

Campo	Valor
Document Title	Subzero Vertical Platform – Technical Specification and Validation
Document ID	TTIA-SZ-PLT-001
Revision	B
Date	25 March 2026
Prepared by	TTIA Sourcing
Status	For technical validation

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Y VALIDACIÓN

PLATAFORMA SUBZERO VERTICAL

Arquitectura Controlada – Configuración ST Robusta

0. Enfoque de Plataforma

La presente especificación define una plataforma vertical Subzero (-3°C estable) estructurada bajo un marco formal de arquitectura frigorífica controlada.

La definición de la configuración se apoya en **resultados de validación experimental obtenidos en cámara climática** bajo condiciones controladas..

El diseño prioriza:

- Estabilidad térmica en clase ST (32°C)
- Margen operativo en condiciones reales de campo
- Robustez de ciclo de compresión (<60%)
- Continuidad técnica con configuraciones comerciales actualmente operativas

La plataforma no se plantea como adaptación retail, sino como configuración industrial dimensionada para funcionamiento continuo.

1. Configuración General

- Capacidad nominal: 400-500 L
- Altura aproximada: 1900–2000 mm
- Puerta doble vidrio templado con tratamiento Low-E
- Refrigeración dinámica (no frost)
- Aplicación: entorno comercial intensivo

2. Prestaciones Climáticas

Clase Climática

- Clase ST con validación funcional documentada a 32°C ambiente estable.
- Ensayo funcional adicional a 38°C

Ensayos contemplados (punto 6.4):

- Pull-down 32°C → -3°C
- Estabilidad térmica 24h
- Simulación apertura puerta
- Registro de curva térmica continua
- Validación interna con margen térmico adicional en entorno T (38°C).

Temperatura de Trabajo

- Rango operativo: -5°C a +5°C
- Set point nominal validado: -3°C estable
- Uniformidad térmica $\pm 1.5^\circ\text{C}$

Consumo Energético

Objetivo de diseño: $\leq 2.5\text{--}2.8 \text{ kWh} / 24\text{h} @ 32^\circ\text{C}$

El consumo energético se verifica mediante ensayo conforme a normativa europea, cuyos resultados se presentan en la sección de validación.

Nivel Sonoro

≤ 45 dB(A) a 1 metro en régimen estable.

3. Arquitectura Frigorífica

Sistema dinámico dimensionado con margen térmico para operación continua en ST.

Refrigerante

- R290
- Carga documentada y controlada en línea (± 2 g)
- Leak test 100%

Compresor

- Desplazamiento nominal 6.5–9 cc (dependiendo de configuración final)
- Aplicación LBP adecuada para evaporación $\approx -10^{\circ}\text{C}$

El modelo específico se define en fase de congelación de arquitectura.

La configuración propuesta mantiene coherencia técnica con soluciones verticales subzero actualmente operativas en el mercado nacional, reduciendo riesgo de introducción tecnológica.

Condensación

- Condensador ampliado respecto a configuración retail estándar
- Ventilador dedicado
- Dimensionado para operación estable a 32°C

La relación compresor-condensador se establece con margen operativo, evitando funcionamiento en régimen límite durante periodos estivales.

Evaporador

- Aleteado (finned evaporator)
- Ventilación forzada dedicada
- Distribución optimizada para homogeneidad térmica

Elementos de Ajuste

- Capilar calibrado según configuración térmica validada
- Silent blocks en compresor
- Gestión de vibraciones estructurales

4. Construcción

Exterior

- PCM industrial o acero pintado
- Tratamiento anticorrosión

Interior

- Aluminio prelacado comercial

Aislamiento

- PU inyectado sin CFC
- ≥ 50 mm laterales
- ≥ 80 mm base
- Densidad ≥ 40 kg/m³

Puerta

- Doble vidrio templado
- Tratamiento Low-E
- Sellado optimizado

5. Control Industrial de Plataforma

La plataforma se gestiona bajo marco formal de arquitectura congelada que incluye:

Elemento	Gestión en Plataforma
Compresor	Modelo definido y bloqueado

Elemento	Gestión en Plataforma
Capilar	Referencia técnica establecida
Carga refrigerante	Gramaje definido ± 2 g
Condensador	Superficie definida y mantenida
Gestión de cambios	Procedimiento formal ECN
Validación climática	Ensayo documentado ST
Golden Sample	Validado previo a producción
Trazabilidad	Vinculada a arquitectura congelada

6. Validación y Homologación

6.1 Adaptación y Validación de Configuración

La plataforma propuesta deriva de una arquitectura frigorífica ya operativa en mercado nacional.

Para su adaptación a configuración específica del cliente se contempla:

- Ajuste dimensional y estructural según requerimiento
- Ensayo climático documentado en clase ST (32°C) con carga térmica representativa (punto 6.4)
- Registro continuo de curva térmica (pull-down + estabilidad 24h)
- Medición de consumo energético en régimen estable
- Medición de nivel sonoro a 1 metro
- Verificación de uniformidad térmica en compartimento
- Validación funcional completa previa a producción en serie

Los ensayos se realizan sobre configuración definitiva con parámetros bloqueados.

El proceso no implica desarrollo desde cero, sino adaptación controlada de arquitectura existente con verificación documentada de la configuración específica.

6.2 Golden Sample

Previo a producción:

- Validación formal de muestra patrón
- Congelación de BOM
- Registro de especificación técnica
- Bloqueo de componentes críticos

La producción en serie mantiene coherencia con Golden Sample aprobado.

6.3 Cumplimiento Normativo

La plataforma contempla cumplimiento de:

- EN 60335-1
- EN 60335-2-24 (refrigerantes inflamables)
- LVD 2014/35/EU
- EMC 2014/30/EU

La documentación técnica se integra en expediente técnico correspondiente.

A continuación se presentan los resultados de validación experimental obtenidos sobre configuración equivalente, que complementan los criterios de diseño definidos en la presente especificación.

6.4 Validación de configuración – Resultados de ensayo P0

La configuración equivalente ha sido ensayada en cámara climática bajo condiciones controladas, incluyendo validación en **32 °C / 65% HR (CC2)** y verificación funcional adicional en **38 °C ambiente**.

Los ensayos se han realizado con registro continuo de variables térmicas y operativas, conforme a protocolo de validación de plataforma.

Resultados principales

Parámetro	Resultado
Rango operativo	-5 °C a +1 °C
Uniformidad térmica (ΔT)	≤ 1.2 °C
Duty cycle @32 °C	~58 %
Duty cycle @38 °C	~73 %
Temperatura de descarga compresor	< 70 °C

Consumo energético y clasificación

La configuración ensayada ha sido evaluada conforme a normativa europea aplicable (EN ISO 23953 y Reglamentos asociados), mediante ensayo en laboratorio independiente acreditado.

Resultados obtenidos:

- Consumo energético: 2.6 kWh / 24h
- Índice de eficiencia energética (EER): 14.7
- **Clase energética: B**

Las mediciones se han realizado bajo condiciones normalizadas de ensayo (25 °C / 60% HR), conforme a los procedimientos definidos en la normativa europea para equipos de refrigeración comercial.

Interpretación técnica

El nivel de consumo obtenido es coherente con una arquitectura frigorífica dimensionada con margen térmico, priorizando estabilidad operativa y funcionamiento no forzado.

Los valores de consumo y duty cycle observados confirman:

- Funcionamiento eficiente del sistema en régimen estable
- Equilibrio entre consumo energético y robustez operativa
- Ausencia de funcionamiento en régimen límite

Comportamiento del sistema

Durante los ensayos se ha verificado:

- Funcionamiento estable en régimen continuo
- Ciclos térmicos regulares y repetitivos
- Ausencia de inestabilidades o funcionamiento en régimen forzado
- Mantenimiento de las condiciones térmicas dentro del rango especificado

La distribución de temperatura en el compartimento se mantiene homogénea, sin desviaciones significativas.

Condiciones de validación

Los ensayos realizados incluyen:

- Pull-down desde condiciones ambiente hasta temperatura de consigna
- Ensayo de estabilidad térmica en régimen continuo
- Registro de ciclo de funcionamiento del compresor
- Verificación de comportamiento en condiciones elevadas de temperatura ambiente (hasta 38 °C)

Margen operativo

Los valores de duty cycle obtenidos indican que el sistema opera con margen respecto a funcionamiento continuo, tanto en condiciones CC2 como en condiciones de temperatura elevada.

Este comportamiento es coherente con una configuración frigorífica dimensionada para operación estable en entorno Horeca.

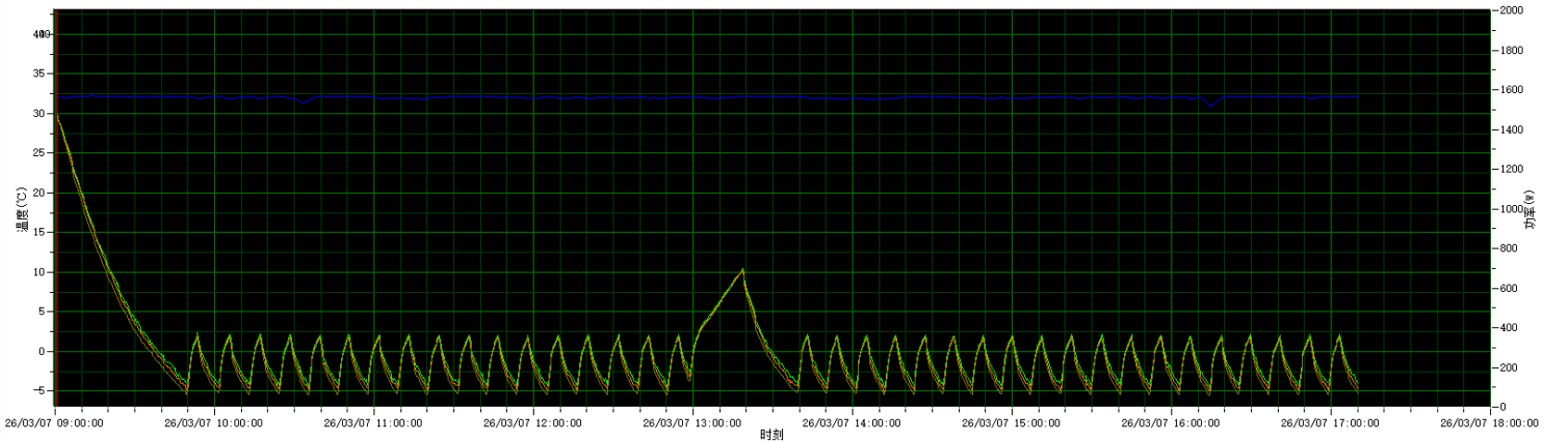
Curva térmica

Se adjuntan curvas térmicas representativas correspondientes a ensayos a 32 °C y 38 °C ambiente, donde se observa:

- Estabilidad del ciclo frigorífico
- Repetibilidad del patrón de funcionamiento

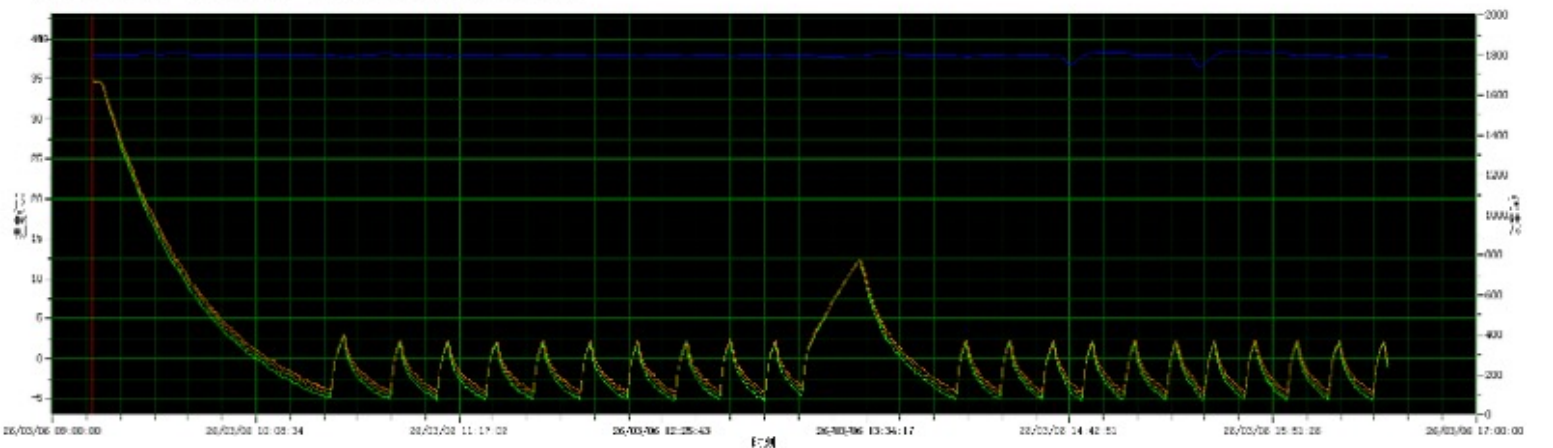
- Control de la amplitud térmica en el compartimento

型号:SC412z 产品编号: 测试编号:220V50HZ 测试时间: 2026-03-07 09:00:40至 2026-03-07 17:10:20



SC 412 @ 32°C

型号:SC412z 产品编号: 测试编号:220V50HZ 测试时间: 2026-03-06 09:00:00至 2026-03-06 16:30:42



SC 412 @ 38 °C

Conclusión

La configuración evaluada cumple con los criterios de funcionamiento definidos para la plataforma Subzero, mostrando:

- Estabilidad térmica
- Homogeneidad de temperatura
- Comportamiento operativo consistente
- Consumo energético conforme a normativa europea

La arquitectura se considera validada a nivel P0, quedando las siguientes fases orientadas a validación de cliente y optimización final del producto.

7. Criterios de Diseño Adoptados y Coherencia con Validación

La configuración de la presente plataforma Subzero se ha definido bajo criterios de ingeniería orientados a estabilidad operativa y reducción de riesgo en campo.

Los resultados de validación experimental descritos en la sección anterior son coherentes con estos criterios de diseño:

7.1 Dimensionamiento con Margen Térmico

La arquitectura frigorífica se dimensiona considerando:

- Operación continua en clase ST (32°C)
- Aperturas frecuentes en entorno HORECA
- Variaciones de carga producto
- Periodos estivales prolongados

El sistema compresor–condensador no trabaja en régimen límite, sino dentro de una zona de funcionamiento estable, tal y como se observa en los valores de duty cycle y temperatura de descarga obtenidos en los ensayos.

- Ciclos equilibrados
- Menor temperatura de descarga
- Mayor vida útil
- Estabilidad térmica sostenida

Este comportamiento es coherente con los niveles de consumo energético obtenidos en los ensayos normalizados.

7.2 Prioridad de Estabilidad sobre Optimización Extrema de Coste

La plataforma no adopta configuraciones típicas retail optimizadas únicamente en coste inicial.

Se prioriza:

- Robustez de ciclo
- Margen operativo

- Continuidad técnica
- Previsibilidad de comportamiento en campo

Este enfoque reduce probabilidad de:

- Funcionamiento forzado en verano
- Inestabilidad térmica en condiciones reales
- Incidencias asociadas a régimen límite

7.3 Coherencia Tecnológica

La arquitectura mantiene coherencia con soluciones verticales subzero ya presentes en el mercado nacional, facilitando:

- Continuidad de mantenimiento
- Homogeneidad tecnológica
- Reducción de curva de aprendizaje técnica

No se introducen configuraciones experimentales ni cambios disruptivos de arquitectura

7.4 Control de Arquitectura

El proyecto se gestiona bajo marco de:

- Congelación de BOM
- Procedimiento formal de cambios (ECN)
- Golden Sample validado
- Validación climática documentada

La estabilidad de especificación es parte integral del diseño.