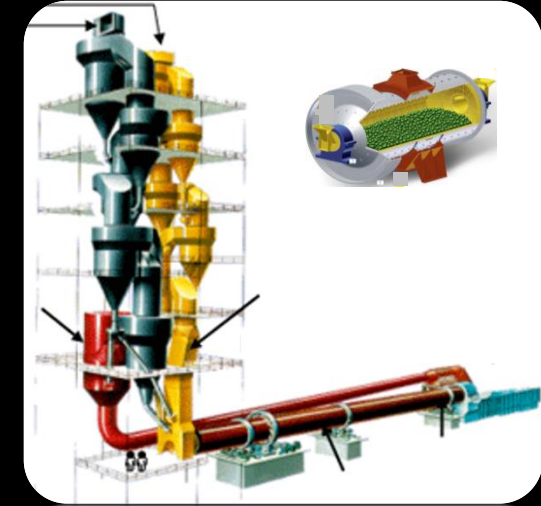


Estrategias de mitigación de CO₂ (GEI) en el Sector Cemento

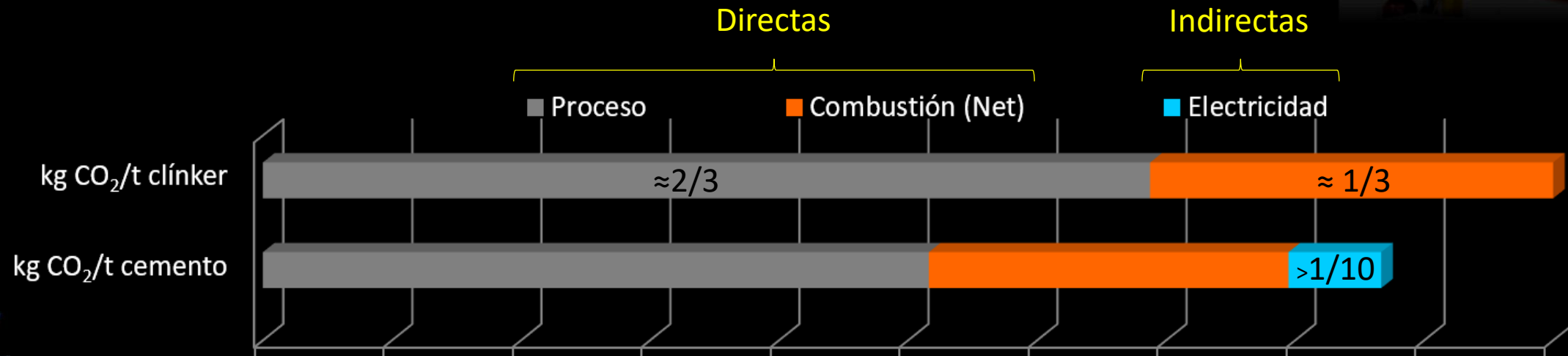
Operando una planta bajo un Sistema de Comercio de Emisiones: Elementos clave para la toma de decisión

Fuentes de CO₂ en el proceso del cemento

- Conocer que las principales emisiones de CO₂ durante la producción de cemento, provienen de su proceso químico, requerimiento térmico y consumo eléctrico.
- Otras emisiones, como equipo móvil, cocina y similares, representan típicamente $\gg 1\% \dots \lim_{\rightarrow 0}$



Emisiones de CO₂



Tipos de estrategias de abatimiento de GEI



- **Preventivas**

- Eficiencia térmica
- Combustibles con menor huella de CO₂
- Factor clínter

- **Indirectas**

- Calidad de producto
- Eficiencia eléctrica
- Proyectos de mitigación

- **Correctivas**

- Captura de CO₂ y sumideros de carbono

- **Herramientas**

- Análisis de ciclo de vida (ACV)
- Huella de carbono
- Caracterización de horno mediante balances de materia y energía

Preventivas; eficiencia térmica

$$Q = m * C_p * \Delta T$$

Calor sensible

- Gases de proceso (polvo, λ)
- Clínter
- Aire residual
- Aire primario y falso

ΔH^{rx} clinkerización

@T_{ref}=20°C

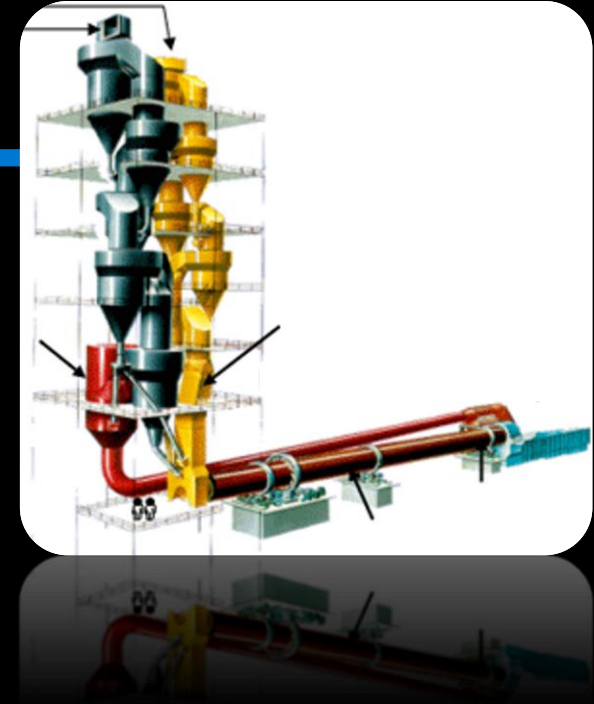
220 cal/g ckr $\pm$ 15%

20 cal/g ckr $\pm$ 25%

110 cal/g ckr $\pm$ 20%

Q en gases de proceso

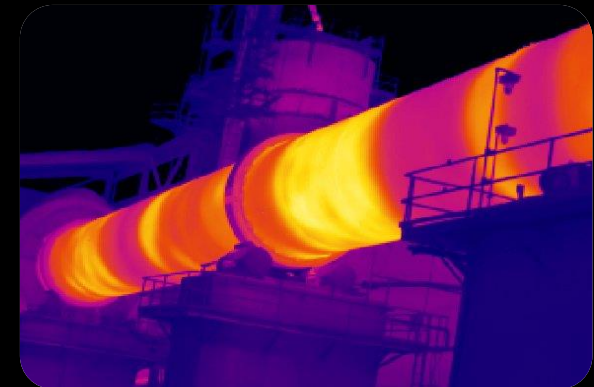
425 cal/g ckr $\pm$ 5%



$$Q = \frac{k * A * \Delta T}{X} + h_c * A * \Delta T + \sigma * \varepsilon * (T_0^4 - T_f^4) * A$$

Conducción Convección Radiación

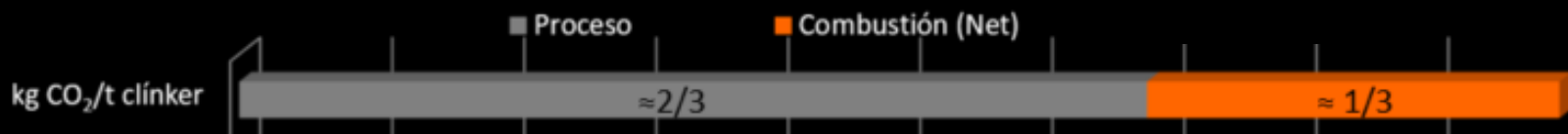
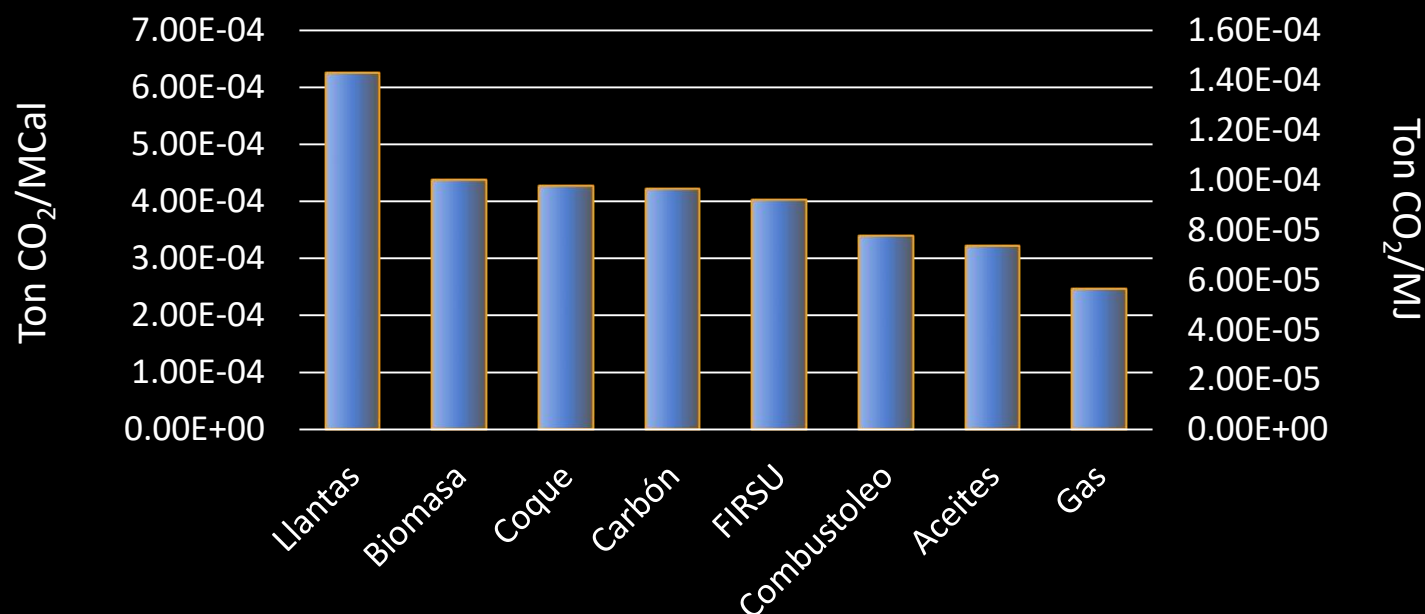
- Aislamiento, fugas conductivas, convectivas y radiantes
60-100 cal/g ckr



Preventivas; Combustibles con menor huella de CO₂

- El factor de emisión de un combustible, se refiere a la cantidad de CO₂ que emite por cada unidad de energía... no por unidad de masa.
 - Emisiones *Gross*: Emisiones totales – Emisiones generadas por Biomásas
 - Emisiones *Net*: Emisiones totales – Emisiones generadas por Combustibles Alternos

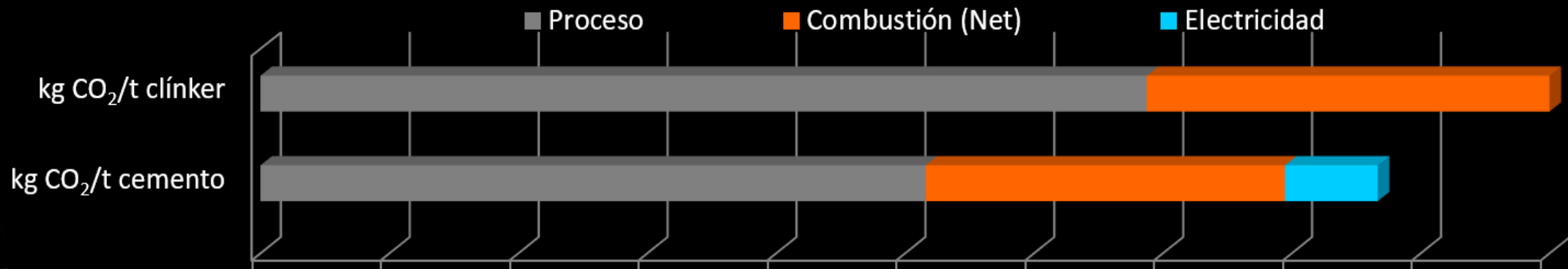
Factores de emisión



Preventivas; Factor clinker

- El total de la emisión de CO_2 por proceso, está relacionada al proceso de producción de clinker.
- Con excepción de secado (en caso de utilizar combustibles) y equipo móvil, la emisión de CO_2 por proceso, está relacionada a la producción de clinker.
- La emisión indirecta por electricidad, está relacionada con la molienda de materiales y de cemento, así que su proporcionalidad al clinker no es tan directa.

Reducir el factor de clinker, afecta de manera casi proporcional a la reducción de emisiones directas de CO_2 .



Indirectas

Calidad de producto

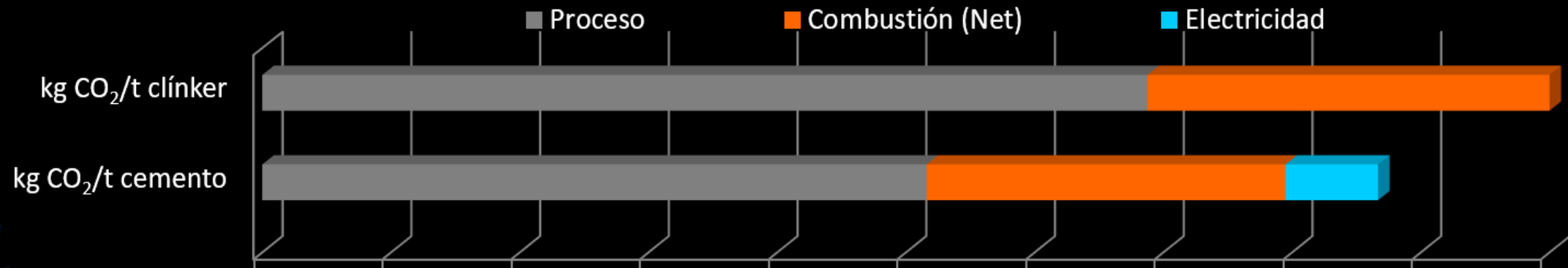
- El incremento en la calidad del clínker, tiene repercusiones en reducir el factor de clínker, con una subsecuente reducción en emisiones.

Eficiencia eléctrica

- Mitiga emisiones indirectas; No aplicable al mercado de emisiones de CyGEI.

Proyectos externos de mitigación

- *Offsets*. Permite desarrollar proyectos de reducción fuera de nuestro sector, haciendo un uso más eficiente de las inversiones [pesos/kg mitigado].



Captura de CO₂

- Proceso de extracción del carbono o del CO₂ de la atmósfera.

Sumideros de carbono

- Depósito natural o artificial de carbono, que absorbe el carbono de la atmósfera y contribuye a reducir la cantidad de CO₂ del aire. No mitiga emisiones.
- Los principales sumideros habían sido los procesos biológicos de producción de carbón, petróleo, gas natural, los hidratos de metano y las rocas calizas.
- Hoy en día son los océanos, y ciertos medios vegetales (bosques en formación).

Secuestro de carbono

- Proceso de captura de carbono o CO₂ y su almacenamiento en un sumidero.

La fotosíntesis es el principal mecanismo de secuestro de carbono. Las bacterias fotosintéticas, las plantas y la cadena alimentaria, son consideradas como sumideros de carbono.

El secuestro de CO₂ puede aumentar las emisiones de GEI, pues consume energía (que produce CO₂).

Herramientas

- Análisis de ciclo de vida (ACV)
- Huella de carbono
- Caracterización de horno mediante balances de materia y energía

