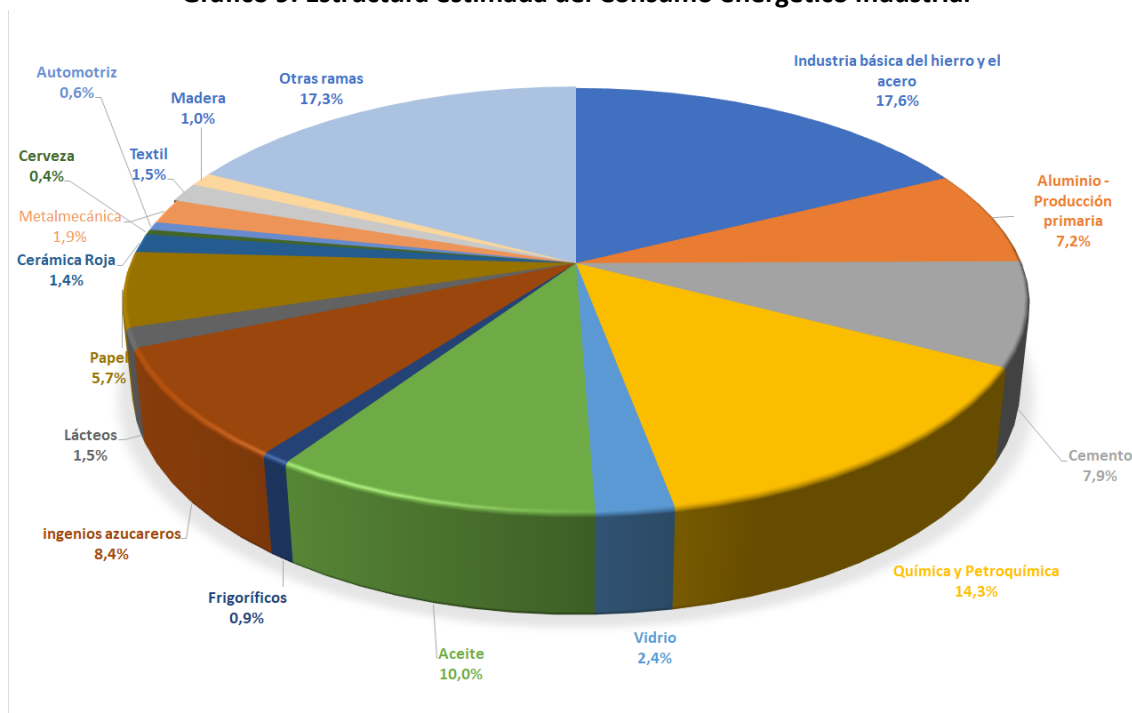


Fuente: Elaboración propia.

De esta manera se pudo establecer que el consumo energético del sector cementero representa 7,9% (9954 kTep) del total consumido por toda la industria manufacturera, según se observa en la figura siguiente.



**Gráfico 9. Estructura estimada del Consumo energético industrial**



Fuente: Elaboración propia en base a los prediagnósticos realizados.

Los niveles de emisiones en la producción de cemento son relevantes, alcanzando cerca del 5% de las emisiones totales de GEI en el mundo<sup>27</sup>. En Argentina, en la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático se indica que las emisiones en el proceso productivo del cemento alcanzaron las 4.446 millones tCO<sub>2</sub>eq. Por su parte las emisiones por combustión ascienden a 1.680 millones tCO<sub>2</sub>eq. La suma de ambas (6.126 millones de tCO<sub>2</sub>eq), representó el 16,8 % del total de las emisiones del sector industrial.

#### 4.2. Benchmarking y potenciales de ahorro

A fin de determinar potenciales ahorros energéticos en la industria del cemento nacional, se realizó una comparación de los consumos energéticos específicos obtenidos en la Tabla anterior con niveles de referencia (“niveles de benchmark”), brindados por literatura especializada, como por ejemplo los que brinda el DOE u la UE.

##### **Nota metodológica para la estimación de ahorro energético por benchmarking:**

Cálculo del consumo específico por planta/empresa/rama como el cociente del consumo neto de energía (1) y la producción (2) para un mismo año (en este estudio el año 2017). Estimación del nivel de benchmark adecuado con el cual se lleva adelante la comparación del consumo específico obtenido en (3). La comparación del indicador de consumo específico de determinada planta industrial, empresa o rama con un nivel de benchmark correspondiente a tecnologías actuales requiere considerar límites del sistema, procesos industriales, insumos y productos que sean efectivamente comparables (e.g. nivel de benchmark CT “Current Technology” del DoE). Usualmente, los niveles de benchmark vienen desagregados por subproceso, tipo de tecnología y producto de tal forma que sea posible reconstruir un indicador de consumo específico que sea comparable con el proceso nacional a nivel de una planta industrial o una empresa, o que al menos pueda representar el promedio de la situación de una determinada rama industrial. En el caso de niveles de benchmark que están asociados con cambios tecnológicos profundos, los procesos no

<sup>27</sup> <http://www.hojaderutaficem.org/pdf/hojaderuta.pdf>.



necesariamente son equivalentes a los utilizados actualmente a nivel nacional, aunque debe haber coherencia en los productos y los límites del sistema a analizar. Estimación del potencial de ahorro de una planta/empresa/rama. Ejemplo, con una actividad cuya producción física se expresa en toneladas:

Potencial de ahorro (GJ/año) = [CE (GJ/ton) – CE<sub>bench</sub> (GJ/ton)] x Producción (ton/año),

Donde: CE es el consumo específico de la empresa en energía neta por unidad de producto (4), y CE<sub>bench</sub> es el consumo específico del nivel de benchmark (5).

El potencial de ahorro puede ser expresado también como % del consumo neta de energía de cada rama, o como % del consumo del sector industrial en su conjunto.

En el caso del DOE, se proponen tres escenarios de eficiencia posibles:

CT: Proceso típico actual: es el consumo de energía en 2010

SOA: es el consumo de energía que puede ser posible a través de la adopción de mejores tecnologías y prácticas existentes disponibles en todo el mundo

PM = Mínimo practicable: es el consumo energético que puede ser posible si se despliegan tecnologías de I + D aplicadas, actualmente bajo desarrollo

El principal productor del país es Loma Negra. No se poseen datos de consumo de coque de petróleo para esta empresa y estimaciones muy generales para combustibles alternativos. Como consecuencia, la intensidad energética calculada es muy inferior a la mínima práctica para esta industria. Si se asignan a Loma Negra el consumo de coque que resulta de restar el total de ventas de coque de la Argentina para el año 2017 (250 ktep) al consumo para el resto de las cementeras (105 ktep), la intensidad energética para esta empresa se sitúa en un nivel levemente superior al correspondiente a SOA para la vía húmeda (ver Gráfico siguiente).

En el caso de Holcim y Cementos Avellaneda se poseen datos de consumo por fuente pero los datos para residuos industriales de Holcim son ambiguos (entre 58,000 y 136,000 ton/año para el año 2017). La intensidad energética resultante es cercana al estado del arte para la vía húmeda para ambas empresas. El potencial de ahorro es bajo.

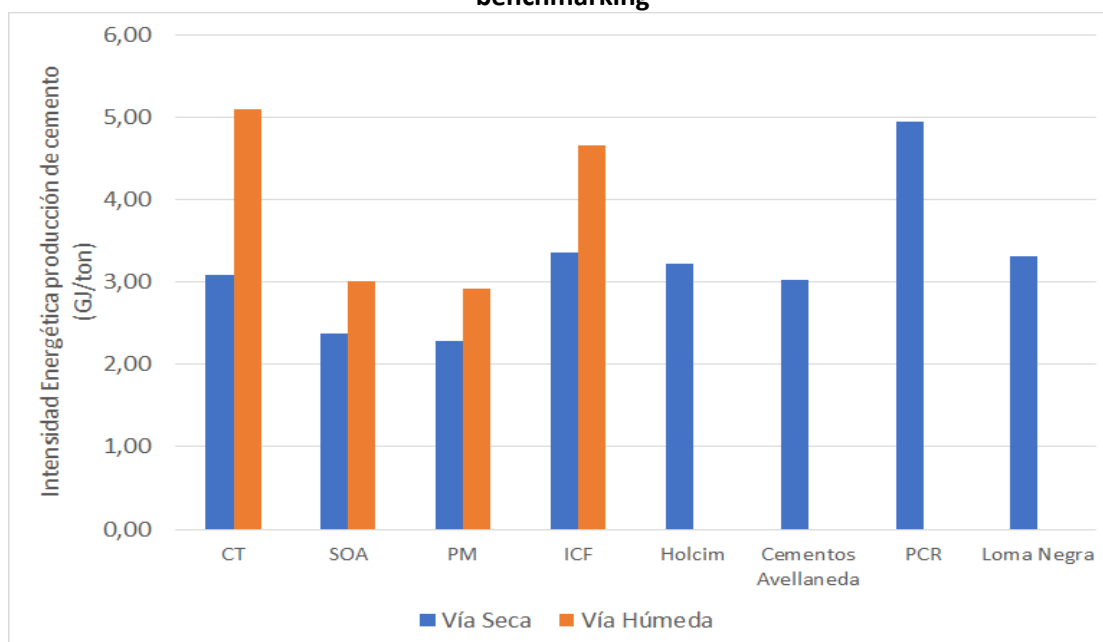
La fábrica **PCR** en Pico truncado, comenzó a operar en 2008 y posee tecnología moderna. PCR posee otra planta en **Comodoro Rivadavia** actualmente que produce cemento a partir de la molienda del clinker generado en Pico Truncado. Se poseen datos de consumo de gas natural y electricidad para la planta de Pico Truncado, calculándose una intensidad situada entre los niveles CT para la vía húmeda (ver gráfico siguiente). El potencial de ahorro es cercano al 20% pero dada la baja participación de esta empresa en el mercado, el impacto sobre el consumo de energía industrial es marginal.

Si bien parece haber un espacio reducido para una reducción de la intensidad energética para Holcim y Cementos Avellaneda, sí es factible que exista un potencial para incrementar la sustitución de combustibles fósiles por combustibles derivados de residuos industriales (maderas de descarte, plásticos rígidos y flexibles, caucho vulcanizado, neumáticos, caucho sin vulcanizar, telas engomadas, cartones no reciclables, telgopor, goma EVA, textiles, etc.).

Según indica la AFCP, gracias a las inversiones realizadas en la planificación y en la mejora de procesos de las plantas, las empresas cementeras han conseguido reducir el consumo total de energía de 3,45 a 3,12 GJ/ t de cemento en el período 2010-2014. **El promedio estimado, con la información disponible se estima en 3,3 GJ/ton (ó 78,7 kep/ton).**



**Gráfico 10. Comparación de intensidades energéticas por empresa con niveles de benchmarking**



Fuente: Elaboración propia en base a análisis Cammesa, Enargas, empresas y The U.S. Department of Energy (DOE)'s Advanced Manufacturing Office (AMO).2017.

Nota: La cifra para Loma Negra es muy preliminar

ICF: índice correspondiente a la UE, extraído de: ICT, International. 2015. Study on energy efficiency and energy saving potential in industry and on possible policy mechanisms. European Commission Directorate-General Energy and has been prepared by ICF Consulting Ltd. Contract N° ENER/C3/2012-439/S12.666002. December 2015.

Se observa que los consumos específicos estimados son cercanos a los escenarios de eficiencia propuestos por el DOE. Algunas hipótesis se proponen al respecto, en base a la investigación realizada:

- ✓ No se dispone de toda la información en cuanto a compras de energía eléctrica a distribuidores, solo al Mercado mayorista.
- ✓ Se estima que se podría estar autoproduciendo energía eléctrica (hay información parcial)
- ✓ Se desconoce todo el uso de residuos con fines energéticos
- ✓ Se desconoce el consumo de otras fuentes energéticas, sobre todo en aquellos establecimientos no conectados a la red de GN.

Se puede estimar un potencial de ahorro de una planta/empresa/rama, según la metodología del Box anterior.

En el caso de Holcim y Cementos Avellaneda, ambos presentan niveles comparables con el estado del arte para la vía seca, aunque se requiere precisar las fuentes energéticas en 2017. Existiría potencial para sustitución por fuentes alternativas. PCR presenta potencial de ahorro cercano al 20% (estado del arte).

Para Loma Negra, una estimación preliminar indica una intensidad del orden de ICF.

En base a estas consideraciones y simplificaciones, se han estimado potenciales ahorros, según se presenta en la tabla siguiente:



**Tabla 4. Potenciales de ahorro en la producción de Cemento: % del consumo neto de la actividad, y como % del consumo del sector industrial en su conjunto.**

	CT	SOA	PM	ICF
Ahorro (% de la rama)	5,1%	27,3%	30,0%	0,3%
Ahorro (% de industria)	0,4%	2,0%	2,2%	0,0%

Fuente: Elaboración propia.

**Sin embargo, es importante destacar que para reducir la incertidumbre se requieren datos de consumo de energía por fuente y por planta para el año 2017, el volumen de producción de cemento por planta, las materias primas y el tipo de proceso utilizado.**

**Cabe aclarar, entonces, que la incertidumbre en los datos de origen no permite obtener conclusiones firmes respecto de las intensidades energéticas de las cementeras, ni realizar recomendaciones, salvo la obtención de una mayor información.**

#### **4.2. Otras comparaciones**

Según bibliografía consultada las industrias de cemento a pequeña escala en la India tienen un consumo de combustible promedio de 3.7 GJ / t de clinker y un consumo medio de electricidad de 104 kWh / t de cemento, mientras que el consumo promedio de combustible para cemento grande industrias fue de 3.29 GJ / t y el consumo de electricidad fue de 92 kWh / t.<sup>28</sup>

Según ICF<sup>29</sup>, el consumo energético específico de la industria del cemento de la UE es de aproximadamente 3,78 GJ / tonelada.

El Roadmap Cement 2009, basó su estrategia de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>eq en la investigación desarrollada por la “European Cement Research Academy” (ECRA), publicada en el año 2009.

<sup>28</sup> (Bhushan y Hazra, 2005).

<sup>29</sup> ICT, International. 2015, op. cit.



Tabla 5. Indicadores – Hoja de Ruta del Cemento

Indicadores- Hoja de Ruta del Cemento						
	2012	2015	2020	2025	2030	2050
Consumo de energía térmica por tonelada de Clinker (Gj/ ton)	3,9	3,8	3,5-3,7	3,4-3,6	3,3-3,4	3,2
Proporción de uso de combustibles alternativos y biomasa (1)	5-10%	10-12%	12-15%	15-20%	23-24%	37%
Relación Clinker-cemento	77%	76%	74%	73,5%	73%	71%
CSS						
Nº. de plantas piloto	2	3				
Nº. de plantas demo operación		2	6			
Nº. de plantas cciales en operación				10-15	50-70	200-400
Mt almacenados	0,1	0,4	5-10	20-35	100-160	490-920
Toneladas de emisiones de CO <sub>2</sub> por tonelada de cemento (2)	0,75	0,66	0,62	0,59	0,56	0,42

Fuente: <http://ficem.org/dev/wp-content/uploads/2018/09/CIFRAS-DE-LA-INDUSTRIA-CEMENTERA-MUNDIAL.pdf>.

Notas: (1) Supone 25 a 30 Mton de uso de combustibles alternativos en 2015 y 50 a 60 Mton en 2030, y excluye la energía de CAC y el uso de electricidad, (2) Incluye reducciones producto de CAC

### 4.3. Medidas y Barreras a la Eficiencia Energética

#### Medidas de Eficiencia

Desde la visión adoptada en el Proyecto Eficiencia Energética en Argentina y para desarrollar el PlanEEAr, se considera que las medidas deben enmarcarse en una visión de gestión de la energía, que consiste en identificar e implementar acciones organizativas, técnicas y de comportamiento, con el objetivo de mejorar el desempeño energético (DE) de la empresa. Asumiendo que todas las acciones son económicamente viables, dependiendo de la racionalidad del decisor.

Una identificación preliminar de posibles oportunidades de mejora del desempeño energético de una planta, indica los siguientes posibles tipos de medidas:

Categoría 1, acciones de gestión (cambios en la forma de hacer las cosas, cambios culturales, automatización de procesos, ordenamiento horario, etc.), con baja o nula inversión.

Categoría 2, inversiones intermedias, mantenimientos de fondo, reparaciones importantes y/o modificaciones en planta.

Categoría 3, cambios tecnológicos en los procesos productivos. Este último tiene asociado inversiones importantes.

En el caso del sector cementero, se han detectado las siguientes acciones, que clasificaremos según las tres categorías propuestas (sin un orden de prioridad en particular):

- ✓ **Categoría 1, Acciones de gestión:** incorporación de sistemas de sensado, automatización y control de consumos energéticos y de control integral de la planta (medida cuyo costo es pequeño, y podría estar generando ahorros iniciales importantes tanto en electricidad como en consumos térmicos del orden del 4% y del 8% respectivamente)



- ✓ **Categoría 2, Inversiones intermedias**: mejoras y mantenimiento preventivo; penetración de combustibles alternos, renovables en iluminación; utilizar para la clinkerización, sistemas de intercambiadores de calor entre gases, polvo de alimentación y gases de combustión; Optimización y control en la producción de Clinker; mejora en recubrimiento refractario y aislaciones; utilización de quemadores con premezcla aire/combustible; instalación de variadores de velocidad en ventiladores de hornos; compensación de Energía reactiva; cambios de tecnologías de iluminación; implementar, donde no existan: sistema de gestión ambiental ISO 14.001, gestión de calidad ISO 9.000, gestión de la energía 50.001; mejoras en la molienda; ventiladores eficientes para el precalentamiento; y variadores frecuencia en motores; Mejoras de sellos para la reducción de fugas/infiltración de aire; optimización de las propiedades de los combustibles alternativos
- ✓ **Categoría 3, Cambios tecnológicos en los procesos productivos**: intercalado de una cámara de combustión turbulenta entre el último ciclón intercambiador de calor y el horno rotativo; reciclaje de los productos generados dentro del proceso o recuperación de desechos externos; (incremento del co-procesamiento con combustibles derivados de residuos); Reducción del factor clínker mediante el uso de adiciones minerales (e.g. escoria). Hornos con precalentadores multietapa y precalcinadores. Ciclones con menor caída de presión. Enfriador de parrilla (grate cooler) de alta eficiencia. Enfriador de clinker de tipo disco rotatorio. Silos de homogeneización por gravedad. Sistema de transporte para alimentación mecánico en lugar de neumático. Tecnologías eficientes de molienda (e.g. Molienda tipo rodillo).

Como resultado de las discusiones llevadas adelante en la mesa por el representante de la Cámara en el taller de la UIA del 17/09/2019, se elaboró un cuadro resumen de medidas de eficiencia energética, clasificadas según las dos últimas categorías, antes, propuestas<sup>30</sup>.

**Tabla 6. Medidas de eficiencia energética en sector cementero**

<b>Categoría 2) Acciones de operación y mantenimiento, reparaciones importantes y/o modificaciones en planta – Inversión intermedias / Mediano Plazo</b>		
<b>Promover la aplicación de <u>SGEn</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Implementar ISO 50001</li> </ul>	TODOS / GENERAL
<b>Promoción de combustibles alternativos</b>		TODOS / GENERAL
<b><u>Coprocesamiento</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Con combustibles derivados de residuos (NFU) y otros</li> </ul>	TODOS / GENERAL
<b>Instalación de variadores de velocidad (VFD)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Variadores de velocidad para equipos eléctricos</li> </ul>	FUERZA MOTRIZ FIJA
<b>Categoría 3) Cambios tecnológicos – Elevada Inversión / Largo Plazo</b>		
<b>Recambio / adquisición de equipos eficientes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tecnologías eficientes de molienda, molinos verticales</li> </ul>	TODOS / GENERAL
<b>Adaptación de equipamientos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adaptación de quemadores de <u>monocama a multicama</u></li> </ul>	TODOS / GENERAL
<b>Optimización y control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Automatización horno Clinker</li> <li>▪ Reducción Factor Clinker</li> </ul>	TODOS / GENERAL

<sup>30</sup> En la discusión se asumió que las medidas de Categoría I, eran indispensables.



## ¿Qué son y por qué es importante identificar las barreras?

A pesar de sus múltiples beneficios a micro y macro escala, la puesta en marcha de acciones de EE suele verse demorada a nivel mundial por diferentes motivos. Por estos motivos, se requiere de la implementación de acciones específicas de parte del Estado, y eso es precisamente lo que se realizará con el PlanEEAr. Una vez identificados, los problemas o barreras es el momento de diseñar los instrumentos a utilizar (directos o indirectos) para remover cada una de las barreras. El momento de identificación de barreras es clave en la elaboración del plan. Solo un diagnóstico que contenga una correcta identificación de las barreras a superar puede dar lugar a un conjunto de instrumentos adecuados.

## ¿Cómo se identifican barreras en el marco del PlanEEAr?

La metodología utilizada en el marco de este proyecto para la identificación de las barreras cuenta con dos fases, una de revisión de escritorio y otra de trabajo de campo participativo mediante encuestas semiestructuradas, entrevistas en profundidad y talleres participativos con grupos de trabajo (focus group).

A estos fines se han realizado una serie de entrevistas en profundidad con los principales actores identificados y se ha implementado una encuesta semiestructurada y direccionada a través de las principales cámaras de los sectores y de informantes clave<sup>31</sup>. Esto ha permitido avanzar en una primera identificación de las barreras a nivel sectorial (a un nivel simplificado aún), con el fin de trabajar sobre las mismas en los talleres.

Así mismo, una vez que las barreras han sido identificadas es fundamental poder identificar cuáles son las barreras claves y cuáles no. Este proceso se inició en el marco del taller de trabajo de 2019 y 2020.

## ¿Qué se ha identificado hasta el momento?

Entre las principales barreras mencionadas en las empresas del sector se relacionan principalmente con el costo de las tecnologías, los problemas de acceso al crédito y las regulaciones:

- ✓ Poca rentabilidad de las medidas de eficiencia energética relacionadas con el costo de la energía
- ✓ Elevado costo de tecnologías eficientes
- ✓ Falta de regulaciones de eficiencia energética
- ✓ Falta de líneas de crédito para la eficiencia energética o dificultad de acceso al financiamiento

Como resultado de las discusiones llevadas adelante por los representantes de los sectores Cerámica/Vidrio/Cemento en el taller de la UIA del 17/09/2019, se elaboró un cuadro resumen de las barreras observadas a la implementación de medidas de eficiencia energética, clasificadas según 4 grupos temáticos, propuestos.

---

<sup>31</sup> <https://forms.gle/g6hq2oVW1c9uQvE9>.





**Tabla 7. Barreras a la Eficiencia Energética**

SECTOR	CATEGORÍA	BARRERA	DESCRIPCION / COMENTARIOS
<b>CERAMICA / VIDRIO / CEMENTO</b>	FINANCIAMIENTO	Altas tasas de financiamiento	
	ECONÓMICAS O DE MERCADO	Falta de incentivos fiscales asociados a la EE (PyMEs)	
	CULTURALES Y DE CONCIENTIZACIÓN	Coherencia regulatoria entre ahorro energía y medio ambiente	Posibilidad de utilizar desechos en el proceso; uso de biomasa. Hay leyes de medioambiente que juegan en contra de eso
	INSTITUCIONALES Y REGULATORIAS	Falta de capacitación en la cuestión de EE por parte de alguna institución como el INTI	



## ANEXO 1. ESTABLECIMIENTOS A ENCUESTAR











Dentro del marco de la realización de las encuestas a 5000 establecimientos industriales, se encuestarán por parte de la SEN, las siguientes firmas grandes del sector cementero.

Muestra	Plantas de fabricación de cemento
	<b>Loma Negra</b>
mg	Barker
mg	Catamarca
mg	L'Amalí (1)
mg	Olavarría
mg	Ramallo
mg	San Juan
mg	Sierras Bayas
mg	Zapala
	<b>Holcim (J. Minetti) (2)</b>
mg	San Pedro (Jujuy)
mg	Capdeville (Mendoza)
mg	Malagueño (Córdoba)
mg	Planta Campana (Molienda)
	<b>Cementos Avellaneda</b>
mg	San Luis
mg	Olavarría
	<b>PCR</b>
mg	Santa Cruz

mg: muy grande



## BIBLIOGRAFÍA

-  3BHS 243686 Energy\_Optimization\_ES\_Ir
-  9062\_cembureau\_cementconcretecirculareconomy\_coprocessing\_2016-09-01-04
-  Cement\_bandwidth\_study\_2017
-  Folleto\_Institucional\_2016\_0
-  gas natural cementeras
-  importante presentacion
-  loma-negra-financial-statements-mar18-es
-  Producción \_ Anuario 2017 AFCP (1)
-  Producción \_ Anuario 2017 AFCP
-  Sumario-Ejecutivo-Cemento-final-CIRCA



**EFICIENCIA  
ENERGÉTICA**  
EN ARGENTINA

[eficienciaenergetica.net.ar](http://eficienciaenergetica.net.ar)

[info@eficienciaenergetica.net.ar](mailto:info@eficienciaenergetica.net.ar)

Proyecto financiado por  
la Unión Europea

