



WEBINAR

Optimización Energética en Procesos de Secado de Semillas

Un caso de estudio para detectar oportunidades de ahorro en el secado

Expositor

Nicolás Sanz Biava

Ing. Civil Mecánico • 22 de octubre de 2026

Organizan: ANPROS y Aiguasol Latam



Programa de Difusión Tecnológica

Tecnologías de Adaptación al Cambio
Climático para la Industria de la Semilla

Proyecto apoyado por

Comité Desarrollo Productivo
METROPOLITANO
por CORFO

Contenido

1

Gestión y eficiencia energética

Ley 21.305 y estándar ISO 50001

2

Medidas de eficiencia en la industria semillera

Oportunidades térmicas y eléctricas

3

Caso de estudio: secado de mazorcas

Diagnóstico energético y dos medidas de ahorro

4

Conclusiones

Cómo llevar esto a otras plantas

Gestionar la energía: más que cumplir, una oportunidad

Ley 21.305 de Eficiencia Energética (2021)

Exige a los grandes consumidores (sobre 50 Tcal/año, $\approx$ 58 GWh/año) implementar un Sistema de Gestión de Energía (SGE).

Estándar ISO 50001

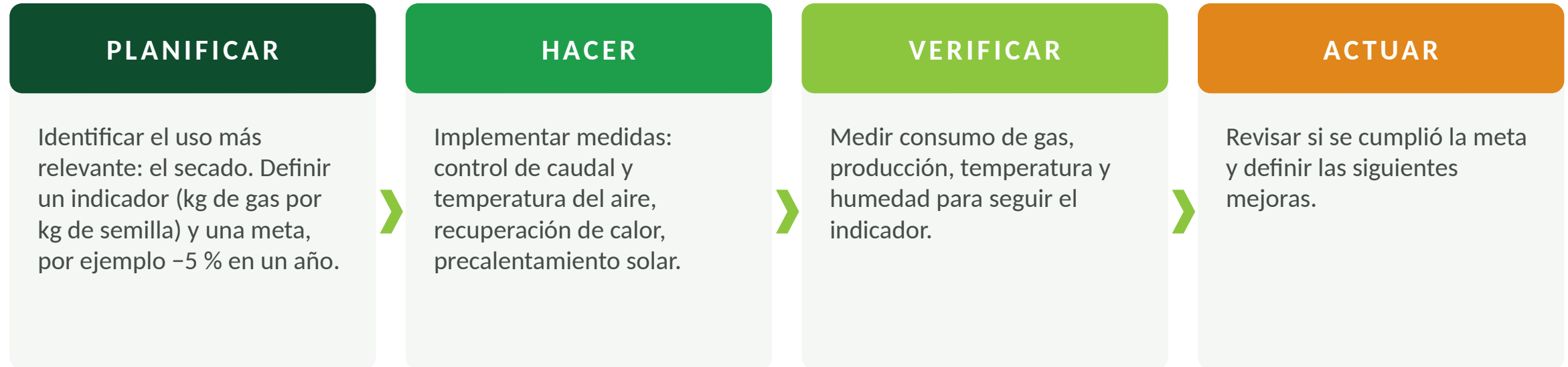
Norma internacional para sistemas de gestión de energía y base del reglamento de la ley. Busca la mejora continua del desempeño energético.

¿Y las plantas semilleras?

Una planta mediana consume del orden de 1–5 GWh/año: no está obligada, pero el secado concentra el 50–70 % de su energía. Ahí está el mayor potencial.



Cómo se aplica en una planta semillera



El caso que veremos es ese primer paso: medir y entender el secado para encontrar dónde actuar.

Oportunidades típicas en la industria semillera



Térmicas — secado

- Control de temperatura y caudal de aire
- Control de humedad para evitar sobresecado
- Recuperación del calor del aire de salida
- Aislación de ductos y cámaras
- Ajuste del aire de combustión del quemador
- Inversión de flujo en el secado



Eléctricas — motores y servicios

- Variadores de frecuencia en ventiladores
- Motores de alta eficiencia (IE3 / IE4)
- Transmisiones eficientes
- Compensación de reactivos y armónicos
- Gestión de demanda en horario punta
- Iluminación LED y control de fugas de aire comprimido



Energías renovables

- Biomasa residual
- Bombas de calor
- Precalentamiento solar del aire de secado
- Generación fotovoltaica (net billing)



La base de todo: medir y monitorear. Consumo de gas y electricidad, temperatura y humedad del aire, y humedad del producto.

Un secador de mazorcas de maíz, de la medición al ahorro



¿Qué se hizo?

Un diagnóstico energético de un secador de mazorcas de lecho fijo, con quemador a gas licuado (GLP), en una planta semillera.



¿Cómo?

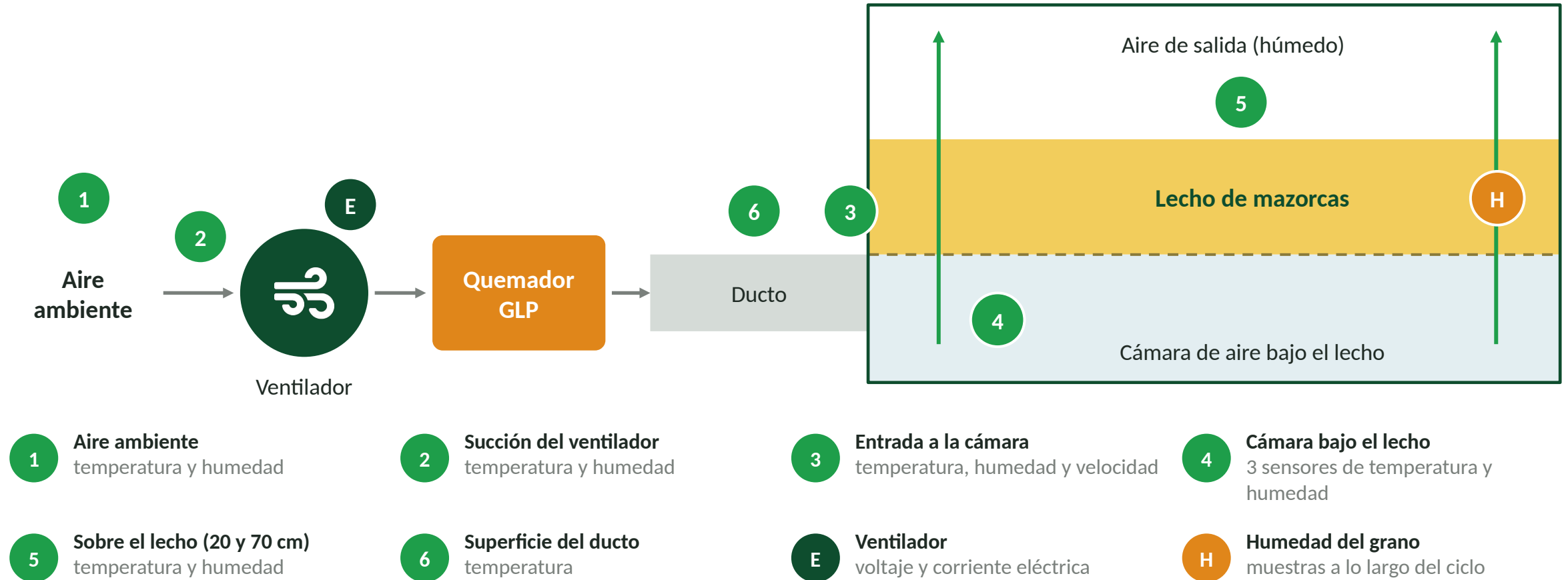
Midiendo en terreno un ciclo completo de secado: temperatura y humedad del aire en puntos clave, humedad del grano y consumo eléctrico del ventilador. Con esos datos se construyó un balance de energía del proceso.



¿Para qué?

Entender dónde se va la energía, identificar oportunidades de ahorro y cuantificar su impacto económico, como un ejemplo replicable en otros secadores.

El proceso y los puntos de medición



Medición en terreno durante un ciclo completo de secado



Instalación de sensores sobre el lecho



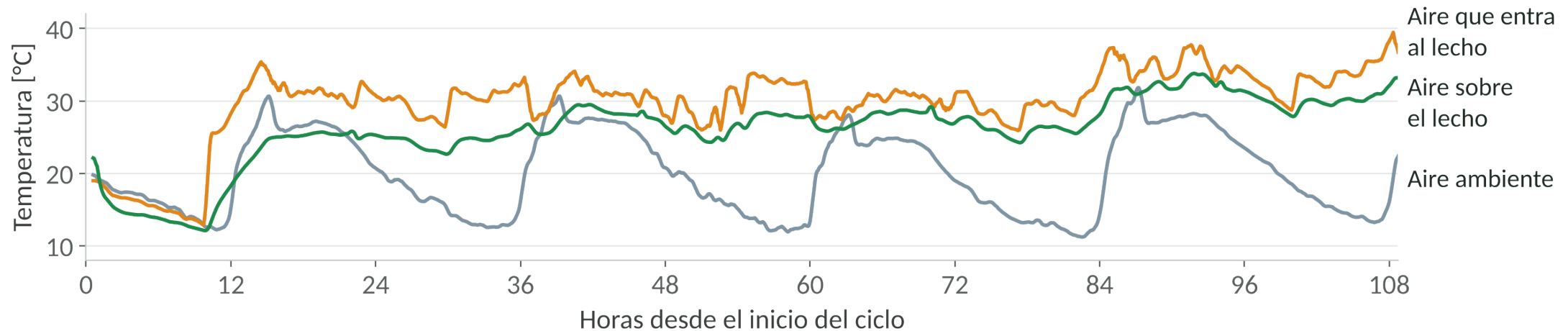
Sensor en la entrada de aire a la cámara



Quemador y ducto de entrada de aire

Lo que muestran las mediciones

Temperatura del aire durante el ciclo completo de secado ($\approx 4,5$ días)



El aire ambiente varía entre unos 11 °C de noche y 32 °C de día.



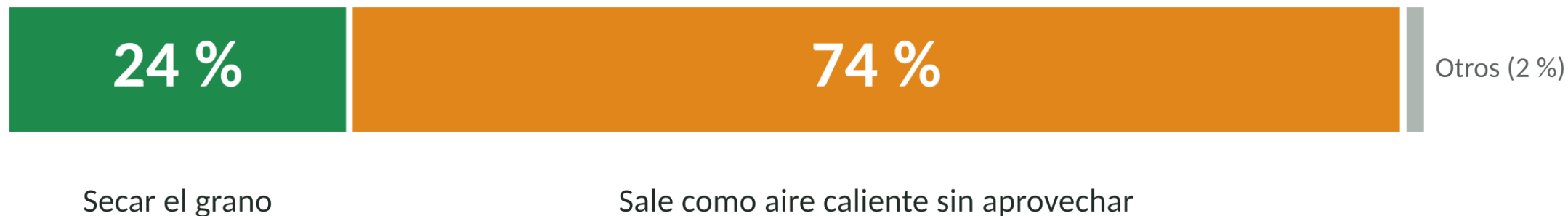
El quemador mantiene el aire de entrada cerca de 30 °C: trabaja más de noche y menos en las horas de calor.



Durante las primeras ~10 horas el aire entró sin calentar: medir deja ver cómo se opera realmente el secador.

Tres de cada cuatro kWh de gas salen con el aire sin aprovecharse

¿En qué se usó la energía del gas durante el ciclo de secado?



25.678 kWh

de gas consumidos en un ciclo completo de secado

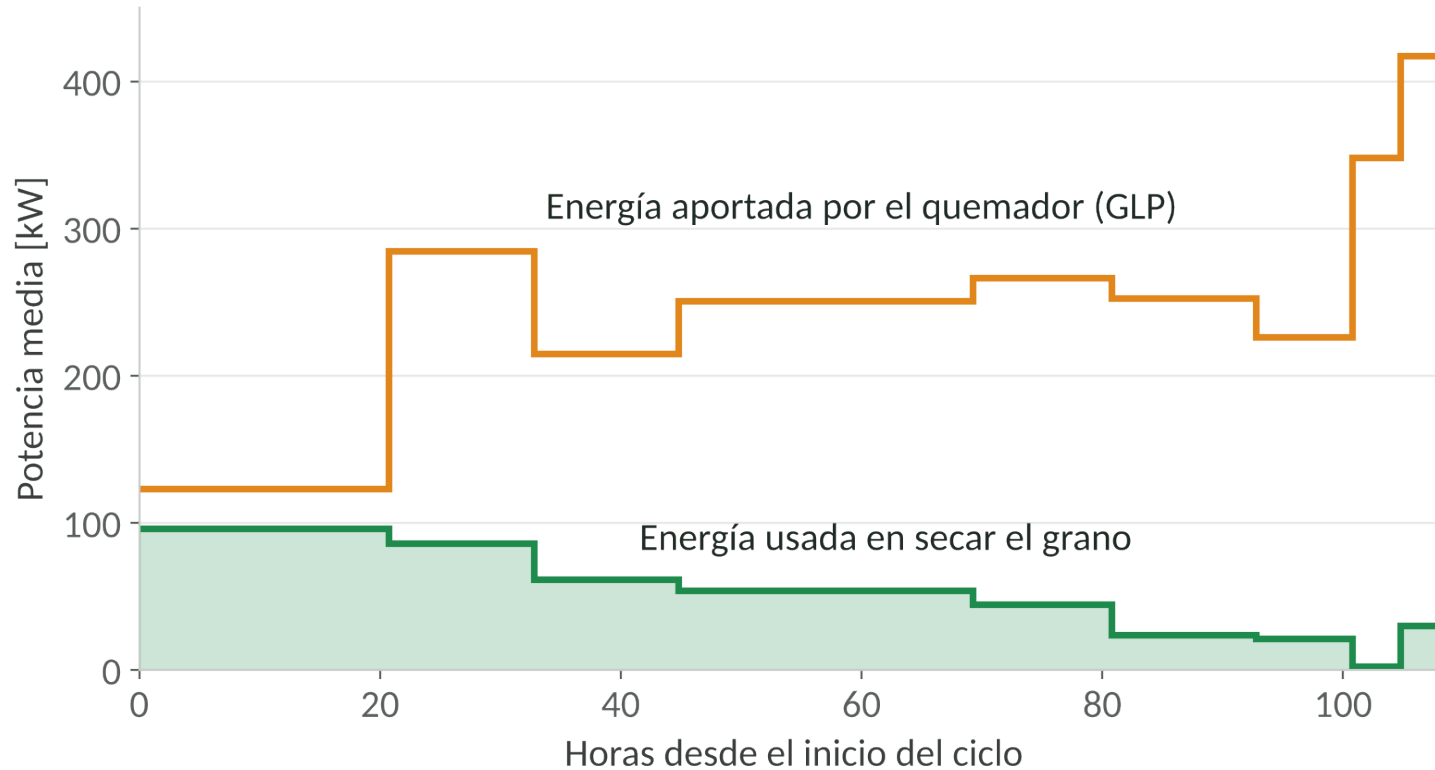
24 %

se usa en lo que importa: evaporar el agua del grano

74 %

sale como aire caliente: el principal potencial de ahorro

La eficiencia cae a medida que el grano se seca



78 %

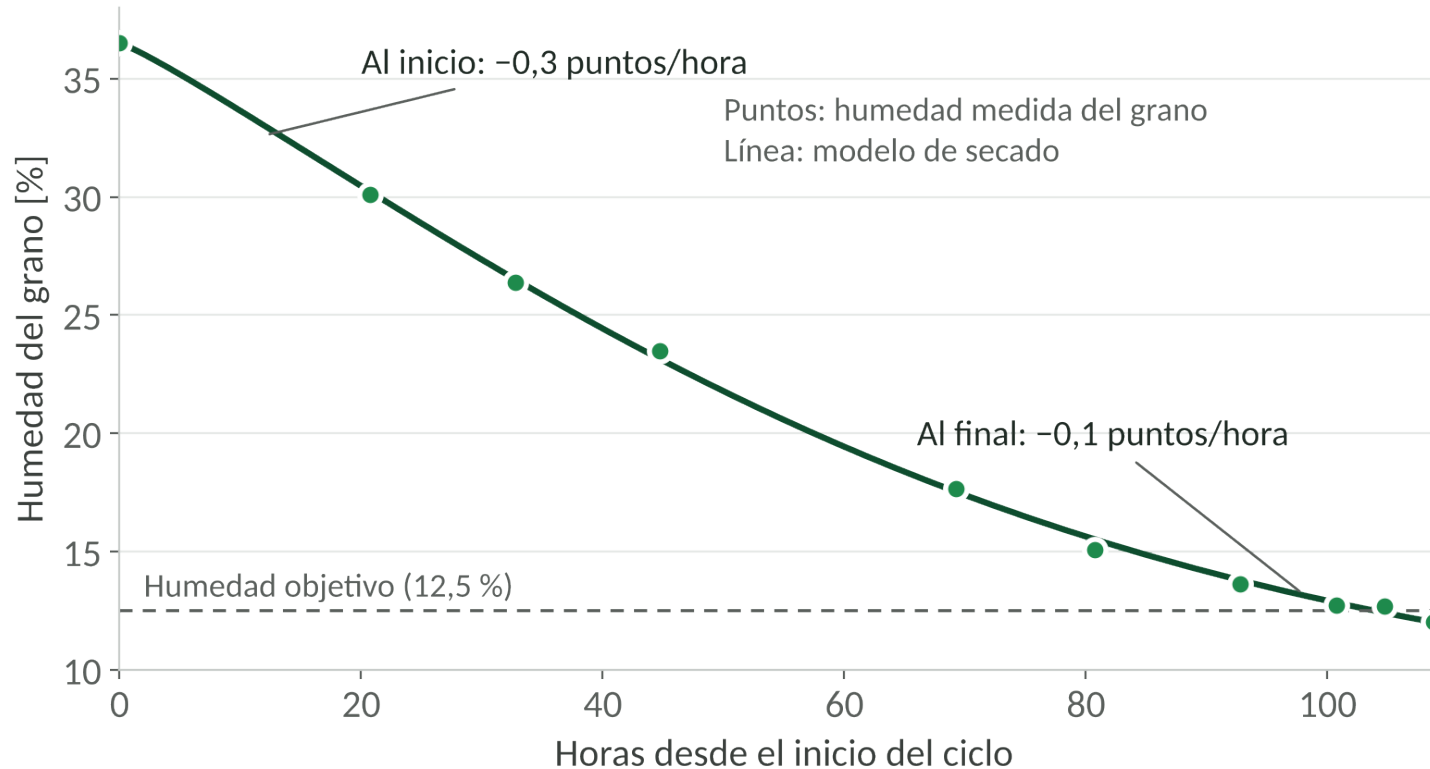
de la energía del gas se usa en secar al inicio del ciclo

< 10 %

en las últimas horas: el quemador sigue aportando, pero el resultado útil es mínimo

El aire entra igual durante todo el ciclo, aunque el grano necesita cada vez menos.

El ritmo de secado lo marca el grano, no el aire



El grano se seca cada vez más lento: el agua debe migrar desde el interior de la mazorca hacia la superficie.



En esa etapa, entregar más aire no acelera el secado: solo calienta aire que sale sin cargarse de humedad.

Oportunidad

Pasado el arranque, sobra aire: se puede reducir el caudal sin afectar el secado.

Dos medidas para ajustar el aire a lo que el proceso necesita



MEDIDA A

Reducir el caudal en régimen

Operar a caudal pleno durante el calentamiento inicial y luego reducir el caudal de aire en un 40 % fijo.

Requiere: Variador de frecuencia en el ventilador, con un control simple de dos velocidades.



MEDIDA B

Regular el caudal de forma continua

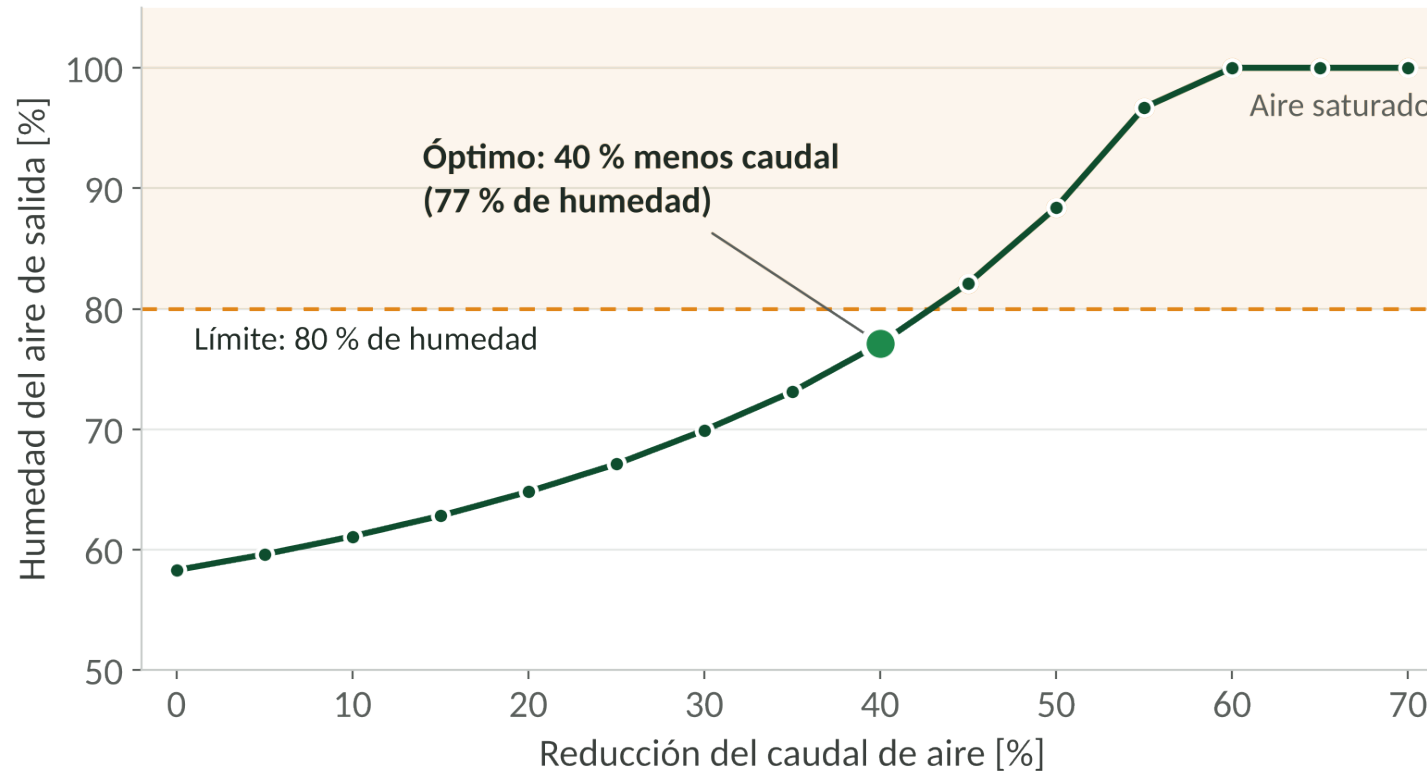
Ajustar el caudal a lo largo del ciclo según avanza el secado, con reducciones de hasta 74 % en la etapa final.

Requiere: El mismo variador, más un sensor de humedad del aire de salida y una lógica de control.



¿Por qué ahorra gas? El quemador regula por temperatura: con menos aire que calentar, quema menos gas y la temperatura de secado se mantiene. El límite es que el aire de salida no supere 80 % de humedad, para evitar condensación y zonas sin secar.

¿Cuánto se puede reducir el caudal?



Con menos aire, la misma agua se reparte en menos aire: el aire de salida sale más húmedo.

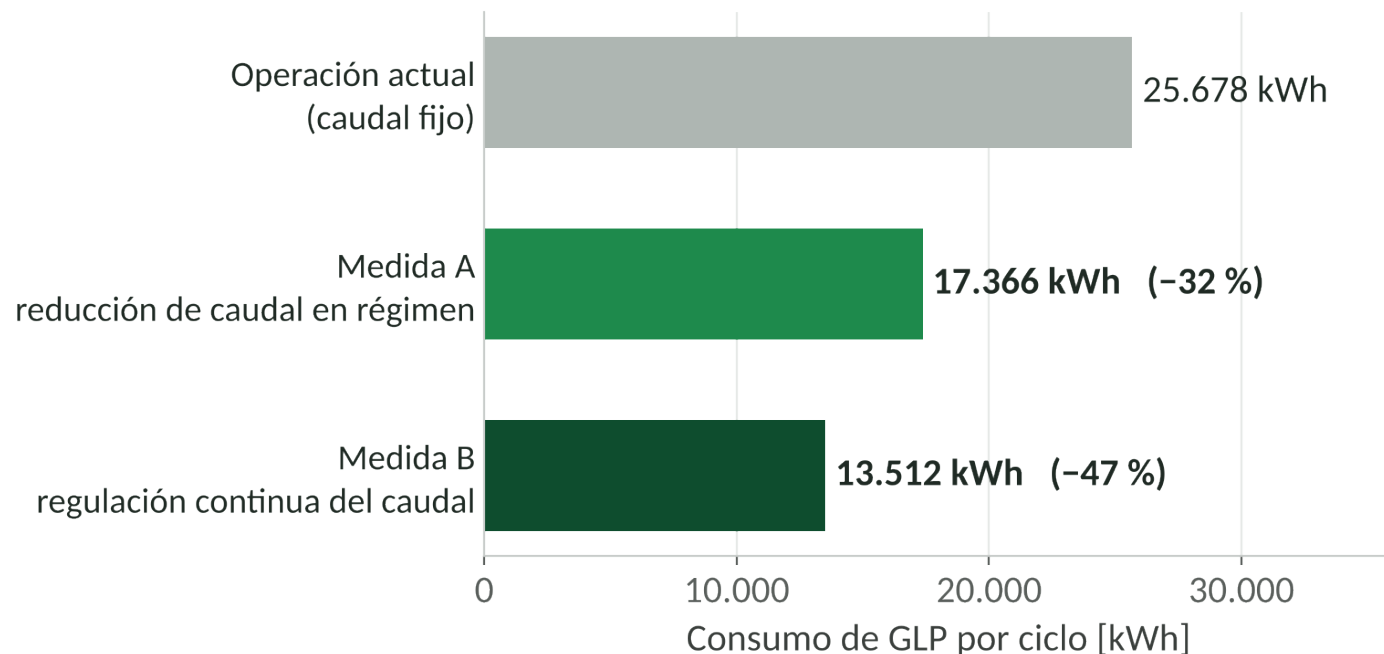


Se fija un límite de 80 % de humedad, como margen para las zonas del lecho que secan más lento.

Resultado

Hasta 40 % menos caudal en régimen sin superar el límite. Más allá, el aire se satura y el secado se frena.

Ahorros de entre 32 % y 47 % del gas por ciclo



MEDIDA A

≈ **630.000 \$** por ciclo de secado

-32 % gas · -63 % electricidad del ventilador

MEDIDA B

≈ **910.000 \$** por ciclo de secado

-47 % gas · -73 % electricidad del ventilador

COSTO ACTUAL

≈ **7,5 MM\$/año**

Gas 95 % · electricidad 5 %

AHORRO MEDIDA A

≈ **2,5 MM\$/año (-34 %)**

Gas 2,3 MM\$ · electricidad 0,2 MM\$

AHORRO MEDIDA B

≈ **3,6 MM\$/año (-49 %)**

Gas 3,4 MM\$ · electricidad 0,3 MM\$

Por secador, con ~4 ciclos/año · % sobre el costo energético total

Inversión acotada y retorno cercano a un año

2,0 – 3,5 MM\$

Inversión estimada

Variador de frecuencia, tablero, cableado,
control e instalación

≈ 2,5 MM\$/año

Ahorro por secador

Con la medida A y unos 4 ciclos de secado
al año

≈ 1 año

Retorno de la inversión

Entre 0,8 y 1,4 años según el monto final
de inversión

Una implementación por etapas

1

Instalar el variador y operar
con la medida A



2

Validar el ahorro con una
campaña piloto



3

Sumar el control continuo
(medida B) sobre el mismo
equipo

Detectar oportunidades empieza por medir



Con instrumentación simple y un ciclo de datos se puede entender dónde se va la energía de un secador.



En el secado, la mayor pérdida suele ser el aire caliente que sale sin aprovecharse: el control del flujo de aire, el control de humedad y la recuperación de calor apuntan directamente a ella.



Un caudal de aire fijo sobreventila en las etapas finales: ajustarlo a la necesidad del grano puede ahorrar entre un tercio y casi la mitad del gas.



Son medidas de baja inversión y retorno rápido, que pueden implementarse por etapas y validarse con pilotos.



Un Sistema de Gestión de Energía (ISO 50001) da el marco para medir, sostener y ampliar estas mejoras en el tiempo.



¡Muchas gracias!

¿Preguntas?

Nicolás Sanz Biava
www.aiguasol.cl

Organizan: ANPROS y Aiguasol Latam



Programa de Difusión Tecnológica
Tecnologías de Adaptación al Cambio
Climático para la Industria de la Semilla

Proyecto apoyado por

Comité Desarrollo Productivo
METROPOLITANO
por **CORFO**