

iGEX





PLAN DE DESCARBONIZACIÓN



KROSAKI GROUP



iGEX - C/ Ruiz Zorilla, 2 12001 Castellón - admin@igex.es
☎ iGEX ESTUDIOS: 698 95 02 89 ☎ iGEX ENERGÍA: 698 96 70 09

ÍNDICE DEL PLAN DE DESCARBONIZACIÓN

1.	<i>Introducción</i>	4
1.1.	Grupo Krosaki: historia de una empresa	5
1.2.	Análisis de las plantas	6
2.	<i>Plan de reducción de emisiones de CO2 (2026 – 2030)</i>	9
2.1.	Normativa vigente: Real Decreto 214/2025	10
2.2.	Año base de referencia y horizonte temporal.....	11
2.3.	Meta objetivo y medidas previstas	12
2.3.1.	Alargamiento de los prehornos para elevar la temperatura de las piezas a la entrada del horno túnel y reducir las curvas de cocción	12
2.3.2.	Control del O2 dentro de los hornos túnel mediante sonda y PID	14
2.3.3.	Desestratificación del precalentamiento con aire caliente	15
2.3.4.	Renovación de los hornos túnel por otros de nueva tecnología	17
2.4.	Resumen de las medidas	20
3.	<i>Análisis de tecnologías sostenibles</i>	21
3.1.	Antecedentes	22
3.2.	Horizontes de descarbonización	24
4.	<i>Subvenciones y ayudas</i>	28
4.1.	Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica (PERTE)	29
4.2.	Certificados de Ahorro Energético (CAE)	31
5.	<i>Aspectos generales de iGEX</i>	36
5.1.	Datos generales de la empresa auditora	37
5.2.	Credenciales oficiales de la entidad auditora iGEX ESTUDIOS: Acreditación oficial como Empresa de Servicios Energéticos, inscritas en IDAE (Mº Transición Ecológica)	37
5.3.	Documentación curricular académica: Titulaciones del Auditor Energético	38

INTRODUCCIÓN:

El presente documento plantea una hoja de ruta en los diferentes centros del Grupo Krosaki con el fin de reducir los consumos de combustibles fósiles mediante inversiones en eficiencia energética. A su vez, se informa sobre la viabilidad de sustitución por otras fuentes energéticas sostenibles que permitan conseguir un objetivo 100% renovable, puesto que las medidas de eficiencia no consiguen eliminar por completo el consumo de gas natural.

Este informe sigue en todo momento las directrices del Real Decreto 214/2025 del registro de la huella de carbono y elaboración de un plan de reducción de emisiones de GEI.



AGRADECIMIENTO:

El equipo auditor que ha realizado el presente estudio y la edición del informe desea agradecer la atención recibida, así como la profesionalidad demostrada por el equipo técnico que le atendió durante los trabajos de campo realizados en la auditoría energética.

Castelló de la Plana, a 30 de julio de 2026

1. Introducción

1.1. Grupo Krosaki: historia de una empresa

El grupo Krosaki contempla dos centros de producción principales, además de dos empresas menos intensivas en energía. La principal consumidora es Krosaki AMR Refractarios S.A.U., ubicada en Hernani, cuya denominación fue cambiada por su original en 1989 (Aristegui Material Refractorio S.A.) al ser comprada por el grupo japonés. La fábrica ha pasado a ser parte del cuarto mayor productor de refractarios del mundo, donde suministra refractarios de gran calidad para múltiples industrias: acero, cemento, cobre y ferroaleaciones.



Imagen 1.1.1. Vista exterior de la antigua fábrica de Aristegui Material Refractorio S.A.

En segundo lugar, está el centro productivo de Refractaria S.A.U., en el cual se fabrican tanto refractarios densos y aislantes como hormigones, cementos, masas plásticas y morteros de alto nivel refractario. Su fundación se remonta al año 1948 en la población de La Felguera, que 10 años más tarde se trasladó a El Berrón, donde empieza su expansión y mejora logística, innovación de productos y proyección internacional. En el año 2019 empieza a formar parte del grupo.



Imagen 1.1.2. Vista aérea de la fábrica de Refractaria S.A.

Las dos empresas menos intensivas de energía, en concreto **Refractaria Technologies S.L.**, ubicada en El Berrón-Pola de Siero, en la sede de Refractara S.A.U., y fundada en enero de 2012, tiene como objeto la ingeniería, construcción y montaje de materiales refractarios, siendo éste la actividad

principal. Y **Krosaki Middle East and Africa Ltd.**, ubicada en Chipre fue fundada el 23 de febrero de 2024, siendo su actividad principal la de agencia comercial y comisionista en acuerdos específicos y en las importaciones-exportaciones comerciales de cemento y ladrillos refractarios. Ambas empresas de servicios son por tanto menos intensivas en energía, y por tanto residuales en este plan.

1.2. Análisis de las plantas

En primer lugar, la planta de Krosaki cuenta con cuatro hornos túnel donde se cuecen los materiales refractarios. Estos equipos son los principales consumidores de gas de la planta, entre los cuales se alcanza un 99% del consumo total de gas. El 1% restante se dedica a secaderos discontinuos repartidos por la planta, los cuales tienen un uso muy residual. Así pues, gran parte de las medidas redactadas en este plan de reducción de emisiones se destinan a reducir el consumo de estos hornos.



Imagen 1.2.1. Vista lateral de un horno túnel de la planta de Krosaki.

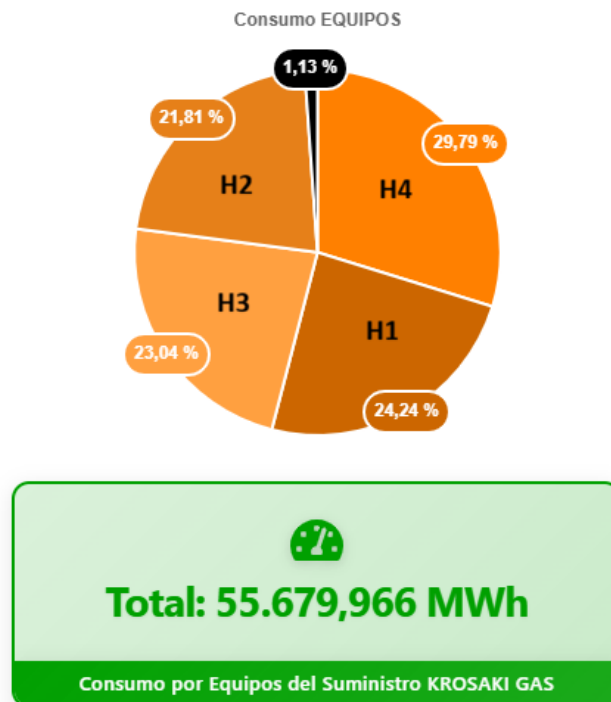


Gráfico 1.2.1. Distribución del consumo de los cuatro hornos y de los secaderos discontinuos (franja negra) durante el año 2025.

En segundo lugar, en la planta de Refractaria se cuenta con dos hornos túnel de mayor antigüedad, los cuales también superan conjuntamente el 95% del consumo de gas natural, y por tanto donde se centran los esfuerzos de reducción de emisiones de CO₂. Con un impacto mucho inferior, hay un equipo temperizador con un 2% de la cuota, y un quemador para el molino de arcillas y un retractilado de pallets con el 1% restante.



Imagen 1.2.3. Vista de los laterales de un horno túnel de Refractaria.

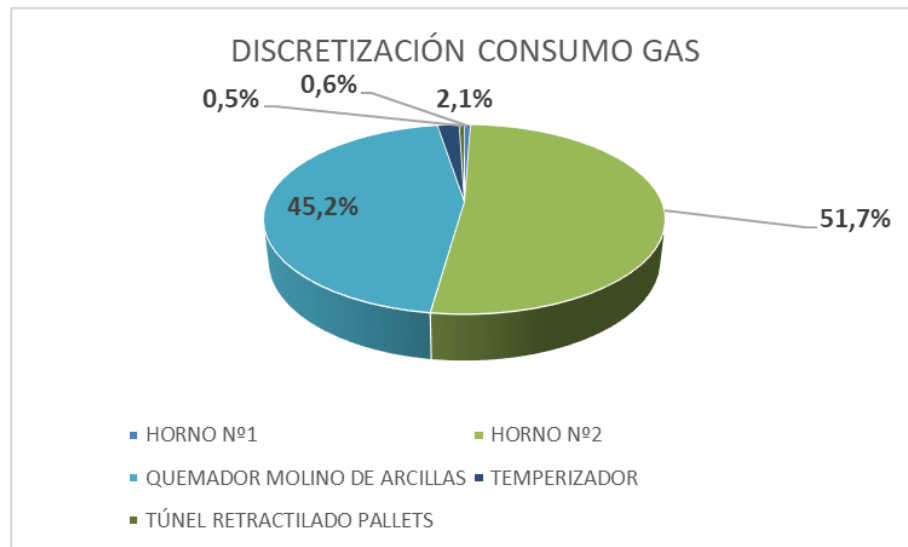


Gráfico 1.2.2. Distribución del consumo de los dos hornos y equipos térmicos auxiliares.

2. Plan de reducción de emisiones de CO2 (2026 – 2030)

2.1. Normativa vigente: Real Decreto 214/2025

El Real Decreto 214/2025, de 18 de marzo, desarrolla la Ley 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética y tiene un doble objetivo: por un lado, regular y ampliar el registro estatal de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de CO₂; y, por otro, imponer determinadas obligaciones de medición, reducción y publicidad de emisiones a empresas y entidades públicas.

En cuanto a su alcance material, el RD refuerza el sistema ya existente desde 2014 y estructura el registro en tres secciones: huella de carbono y compromisos de reducción, proyectos de absorción de CO₂ y compensaciones de huella. Además, amplía el ámbito de actuación a nuevas tipologías de proyectos de absorción y a las huellas de carbono de eventos. La finalidad última es contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, aumentar la capacidad de absorción de carbono y facilitar el cumplimiento de los compromisos climáticos nacionales e internacionales asumidos por España.



Imagen 2.1.1. Ilustración resumen de los principales impactos del Real Decreto 214/2025.

Desde el punto de vista subjetivo, la norma afecta principalmente a las empresas obligadas a reportar información no financiera conforme al Código de Comercio y la Ley de Sociedades de Capital, así como a determinados organismos del sector público estatal. Estas organizaciones deberán calcular anualmente su huella de carbono, elaborar planes de reducción de emisiones con horizonte mínimo de cinco años y publicar dicha información de forma accesible. El cálculo deberá incluir, al menos, las emisiones de alcance 1 y 2, mientras que las de alcance 3 se incorporan progresivamente o con carácter voluntario según el tipo de entidad.

2.2. Año base de referencia y horizonte temporal

Se establece como horizonte temporal para establecer las inversiones propuestas los años comprendidos entre el 2026 y 2030, ambos incluidos. Por tanto, el año base de referencia sobre el cual calcular la reducción de las emisiones de CO₂ es el 2025, siendo el año inmediatamente anterior al inicio del horizonte temporal seleccionado.

A raíz de los consumos de cabecera y los repartos anteriormente expuestos, se determinan los siguientes consumos totales y por equipos, además de sus emisiones de CO₂ asociadas:

Equipo	Energía (kWh/año)	Emisiones (tCO ₂ eq/año)
Horno 1	13.650.637	2.490
Horno 2	12.282.194	2.241
Horno 3	12.974.863	2.367
Horno 4	16.776.092	3.061
Secaderos discontinuos	630.723	115
Total	56.314.509	10.274

Tabla 2.2.1. Consumos de gas y emisiones de CO₂ asociadas en KROSAKI.

Equipo	Energía (kWh/año)	Emisiones (tCO ₂ eq/año)
Horno 1	14.594.815	2.663
Horno 2	16.693.627	3.046
Temperizador	678.078	124
Quemador molino arcillas	193.736	35
Túnel retractilado	161.447	29
Total	32.321.702	5.897

Tabla 2.2.2. Consumos de gas y emisiones de CO₂ asociadas en REFRACTARIA.

En cuanto a los indicadores más idóneos para determinar la reducción de emisiones de carbono, se va a emplear el KPI de tCO₂eq/tonelada de producto. Debido a la gran variedad de formatos fabricados, es necesario utilizar unidades comunes a todos ellos, y el peso de las piezas es la variable más influyente en el consumo de los hornos.

2.3. Meta objetivo y medidas previstas

En base a las potenciales medidas que ayudarían a reducir esta huella de carbono, se establece una meta objetivo del **15%** para el final del horizonte marcado. A continuación, se detallan las medidas propuestas y estudiadas que se han calendarizado para distribuir los plazos de instalación, entrega de material, puesta en marcha y cálculo del ahorro obtenido.

KROSAKI AMR REFRACTARIOS S.A.U.

2.3.1. *Alargamiento de los pre hornos para elevar la temperatura de las piezas a la entrada del horno túnel y reducir las curvas de cocción*

Actualmente existen unos pre hornos de corta longitud que sirven para elevar hasta unos 90 – 100 °C la temperatura interna de los materiales previa a su entrada al horno túnel. Estas cajas cerradas se aprovechan de parte del calor residual extraído tras el enfriamiento, el cual está limpio de partículas nocivas y restos de combustión, y por tanto se puede utilizar en otros focos de demanda térmica para evitar el uso de gas natural u otros combustibles fósiles. Su ubicación en paralelo al horno permite un tramo reducido de impulsión de caudal caliente, además de que las bocas de salida y entrada están alineadas y próximas con tal de minimizar los tiempos de transporte y espera.



Imagen 2.3.1.1. Vista de la ubicación de las bocas de pre horno y horno (izquierda) y la entrada al pre horno con respecto al horno de donde se extrae la recuperación de calor (derecha).

El pre horno es industrialmente conocido como una zona de módulos sin quemadores que se sitúan en la parte inmediatamente anterior al comienzo de las filas de quemadores o, en el caso de hornos túneles, en el lateral inicial del horno con las bocas alineadas. Estos alargamientos son habituales en cerámica de revestimiento y pavimento, y también en los hornos túneles de ladrillo cara vista, teja y refractario, cuya función es aprovechar la corriente de aire caliente que se extrae después de la combustión para precalentar el material. En función de la temperatura registrada en el primer módulo, es posible proyectar más módulos para que la energía residual de los humos no se expulse al ambiente, sino que sirva para cederla a los ladrillos de entrada. En este caso, la energía aprovechada

proviene de la extracción del enfriamiento indirecto, aunque al final la energía utilizada viene del mismo equipo.

ALARGAMIENTO DE UN PREHORNO

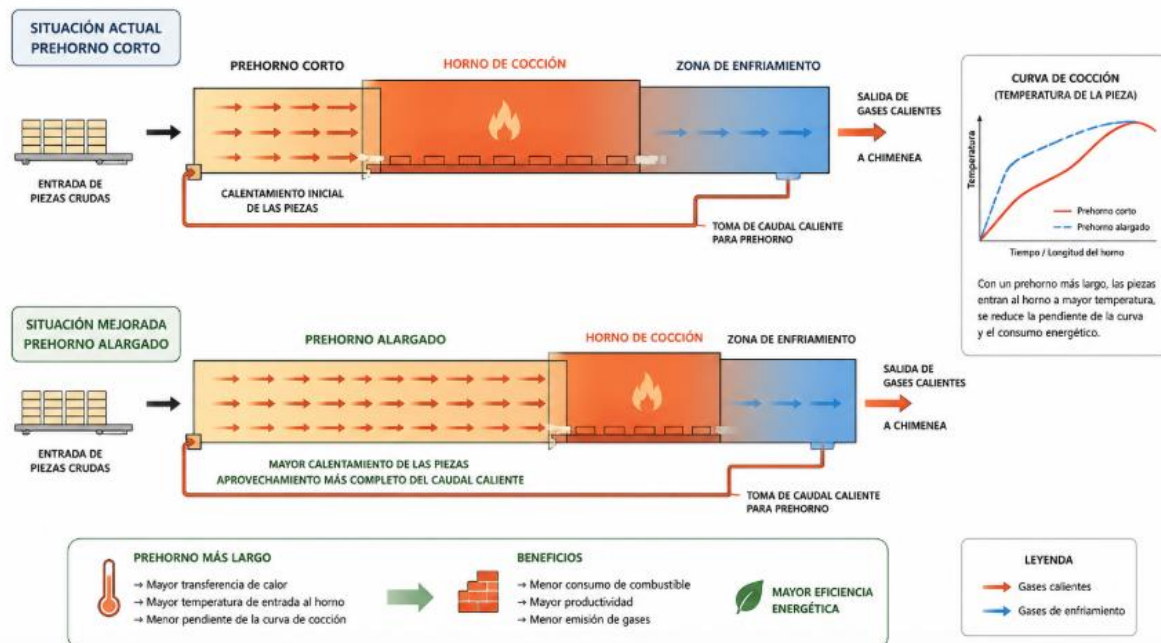


Imagen 2.3.1.2. Ejemplificación del impacto de alargamiento de un prehorno en el consumo del horno túnel.

En definitiva, el ahorro surge de calentar las piezas inicialmente a más temperatura, lo que implica que necesita menos energía térmica para alcanzar la temperatura deseada de cocción. Esto no sólo reduce los tiempos de producción, sino que también reduce el consumo de los quemadores, puesto que de lo contrario las temperaturas en las diferentes zonas se verían incrementadas por el precalentamiento conseguido.

❖ Ahorro previsto: 1.980.000 kWh/año (360 tCO₂eq/año).

2.3.2. Control del O₂ dentro de los hornos túnel mediante sonda y PID

Un factor clave en el control de consumos energéticos es monitorizar las principales variables que pueden tener una afección negativa sobre la calidad final (temperatura, presión...). En el caso de los hornos túnel, este control se realiza más fácilmente a través de la lectura del oxígeno libre en la atmosfera. La idea general es instalar dos sondas de O₂, una entre la zona de cocción y el enfriamiento, y otra al principio de la zona de cocción, delimitando así las áreas de combustión con los ventiladores de extracción de los humos, en la zona inicial, y del aire de enfriamiento calentado en la zona final. Con ello, se optimiza el caudal extraído y se maximiza por el lado de enfriamiento el calor recuperado.



Imagen 2.3.2.1. Ejemplo de una sonda de O₂ para uso industrial.

Por tanto, se trata de una inversión relativamente pequeña que puede arrojar importantes ahorros en la operación habitual de los hornos túnel.

- ❖ Ahorro previsto: 2.000.000 kWh/año (364 tCO₂eq/año).

2.3.3. Des estratificación del precalentamiento con aire caliente

A la entrada de los hornos túnel, con tal de evitar que el aire caliente se quede en la zona superior, y la zona inferior esté más fría, pudiendo perjudicar el resultado final de esos materiales, se inyecta aire por los laterales para promover la turbulencia en el aire y que se consiga un reparto equitativo de la energía. En otras palabras, el objetivo es evitar una estratificación de temperaturas en la sección lateral del horno.

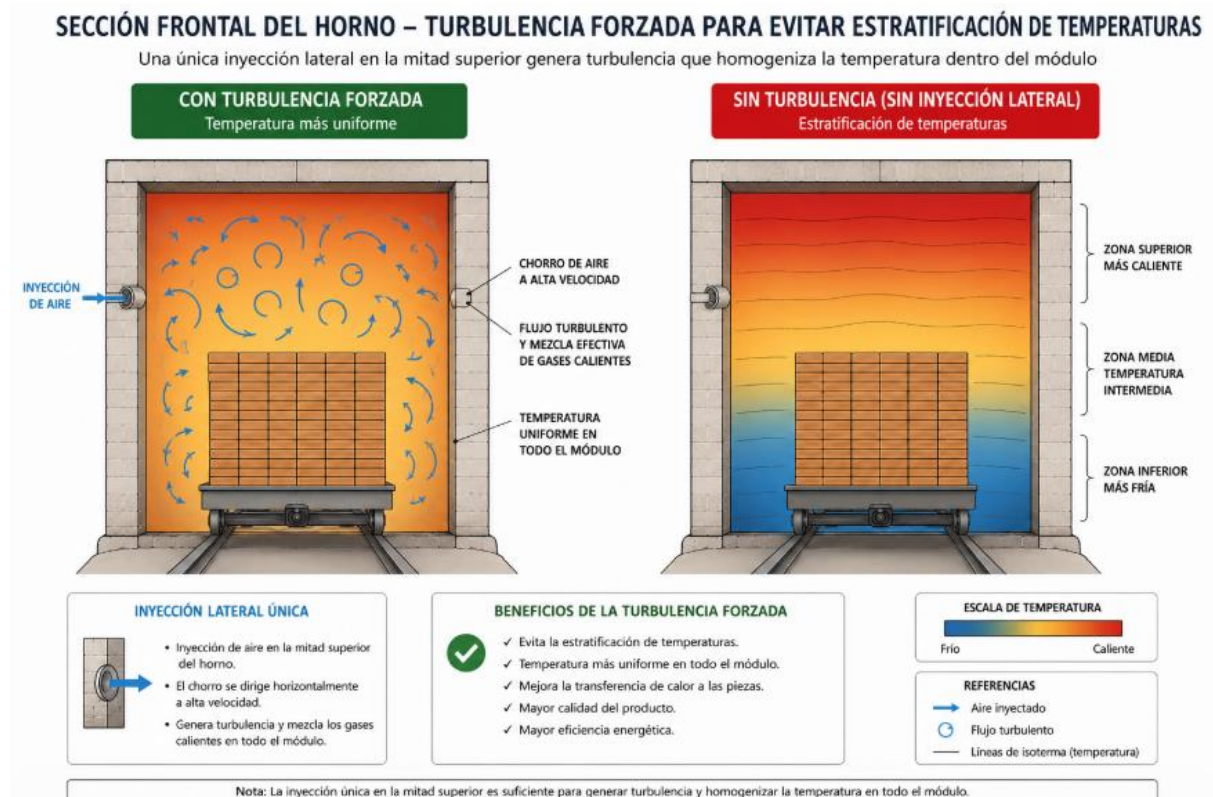


Imagen 2.3.3.1. Situación comparativa entre un ambiente estratificado y uno turbulento.

En muchos casos, esta inyección de aire proviene del ambiente, por lo que, respecto al aire que hay dentro de estos primeros módulos, está más frío y reduce la temperatura global de esta sección de cámara. Al final, implica que se pierde temperatura en las piezas que después se debe recuperar quemando gas en los quemadores de cocción. Así pues, aprovechando la salida de humos con un intercambio indirecto, este aire se puede recalentar y ganar así un salto térmico relevante, poniendo el foco en las recuperaciones de calor dentro del mismo equipo y mejorando su eficiencia.

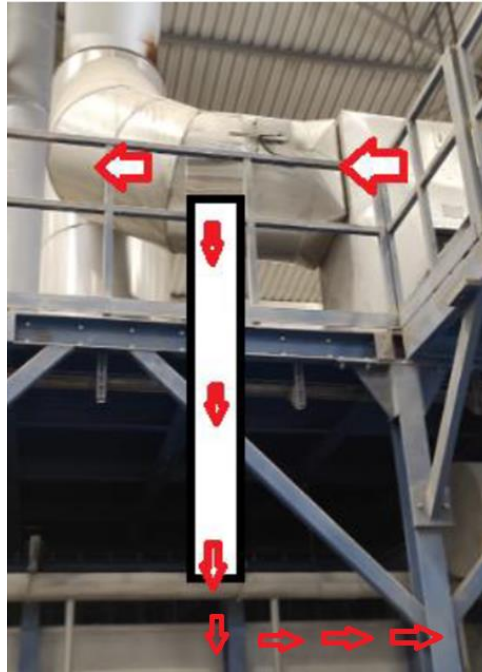


Imagen 2.3.3.2. Esquema ilustrativo de la actuación propuesta con recuperación del calor de los humos residuales de la combustión.

❖ Ahorro previsto: 2.745.448 kWh/año (500 tCO₂eq/año).

REFRACTARIA S.A.

2.3.4. Renovación de los hornos túnel por otros de nueva tecnología

El principal escollo en las propuestas de mejora energética sobre los hornos túnel de Refractaria es la dificultad técnica de acometer algunas actuaciones que reducirían el consumo de gas y la huella de carbono de la planta:

- El incremento de la temperatura de combustión sería posible con el cambio previo de ciertos componentes clave como son los servomotores de control de la potencia de fuego, los cuales sólo resisten hasta 55 °C. Además, en uno de los hornos se realizaron cambios estructurales en la bóveda que imposibilitan emplear la recuperación de aire caliente para la combustión.
- La renovación de los quemadores por otros de mejor tecnología (alargamiento de tobera, incremento de la temperatura de llama, mejora en la mezcla aire-gas...) implicaría cambiar las paredes del horno y readecuarlas a las dimensiones del nuevo quemador, de forma que quedaría condicionada al volumen factible que puede ser encajado.
- La regulación en automático de las presiones de aire y gas para obtener la relación estequiométrica más ajustada posible implica un cambio de tecnología del quemador, por el uso presente de clapetas manuales que imposibilitan la actuación de un sistema de control continuo.
- Las propuestas de mejora del aislamiento en la bóveda pueden comprometer la abrasión térmica que sufren las capas inferiores, dando lugar a un mayor riesgo de grietas o derrumbe en el peor de los escenarios. Este planteamiento tiene como consecuencias un rediseño íntegro de la bóveda y sus elementos de sujeción, lo que supone un alcance bastante grande y complejo.

Así pues, la visión más directa consiste en cambiar directamente los hornos, los cuales llevan funcionando más de cuarenta años y están más que amortizados. No sólo se incluyen todas las mejoras anteriormente dichas, sino que también se obtiene una actualización sustancial del software de control y gestión de datos (revamping) con el cual optimizar las regulaciones y curvas de temperatura y presiones para las distintas recetas empleadas.



Imagen 2.3.4.1. Vista de un horno túnel moderno.

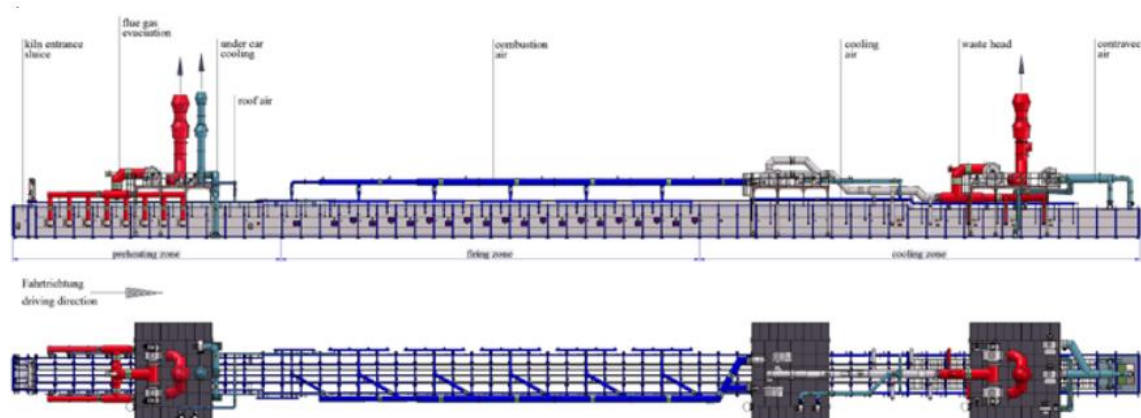


Imagen 2.3.4.2. Esquema técnico del horno túnel.

❖ Ahorro previsto: 7.495.674 kWh/año (1.364 tCO₂eq/año).

2.3.5. Renovación del horno intermitente

Adicionalmente, debe contemplarse la próxima puesta en marcha del horno intermitente nº 3, prevista para los próximos meses (diciembre 2026), dado que su entrada en servicio tendrá impacto dentro del horizonte temporal considerado en el Plan de Descarbonización.

Aunque la principal medida estructural de reducción de emisiones sigue siendo la sustitución de los dos hornos túnel actuales por nuevos equipos de tecnología más eficiente, la incorporación del horno intermitente supone una mejora operativa que contribuye a la disminución de la intensidad de emisiones de CO₂ asociada a la producción.

Las ventajas derivadas de la utilización del horno intermitente son las siguientes:

- **Optimización de la producción en escenarios de baja demanda.** Permite realizar cocciones puntuales o urgentes sin necesidad de poner en marcha un segundo horno túnel, evitando así los consumos energéticos asociados al arranque y estabilización del proceso.
- **Mejora de la eficiencia operativa de los hornos túnel.** En situaciones de menor carga productiva, el horno intermitente puede complementar la capacidad de producción de uno de los hornos túnel, evitando que el segundo opere a velocidades de cocción reducidas, condición que conlleva una menor eficiencia energética.
- **Adecuación de las condiciones de cocción a cada producto.** El horno intermitente permite derivar la fabricación de productos que requieren temperaturas de cocción inferiores, evitando las pérdidas energéticas asociadas a las modificaciones del régimen térmico de los hornos túnel y mejorando la eficiencia global del proceso.

Asimismo, en aquellos escenarios en los que el volumen de producción únicamente requiera la operación simultánea de dos hornos, se prevé que la combinación de un horno túnel existente y el nuevo horno intermitente nº 3 sustituya a la configuración actual de dos hornos túnel. En estas condiciones, se estima que el horno intermitente consumirá aproximadamente un 25 % menos de gas natural que uno de los hornos túneles actuales para una producción equivalente.

Por tanto, aunque esta actuación no implica una reducción absoluta de emisiones tan significativa como la renovación completa de los hornos túnel, sí constituye una medida efectiva de descarbonización al reducir el consumo específico de combustible y las emisiones de CO₂ por tonelada de producto fabricado, contribuyendo a mejorar el desempeño energético y ambiental de la instalación.

- ❖ Ahorro previsto: 5.140.264 kWh/año (935,53 tCO₂eq/año).

2.4. Resumen de las medidas

El listado de actuaciones asociadas contempla las siguientes reducciones de CO₂:

Planta	Medida	Ahorro (kWh/año)	Ahorro (tCO ₂ eq/año)
KROSAKI	Alargamiento de los pre hornos	1.980.000	360
KROSAKI	Control del O ₂	2.000.000	364
KROSAKI	Desestratificación del precalentamiento	2.745.448	500
REFRACTARIA	Renovación de los hornos túnel	7.495.674	1.364
REFRACTARIA	Renovación horno intermitente	5.140.264	935
TOTAL		19.361.386	3.523

Tabla 2.4.1. Listado de actuaciones previstas en el grupo KROSAKI con sus ahorros teóricos.

Con todo ello, la previsión de reducciones de emisiones y el calendario de ejecución son los siguientes:

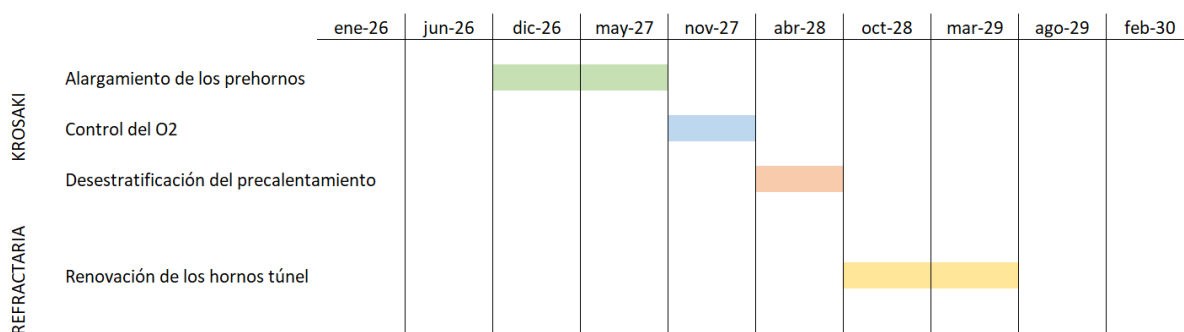


Gráfico 2.4.1. Diagrama de Gantt con una calendarización de las actuaciones en el periodo 2026 – 2030.

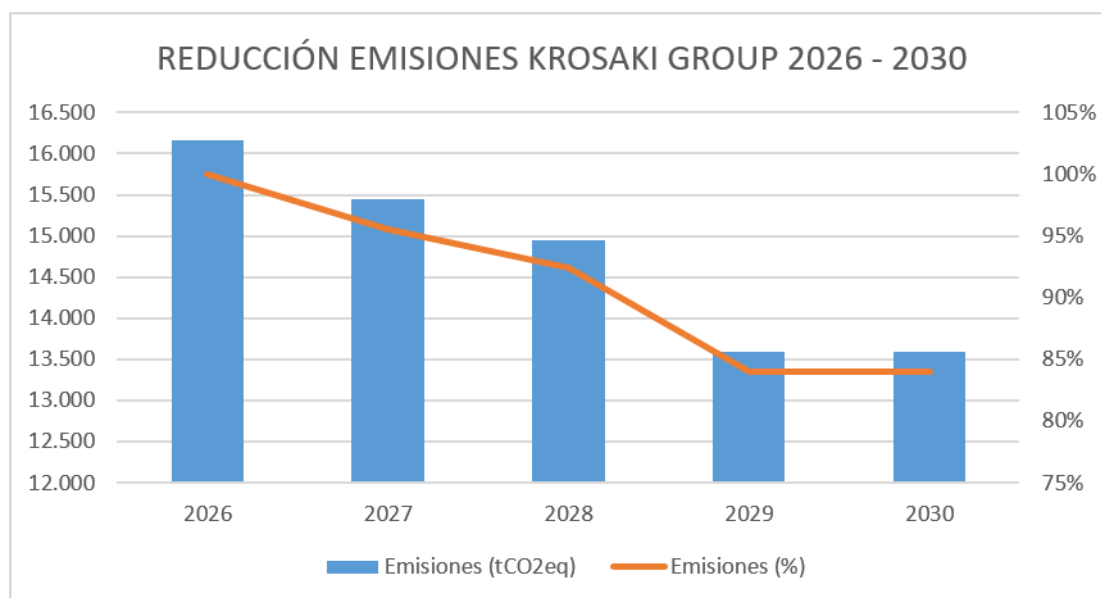


Gráfico 2.4.2. Escenario teórico de la reducción de emisiones planteada en el grupo KROSAKI para el periodo 2026 – 2030.

3. Análisis de tecnologías sostenibles

3.1. Antecedentes

La lucha contra el cambio climático se ha convertido en uno de los desafíos más urgentes del siglo XXI. En este contexto, la transición hacia una economía baja en carbono es esencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y mitigar los efectos devastadores del calentamiento global. A nivel global y europeo, se han establecido compromisos y marcos normativos que exigen a las empresas adoptar medidas de descarbonización y sostenibilidad para contribuir a los objetivos de la Agenda 2030 y el Acuerdo de París, cuyo principal objetivo es limitar el aumento de la temperatura global a 1.5°C.

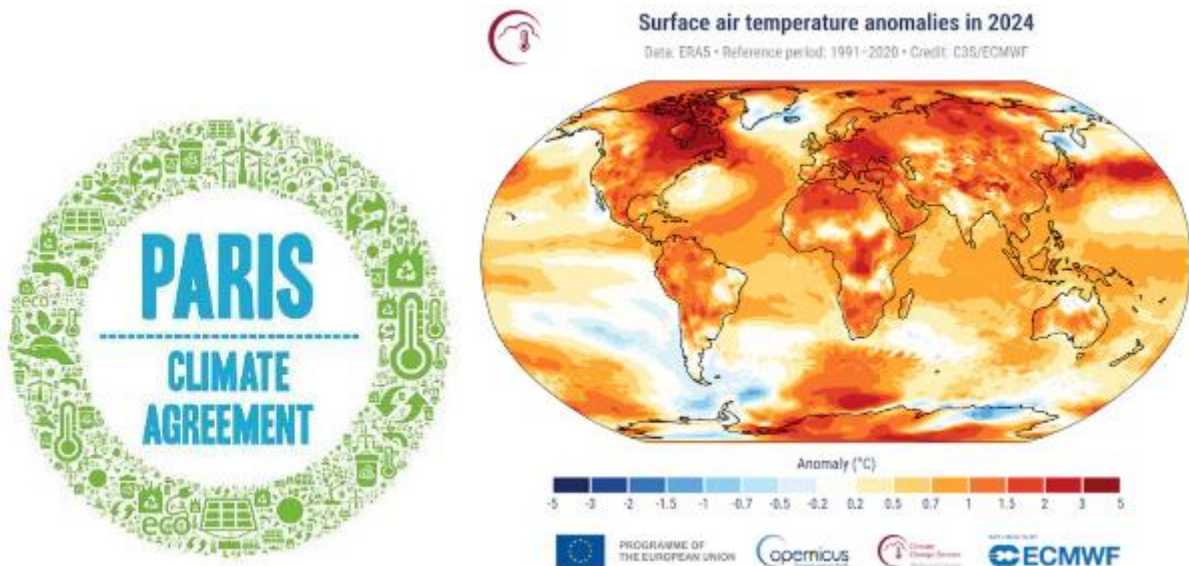


Imagen 2.1.1. Izquierda: logo del Acuerdo de París. Derecha: impacto de las anomalías en diferencia de temperatura respecto al histórico.

En particular, la Unión Europea ha adoptado una serie de políticas y directivas que orientan el proceso de descarbonización del sector energético. La **Ley Europea del Clima**, por ejemplo, establece el compromiso de alcanzar la **neutralidad climática para 2050**. Además, el paquete de medidas conocido como el **Green Deal Europeo** promueve un sistema energético más limpio, seguro y accesible, en línea con la reducción de emisiones en un 55% para 2030, en comparación con los niveles de 1990. A su vez, normativas como la **Directiva de Energías Renovables** y la **Directiva de Eficiencia Energética** impulsan a las empresas a adoptar energías renovables y mejorar la eficiencia en el uso de la energía.

Dentro de este marco, el grupo KROSAKI tiene en su punto de mira la implementación de fuentes energéticas sostenibles que sean operables y rentables para poder continuar su práctica productiva y ser al mismo tiempo sostenibles con el medio ambiente sin perjudicar su competitividad internacional. Esta idea está apoyada por el presente plan de descarbonización, centrado en materia de eficiencia energética, con el fin de reducir las máximas emisiones posibles aprovechando los focos térmicos recuperables y uso de nuevas tecnologías probadas en el sector industrial.

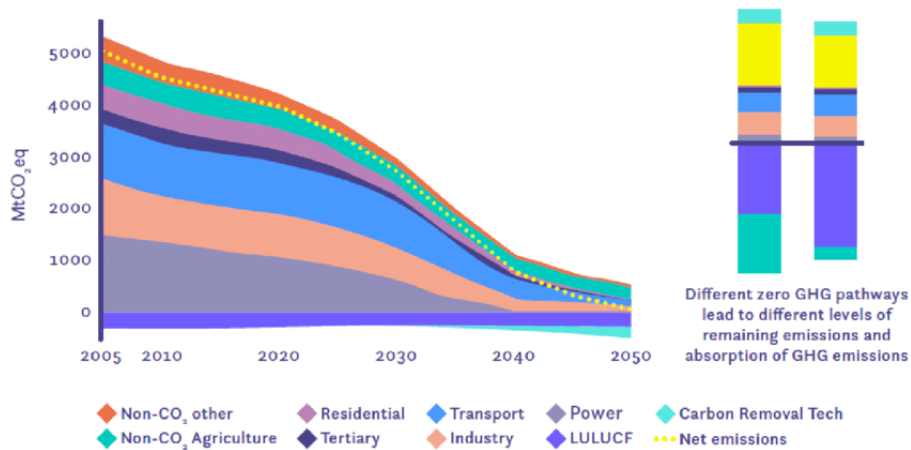


Imagen 2.1.2. Gráfico de reducción progresiva de emisiones de CO₂ con su implicación en los diferentes consumidores o generadores energéticos.

La descarbonización no solo responde a una necesidad medioambiental, sino que también representa una oportunidad estratégica para el grupo KROSAKI. En un mundo cada vez más orientado hacia la sostenibilidad, el cumplimiento de normativas como el **Reglamento de la Taxonomía de la UE** sobre actividades económicas sostenibles, además de posicionar al grupo como una empresa responsable, contribuirá a fortalecer su competitividad, reducir riesgos regulatorios y atraer inversiones conscientes del impacto ambiental. Asimismo, el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) impulsados por las Naciones Unidas, en particular el ODS 7 (Energía asequible y no contaminante) y el ODS 13 (Acción por el clima), será una pieza clave para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de sus operaciones.



Imagen 2.1.3. Listado actualizado de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Este plan de descarbonización está estructurado en acciones concretas que permitirán al grupo KROSAKI reducir de manera efectiva su huella de carbono, mejorar la eficiencia en el consumo de energía y reducir la proporción de energía fósil en la matriz energética del grupo. La implementación de soluciones tecnológicas avanzadas y la adopción de prácticas más sostenibles en todas sus actividades son pasos fundamentales hacia la consecución de los objetivos establecidos.

Comprometidos con la sostenibilidad, el Grupo KROSAKI e iGEX se posiciona como un agente activo en la transformación energética global, conscientes de que el futuro de nuestra empresa y del planeta depende de la acción conjunta y decidida frente al cambio climático.

3.2. Horizontes de descarbonización

Aquí se abren, por tanto, varios grupos de tecnologías basados principalmente en su papel dentro de la transición energética, con diferentes alcances, obstáculos y ventajas:

- **Biomasa:** es la alternativa más competitiva y preferida del sector para distanciarse de los combustibles fósiles en la medida de lo posible. Protegida por la normativa al considerar un ciclo cerrado de emisiones de CO₂, se aprovecha del bajo precio de la materia prima para impulsar la disminución del uso de gas natural en los sistemas de generación térmicos, a veces mezclado con otros componentes como el coque.



Imagen 3.2.1. Plantas de biomasa industriales.

- **Electrificación:** si bien ya hay hornos eléctricos en la cerámica de revestimiento para pequeño formato, el salto hasta los hornos largos y túneles todavía está lejos de llegar. Un horno eléctrico implica un consumo elevado de electricidad, con su consiguiente coste operativo, además de una potencia instalada tan alta que se requiere del permiso de Distribución, y muchas veces la saturación de las redes no lo hace posible. Es una tecnología en desarrollo y con una clara implementación de futuro.



Imagen 3.2.2. Vista de un horno eléctrico (izquierda) y de la necesidad de ampliación en las subestaciones de suministro (derecha).

- **Biocombustibles:** su origen vegetal garantiza su calidad como combustible renovable, aunque como contrapartida tiene un precio de venta muy superior al gas natural. Su aplicación se relega a aquellos equipos que no tengan una alternativa eléctrica o de biomasa, y se tenga un fuerte compromiso en la huella ambiental.



Imagen 3.2.3. Instalaciones de generación de biocombustible (izquierda) para su uso en cliente final (derecha).

- **Hidrógeno:** a pesar de que podría llegar a ser un sustituto completo al gas natural, su inversión y operación no tiene el desarrollo suficiente como para argumentar una apuesta segura por él. Desde la generación del hidrógeno mediante electrólisis, pasando por la adecuación de las instalaciones al nuevo combustible y los exigentes requerimientos de fotovoltaica para compensar el excesivo consumo, todavía quedan bastantes frentes que cubrir.



Imagen 3.2.4. Instalaciones de almacenamiento y distribución de hidrógeno verde.

- **Captura y almacenamiento de carbono (CCUS):** a nivel de laboratorio, se está trabajando en soluciones con tratamientos químicos para evitar la emisión de gases nocivos a la atmósfera en aquellos procesos de combustión. Aunque sí que hay módulos para abordar la reducción de contaminantes concretos, como los óxidos de nitrógeno (NOx) que se revisan a conciencia y son críticos para la operatividad de una planta industrial, no existe la misma versión para el CO2.

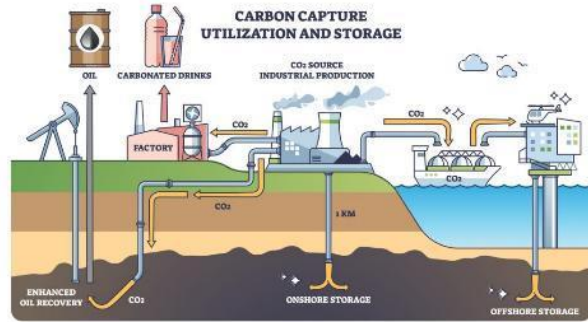


Imagen 3.2.5. Vista de una instalación de captura y almacenamiento de CO₂ (izquierda), con un esquema visual de los lugares donde se guarda este carbono.

En definitiva, existen todavía condicionantes importantes en cada fuente energética investigada, los cuales por una u otra razón dificultan una descarbonización plena y una posible sustitución completa del gas natural:



Imagen 3.2.6. Clasificación de las alternativas a los combustibles fósiles como punto de partida para alcanzar la descarbonización completa en el grupo KROSAKI.

4. Subvenciones y ayudas

4.1. Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica (PERTE)

Los PERTE son instrumentos de colaboración público-privada donde participan tanto administraciones estatales como empresas y centros de investigación. Su finalidad es impulsar importantes iniciativas en diferentes materias que contribuyan a una clara transformación de la economía nacional.

En cada convocatoria se identifica un sector concreto como área clave y estratégica para el desarrollo económico, y se declaran una serie de criterios para definir sus bases y objetivos:

- Contribución al crecimiento económico y empleo: las empresas candidatas deben justificar que, a partir de una combinación de experiencias, conocimientos y recursos aportados por el PERTE, es posible remediar ciertos retos los cuales no serían factibles de otra manera. Normalmente van orientados con el carácter innovador y el valor añadido que otorga el I+D+I.
- Importancia cuantitativa o cualitativa: este apartado se refiere a que el proyecto que se pretende financiar contenga un riesgo tecnológico o financiero elevado, para lo que se necesita de esta ayuda como apoyo. Es importante trasladar la integración de equipos y herramientas disruptivas que superan la actual técnica del sector. Están abiertos para todo tipo de empresas, permitiendo a su vez solicitudes grupales dentro de la convocatoria.

Hasta la fecha se han publicado y aprobado doce proyectos estratégicos, dedicados a áreas tan relevantes como las energías renovables, el modelo de economía circular, la industria naval y aeroespacial, la digitalización del ciclo del agua o el vehículo eléctrico, entre muchos otros.



Imagen 5.1.1. Logo del PERTE de descarbonización industrial.

En el corto plazo, existe una segunda convocatoria para los PERTE que tienen como objetivo la descarbonización industrial, para la que están destinados en un principio 1.370 millones de €, de los cuales 1.000 millones de € se entregan en forma de préstamo, y los 370 millones de € restantes en forma de subvención a fondo perdido.

Dentro de la estructura del proyecto, se requiere de un proyecto principal o tractor que puede ir acompañado de varios proyectos primarios, es decir, de actuaciones individuales. El ámbito de estos proyectos se define a continuación, con la condición de que al menos uno de los proyectos presentados pertenezca a alguna de las tipologías mencionadas:

1. Reducción de emisiones directas
 - a. Descarbonización de fuentes de energía.
 - b. Gestión energética integral de procesos industriales.
 - c. Reducción de recursos naturales.
 - d. Captura, uso y almacenamiento de carbono.
2. Mejora de eficiencia energética por ahorro de energía eléctrica.
 - a. Recuperación de calor.
 - b. Sustitución de equipos de menor consumo energético.
3. Instalación de energías renovables para autoconsumo en la instalación industrial.
4. Proyectos I+D que permitan la descarbonización de la instalación.

Además del objeto del proyecto, se especifican una serie de criterios que se deben respetar:

-  El formato de adjudicación es por concurrencia simple, es decir, por orden de presentación de las solicitudes hasta el agotamiento de los fondos. En el caso de que un proyecto no cumpla con algunas de las obligaciones descritas, o su alcance no coincida en gran medida con los detallados anteriormente, pasará inmediatamente al último puesto hasta la revisión de todos los demás proyectos.
-  Se debe justificar una reducción equivalente mínima de 3.000 toneladas de CO2 anuales o un 30% del total de emisiones de la planta industrial, cualquiera que cumpla.
-  La inversión mínima del proyecto tractor se sitúa en un millón de euros.
-  La intensidad máxima de la ayuda según el Reglamento General de Exención por Categorías (RGEC) está entre el 30 y el 50%, dependiendo de la naturaleza del proyecto.
-  En valor absoluto, la ayuda máxima que puede percibir una empresa está en el intervalo entre los 15 y los 35 millones de euros. Esta cantidad puede financiar hasta un 80% de la inversión, sumando las modalidades de subvención a fondo perdido y préstamo.

De cara a una supuesta preparación del expediente para tener en cuenta la candidatura, es imprescindible anticipar la recopilación y redacción de la documentación con dos o tres meses de antelación a la fecha de publicación del PERTE, la cual se espera entre octubre y noviembre del 2025 con la publicación de la convocatoria un mes antes. Entre los principales documentos a elaborar, están la memoria del proyecto tractor, presupuestos asociados, declaraciones de no vulneración del principio de no perjuicio significativo al medio ambiente (DNSH)...

4.2. Certificados de Ahorro Energético (CAE)

El 26 de enero de 2023 entró en vigor el Real Decreto 36/2023, a partir del cual se estableció un sistema de Certificados de Ahorro Energético, o CAE según las siglas con las que son más conocidos. Este modelo surge como una alternativa a las ayudas cotidianas destinadas a eficiencia energética que publica regularmente el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

A raíz de la Directiva 2012/27/UE, se empezó un compromiso de reducción de consumos energéticos del 20% a cumplimentar para el año 2020. Para ello, se definió que cada Estado Miembro creara un Fondo Nacional de Eficiencia Energética (FNEE), el cual estaría financiado por las empresas comercializadoras de gas y electricidad y operadores de productos petrolíferos y de GNL al por mayor. Con ello, se desarrolló un Sistema Nacional de Obligaciones de Eficiencia Energética (SNOEE) que cada año marca una cuota de ahorro repartida por cada entidad obligada, además de una equivalencia financiera. Esa ratio ha ido cambiando con el tiempo en función de los compromisos de la Unión Europea con el medio ambiente, de cuyas aportaciones se han publicado posteriormente ayudas a la eficiencia energética y la disminución de consumos.

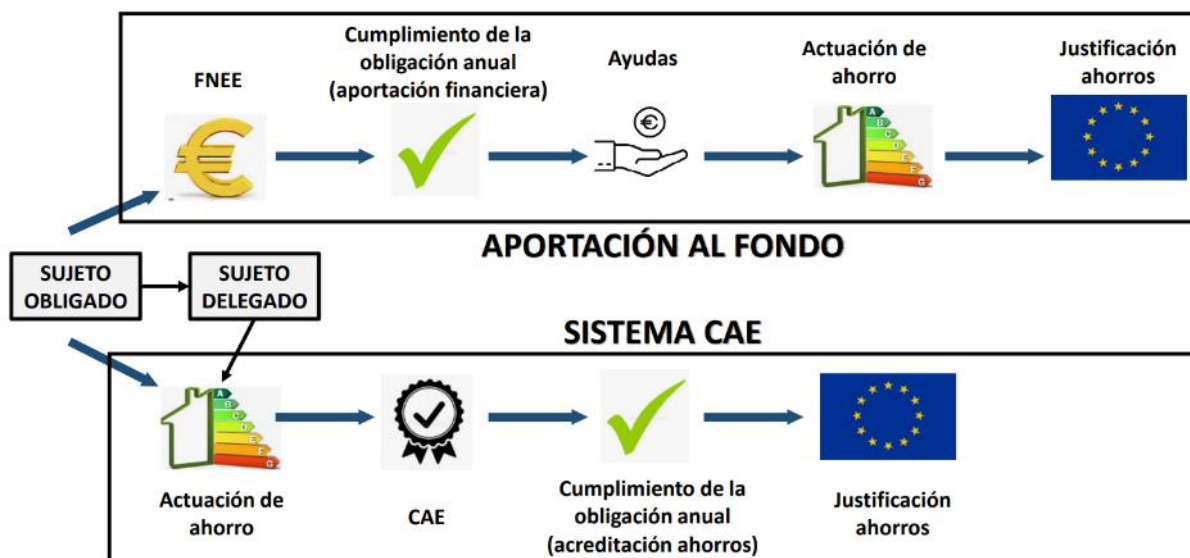


Imagen 5.2.1. Comparativa de funcionamiento entre el sistema habitual de financiación a ayudas de eficiencia y el CAE.

Puesto que los objetivos marcados no se han cumplido en su totalidad, y la reciente guerra de Ucrania ha acrecentado la necesidad de una desvinculación del gas natural, se ha importado un sistema paralelo al actual que ya funciona en países como Francia, Italia o Polonia. En él, se definen una serie de actores que tienen un rol relevante a lo largo de la cadena de trabajos:

- **Sujeto Obligado:** es aquella comercializadora o operadora que está obligada por el SNOEE a aportar financieramente al FNEE, tal y como se ha explicado con anterioridad.
- **Sujeto Delegado:** es una entidad intermediaria, con unas características jurídicas, financieras y técnicas definidas, en la que un Sujeto Obligado puede delegar sus obligaciones.

- **Verificador:** empresa independiente a cualquiera de los actores, encargada de revisar y dar su visto bueno al expediente que se envíe al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO).
- **Beneficiario:** es la empresa que ha realizado o pretende acometer en su planta una actuación de ahorro energético, y la cual percibirá al final del proceso la cuantía correspondiente de la ayuda CAE.
- **Gestor Autonómico:** responsable en cada CC. AA de emitir los CAE que recibe de las empresas pertenecientes a su territorio.
- **Coordinador Nacional:** realiza un trabajo de gestión general, como inscripción en el Registro Nacional de los CAE trasladados por cada Gestor Autonómico, acreditación de los Sujetos Delegados, trazabilidad de la titularidad de los CAE en las operaciones de compraventa, revisión del sistema y redacción de la normativa...

Estos actores tienen una función durante la generación, entrega y revisión de los expedientes, cuyo camino se muestra en la siguiente imagen:

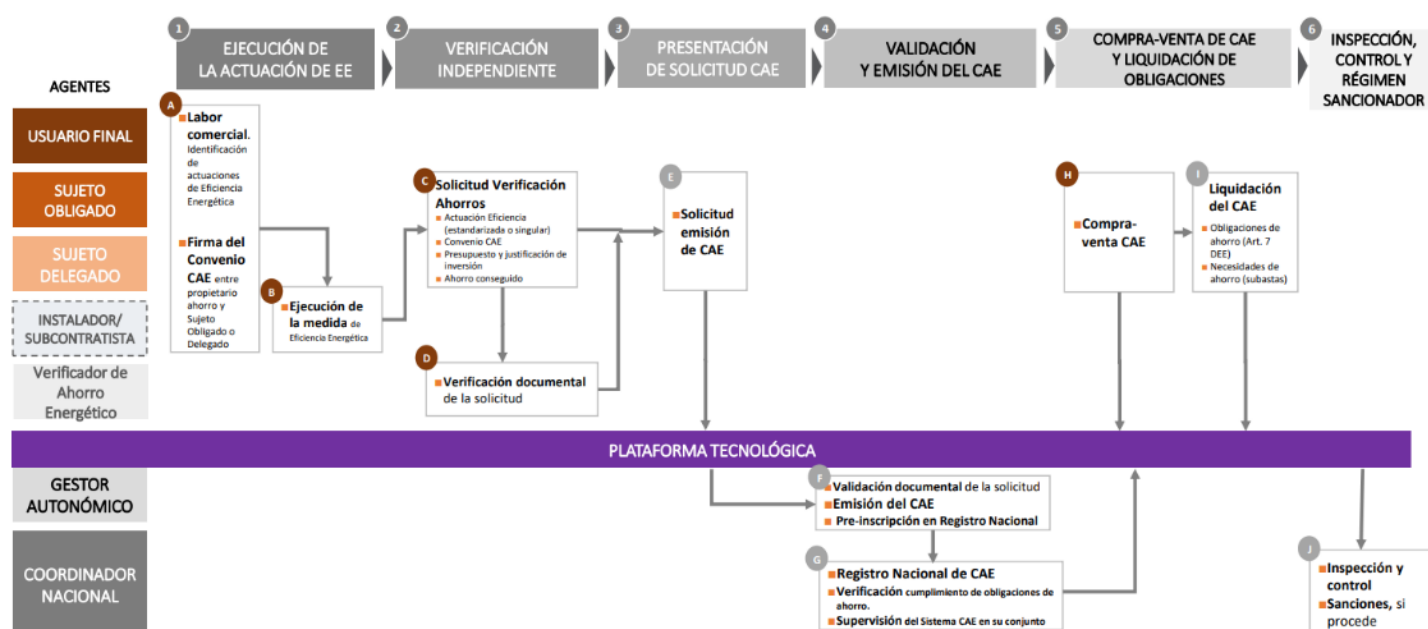


Imagen 5.2.2. Diagrama del proceso CAE para su correcta tramitación.

Por resumir el diagrama previo, se ejemplifica el proceso de la siguiente manera:

- ✂ Una empresa realiza o planifica la implantación de una medida de ahorro energético (MAE) con fecha posterior a la entrada en vigor del RD 36/2023.
- ✂ Esta empresa busca un Sujeto Obligado o Sujeto Delegado interesados en esta MAE.
- ✂ En caso de acuerdo, se firma un Convenio que recoge lo siguiente:
 - El Sujeto que participa en el acuerdo pasa a ser el propietario del ahorro generado por la MAE. Ese ahorro se contabiliza en un año natural, traduciendo cada kWh

ahorrado por un CAE, cuyo volumen le servirá para liquidar sus obligaciones con el FNEE y el SNOEE.

- A cambio, el Sujeto abona a la empresa beneficiaria una cantidad económica como contraprestación por la transacción efectuada. En otras palabras, la empresa recibe dinero por entregarle la propiedad del ahorro al Sujeto, lo que acaba conformando la ayuda en eficiencia.
 - Esa cuantía monetaria depende del precio firmado, definido como €/MWh, el cual depende de la equivalencia financiera publicada para cada año, entendida como máximo, y la situación del mercado CAE respecto a la oferta y demanda en cada momento.
- ✂ Con la firma del Convenio, se prepara el expediente energético que pasa por un verificador, quien se encargará de su revisión y posterior aceptación o denegación, emitiendo por su parte un dictamen favorable o desfavorable.
 - ✂ Ese expediente aprobado se envía al Gestor Autonómico correspondiente, quien a su vez lo revisa y, si está todo correcto, traslada al Coordinador Nacional para que también lo estudie e inscriba en el registro. Hay un plazo de 30 días naturales en total para que la administración se pronuncie por el expediente, de manera que, si no hay respuesta, el silencio administrativo cuenta a favor de la empresa, y el CAE queda automáticamente emitido.
 - ✂ Con la inscripción y publicación del CAE por parte del Coordinador Nacional, el Sujeto puede liquidar la compraventa, generalmente mediante transferencia, para que la empresa perciba la cuantía económica acordada.
 - ✂ En el proceso, la empresa se puede apoyar en empresas de servicios energéticos (ESE) para tener un asesoramiento externo durante todo el proceso CAE.

SISTEMA CAEs

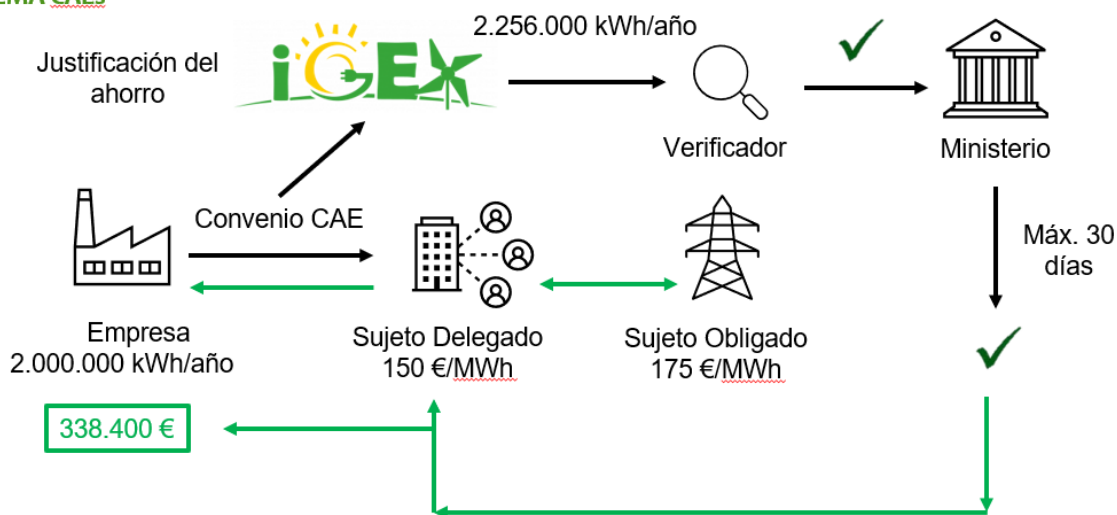


Imagen 5.2.3. Diagrama de flujo de una actuación CAE con todos los actores involucrados y el potencial papel de iGEX en él.

Dentro de la preparación del expediente, existen dos vías de justificación de los ahorros generados:

- ✱ Fichas de catálogo: el MITECO publica periódicamente unas fichas destinadas a ámbitos concretos de actuación en equipos de consumo energético. En ellas, se acepta una fórmula como el cálculo más adecuado a esta actuación, en la que se indican unos parámetros que deben aportarse y justificarse, de los cuales se obtiene el ahorro anual correspondiente. Cada ficha regula las aplicaciones que abarcan, los requisitos específicos, la fórmula y anexos adjuntos para valores estándar a utilizar.

Hasta la fecha, existen las siguientes fichas diferenciadas por sectores industriales:

- Agropecuario: 2 fichas.
- Industrial: 28 fichas.
- Terciario: 36 fichas.
- Residencial: 43 fichas.
- Transporte: 5 fichas.

$$AE_{TOTAL} = \left(\frac{1}{SEPR_{ref}} - \frac{1}{SEPR_{nuev}} \right) \cdot h \cdot F_d \cdot F_c \cdot P_F$$

Donde:

SEPR _{nuev}	Factor de rendimiento energético estacional ³ de la planta frigorífica nueva declarado por el fabricante	W/W
SEPR _{ref}	Factor de rendimiento energético estacional mínimo exigido por el Reglamento de ecodiseño ⁴ , según tabla 1 del Anexo II	W/W
h	Horas de funcionamiento de la planta al año, según tabla 2 del Anexo II ⁵	h/año
F _d	Factor de demanda según la aplicación, según tabla 3 del Anexo II	
F _c	Factor de corrección por zona climática, según tabla 4 del Anexo II	
P _F	Potencia frigorífica nominal de la instalación	kW
AE _{TOTAL}	Ahorro anual de energía final total	kWh/año

Imagen 5.2.4. Recorte de la fórmula asociada a la ficha IND140 con título "Reforma, sustitución o nueva instalación de planta enfriadora de procesos de alta eficiencia".

- ✱ Proyecto singular: si no existe una ficha que verse sobre la medida contemplada, es necesario realizar un proyecto independiente o singular, en el cual se aplica como norma el protocolo internacional IPMVP (International Performance Measurement and Verification Protocol). En él, se definen una serie de pasos a seguir para argumentar, mediante técnicas estadísticas, la obtención del ahorro:

- Se define un periodo de referencia sobre el que montar un modelo estadístico que permita predecir la evolución del consumo según las variables externas que le afecten. Este periodo de tiempo debe ser antes de realizar la MAE, y debe cumplir con unos parámetros estadísticos para considerarse válido.

- Se acomete la actuación, con su consiguiente tiempo de ajuste y mejoras vinculadas al correcto funcionamiento del equipo.
- Se recogen datos durante un periodo demostrativo de ahorros que se contrastan contra la predicción del modelo. La diferencia entre ambas situaciones corresponde con el ahorro generado por la MAE.
- Cabe destacar la importancia de tener una correcta calibración de los equipos de medida de las variables utilizadas para cumplir con las exigencias de materialidad del modelo.

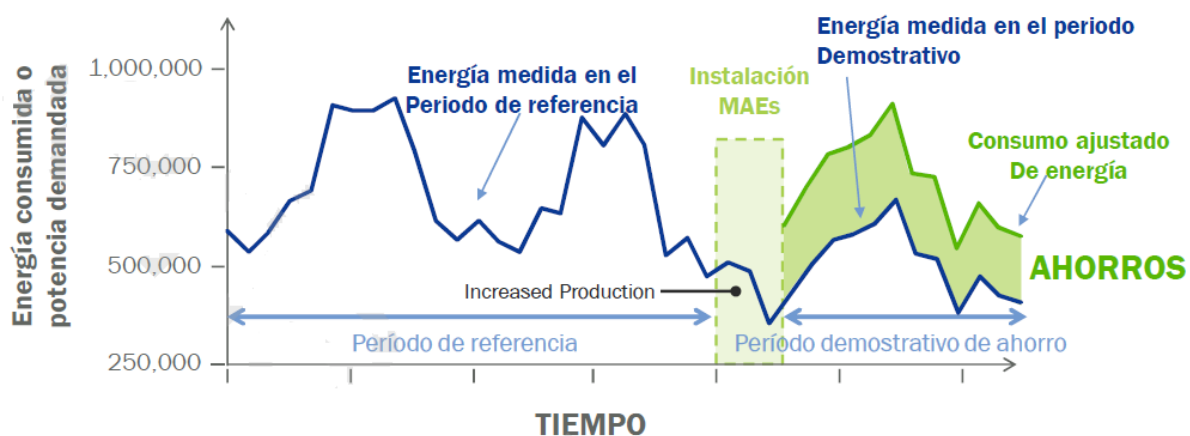


Gráfico 5.2.1. Ejemplo de certificación de ahorros siguiendo la metodología del protocolo IPMVP.

5. Aspectos generales de iGEX

5.1. Datos generales de la empresa auditora

En este apartado se presentan los datos de identificación de la empresa auditora:

Nombre:	iGEX Estudios, S.L.
Domicilio fiscal:	C/ Ruiz Zorrilla, Nº 2, 12001
Localidad:	Castellón de la Plana (Castellón)
C.I.F.:	B44537108

Tabla 5.1.1. Datos de la empresa.

5.2. Credenciales oficiales de la entidad auditora iGEX ESTUDIOS: Acreditación oficial como Empresa de Servicios Energéticos, inscritas en IDAE (Mº Transición Ecológica)



Madrid a 07 de Septiembre de 2020
 Imagen 5.2.1. Acreditación de la empresa iGEX Estudios.

5.3. Documentación curricular académica: Titulaciones del Auditor Energético

* *Ingeniero Industrial por la Universidad Politécnica de València*



Imagen 5.3.1. Carlos Jovaní Pérez, Ingeniero Industrial UPV.



iGEX ESTUDIOS: 698 95 02 89
iGEX ENERGÍA: 698 96 70 09



admin@igex.es



www.igex.es



C/ Ruiz Zorrilla, 2 12001 Castellón

