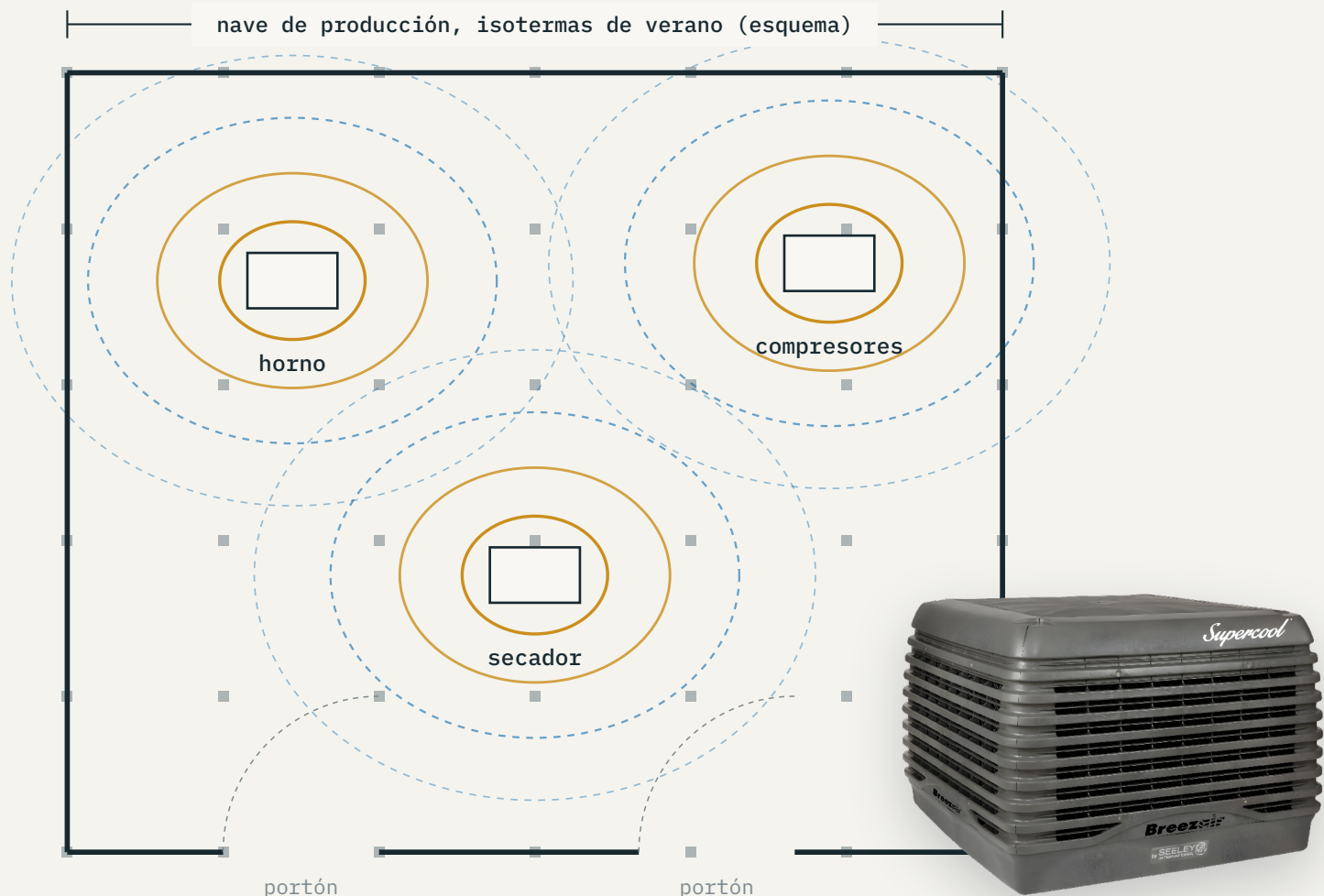




Breezair TBS: enfriador evaporativo directo de ventilador axial. Imagen: Seeley International, página «Breezair evaporative cooling for Europe», consultada en 2026.

Isotermas alrededor del calor de proceso

CALOR EN LA PLANTA INDUSTRIAL:

CÓMO BAJAR LA TEMPERATURA SIN SUBIR LA FACTURA

Una nave industrial se enfría por zonas y por orden: primero se saca el calor de proceso, luego se mueve el aire y al final se enfría lo que todavía haga falta. Datos de OIT, fichas Breezair y el costo de generación vigente en Honduras.

RESUMEN EJECUTIVO

[1] Organización Internacional del Trabajo, «Working on a warmer planet: The impact of heat stress on labour productivity and decent work» (2019)

Una planta caliente cuesta dos veces: en productividad y en energía, si la respuesta es climatizar la nave completa con equipos de refrigeración. La Organización Internacional del Trabajo asocia temperaturas por encima de 24–26 °C con menor productividad, y estima que a 33–34 °C un trabajador en tarea de intensidad moderada pierde la mitad de su capacidad de trabajo [1]. En naves de techo alto con procesos que emiten calor, ese rango se alcanza en las horas centrales del día.

[3] Seeley International, ficha Breezair Superstealth TBSI 580

Este documento propone una estrategia por zonas en cuatro pasos —extraer el calor de proceso en su origen, ventilar, enfriar por evaporación donde el clima lo permite y reservar la refrigeración para lo que la exige— y la respalda con datos de fabricante y aritmética propia. Un enfriador Breezair TBSI 580 entrega 18.4 kW de capacidad con 1.5 kW de consumo máximo en condición de ensayo [3]: frente a un equipo refrigerado de COP 3, son unos 4.6 kW eléctricos menos por cada unidad equivalente.

33–34 °C

Temperatura a la que se pierde 50 % de la capacidad de trabajo moderado

● OIT [1]

12.3

kW de capacidad por kW eléctrico del TBSI 580, en condición de ensayo

● Breezair [3], cálculo propio

80 %

Ahorro máximo declarado frente a refrigeración, con supuestos del fabricante

● Seeley International [2]

100 %

Aire exterior en el enfriamiento evaporativo directo: ventila mientras enfría

● Seeley International [4]

La tesis en una línea

La temperatura de una planta baja por orden: primero sale el calor de proceso, después se mueve el aire y al final se enfría solo lo que todavía haga falta.

02

Introducción

EL PROBLEMA, DIMENSIONADO

Un gerente de planta recibe la queja de calor por dos vías: la del personal, que la siente en el turno de la tarde, y la del indicador de producción, que la muestra como más pausas, más errores y menos unidades por hora. La OIT cuantificó esa relación. Hasta cerca de 24 °C los trabajadores mantienen su ritmo; a 33–34 °C, en una tarea de intensidad moderada, una hora de trabajo rinde lo que media hora en condiciones normales [1]. La misma organización proyecta que el estrés térmico reducirá 2.2 % del total de horas de trabajo en el mundo hacia 2030 [1].

ENFRIAR EL AIRE DE UNA NAVE ABIERTA MIENTRAS EL PROCESO SIGUE CALENTÁNDOLO ES UNA COMPRA DE ENERGÍA CON FUGAS EN CADA PORTÓN.

[8] Comisión Reguladora de Energía Eléctrica, Acuerdo CREE-78-2025

La reacción habitual es pedir aire acondicionado para toda la nave. En un edificio industrial esa solución choca con tres hechos físicos: el volumen de aire es grande, las puertas de carga abren y cierran todo el día, y buena parte del calor no viene del clima sino de hornos, motores, compresores y líneas de empaque. Enfriar el aire de una nave abierta mientras el proceso sigue calentándolo es una compra de energía con fugas en cada portón.

El costo de esa energía en Honduras tiene un piso público: la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica fijó el costo base de generación en 119.24 USD/MWh para trasladar a las tarifas del usuario final en el trimestre que inició en julio de 2025 [8]. La tarifa que paga la planta suma a ese piso transmisión, distribución y cargos de demanda, de modo que cualquier cálculo con esa cifra subestima el ahorro real.

03

Contexto

CUATRO HERRAMIENTAS Y TRES ENFOQUES QUE FALLAN

LAS CUATRO HERRAMIENTAS

Extracción en el origen. Campanas y extractores sobre hornos, secadores y bancos de motores retiran el calor antes de que se mezcle con el aire de la nave. Es la medida de menor costo por kilovatio térmico porque trabaja con aire caliente, a la mayor diferencia de temperatura disponible.

Ventilación general. Renovar el aire de la nave con extractores de cubierta y entradas bajas baja la temperatura hacia la del exterior y elimina el calor acumulado bajo el techo. Su límite es claro: nunca baja de la temperatura exterior.

Enfriamiento evaporativo directo. El aire exterior atraviesa paneles húmedos, cede calor al evaporar agua y entra a la nave más frío, con 100 % de aire exterior [4]. Consume la energía de un ventilador y una bomba; su desempeño depende de la humedad del aire exterior. El whitepaper 06 de esta serie analiza cuándo funciona en Honduras y cuándo no.

[4] Seeley International, «Breezair evaporative cooling for Europe»

Refrigeración. Equipos de expansión directa o agua helada que enfrían y des-humidifican. Necesaria en cuartos de control, laboratorios de calidad y procesos con tolerancia estrecha de temperatura o humedad; costosa como solución general para un volumen abierto.

TRES ENFOQUES QUE FALLAN

- **Climatizar el volumen completo.** El equipo refrigerado enfría aire que sale por los portones y reemplaza con aire exterior caliente; la factura sube y el puesto de trabajo sigue caliente.
- **Ventilar sin sacar el calor de proceso.** Más aire mezclado con la pluma de un horno reparte el calor por la nave en lugar de expulsarlo.
- **Elegir el equipo antes de medir.** Sin un mapa de fuentes de calor y temperaturas por zona, cualquier selección de equipos es una apuesta.



ENFRIAR UNA NAVE ABIERTA MIENTRAS EL PROCESO LA CALIENTA ES COMPRAR ENERGÍA CON FUGAS EN CADA PORTÓN

Criterio Ingelmec, sección 2

Metodología

ESTRATEGIA POR ZONAS, EN CUATRO PASOS

04

Ingelmec divide la planta en zonas por función y nivel de exigencia térmica, y aplica a cada zona las herramientas en orden de costo. El método produce un plano con una solución por zona, en lugar de un equipo para todo el edificio.

1

MAPA DE FUENTES Y TEMPERATURAS.

Inventario de equipos que emiten calor (potencia instalada y horas de operación), mediciones de temperatura a nivel de puesto y bajo cubierta, y registro de portones y flujos de aire. Sin este mapa no hay método.

2

EXTRACCIÓN EN EL ORIGEN.

Campanas y extracción localizada sobre cada fuente mayor. Cada kilovatio que sale por una chimenea es un kilovatio que ningún equipo tiene que enfriar.

3

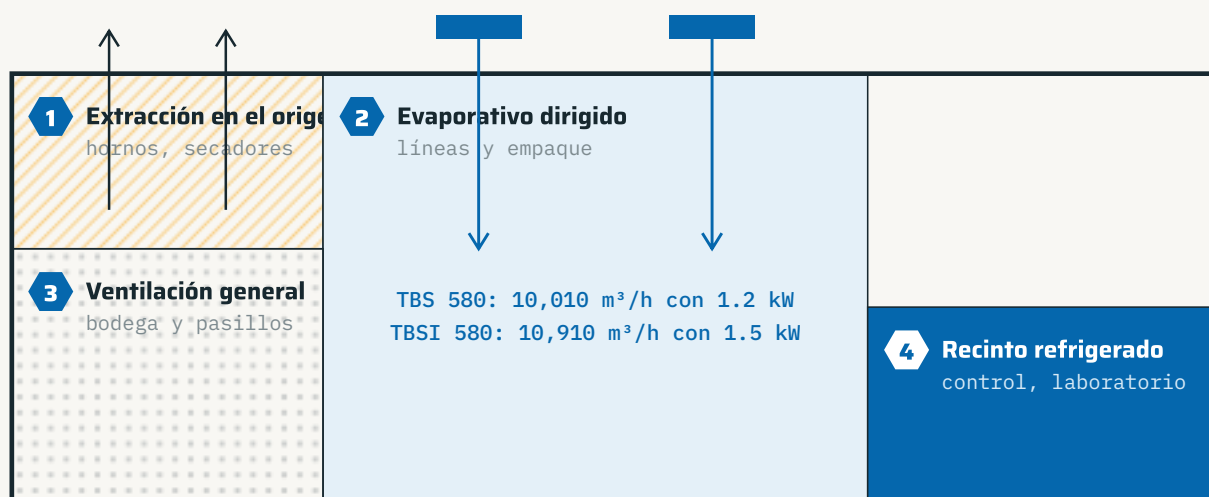
VENTILACIÓN Y EVAPORATIVO EN LA NAVE.

Renovación de aire con extracción alta y, donde la humedad exterior lo permite, enfriadores evaporativos que inyectan aire exterior enfriado hacia las zonas de trabajo. Un TBS 580 mueve 10,010 m³/h con 1.2 kW de consumo máximo [4]; un TBSI 580, 10,910 m³/h con 1.5 kW [3].

4

REFRIGERACIÓN SOLO DONDE SE EXIGE.

Cuarto de control, laboratorio y áreas con tolerancia estrecha, como recintos cerrados con su propio equipo. La refrigeración queda dimensionada para un volumen pequeño y sellado.



Orden de costo: de 1 a 4. La refrigeración queda en el volumen más pequeño y cerrado.

Figura 1. Estrategia por zonas: una herramienta por zona, en orden de costo. Esquema de criterio Ingelmec; los caudales de referencia son de fichas Breezair [3][4].

Tabla 1

HERRAMIENTA POR ZONA

Zona	Problema dominante	Herramienta	Consumo relativo
Hornos, secadores, compresores	Calor de proceso radiante y convectivo	Extracción en el origen	Bajo: ventiladores
Líneas de producción y empaque	Temperatura de puesto en horas pico	Evaporativo con inyección dirigida	Bajo: ventilador y bomba
Bodega y pasillos	Calor acumulado bajo cubierta	Ventilación general	Bajo: ventiladores
Cuarto de control, laboratorio	Tolerancia estrecha de temperatura y humedad	Refrigeración en recinto cerrado	Alto, en volumen pequeño

Criterio Ingelmec; consumos de referencia en fichas Breezair [3][4].

HALLAZGOS: EL COSTO DE CADA GRADO

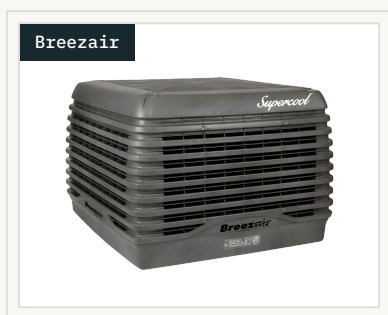
Análisis con evidencia propia

1

Hallazgo 1

LA CAPACIDAD POR KILOVATIO SEPARA LAS HERRAMIENTAS

Las fichas de Breezair permiten una cuenta directa. El TBSI 580 publica 18.4 kW de capacidad con 1.5 kW de consumo máximo [3]: 12.3 kW de enfriamiento por kW eléctrico. El TBS 580, 16.8 kW con 1.2 kW [4]: 13.9. Un equipo refrigerado con COP 3 —el supuesto que usa el propio fabricante en su comparación de costos [4]— necesita 6.1 kW eléctricos para los mismos 18.4 kW. La diferencia, entre 75 % y 78 % menos consumo por kilovatio de enfriamiento, es coherente con el «hasta 80 %» que declara Seeley International con sus supuestos residenciales australianos [2].



Breezair TBS: enfriador evaporativo directo de ventilador axial. Imagen: Seeley International, página «Breezair evaporative cooling for Europe», consultada en 2026.

[2] Seeley International, «Evaporative Air Conditioning Benefits»

2

Hallazgo 2

LA CONDICIÓN DE ENSAYO ES SECA Y HAY QUE LEERLA

La capacidad de un enfriador evaporativo se mide bajo la norma australiana AS 2913; en la ficha EXQ de Seeley la condición declarada es 38 °C de bulbo seco y 21 °C de bulbo húmedo [5], una diferencia de 17 grados entre ambos. El enfriamiento disponible crece con esa diferencia y cae con ella. En el interior seco de Honduras la cifra de ficha es alcanzable en las horas calientes; en la costa húmeda, la capacidad real es una fracción. Por eso el evaporativo entra en el paso 3, con medición previa, y no como regla general.

[5] Seeley International, folleto Breezair ICON EXQ

Tabla 2

COSTO DE OPERACIÓN POR UNIDAD EQUIVALENTE

Concepto	Evaporativo TBSI 580	Refrigerado, COP 3
Capacidad en condición de ensayo	18.4 kW	18.4 kW
Potencia eléctrica	1.5 kW	6.1 kW
Energía en 3,000 h de operación	4.5 MWh	18.4 MWh
Costo al piso de generación, 119.24 USD/MWh	USD 537	USD 2,194

Cálculo propio con fichas Breezair [3][4] y costo base de generación CREE [8]; 3,000 h es supuesto de turno y temporada.

3

Hallazgo 3

EL PORTAFOLIO CONFIRMA EL ORDEN DE LAS HERRAMIENTAS

Las plantas del portafolio documentado de Ingelmec resolvieron sus cargas con arquitecturas distintas según el tipo de calor: sistemas tipo paquete por nave en Aquafeed (60 TR) y Cargill (100 TR), chillers para carga de proceso en Novem (145 TR) y BAC (114 TR), y VRF solo en las áreas administrativas de Embotelladora de Sula (150 TR) [6]. En cada caso la arquitectura se eligió por el tipo de carga de la zona.



Chiller Vertiv de la sección «Chiller-level safeguards: auto-protect». Imagen: Vertiv, «AI Workload Management», 2026.

[6] Ingelmec, portafolio documentado de casos

06

Accionable

SEIS RECOMENDACIONES

MIDA ANTES DE COMPRAR.

Temperatura a nivel de puesto y bajo cubierta en el turno más caliente, inventario de fuentes de calor y registro de portones. Ese mapa decide qué herramienta va en cada zona.

VENTILE LA CUBIERTA.

Extracción alta y entradas bajas para evacuar el calor acumulado bajo el techo antes de enfriar el aire de las zonas de trabajo.

SAQUE PRIMERO EL CALOR DE PROCESO.

Campanas y extracción localizada sobre hornos, secadores y compresores: es el kilovatio térmico más barato que va a retirar.

EVALÚE EL EVAPORATIVO CON DATOS DE SU CLIMA.

Use las horas de bulbo húmedo de su localidad; la capacidad de ficha corresponde a una condición de ensayo seca [5].

ENCIERRE LO QUE EXIGE REFRIGERACIÓN.

Cuarto de control y laboratorio como recintos cerrados con su propio equipo, dimensionados para su volumen.

EXIJA COSTO DE OPERACIÓN POR ESCRITO.

kW eléctricos por zona, horas al año y costo con su tarifa; con 119.24 USD/MWh como piso de generación [8], el cálculo es conservador. Ingelmec entrega ese cálculo con la propuesta [7].

07

Cierre

CONCLUSIÓN

La temperatura de una planta industrial baja con método: extraer el calor de proceso en su origen, ventilar la cubierta, enfriar por evaporación las zonas de trabajo donde el clima lo permite y refrigerar solo los recintos que lo exigen. Con fichas de fabricante, la diferencia de consumo entre un evaporativo y un equipo refrigerado equivalente ronda 75–78 % por kilovatio de enfriamiento en condición de ensayo [3] [4], y la OIT pone el costo del calor en productividad [1]. El ahorro real depende de su clima y de su proceso; por eso el primer entregable es un mapa térmico medido.

08

Fuentes verificadas

REFERENCIAS

- 01** Organización Internacional del Trabajo, «Working on a warmer planet: The impact of heat stress on labour productivity and decent work» (2019): menor productividad por encima de 24–26 °C; 50 % de capacidad perdida a 33–34 °C en trabajo moderado; 2.2 % de horas de trabajo perdidas hacia 2030.
www.ilo.org/media/407816/download
- 02** Seeley International, «Evaporative Air Conditioning Benefits»: ahorro de hasta 80 % en la factura frente a un equipo de ciclo reverso (supuestos residenciales de Australia declarados en la página); advertencia sobre climas de alta humedad.
www.seeleyinternational.com/products/cooling/evaporative-air-conditioning/benefits/
- 03** Seeley International, ficha Breezair Superstealth TBSI 580: 18.4 kW de capacidad, 1,500 W de consumo, 10,910 metros cúbicos por hora a 80 Pa.
www.seeleyinternational.com/es/eu/product/breezair-superstealth-tbsi-580/
- 04** Seeley International, «Breezair evaporative cooling for Europe»: TBS 580 con 10,010 metros cúbicos por hora, 16.8 kW y 1.2 kW máximos; 100 % de aire exterior; comparación de costos con supuesto de COP 3 para el equipo refrigerado.
www.seeleyinternational.com/eu/commercial/breezair-evaporative-cooling-europe/
- 05** Seeley International, folleto Breezair ICON EXQ (EE. UU.): capacidad medida según AS 2913–2000 a 38 °C de bulbo seco y 21 °C de bulbo húmedo; tabla de descarga con 89 % de eficiencia de saturación.
www.seeleyinternational.com/us/artefact/breezair-exq-b0808-rev-b-0623-usa/

06	<p>Ingelmec, portafolio documentado de casos (CV institucional 2026): Aquafeed 60 TR y Cargill 100 TR (paquete); Novem 145 TR y BAC 114 TR (chillers); Embotelladora de Sula 150 TR (VRF, áreas administrativas). Cifra institucional: 2,410 TR en 13 casos.</p> <p>Documento interno o catálogo; sin URL pública</p>
07	<p>Ingelmec, datos institucionales (2026): 1987, 39 años, tres sedes; climatización comercial, industrial y evaporativa; contratos Por Demanda, Avanzado y Premium.</p> <p>Documento interno o catálogo; sin URL pública</p>
08	<p>Comisión Reguladora de Energía Eléctrica, Acuerdo CREE-78-2025: costo base de generación de 119.24 USD/MWh a trasladar a las tarifas del usuario final de la ENEE.</p> <p>leyes.hn/documento/8310-acuerdo-ejecutivo-cree-78-2025-aprobacion-del-ajuste-trimestral-al-costo-base</p>

Citas pendientes declaradas

La reducción de temperatura alcanzable en una planta concreta requiere medición en sitio; este documento no cita un porcentaje de ahorro para plantas hondureñas porque no existe fuente pública verificada. La cifra de 80 % [2] es del fabricante con supuestos residenciales australianos; las relaciones de 12.3 y 13.9 kW/kW y la tabla 2 son aritmética propia sobre fichas [3][4] y suponen 3,000 horas de operación. La condición de ensayo AS 2913 se toma del folleto EXQ [5]; la ficha TBSI cita la misma norma sin repetir la condición. Caudales y consumos son máximos de ficha; el consumo real depende de la velocidad de operación del ventilador.

Siguiente paso

MAPA TÉRMICO DE SU PLANTA

Una visita técnica produce el mapa de fuentes de calor y temperaturas por zona, la estrategia de extracción, ventilación y enfriamiento para cada una, y el costo de operación estimado por escrito.

WhatsApp +504 9438-6972

Correo atencioncomercial@ingelmec.com

Respuesta Menos de 24 h

Averías 24×7×365

Sedes Tegucigalpa y San Pedro Sula



Escanee para escribir por
WhatsApp

Ingelmec (Inversiones Generales de Máquinas y Equipos de Control S. de R.L.) diseña, suministra, instala y mantiene infraestructura crítica en Honduras desde 1987 — 39 años de operación continua, tres sedes y 2,410 TR en 13 casos documentados. Energía de respaldo, climatización de precisión, centros de datos, sistemas contra incendio, climatización comercial y evaporativa, y monitoreo BMS. Atención de averías 24×7×365, respuesta menor a 24 horas. **No vendemos cajas. Un solo responsable. La ingeniería que no se detiene.**