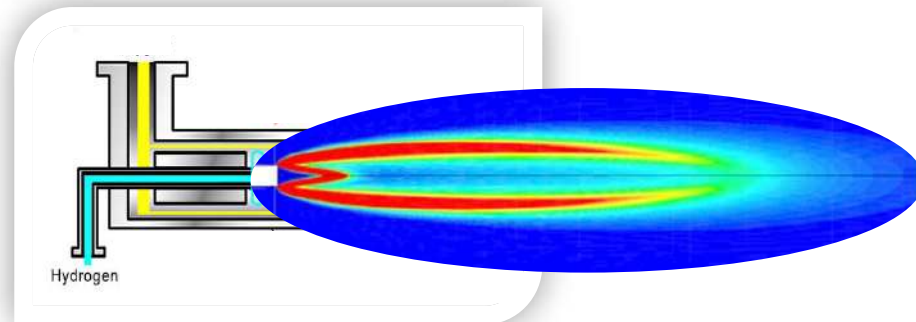
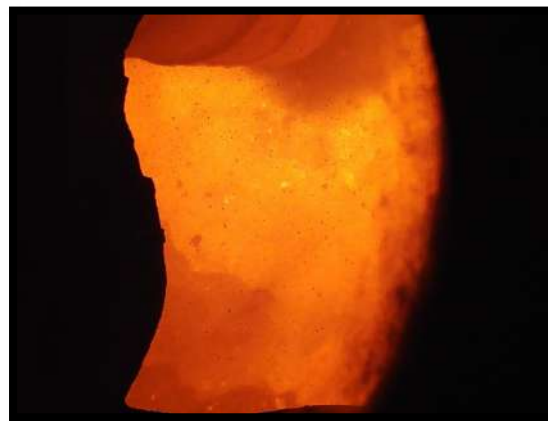


Tecnologías AL en la industria de los cementos

Aplicaciones de O_2 y H_2 para
reducción de las emisiones de
 CO_2



2021 DATOS CLAVE



~66,400
EMPLEADOS



PRESENCIA EN
75 PAÍSES *



MÁS DE **3.8**
MILLONES
CLIENTES &
PACIENTES



VENTAS
€23.3bn



BENEFICIO NETO
(GRUPO AL)
€2.6bn



DECISIONES DE
INVERSIÓN
€3.6bn

THIS DOCUMENT IS **CONFIDENTIAL**

2

Air Liquide
Sérgio Fernandes

AIR LIQUIDE, A WORLD LEADER IN GASES, TECHNOLOGIES AND SERVICES FOR INDUSTRY AND HEALTH

01-06-2022

ALTEC SWE combustion

Oficemen – Tecnologías AL en la industria de los cementos

INDUSTRIAL
MERCHANT

Nuestras plantas de producción de O₂ y H₂



THIS DOCUMENT IS CONFIDENTIAL

AIR LIQUIDE, A WORLD LEADER IN GASES, TECHNOLOGIES AND SERVICES FOR INDUSTRY AND HEALTH

3

Air Liquide
Sérgio Fernandes

01-06-2022

ALTEC SWE combustion

Oficemen – Tecnologías AL en la industria de los cementos

INDUSTRIAL
MERCHANT

El desafío en la industria de los cementos

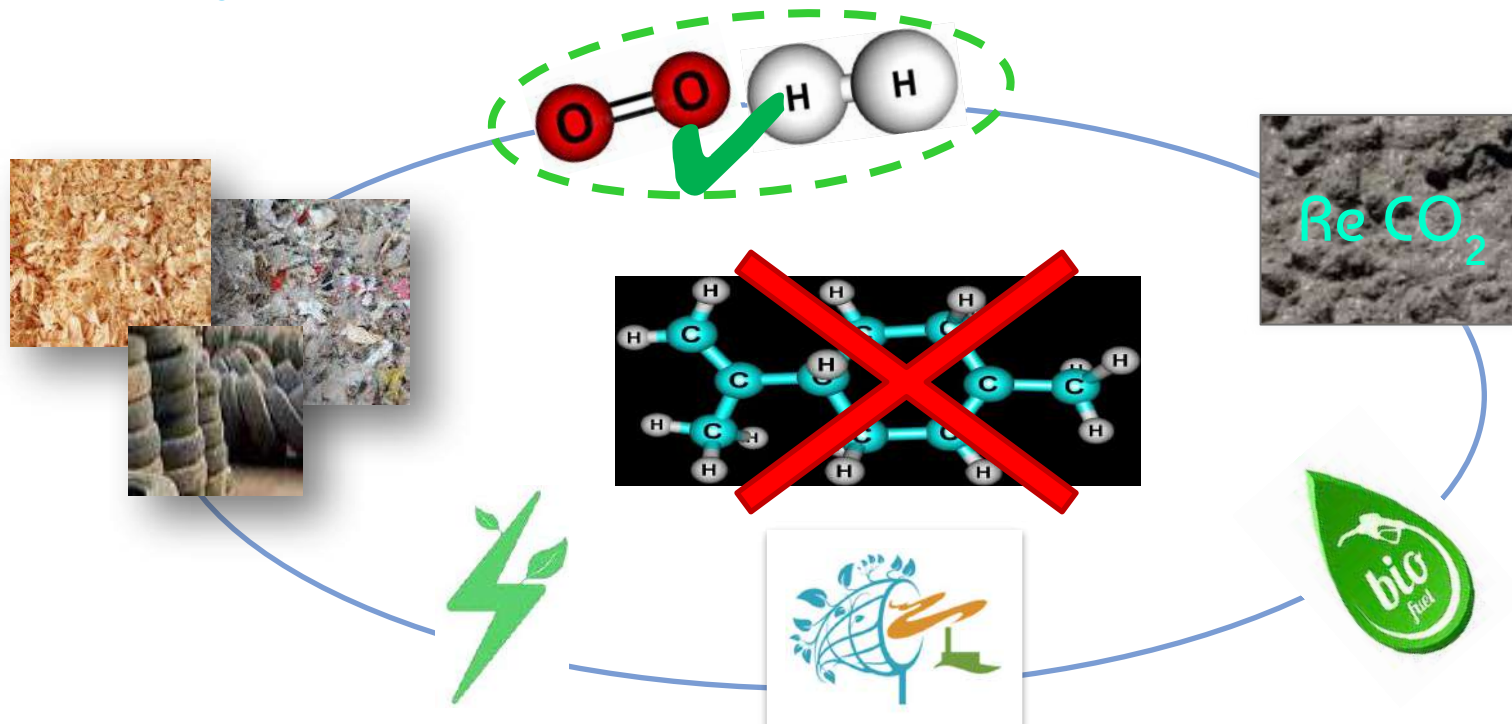
Objetivo de reducción de las emisiones de CO₂ en relación a 1990



¿Cómo reducir las emisiones de CO₂ ?

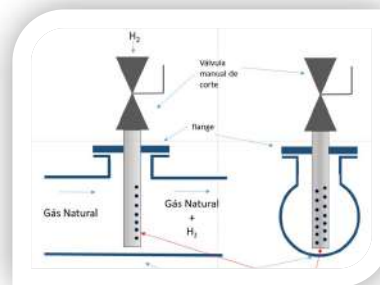


✓ Hay varias soluciones posibles



Tecnologías Air Liquide disponibles

- ❑ El Grupo Air Liquide dispone de tecnologías basadas en la utilización de O_2 y H_2 para reducir las emisiones de CO_2 en la producción de clinker



¿Qué aportan el O₂ y H₂ a la producción de clinker?

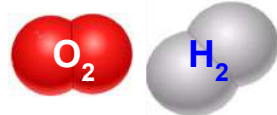
□ Usamos el O₂ mezclado con aire o puro por lanza para:

1. Aumentar el consumo de combustibles alternativos, sin impactar en la calidad y producción de clinker
2. Aumentar de la producción de clinker

□ Usamos el H₂ mezclado con el combustible o puro por lanza para:

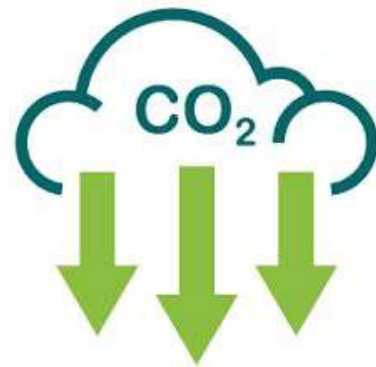
1. Reducir las emisiones de CO₂ (economía de combustibles fósiles)
2. Aumentar la fracción de combustibles alternativos en el quemador
3. Mayor estabilidad del proceso y aumenta la velocidad de combustión de todos los combustibles

Ventajas de la tecnología Air Liquide



La adopción de la tecnología AL en el horno rotativo de clinker aporta los siguientes beneficios:

- Reducción de las emisiones de CO₂ (economía de combustibles de origen fósil)
- Aumento de la tasa de incorporación de combustibles alternativos (CA)
- Utilizar combustibles alternativos de menor PCI
- Mayor velocidad de la combustión
- Combustión más estable (llama más compacta y corta)
- Aumento de la temperatura de llama para compensar la mayor tasa de combustibles alternativos
- Mantiene bajo control el CO y O₂ a la entrada de horno



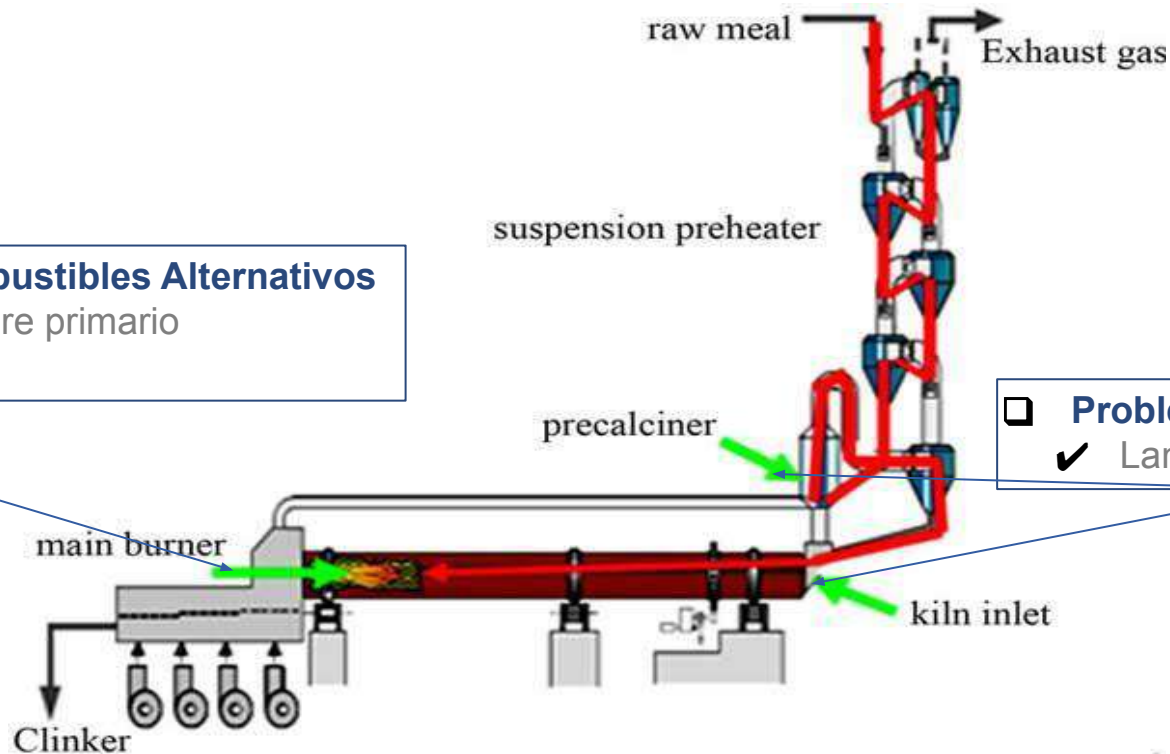
¿Dónde aplicar el O₂?

Aumento de Combustibles Alternativos

- ✓ O₂ diluido en el aire primario
- ✓ Lanza O₂

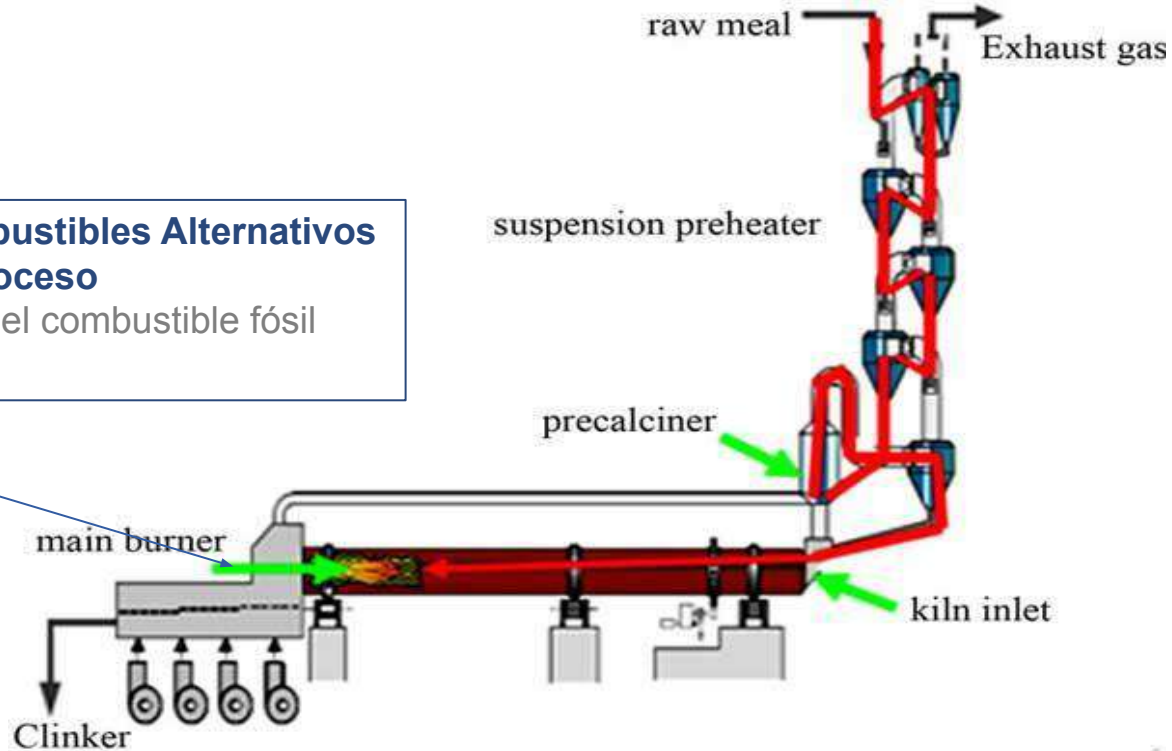
Problema de CO

- ✓ Lanza O₂



¿Dónde aplicar el H₂?

- ❑ Aumento de Combustibles Alternativos
- ❑ Estabilidad del proceso
 - ✓ H₂ mezclado con el combustible fósil
 - ✓ Lanza H₂



Condiciones para implementación del O₂ y H₂ en horno

❑ La realización de pruebas con O₂ y/o H₂ en la fabricación de clinker requiere algunas condiciones para obtener resultados fiables:

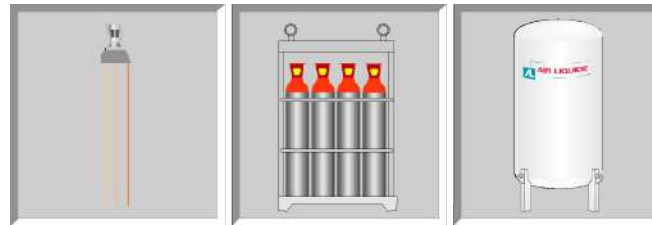
- Horno estable durante las pruebas
- Periodo de ensayos entre 3 y 6 meses.
- Tiempo mínimo de 1 semana con enriquecimiento de O₂ para obtener datos suficientemente claros (con H₂ se puede reducir)
- Análisis continuo del %CO y %O₂ en el horno (y en opción en el PC).
- Cambiar un parámetro de cada vez y de forma progresiva, esperando tiempo suficiente para evaluar resultados antes de volver a cambiar.



Propiedades del Oxígeno - O₂



OXÍGENO (O₂)



Características

- Sin color (azul claro en estado líquido), sin olor, sin sabor
- Densidad en relación al aire: 1,1
- Proporción en el aire : 21% en volumen
- Efecto de la sobreoxigenación en la combustión:
 - ✓ inflamación más rápida de los combustibles
 - ✓ llama mucho más caliente y propagándose rápidamente



O₂ Bajo control



No engrasar



Tuberías sin polvo



Baja velocidad
en tubería



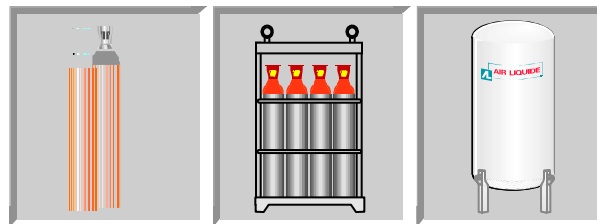
Manipular lenta
de las válvulas

Propiedades del Hidrógeno – H₂

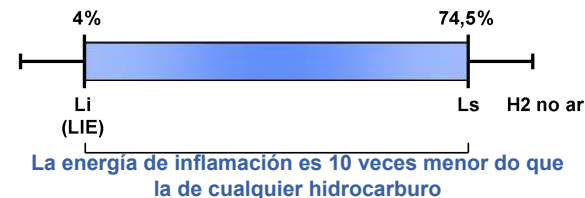


HIDROGÉNIO (H₂)

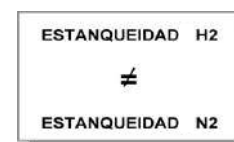
Características



- ✓ Sin color, sin olor y sin sabor
- ✓ Densidad en relación al aire: 0,07
- ✓ Características de la molécula: la más pequeña, la más rápida, la menos viscosa
- ✓ Las fugas acontecen muy fácilmente
- ✓ El gas liberado se concentra en los puntos elevados (atención: *concentración aleatoria*).

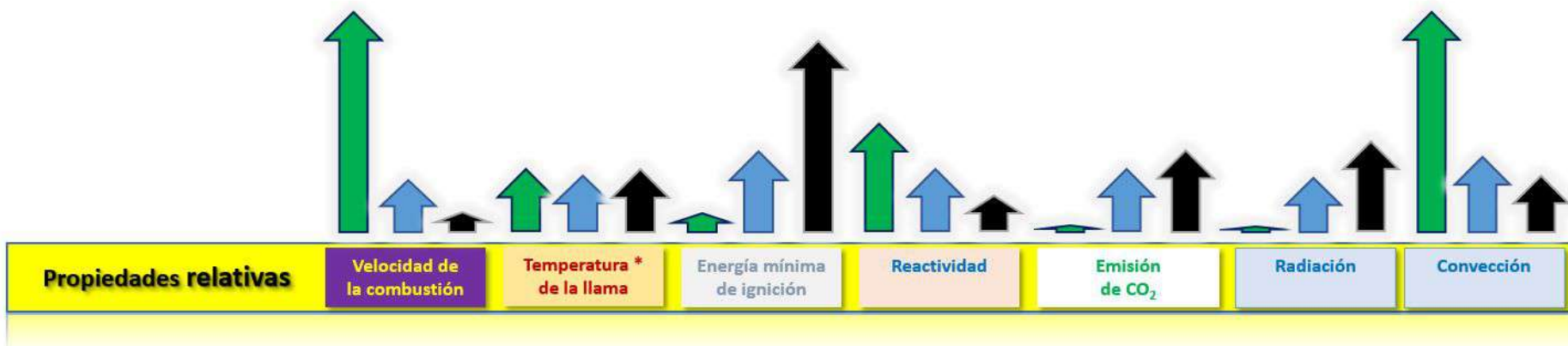


- **Características de la llama:** no poluente (producto: vapor de agua), invisible a la luz del día
- **Compatibilidad con los materiales a la temperatura ambiente:**
⇒⇒⇒ fragiliza el hierro, algunos aceros, el hierro fundido y el titanio



Propiedades de algunos combustibles

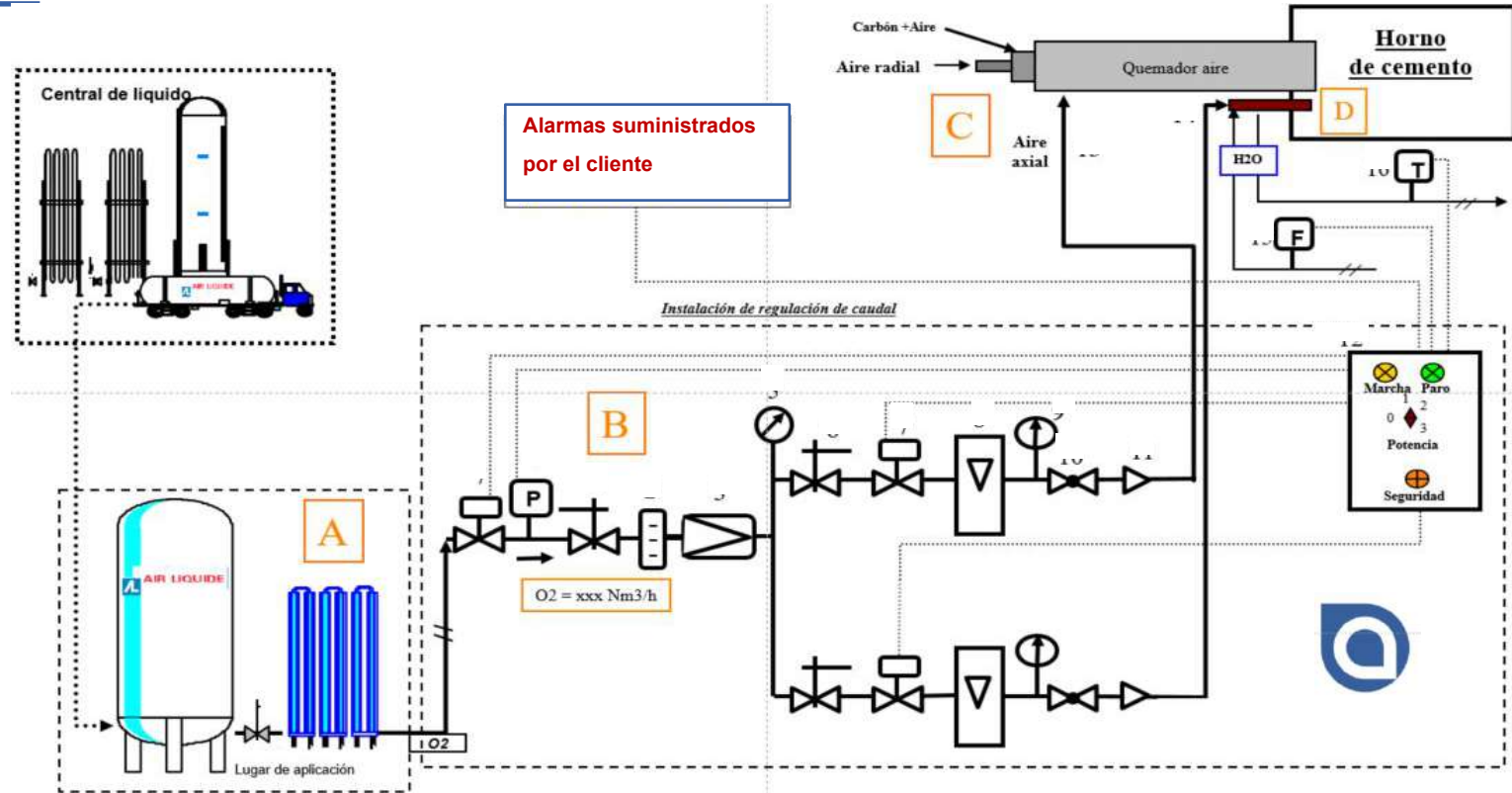
- Tabla comparativa de propiedades de algunos combustibles



 Hidrogeno
 Gas natural
 Petcoke

* - en condiciones estequiométricas

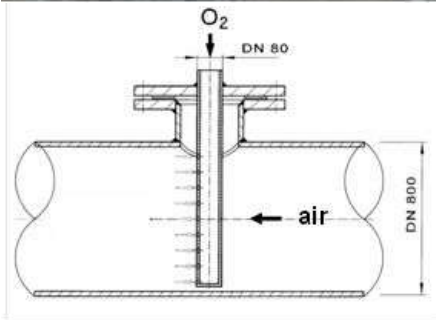
Instalación típica de O₂ para horno rotativo de clinker



Tecnologías de inyección O₂

❑ Mezclador de gas

- Para diluir el aire primario



❑ Lanza oxígeno

- Inyección de oxígeno
- Inyección de oxígeno y AF (separadas o juntas, *tecnología patentada OLAF*)



❑ Skid de control



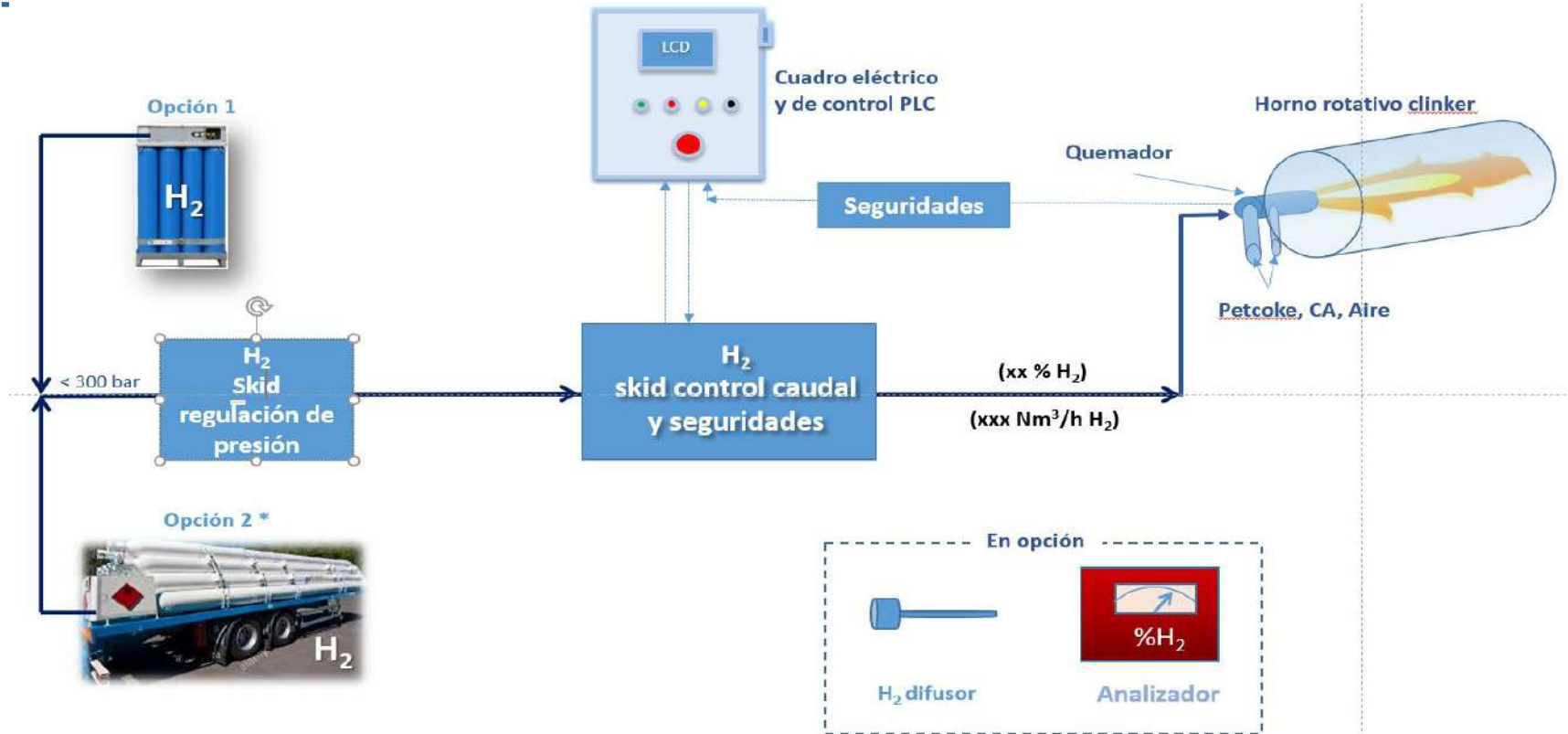
Ventajas de utilizar O₂ en el quemador

❑ La utilización de O₂ puro en lanza o diluido en el aire primario:

- Aumenta la tasa de combustibles alternativos (CA)
- Reduce las emisiones de CO₂
- Permite usar CA de menor PCI
- Anticipa la combustión de CA
- Aumenta la temperatura de llama
- Supera las limitaciones del ventilador de tiro
- Mejora el control de CO y O₂ a la entrada de horno



Instalación de H₂ para horno rotativo de clinker



Materiales de la instalación H₂

H₂ Semiremolque



Cuadro de control



Caudalímetro gas natural e inyector H₂

skid seguridad y control caudal H₂



Potelet H₂ conexión del SR a la instalación



Analizador H₂

Beneficios de mezclar H₂ con cualquier combustible

- ❑ La utilización de H₂ mezclado con otros combustibles genera combustión más eficiente y garantiza:

- Aumento de la tasa de combustibles alternativos
- Utilización de CA de bajo PCI
- Reducción de las emisiones de CO₂
- Inflamabilidad extendida
- Mayor reactividad de la llama
- Aumento de la velocidad de quema



Realización de ensayos con O₂ / H₂ – oferta AL!

- ✓ **Gas**
 - O₂ o H₂ gas para el proceso de combustión
- ✓ **Materiales y equipos asociados**
 - Lanza O₂, Lanza H₂
 - Mezclador Gases
 - Canalización
 - Quemador AF-O₂/H₂
 - Skid y cuadro de control
- ✓ **Equipos & Montaje**
 - Canalización y skid,...
- ✓ **Servicios incluidos**
 - Arranque y comisionamiento
 - Ensayos
 - Discusión de los resultados y propuesta de nuevos parámetros



Resultados expectables en la producción de clinker



- ❑ Usando O_2 mezclado con aire o puro por lanza (hasta $500 \text{ Nm}^3/\text{h}$) en el quemador es posible:

1. Aumentar en 15-40% el consumo de CA en el quemador de horno, manteniendo constante la calidad y la producción del clinker
2. Reducir las emisiones de CO_2

- ❑ Usando el H_2 puro inyectado en el horno por lanza, es posible:



1. Reducir las emisiones de CO_2
2. Reducir el consumo de combustible fósil por encima de equivalente térmico (mayor eficiencia de la combustión).
3. Mayor estabilidad de la combustión

Ejemplos prácticos de utilización de O₂ y H₂ (1) Francia

□ Técnica:

- Inyección de O₂ por lanza en el quemador

□ Contexto:

- Aumento del uso de combustibles alternativos
Sustitución de carbón por CA
- Mantenimiento de la calidad del clinker

Resultados:

- Aumento del uso de combustibles alternativos en un 8%
- Caudal máximo de O₂ = 180 Nm³/h
- Sustitución de carbón por CA

□ Plan de Acción:

- Estudio técnico de la mejor solución
- Fase de ensayos
- Formación de los operadores del cliente en el manejo de los equipos
- Análisis de los resultados



Ejemplos prácticos de utilización de O₂ y H₂ (2) Iberia

□ Técnica:

- Inyección de O₂ por lanza en el quemador + en el aire primario

□ Contexto:

- Aumento del uso de combustibles alternativos
- Sustitución de combustibles sólidos: de carbón por CA (CDR)
- Mantenimiento de la calidad del clinker

Resultados:

- Aumento del uso de combustibles alternativos en 13-20%
- Caudal máximo de O₂ = 400 Nm³/h
- Ahorro de combustibles fósil = reducción de las emisiones de CO₂

□ Plan de Acción:

- Estudio técnico de la mejor solución
- Fase de ensayos
- Formación de los operadores del cliente en el manejo de los equipos
- Análisis de los resultados



Ejemplos prácticos de utilización de O₂ y H₂ (3) Iberia

□ Técnica:

- Inyección de H₂ diluido en el GN en una caldera de producción de vapor

□ Contexto:

- Ahorro del gas natural
- Reducción de las emisiones de CO₂
- No impacto en la producción y calidad del vapor

Resultados:

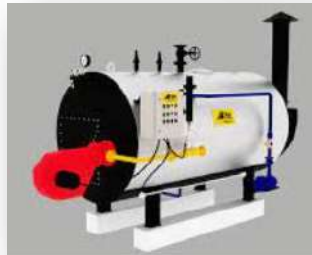
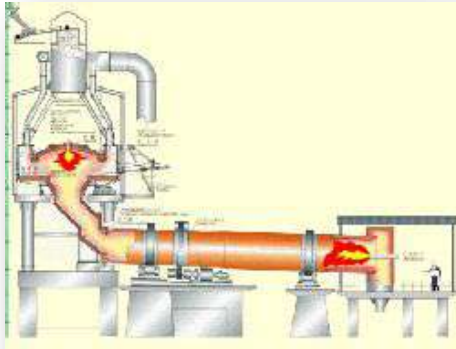
- Reducción de las emisiones de CO₂ en -7,8% / ton vapor
- Incremento de la eficiencia de combustión en 3,8% (por encima del equivalente térmico)
- Caudal máximo de H₂ = 110 Nm³/h (15%H₂)

□ Plan de Acción:

- Estudio técnico de la mejor solución
- Fase de ensayos
- Formación de los operadores del cliente en el manejo de los equipos
- Análisis de los resultados y negociaciones para uso industrial



Algunas aplicaciones industriales que pueden usar H₂





Fin de la
presentación
-
Gracias
por vuestra
atención