



GOBIERNO REGIONAL APURÍMAC
Oficina Regional de Formulación y Evaluación de
Inversiones

**“Mejoramiento de los Servicios Públicos Para la Promoción del
Consumo de Productos Hidrobiológicos Azules en 22 Distritos de las
07 Provincias de la Región Apurímac”**

Diseño de Cámara para Conservación de Pescado Congelado

2019





“Mejoramiento de los Servicios Públicos Para la Promoción del
Consumo de Productos Hidrobiológicos Azules en 22 Distritos
de las 07 Provincias de la Región Apurímac”

Diseño de Cámara para Conservación de Pescado Congelado 2019



Diciembre 2019

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES Y PROPÓSITOS.....	3
1.1. OBJETIVOS	3
2. DEFINICIÓN DE LOS ELEMENTOS DE DISEÑO	4
2.1. DEFINICIONES BÁSICAS	4
2.1.1. Definiciones Normativas	4
2.1.2. Tipologías de Cámara.....	6
2.1.3. Sistemas y Componentes de la Cámara Frigorífica.....	6
2.1.4. Elementos de Construcción	8
2.1.5. Equipos de Instalaciones Frigoríficas.....	11
2.1.6. Gases Refrigerantes	17
3. ENTORNO Y ORIENTACIÓN DE LA CÁMARA.....	19
3.1. GEOGRAFÍA.....	19
3.1.1. Ciudad de Abancay.....	19
3.1.2. Ciudad de Talavera.....	27
4. DISEÑO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	34
4.1. CONSIDERACIONES DEL DISEÑO DE CÁMARA	34
4.1.1. Parámetros de Operación de la Cámara.....	34
4.1.2. Dimensionamiento de las Cámaras	36
4.1.3. Coeficientes Convectivos, Globales y Temperaturas.....	41
4.1.4. Selección del Material Aislante – Poliuretano Inyectado (PUR).....	44
4.1.5. Cálculo del Espesor del Aislante en Paredes, Techos y Pisos	44
4.1.6. Especificaciones para el Montaje de las Cámaras.....	50
5. CÁLCULO DE CARGAS FRIGORÍFICAS	56
5.1. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA DEBIDA A LA PÉRDIDA POR TRANSMISIÓN EN PAREDES, PISOS Y TECHOS (Q_1)	57
5.2. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA DEBIDA A LAS NECESIDADES POR RENOVACIÓN DE AIRE (Q_2)	57
5.2.1. Carga Debida a Necesidades por Renovaciones Técnicas de Aire ($Q_{2,1}$)	58
5.2.2. Carga Debida a Necesidades por Renovaciones Equivalentes de Aire ($Q_{2,2}$)	58
5.3. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA DEBIDA A PÉRDIDAS POR ENFRIAMIENTO (Q_3).....	60
5.3.1. Carga Debida al Enfriamiento ($Q_{3,1}$).....	60
5.3.2. Carga Debida al Empaque ($Q_{3,2}$)	61
5.4. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA DEBIDA AL CALOR DESPRENDIDO POR LOS VENTILADORES (Q_4).....	62
5.5. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA DEBIDA AL CALOR DESPRENDIDO POR CIRCULACIÓN DE OPERARIOS (Q_5).....	63
5.6. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA DEBIDA A LA ILUMINACIÓN (Q_6).....	63
5.7. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA DEBIDA A PÉRDIDAS DIVERSAS (Q_7)	64
5.8. PRODUCCIÓN TOTAL DE FRÍO (Q_T)	65
6. DEFINICIÓN DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN	66
6.1. EVAPORADOR (Proceso 2' \rightarrow 3').....	68

6.2.	COMPRESOR (Proceso 3' → 5').....	69
6.3.	CONDENSADOR (Proceso 5' → 1').....	71
6.4.	VÁLVULA DE EXPANSIÓN (Proceso 1' → 2).....	72
6.5.	COP's.....	72
7.	SELECCIÓN DEL REFRIGERANTE, EQUIPOS Y TUBERÍAS	74
7.1.	ELECCIÓN DEL REFRIGERANTE.....	74
7.1.1.	Propiedades del Refrigerante R-407F.....	74
7.2.	CÁLCULOS PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPOS.....	77
7.2.1.	Cálculo del Ciclo: T° Exterior Más Alta y Más Baja	77
7.3.	ELECCIÓN DEL COMPRESOR	83
7.4.	ELECCIÓN DEL EVAPORADOR.....	88
7.5.	ELECCIÓN DEL CONDENSADOR.....	92
8.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	95
8.1.	COSTO DE LOS MATERIALES.....	95
8.1.1.	Elementos de la Cámara Frigorífica.....	95
8.1.2.	Grupo Compresor y Recipiente Líquido.....	96
8.1.3.	Intercambiadores	97
8.1.4.	Aparatos de Regulación y Control.....	97
8.1.5.	Equipos de Protección Contra Incendios	98
8.2.	COSTO DE MANO DE OBRA.....	98
9.	CONCLUSIONES	100
10.	ANEXOS.....	102

1. ANTECEDENTES Y PROPÓSITOS

La solución idónea para satisfacer las necesidades de mercado referente a los alimentos congelados es una buena preservación de sus características fisicoquímicas y sensoriales, ya que esto permite la comercialización de productos de temporada durante todo el año.

El presente estudio, trabaja en base a la necesidad de cubrir la demanda anual de 436 Toneladas anuales de pescado congelado en la región Apurímac, determinado en el estudio de mercado realizado en el marco de la formulación del proyecto "*Mejoramiento de los Servicios Públicos Para la Promoción del Consumo de Productos Hidrobiológicos Azules en 22 Distritos de las 07 Provincias de la Región Apurímac*". El presente estudio, tiene un enfoque eminentemente técnico, para diseñar una cámara de conservación con capacidad para 25 Toneladas por campaña. Es decir, se presentan los procedimientos paso a paso para determinar las necesidades frigoríficas y luego se procede a la determinación de los equipos sus características técnicas, y detalles del ciclo de refrigeración escogido.

Cada etapa, desde los detalles en la determinación del volumen de la cámara, cálculos de calor aportado por diferentes agentes junto con la selección de equipos y tuberías, presenta un respaldo numérico, tablas informativas e información anexa indicando detalles.

Existe información obtenida de diferentes fuentes tales como libros, catálogos e internet. Debido a que pudiese existir información errada o poco precisa, de parte de las fuentes informativas antes mencionadas, se procuró fueran comparadas y respaldadas para llegar a resultados reales sin grandes variaciones.

1.1. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Definir, calcular y dimensionar una cámara de frío para la conservación de pescado congelado.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar las dimensiones de una cámara frigorífica según el volumen de pescado congelado.
- Calcular las necesidades frigoríficas de la instalación a ser diseñada.
- Utilizar criterios basados en los cálculos para definir los principales componentes de la instalación.
- Estimar los costos de instalación de la cámara de conservación de pescado congelado.

2. DEFINICIÓN DE LOS ELEMENTOS DE DISEÑO

2.1. DEFINICIONES BÁSICAS

2.1.1. Definiciones Normativas

De acuerdo al DS-040-2001 Norma Sanitaria para las Actividades Pesqueras y Acuícolas, se establecen las siguientes definiciones básicas respecto a los requerimientos de diseño y construcción, el decreto establece lo siguiente:

Aplicación

Artículo 31°.- Las instalaciones o establecimientos y los equipos dedicados al almacenamiento de pescado y productos pesqueros deben:

- a) Estar adecuadamente diseñados, contruidos y equipados de tal manera que aseguren temperaturas de refrigeración con un mínimo de fluctuación. Las instalaciones destinadas al almacenamiento de productos congelados deben asegurar una temperatura de menos (-) 18 °C o más baja.
- b) Contar con sistemas de registro continuo de temperatura en cada cámara o almacén frigorífico, en el caso de instalaciones destinadas al almacenamiento de productos congelados.
- c) Ser contruidos con materiales que permitan una fácil limpieza y desinfección. Las superficies interiores deben ser de materiales resistentes, lisos, impermeables y no absorbentes, y cumplir con las condiciones de iluminación y ventilación a que se refieren los artículos 34° y 35 del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 007-98-SA.
- d) Los establecimientos dedicados al servicio de almacenamiento refrigerado deben contar con servicios higiénicos para el personal en un número y condiciones similares a las exigidas en el artículo 54° del Decreto Supremo N° 007-98-SA.

Cajas, contenedores y otros recipientes utilizados en el almacenamiento y transporte

Artículo 32°.- Las cajas, contenedores y otros recipientes utilizados en el almacenamiento y transporte del pescado y productos pesqueros deben cumplir con lo siguiente:

- a) Estar fabricados con materiales impermeables, resistentes, no corrosibles, que no transmitan olores, sabores extraños o sustancias tóxicas, y tener superficies lisas fáciles de limpiar y desinfectar.
- b) Ser diseñados de manera tal que permitan manipular y acondicionar convenientemente el pescado y evitar los daños físicos.
- c) Estar diseñados con drenajes adecuados a fin de que el agua de fusión del hielo no se acumule y produzca efectos negativos en la calidad del pescado, para el caso de fresco o refrigerado.

d) Estar diseñados de tal manera que al apilarse, el peso descansa sobre los propios recipientes y no sobre el pescado.

Pescado congelado

Artículo 34°.- Los productos congelados deben ser almacenados y transportados a temperaturas de -18°C o más baja con un mínimo de fluctuación. Además, deben estar empacados y debidamente identificados. Los pescados de gran tamaño y estibados a granel deben ser colocados sobre superficies limpias, nunca en contacto directo con el piso y convenientemente glaseados. Los operadores de almacenes deben llevar registros de datos sobre procedencia, cantidad, destino, condiciones de tiempo y temperatura de almacenamiento y transporte de los productos pesqueros. Estos registros deben estar disponibles para las inspecciones a cargo de la autoridad de inspección sanitaria.

Aplicación de prácticas de higiene y saneamiento

Artículo 37°.- Las actividades de almacenamiento y transporte deben realizarse en ambientes higiénicos y condiciones sanitarias que prevengan la contaminación y adulteración de los productos, cumpliendo con los siguientes requerimientos:

a. De los medios de transporte

Los operadores deben garantizar que los medios de transporte de pescado y productos pesqueros, así como los materiales y los utensilios utilizados, mantengan un nivel adecuado de limpieza y desinfección. Al inicio y final de la travesía o descarga de los productos deben ejecutar procedimientos de limpieza y desinfección.

b. De los almacenes

1. Programas de limpieza y desinfección y de control de plagas

Los operadores de los almacenes deberán establecer y aplicar un programa de limpieza y desinfección, los cuales están dirigidos al control de la higiene de las superficies que entren en contacto con el pescado y otro dirigido al control de plagas. Dichos programas y sus registros deben estar disponibles para las inspecciones y considerar los siguientes aspectos:

- Ámbito o áreas de aplicación
- Métodos y procedimientos
- Equipamiento y productos empleados
- Frecuencia de ejecución
- Personal responsable
- Registro de la ejecución, control y verificación

2. Mantenimiento de las instalaciones, equipos y utensilios

Se debe establecer un programa de mantenimiento de edificios, instalaciones, equipos, utensilios, así como de calibración de instrumentos.

Almacenamiento del pescado

Artículo 51º.- El pescado almacenado en cámaras frigoríficas debe estar identificado con el nombre del propietario y fecha de ingreso. No deben almacenarse en dichas cámaras, productos de origen animal o vegetal, para evitar la contaminación cruzada. Los productos frescos deben almacenarse a temperaturas cercanas a la fusión del hielo (0° C). Los productos congelados deben almacenarse a temperaturas de por lo menos -18° C. Los moluscos bivalvos vivos deben almacenarse refrigerados en ambientes frescos y húmedos a una temperatura que no provoque un efecto negativo sobre su calidad.

2.1.2. Tipologías de Cámara

Las tipologías de cámara suelen clasificarse en función de dos factores: la temperatura de almacenamiento y el área de aplicación.

En función de la temperatura de almacenamiento, nos encontramos con cámaras de:

- Refrigeración ($T > 0^{\circ}\text{C}$)
- Congelación ($T < 0^{\circ}\text{C}$)

En función del área de aplicación dependerá del uso al que este destinado, siendo de ámbitos tan diversos como la farmacéutica, la floristería, la ingeniería, la investigación científica y hasta en la informática.

Es por ello que en nuestro caso, nos centraremos sólo en las Cámaras de Congelación para conservación y mantenimiento de pescado congelado.

2.1.3. Sistemas y Componentes de la Cámara Frigorífica

Los sistemas de refrigeración pueden ser: directos e indirectos

Sistema directo: sistema de refrigeración sin circuitos auxiliares, estando el evaporador del circuito primario directamente en contacto con el medio a enfriar o acondicionar.

Sistema indirecto cerrado: sistema de refrigeración con un solo circuito auxiliar, cuya materia no entra en contacto con el medio a enfriar o acondicionar.

Sistema indirecto abierto: sistema de refrigeración con un solo circuito auxiliar, cuya materia entra en contacto con el medio a enfriar o acondicionar.

Sistema doble indirecto cerrado: sistema de refrigeración con dos circuitos auxiliares en serie, tal que la materia circulada en el circuito final no entra en contacto con el medio a enfriar o acondicionar.

Sistema doble indirecto abierto: sistema de refrigeración con dos circuitos auxiliares en serie, tal que la materia circulada en el circuito final entra en contacto con el medio a enfriar o acondicionar.

Sistema indirecto cerrado ventilado: análogo al sistema indirecto cerrado, pero en el que el tanque del circuito principal está a la presión atmosférica.

Sistema indirecto abierto ventilado: similar al indirecto abierto, pero el evaporador está situado en un tanque abierto o comunicado con la atmósfera.

En el Gráfico 1, se muestra los componentes básicos de una cámara frigorífica, pasando a describir los más representativos:

Gráfico 1. Componentes de la Cámara Frigorífica.



Fuente: Green and Health Intelligence Cold Chain Technology Co., Ltd., 2019.

2.1.4. Elementos de Construcción

2.1.4.1. Cerramientos

Los cerramientos verticales se construyen con ladrillos o bloques de hormigón de fábrica, enfoscados y frotrachados con mortero de cemento para ser pintados a continuación. Suelen estar protegidos por un bordillo o muro de hormigón armado en su base, con objeto de proteger el revestimiento del aislamiento y al propio aislamiento de posibles golpes, al tiempo que facilitan la circulación de aire entre el producto almacenado y el paramento vertical.

Los techos se construyen en materiales ligeros si no han de soportar carga. Para el soporte suelen utilizarse estructuras auxiliares metálicas, uniendo el material aislante a estas evitando puentes térmicos.

Los suelos, tras haber compactado el terreno mediante la aportación de materiales adecuados, suele establecerse una capa de hormigón de limpieza que al mismo tiempo permite nivelar la superficie y formar las pendientes de la cámara en caso necesario. Sobre ella se ejecutará la barrera antivapor y seguidamente se colocará el espesor del material aislante necesario. Finalmente, se ejecutará la solera definitiva. Los suelos deben ser protegidos contra la congelación, en el caso de cámaras con temperatura negativa.

2.1.4.2. Aislantes

Los objetivos principales de los materiales aislantes además de cumplir con la norma EM.110 Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética son:

- Facilitar el mantenimiento de la temperatura adecuada en el interior del recinto, ajustando las pérdidas de calor a unos valores prefijados por unidad de superficie o de longitud y evitar condensaciones
- Obtener un ahorro energético con un espesor económico óptimo.

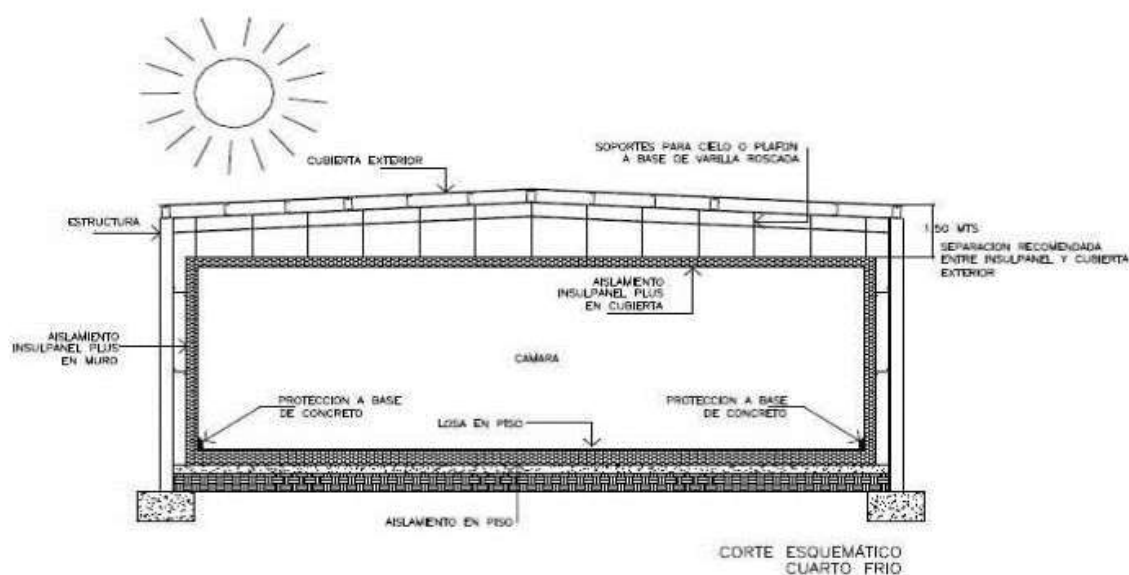
Dada la gran cantidad de aislantes existentes, se expone en la Tabla 1 una descripción de los más utilizados en las instalaciones frigoríficas:

Tabla 1. Materiales Aislantes para la Construcción de Cámaras.

N°	Material	Densidad ρ (kg/m ³)	Conductividad térmica k (W/m.K)	Transmitancia térmica U (W/m ² .K)	Calor Específico Cp (J/kg.°C)	Factor de Resistencia a la difusión de vapor de agua μ (adimensional)
1	Aire	12	0.026	-	1000	-
2	Corcho	100-150	0.049	-	1560	5
3	Fibra de vidrio	200	0.040	-	670	-
4	Fieltro	120	0.050	-	1300	15
5	Lana de vidrio (baja densidad)	11-14	0.043	-	-	-
6	Lana de vidrio (media densidad)	19-30	0.037	-	-	-
7	Lana de vidrio (alta densidad)	46-100	0.033	-	-	-
8	Lana de vidrio con foil	-	0.035	-	-	-
9	Lana mineral (baja densidad)	30-50	0.042	-	-	-
10	Lana mineral (media densidad)	51-70	0.040	-	-	-
11	Lana mineral (alta densidad)	71-150	0.038	-	-	-
12	Lana mineral	-	0.037	-	-	-
13	Poliestireno expandido (EPS)	30	0.033	-	1700	150
14	Poliestireno extruido (XPS)	55-60	0.035	-	-	100
15	Espuma elastomerica flexible	60-80	0.050	-	1500	10000
16	Espuma de polietileno con aluminio 5 mm	-	0.045	-	-	-
17	Espuma de polietileno con aluminio 10 mm	-	0.035	-	-	-

Fuente: Norma EM.110 Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética, 2014.

En la actualidad los paneles prefabricados constituyen con diferencia, el material prefabricado más utilizado para la construcción de cámaras frigoríficas, utilizándose como material aislante el poliestireno expandido y con mucha mayor frecuencia la espuma de poliuretano.

Gráfico 2. Aislamiento Compuesto en Paneles Pre Fabricados

Entre las cualidades más importantes exigibles a un buen aislante, se encuentran:

- Baja conductividad térmica.
- Muy poco higroscópico.
- Imputrescible.
- Incombustible
- Neutro químicamente frente a otros materiales y fluidos en contacto.
- Plástico, adaptándose a las deformaciones.
- Facilidad de colocación.
- Resistencia a la compresión y a la tracción.

2.1.4.3. Barreras anti-vapor

Son necesarias para:

- Mantener el valor de la conductividad térmica del aislante
- Evitar deterioros en el aislante y en los paramentos verticales y horizontales.
- Reducir el consumo energético.
- Alargar la vida útil tanto de cerramientos y materiales aislantes como de la maquinaria frigorífica.

Deben cumplir:

- Estar situadas en la cara caliente del aislamiento.
- No dejar discontinuidades en ningún punto del perímetro aislado.
- Estar constituidas por materiales muy impermeables al vapor de agua. El uso de cada material se recomienda para algunas aplicaciones, desaconsejándose para otras.

Tabla 2. Materiales de Barreras Antivapor.

Material de Barrera	Tipo de Cámara
Emulsión bituminosa en frío	Refrigeración
Láminas asfálticas con o sin aluminio	o Refrigeración o Congelación o Conservación de congelados
Láminas de polietileno	
Chapa metálica	

2.1.4.4. Revestimientos

Se hacen necesarios por varias razones:

- Razones mecánicas. Las protecciones evitan la rotura accidental del material aislante.
- Son una protección contra la penetración del agua, acción de un posible fuego y evitan el crecimiento de microorganismos en el aislante.
- Presentan superficies lisas que facilitan su limpieza y permiten cumplir con las reglamentaciones técnico-sanitarias.

2.1.5. Equipos de Instalaciones Frigoríficas

Para el diseño del sistema de enfriamiento se mostrará una clasificación general de los posibles equipos que se utilizarán para este diseño; esta clasificación está formada por: equipos fundamentales, equipos complementarios y equipos de control.

Equipos fundamentales:

Compresor Evaporador Condensador Válvula de expansión

Equipos complementarios:

Alta: Separador de aceite, Recipiente de líquido refrigerante ó frigorígeno, Deshidratador, Visor, Filtro, Purgador.

Baja: Intercambiador de calor, Válvula de retención, Separador de líquido, Bombas de fluido

Equipos de control:

Presostatos: De alta, De baja, Diferencial Termostatos: De lámina bimetálica, De sonda, Eléctricos Manómetros: De alta, De baja Válvulas: Solenoide, Retención

2.1.5.1. Equipos Fundamentales

A. Compresor: Es un dispositivo usado para elevar la presión del refrigerante ó frigorígeno en estado de vapor de la zona de baja presión a la zona de alta presión. Existen diferentes tipos de compresores y a continuación se enuncian los más relevantes en cuanto a sistemas de refrigeración.

Alternativos:	Refrigerados por aire
	Refrigerados por agua
	Monocilíndricos
	Policilíndricos
	Verticales
	Horizontales
	Otros: En L, V, W, W.
	De una etapa ó varias etapas

Abiertos, Semi-herméticos, Herméticos

Rotativos: De Paletas
De pistón rotativo u oscilante
Scroll
De tornillo
Lobular
Centrífugos

Gráfico 3. Unidad de Compresión.



Fuente: Danfoss Maneurop, 2019.

En cuanto a la clasificación de compresores mostrada anteriormente se enfatizará el estudio y análisis de los compresores alternativos en sus variantes: abiertos, semi-abiertos y herméticos, pero también cabe mencionar que los compresores alternativos no son capaces de soportar el golpe de líquido y son ruidosos en comparación a los otros compresores.

B. Evaporador: Intercambiador de calor en el cual, después de la expansión, el líquido refrigerante es vaporizado por absorción del calor del medio a ser refrigerado.

Evaporadores de tubos: De tubos lisos
De tubo con aletas
Multitubulares

Evaporadores de placas: Simples
Semisoldadas
Soldadas

Los evaporadores más adecuados para el sistema de refrigeración son los evaporadores de tubos lisos y de tubos con aletas

Gráfico 4. Unidad de Evaporación.



C. Condensador: Es un intercambiador de calor en el cual, después de la compresión el refrigerante vaporizado es enfriado y condensado por transferencia del calor hacia el medio de condensación. Una clasificación general se muestra a continuación de la cual se describe los condensadores que se aplicarán en el sistema de refrigeración, estos son los condensadores enfriados por aire.

Condensadores enfriados por aire: convección natural
convección forzada

Condensadores enfriados por agua

Condensadores evaporativos

Condensadores de placas

Gráfico 5. Unidad de Condensación.



Fuente: Isotermia – Soluciones térmicas, 2019.

2.1.5.2. Equipos Complementarios

A. Filtro Secador o Deshidratador: Es un dispositivo que contiene material desecante y material filtrante, para remover la humedad y otros contaminantes de un sistema de refrigeración. Con el tiempo el funcionamiento normal del sistema de refrigeración, va acumulando contaminantes en el refrigerante (ó frigorígeno), estos pueden ser: sólidos (limaduras metálicas producidas durante el montaje ó producto del desgaste de las piezas) y líquidos (ácidos, aguas, ceras). Los ácidos se producen por descomposición del aceite en presencia de la humedad a temperaturas elevadas y son muy corrosivos. Debido a fallas de hermeticidad en el sistema de refrigeración ingresa aire del exterior y por lo tanto ingresa agua al condensarse el vapor de agua contenido en el aire. La condensación del aire produce la hidratación del refrigerante, el agua que no se mezcla con el refrigerante (ó frigorígeno) puede producir granos de hielo, los cuales son perjudiciales ya que produce obstrucciones en la válvula de expansión, la humedad contribuye a descomposición de los lubricantes, también se producen óxidos y sales que son perjudiciales para el compresor.

Gráfico 6. Filtro Secador / Deshidratador.



B. Visor de Líquido: Permite detectar el estado de refrigerante, mostrando las condiciones del refrigerante en la línea de líquido con el propósito de alertar contra la humedad y gasificación del refrigerante (ó frigorígeno) y se instala antes de la válvula de expansión. Si se observa la presencia de burbujas en el líquido debemos deducir que hay presencia de incondensables, que se traduce en un defecto del refrigerante en el circuito.

Gráfico 7. Visor de Líquido.



- C. Separador de Aceite:** Su función principal es de separar el aceite lubricante del gas refrigerante (ó frigorigeno) y regresarlo al carter del compresor antes que llegue a otros componentes del sistema. Debe montarse de manera segura, firme y en posición vertical, generalmente se instala en la línea de descarga, entre el compresor y condensador. El separador de aceite funciona con mayor eficiencia cuando el gas de descarga está altamente sobrecalentado..

Gráfico 8. Separador de Aceite



2.1.5.3. Equipos de Control

- A. Válvulas de Expansión:** Dispositivos que permiten y regula el paso del refrigerante líquido desde un estado de presión más alto a otro más bajo.
- Salva la diferencia de presión existente entre ambas partes del circuito (zonas de baja y alta).
 - Regula el caudal del refrigerante (ó frigorigeno) líquido.
 - Evita que el refrigerante (ó frigorigeno) líquido llegue al compresor.
 - Las válvulas de expansión son de varios tipos: termostáticas, presostáticas, electrónicas, de flotador, capilares.

Gráfico 8. Válvula de Expansión



B. Válvulas Solenoide: Su función básica es la de una válvula de paso operada manualmente, siendo accionada eléctricamente. Se instalan en una tubería para cerrar el paso del fluido, es frecuente encontrarlas en la tubería de líquido, pero también pueden instalarse en la tubería de aspiración ó en la tubería de compresión. Pueden ser accionadas por interruptores termostáticos, de flotador, de baja presión, de alta presión, por reloj ó cualquier otro dispositivo que abra y cierre el circuito eléctrico. La más usada es la de interruptor termostático. Las válvulas termostáticas pueden ser:

Por su aplicación: de acción directa ó operada por piloto.

Por su construcción: normalmente cerrada, normalmente abiertas, de acción múltiple.

Por su forma: de 2 vías, de 3 vías, de 4 vías.

Gráfico 9. Válvula Solenoide



C. Acumulador de Succión: Es un recipiente para entrapar temporalmente la mezcla de refrigerante líquido y aceite, les permite retornar al compresor en forma segura para que no se dañe. Su función es proteger al compresor de los daños que ocasionan el refrigerante líquido o el aceite en exceso cuando retornan repentinamente.

Gráfico 9. Acumulador de Succión



2.1.6. Gases Refrigerantes

El fluido térmico que circula en el sistema cerrado de refrigeración, es un gas refrigerante, que absorbe o cede calor en las diferentes etapas y equipos por donde va circulando y transformándose. Entonces un gas portador refrigerante no es más que una sustancia que tiene la capacidad de transportar e intercambiar calor con el medio ambiente, cediendo calor a alta temperatura y absorbiéndolo a baja temperatura.

Un buen refrigerante debe cumplir múltiples cualidades, que por desgracia no todas pueden ser satisfechas a la vez. Hasta hoy no se ha logrado un refrigerante "ideal". Se hace evidente que en la medida que la naturaleza del refrigerante sea tal que las P- T de condensación se aproximen a las del ambiente, necesitaremos menos energía para comprimirlo y para enfriarlo, y con ello el indicador de consumo por unidad frigorífica también será menor. A la vez, si coincidiera que su diferencia en calor latente (respecto al ambiente) fuese lo suficientemente alto para realizar la transferencia de calor, requeriríamos menos cantidad de refrigerante para ejecutar el trabajo y con ello menos compresión. Ambas cualidades son primordiales en el consumo de energía. Se suman otras propias de la naturaleza química del refrigerante, las que proporcionarán poder realizar el trabajo de refrigeración con mayor o menor eficiencia. Ordenado las cualidades que debe cumplir un buen refrigerante, tenemos las siguientes:

1. No debe degradar la atmósfera al escaparse. Debe ser inerte sobre la reducción de la capa de ozono y no incrementar el potencial efecto invernadero.
2. Ser químicamente inerte, no inflamable, no explosivo, tanto en su estado puro como en las mezclas.
3. Inerte a los materiales con los que se pone en contacto, tuberías, sellos, juntas, ...
4. No reaccionar desfavorablemente con los aceites lubricantes y presentar una satisfactoria solubilidad en él.
5. No intoxicar el ambiente por escapes y ser nocivo a la salud de las personas.
6. La relación P1/P2 debe cumplir con la eficiencia del consumo energético.
7. Poseer un elevado coeficiente de transferencia de calor por conducción.
8. Cumplirse que la relación presión - temperatura en el evaporador sea superior a la atmosférica, para evitar la entrada de humedad o aire al sistema.
9. Que su punto de congelación sea menor que la menor temperatura de trabajo de sistema de refrigeración.
10. Fácil detección en fugas.
11. Bajo precio y fácil disponibilidad.

Un propósito que se persigue y aún no se cuenta con su solución, es contar con un aceite lubricante que funcione con todos los tipos de refrigerantes orgánicos e inorgánicos. Podemos clasificar los refrigerantes en dos grupos:

- Los inorgánicos (amoníaco, CO₂, agua...).
- Los orgánicos (hidrocarburos y halocarbonatados).

Dentro de los orgánicos podemos distinguir entre:

- a) CFC (Flúor, Carbono, Cloro). Clorofluorcarbono. Son los primeros causantes del deterioro de la capa de ozono e internacionalmente ya se ha prohibido su fabricación y empleo.
- b) Contienen hidrógeno y flúor en su molécula y estos lo hacen muy estable en la atmósfera por largos periodos de tiempo. En esta familia encontramos los R11, R12, R115.
- c) HCFC (Hidrógeno, Carbono, Flúor, Cloro). También afectan la capa de ozono pero en menor cuantía y su desaparición está prevista para el 2015. El R22 es el componente principal de la familia.
- d) HFC (Hidrógeno, Flúor, Carbono). Desarrollado en respuesta a los refrigerantes de la segunda generación no presentan potencial destructor de la capa de ozono. En este grupo clasifican el: R134A, R404A, R407F,...
- e) Refrigerantes con GWP <150 Desarrollado para reducir el potencial de calentamiento global (GWP) de refrigerantes por las generaciones anteriores.

El funcionamiento de un sistema de refrigeración depende, en gran medida, de las propiedades del refrigerante utilizado. El **R404A** es uno de los más ampliamente utilizados hasta la fecha para sistemas de congelación, pero en instalaciones Comerciales e Industriales, estos deben responder a criterios de sostenibilidad, impacto medioambiental y eficiencia energética cada vez más rigurosos. Las legislaciones, los controles, y sus consecuentes regímenes sancionadores, comportan una adaptación constante de estas instalaciones para responder a los parámetros exigidos por la normativa. Por ello, viendo la buena posición que ocupa el refrigerante **R407F**, el presente proyecto optará por utilizar este refrigerante, dado las ventajas del refrigerante **R407F** frente al **R404A**.

3. ENTORNO Y ORIENTACIÓN DE LA CÁMARA

Se considera relevante para los fines del proyecto, la orientación y el lugar donde estará situada la cámara, ya que como será descrito más adelante, la temperatura máxima registrada en un período determinado toma gran importancia para futuros cálculos.

3.1. GEOGRAFÍA

3.1.1. Ciudad de Abancay

3.1.1.1. Geografía

La Ciudad de Abancay se asienta a lo largo de un extenso valle juvenil, que comprende desde sus inicios en la zonas altas de las quebradas Cachimayo y Arapato, correspondiente a la Sub-cuenca del Río Mariño donde han sucedido una serie de eventos geodinámicos antiguos que han modelado la superficie actual, al llegar a la confluencia con el Río Pachachaca, se observa otro relieve característico de un valle maduro.

La evolución de la formación de los Andes es el resultado de fenómenos geotectónicos ocurridos en el Mesozoico, donde la evolución originó grandes depresiones y zonas de acumulación de sedimentos continentales, que posteriormente fueron erosionados y acumulados como depósitos cuaternarios recientes, producto de procesos de intemperismo y los factores climáticos ocurridos en el Pleistoceno - Oligoceno.

Estos depósitos se caracterizan por presentar materiales conglomerados de diversa naturaleza, así como depósitos de lodos y piedras que se depositaron al pie del Nevado Ampay, así como a lo largo del valle se depositaron depósitos aluviales que se presentan a manera de terrazas y sirven como terrenos de cultivo.

El sector escogido es la propiedad de la Dirección Regional de la Producción, ubicado en el cercado de la ciudad de Abancay. Con una vía de alta conexión vehicular (calle Juan Pablo Castro) y con 02 accesos viales importantes.

Se condiciona la ubicación de la cámara según la orientación (Gráfico 13), en que la institución dispone del espacio necesario, tal como se muestra en la imagen. La razón de indicar la orientación responde a que según ésta, se debe aplicar factores de corrección de temperatura durante el cálculo de necesidades frigoríficas de la cámara.

3.1.1.2. Localización

El terreno destinado para la instalación de la cámara para la conservación de pescado congelado, pertenece a la Dirección Sub Regional de Pesquería, Recursos Naturales y Medio Ambiente, el cual esta saneado en registros públicos con la partida registral N° 0001945. Su ubicación está en las esquinas de los jirones Wiracocha, Cahuide y Lloque Yupanqui de la urbanización Patibamba de la ciudad de Abancay.

Tabla 3. *Linderos de la Propiedad de la DIREPRO Apurímac.*

LADO	PROPIETARIO
NORTE	Jr. Wiracocha
SUR	Jr. Lloque Yupanqui
ESTE	Jr. Cahuide
OESTE	Con la Loza Deportiva

Fuente: *Equipo Técnico del Proyecto, 2019.*

La Institución – Dirección Regional de la Producción, dispone actualmente de instalación de agua potable y de desagüe, así como la instalación de una Red de Electrificación. Además se dispone de las siguientes áreas:

- Áreas administrativas
- Área de dirección de área producción
- Servicios higiénicos
- Área de guardianía

De acuerdo al levantamiento topográfico, la ubicación corresponde a:

Tabla 4. *Coordenadas Georeferenciadas de la DIREPRO Apurímac.*

DESCRIPCIÓN		
Coordenadas Geográficas	Latitud	-13.639603
	Longitud	-72.883623

Fuente: *Equipo Técnico del Proyecto, 2019.*

A continuación, se presentan las fotografías de ubicación del terreno propuesto para la instalación de la Cámara para Conservación de Pescado Congelado, el cual también muestra las condiciones de infraestructura actuales.

Gráfico 10. Ubicación Geográfica de la Dirección Regional de Producción Apurímac.



Fuente: Equipo Técnico del Proyecto, 2019.

Gráfico 11. Vista de la Dirección Regional de la Producción Apurímac.



Fuente: Equipo Técnico del Proyecto, 2019.

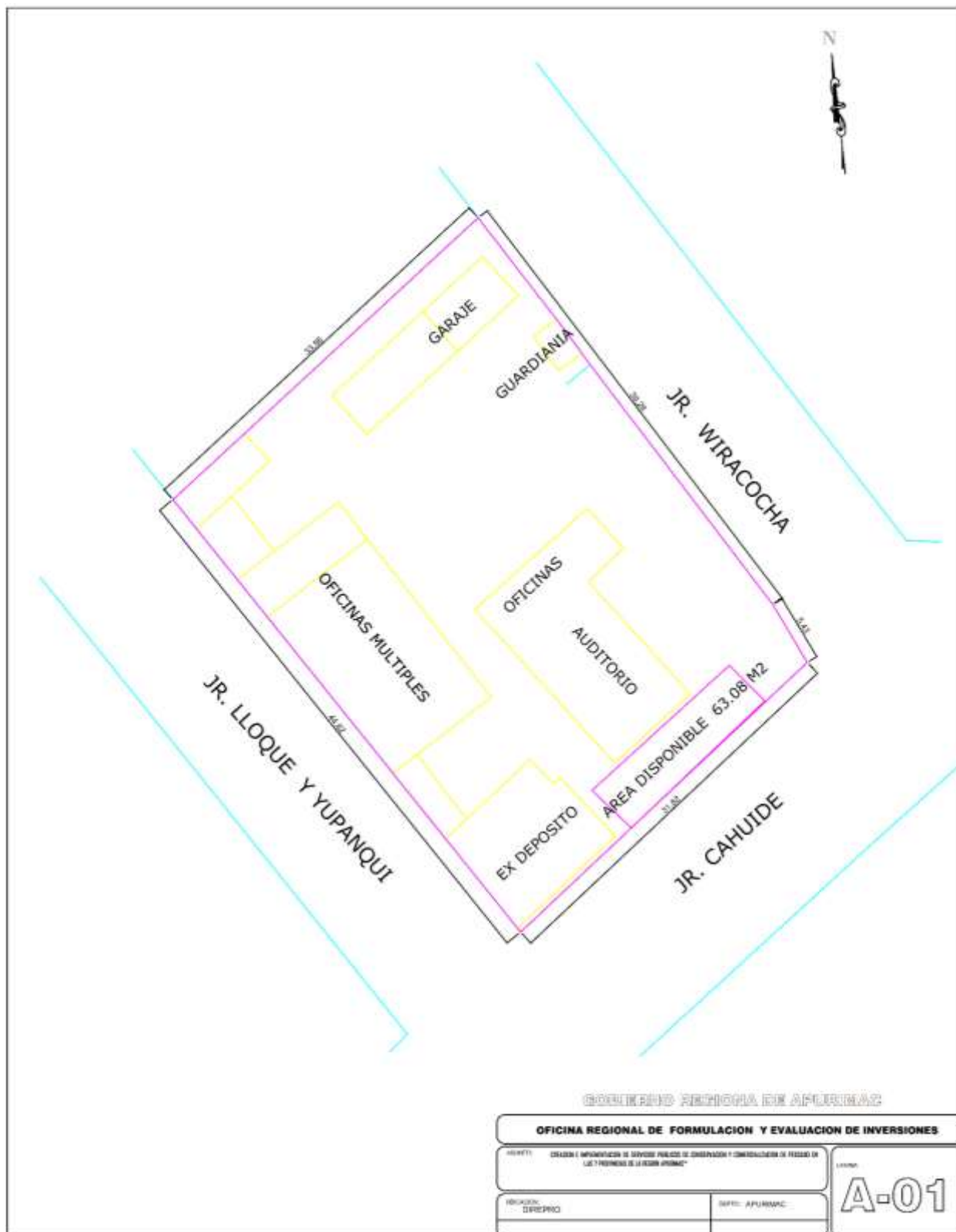
Gráfico 12. Condiciones de Infraestructura de la Dirección Regional de Producción Apurímac.



Fuente: Equipo Técnico del Proyecto, 2019.

De acuerdo al levantamiento y replanteo de los ambientes existentes en la Dirección Regional de Producción Apurímac, se concluye que se tiene un área disponible para la implementación del proyecto de 63.08 m². La disponibilidad de esta área, se puede apreciar en el plano A – 01 (Gráfico 13)

Gráfico 13. Orientación Geográfica de la Cámara Frigorífica – Ciudad de Abancay.



Fuente: Equipo Técnico del Proyecto, 2019.

3.1.1.3. Clima

En el distrito de Abancay, el clima predominante es templado con características veraniegas presentando una temperatura promedio de 18 °C; sin embargo, conforme los pisos altitudinales varían se percibe una fuerte influencia en la variación climática.

A. Temperatura

En Abancay, los veranos son cortos y caliente; los inviernos son cortos, frescos y mojados y está nublado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 5 °C a 25 °C y rara vez baja a menos de 3 °C o sube a más de 28 °C.

La temporada templada dura 2.8 meses y la temperatura máxima promedio diaria es más de 24 °C. El día más caluroso del año es en noviembre, con una temperatura máxima promedio de 25 °C y una temperatura mínima promedio de 11 °C.

La temporada fresca dura 2,9 meses y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 23 °C. El día más frío del año es en julio, con una temperatura mínima promedio de 5 °C y máxima promedio de 23 °C

En función a la estación hidrometeorológica índice de Abancay, se han obtenido los siguientes resultados.

Tabla 5. Temperaturas Medias – Máx. y Mín. Anuales de la Ciudad de Abancay.

ESTACION	ALTITUD (m.s.n.m.)	MEDIA ANUAL (°C)	MÁXIMA ANUAL (°C)	MÍNIMA ANUAL (°C)
ABANCAY	2,398	17.94	25.88	10.23

Fuente: Weatherspark, 2012.

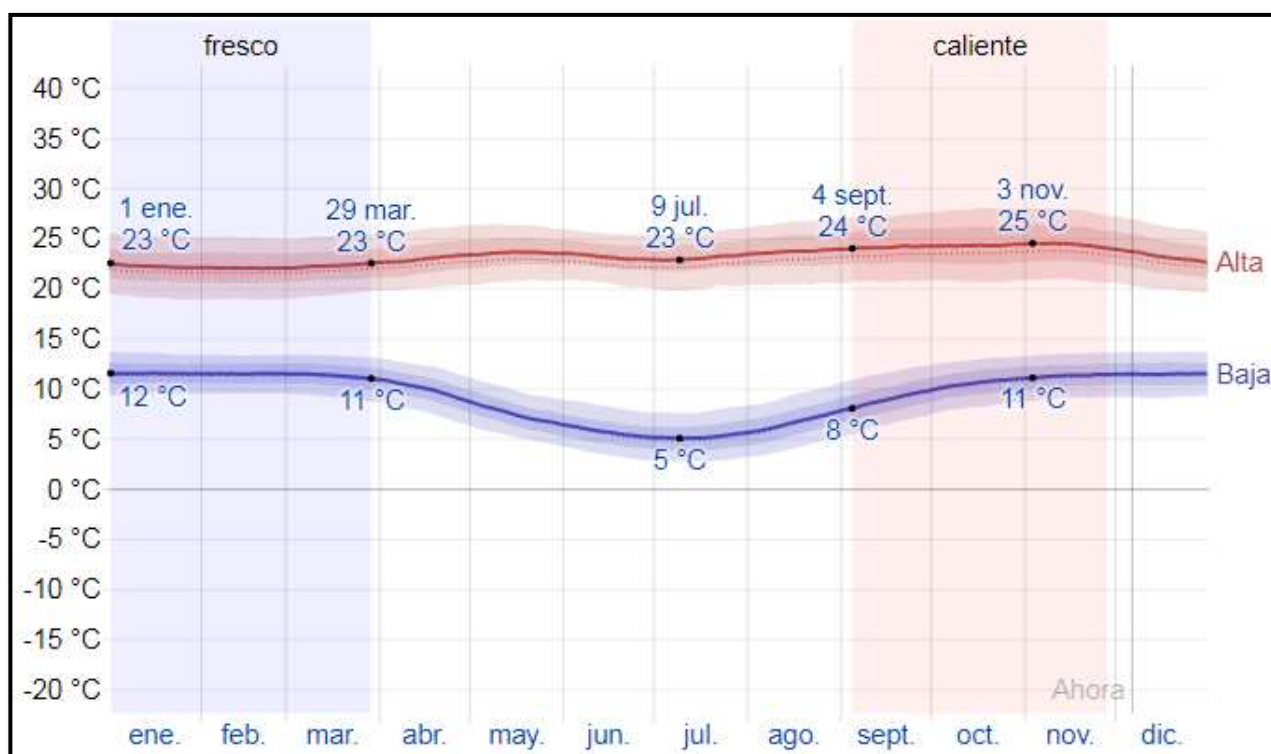
El mes más cálido, registrado en la ciudad de Abancay en el 2019 fue noviembre, alcanzando una temperatura media de 14.74 °C y una máxima de 24.7 °C.

Tabla 6. Temperaturas Máximas y Mínimas Promedio en la Ciudad de Abancay.

	Ene 19	Feb 19	Mar 19	Abr 19	May 19	Jun 19	Jul 19	Ago 19	Set 19	Oct 19	Nov 19	Dic 19
Tmáx (°C)	22.3	22.0	22.3	23.0	23.7	23.3	23.0	23.8	24.0	24.0	24.3	23.3
Tmín (°C)	12.0	12.0	11.3	10.0	7.3	5.5	5.3	6.8	9.0	10.5	11.3	11.8

Fuente: Weatherspark, 2019.

A continuación, se muestra un gráfico de la variación de temperatura en el año 2019.

Gráfico 14. Variación de Temperatura en la Ciudad de Abancay para el año 2019.

La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio con las bandas de los percentiles 25° a 75°, y 10° a 90°. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

Fuente: Weatherspark, 2019.

B. Humedad

La humedad varía con la altitud, presentándose valores de 67% de humedad relativa en los meses de febrero y marzo y 57% de humedad relativa en los meses de junio y julio. Ver Tabla 7. La Humedad presentada a continuación se basa en el promedio de los registros de las estaciones hidrometeorológicas del distrito de Abancay, que presentan los siguientes resultados:

Tabla 7. Humedad de la Ciudad de Abancay en el Periodo 2019.

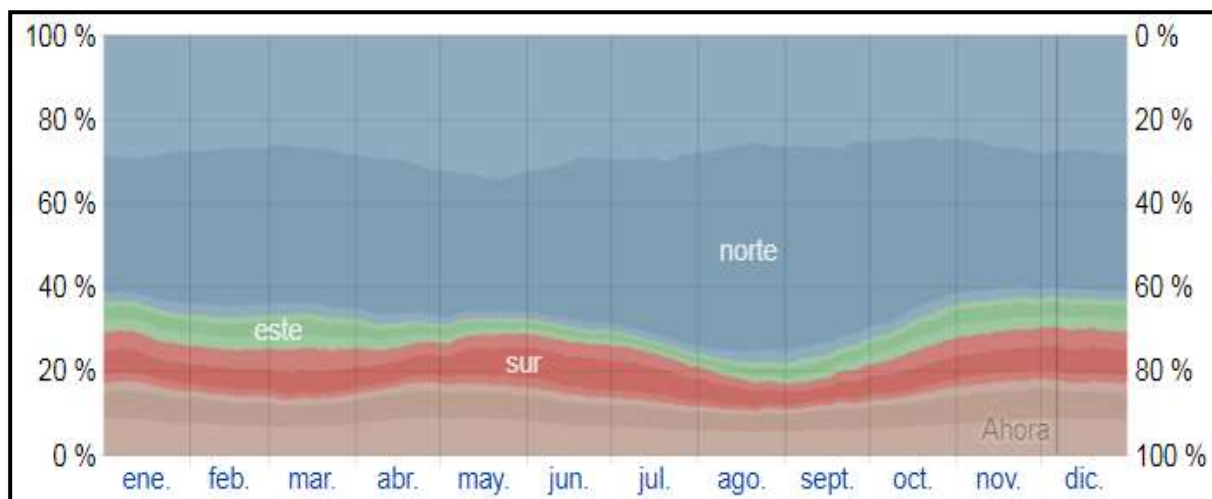
Meses												Media
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
79.55	82.34	82.84	75.58	72.47	69.10	68.64	63.34	68.13	70.11	73.38	79.83	73.78

Fuente: SENAMHI, 2019.

C. Dirección y Velocidad de Vientos

La dirección del viento promedio por hora predominante en Abancay es del norte durante el año (generalmente NNW y NW).

Gráfico 15. Dirección del Viento en la Ciudad de Abancay para el año 2019.

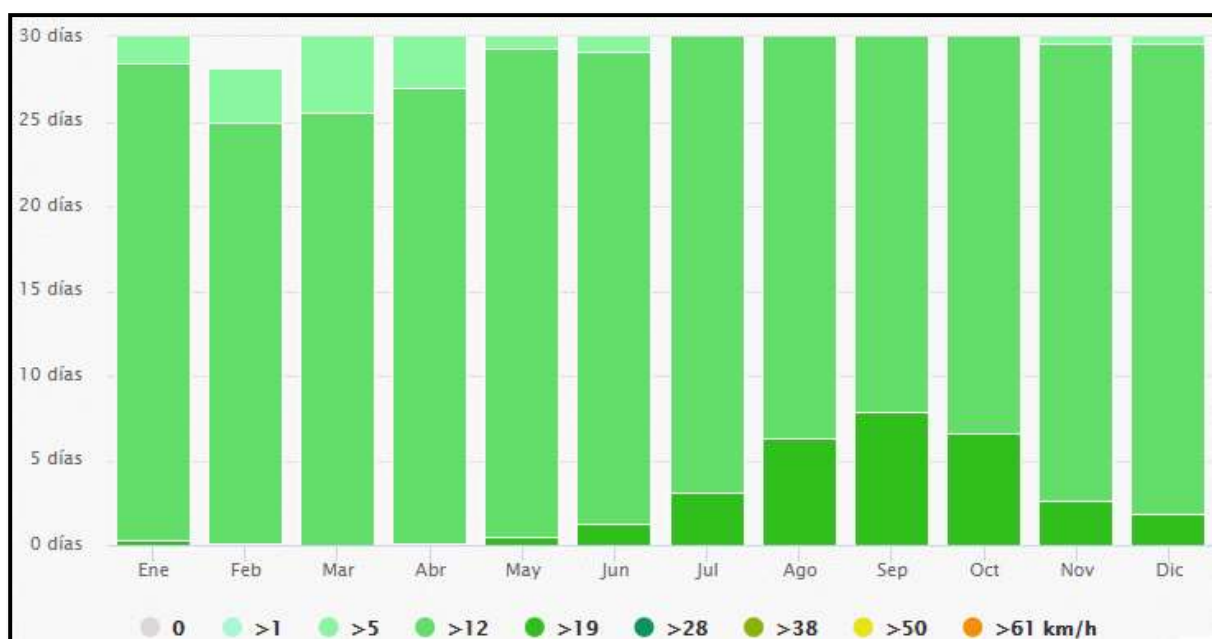


El porcentaje de horas en las que la dirección media del viento viene de cada uno de los cuatro puntos cardinales, excluidas las horas en que la velocidad media del viento es menos de 1.6 km/h. Las áreas de colores claros en los límites son el porcentaje de horas que pasa en las direcciones intermedias implícitas (noreste, sureste, suroeste y noroeste).

Fuente: Weatherspark, 2019.

En cuanto a las velocidades de los vientos, se registran valores cercanos a 12 Km/h.

Gráfico 16. Velocidad del Viento en la Ciudad de Abancay para el año 2019.



El diagrama de Abancay muestra los días por mes, durante los cuales el viento alcanza una cierta velocidad.

Fuente: Meteoblue.com, 2019.

3.1.2. Ciudad de Talavera

3.1.2.1. Geografía

El Distrito de Talavera está situado en la Provincia de Andahuaylas, del departamento de Apurímac hoy Región Apurímac. Se encuentra ubicado en el extremo Nororiente de la Provincia de Andahuaylas, a una altitud de 2,830 m.s.n.m. y coordenadas UTM 8489856 N. 670066 E. Su geografía presenta pisos ecológicos que van desde los 2,400 m.s.n.m. hasta los 4,306 m.s.n.m.

La topografía se caracteriza por tener la unidad conocida con el nombre de superficie puna que se extiende por encima de los 3000 m.s.n.m. Presenta una serie de colinas casi truncadas por efecto de la erosión. Dicha superficie fue disectada por erosión glacial en el curso del cuaternario; las rocas blandas como las capas rojas del cretáceo terciario han sido erosionadas, dejando en relieve los afloramientos más resistentes, cuyas cumbres de forma aplanada evidencian su extensión. En las altas mesetas nacen los tributarios del río Chumbao, que corre por lo general en valles inclinados casi abiertos, con pendientes suaves en algunas zonas y en otras casi empinadas. La depresión natural de San Jerónimo – Andahuaylas – Talavera es alargada en dirección noreste – sureste. Tiene una longitud aproximada de 17 Km. Con ancho variable de 2 a 5 Km.; en el cuadrángulo del ámbito de Andahuaylas, su altura varía entre 3600 y 2800 m.s.n.m, siendo atravesado su eje por el río Chumbao. El fondo de la cuenca está tapizado por extensas formaciones cuaternarias que constituyen un sistema de estratos escalonados, interrumpidas por conos aluviales de los tributarios del río Chumbao; los estratos antiguos están afectados por flexuras y pliegues característicos.

El sector escogido es el estadio de la ciudad de Talavera, propiedad perteneciente a la Municipalidad Distrital de Talavera. Con una vía de baja conexión vehicular (Jr. Los Remales) y con 01 acceso vial importante, la Av. Padre Fermín Toledano.

Se condiciona la ubicación de la cámara según la orientación (Gráfico 19), en que se dispone del espacio, tal como se muestra en la imagen. La razón de indicar la orientación responde a que según ésta, se debe aplicar factores de corrección de temperatura durante el cálculo de necesidades frigoríficas de la cámara.

3.1.2.2. Localización

El terreno destinado para la instalación de la cámara para la conservación de pescado congelado, pertenece a la Municipalidad Distrital de Talavera, el cual esta saneado en registros públicos. Su ubicación está en las esquinas de la Av. Padre Fermin Toledano y Jr. Los Remales, rodeado por Pje. Los Claveles y otros propietarios de la ciudad de Talavera.

Tabla 8. *Linderos de la Propiedad de la Municipalidad Distrital de Talavera.*

LADO	PROPIETARIO
NORTE	Av. Padre Fermin Toledano
SUR	Varios propietarios
ESTE	Jr. Los Remales
OESTE	Pje. Los Claveles

Fuente: Equipo Técnico del Proyecto, 2019.

La Infraestructura del estadio de Talavera, no cuenta con instalación de agua potable y de desagüe. Pero si se puede conectar a la red pública, así mismo, no cuenta con instalación de Red de Electrificación. Pero si se puede conectar a la red pública. De acuerdo al levantamiento topográfico, la ubicación corresponde a:

Tabla 9. *Coordenadas del Estadio de Talavera.*

DESCRIPCIÓN		
Coordenadas Geográficas	Latitud	-13.657530
	Longitud	-73.431940

Fuente: Equipo Técnico del Proyecto, 2019.

A continuación, se presentan las fotografías de ubicación del terreno propuesto para la instalación de la Cámara para Conservación de Pescado Congelado, el cual también muestra las condiciones de infraestructura actuales.

Gráfico 17. *Ubicación Geográfica del Estadio de Talavera.*

Fuente: Equipo Técnico del Proyecto, 2019.

Gráfico 18. Vista Frontal del Estadio de Talavera.



Fuente: Equipo Técnico del Proyecto, 2019.

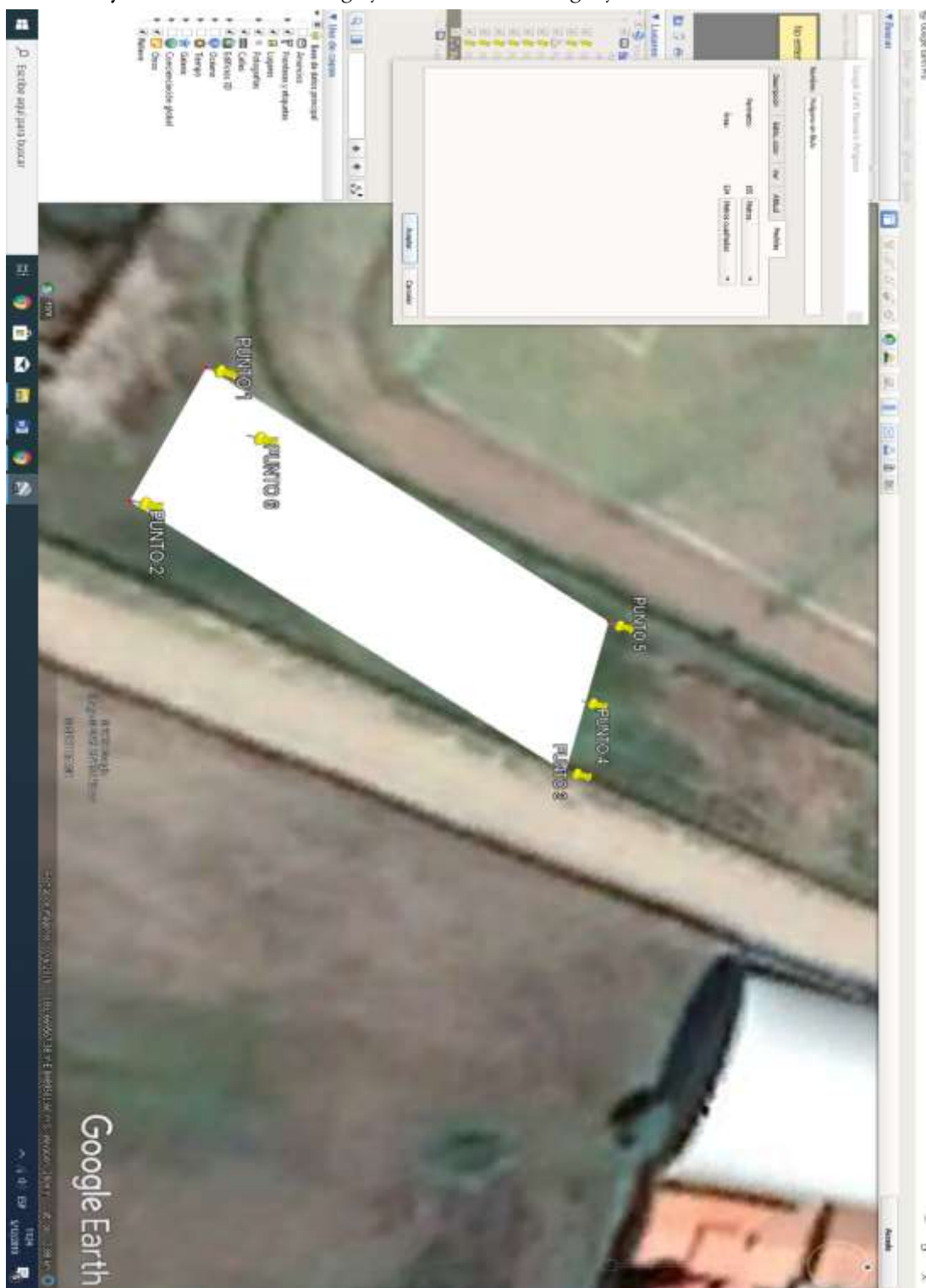
Gráfico 19. Condiciones de Infraestructura del Estadio de Talavera.



Fuente: Equipo Técnico del Proyecto, 2019.

De acuerdo al levantamiento y replanteo de las áreas del Estadio de Talavera, se concluye que se tiene un área disponible para la implementación del proyecto de 524 m². La disponibilidad de esta área, se puede apreciar en el Gráfico 20.

Gráfico 20. Orientación Geográfica de la Cámara Frigorífica – Ciudad de Talavera.



Fuente: Equipo Técnico del Proyecto, 2019.

3.1.2.3. Clima

El clima del distrito es variado debido a su topografía tan diversa y accidentada y la existencia de diversos pisos ecológicos, el clima es cálido en la parte más baja del río Chumbao, templados en las partes medias y fríos en las alturas. También hay microclimas en las pequeñas quebradas; otro factor que determina son las estaciones del año: entre noviembre y marzo es generalmente templado y de abril a octubre hay presencia de días calurosos con heladas en las noches.

A. Temperatura

En promedio la temperatura oscila en las partes bajas, entre los 12°C y 28°C, los que varían conforme a los diversos pisos ecológicos, quebradas y microclimas que presenta la compleja geografía del distrito. En la parte media la temperatura es entre los 15°C y 18°C, y en las partes altas es bastante fría la temperatura es alrededor de 1°C hacia abajo.

La temporada templada dura 2.3 meses, de septiembre a noviembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 20 °C. El día más caluroso del año es el 2 de noviembre, con una temperatura máxima promedio de 21 °C y una temperatura mínima promedio de 8 °C. La temporada fresca dura 5.8 meses, de enero a julio, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 19 °C. El día más frío del año es el 16 de julio, con una temperatura mínima promedio de 6 °C y máxima promedio de 19 °C.

En función a la estación hidrometeorológica índice de Andahuaylas, se han obtenido los siguientes resultados.

Tabla 10. Temperaturas Medias – Máx. y Mín. Anuales de la Provincia de Andahuaylas.

ESTACION	ALTITUD (m.s.n.m.)	MEDIA ANUAL (°C)	MÁXIMA ANUAL (°C)	MÍNIMA ANUAL (°C)
ANDAHUAYLAS	2,865	14.07	20.56	7.58

Fuente: SENAMHI, 2019.

El mes más cálido, registrado en la ciudad de Talavera en el 2019 fue noviembre, alcanzando una temperatura media de 15.39 °C y una máxima de 24.6 °C.

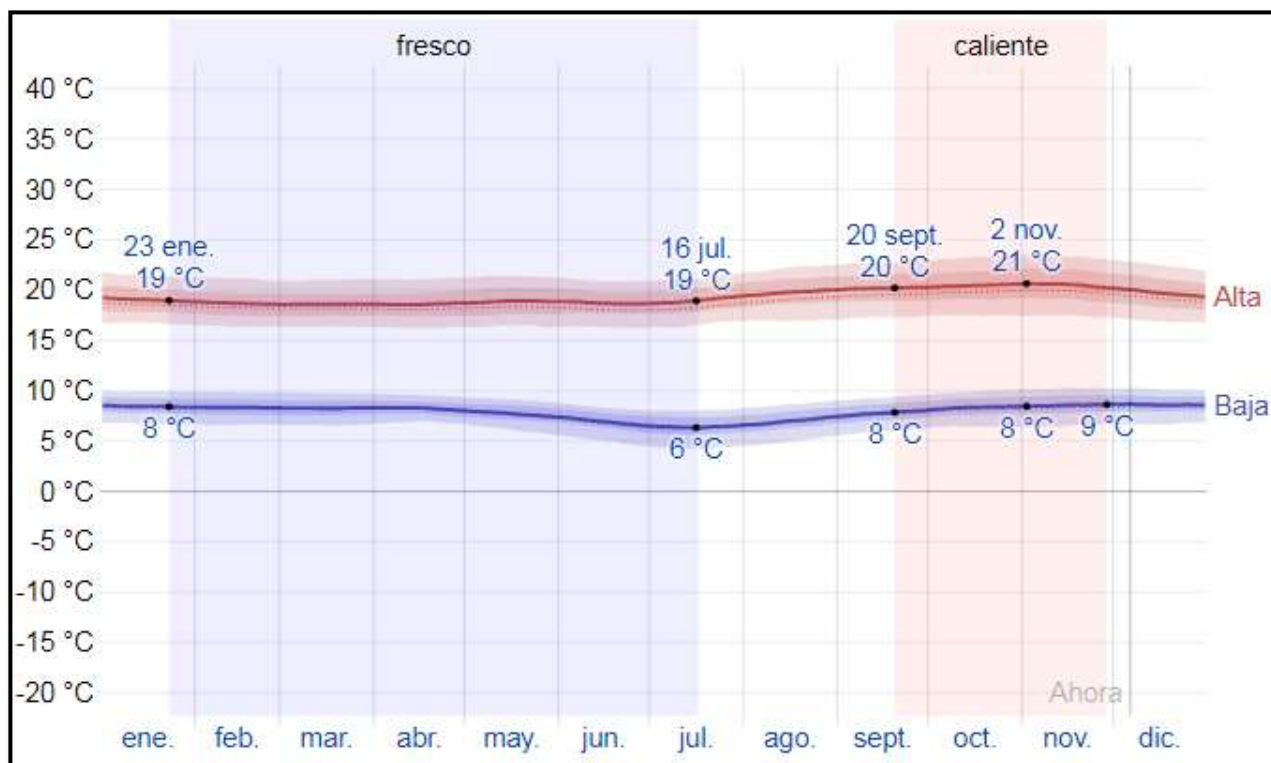
Tabla 11. Temperaturas Máximas y Mínimas Promedio en el Distrito de Talavera.

	Ene 19	Feb 19	Mar 19	Abr 19	May 19	Jun 19	Jul 19	Ago 19	Set 19	Oct 19	Nov 19	Dic 19
Tmáx (°C)	20.7	19.9	20.2	20.1	20.7	20.0	19.5	20.5	20.7	21.5	21.4	21.5
Tmín (°C)	9.9	9.6	9.3	7.4	5.2	4.7	4.0	4.5	7.6	8.4	9.4	10.9

Fuente: SENAMHI, 2019.

A continuación, se muestra un gráfico de la variación de temperatura en el año 2019.

Gráfico 21. Variación de Temperatura en la Ciudad de Talavera para el año 2019.



La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diaria con las bandas de los percentiles 25° a 75° y 10° a 90°. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas.

Fuente: Weatherspark, 2019.

B. Humedad

La humedad varía con la altitud, presentándose valores de 95% de humedad relativa en los meses de febrero y marzo y 87.7% de humedad relativa en los meses de junio y julio. Ver Tabla 12. La Humedad presentada a continuación se basa en el promedio de los registros de las estaciones hidrometeorológicas del distrito de Andahuaylas, que presentan los siguientes resultados:

Tabla 12. Humedad de la Ciudad de Talavera en el Periodo 2019.

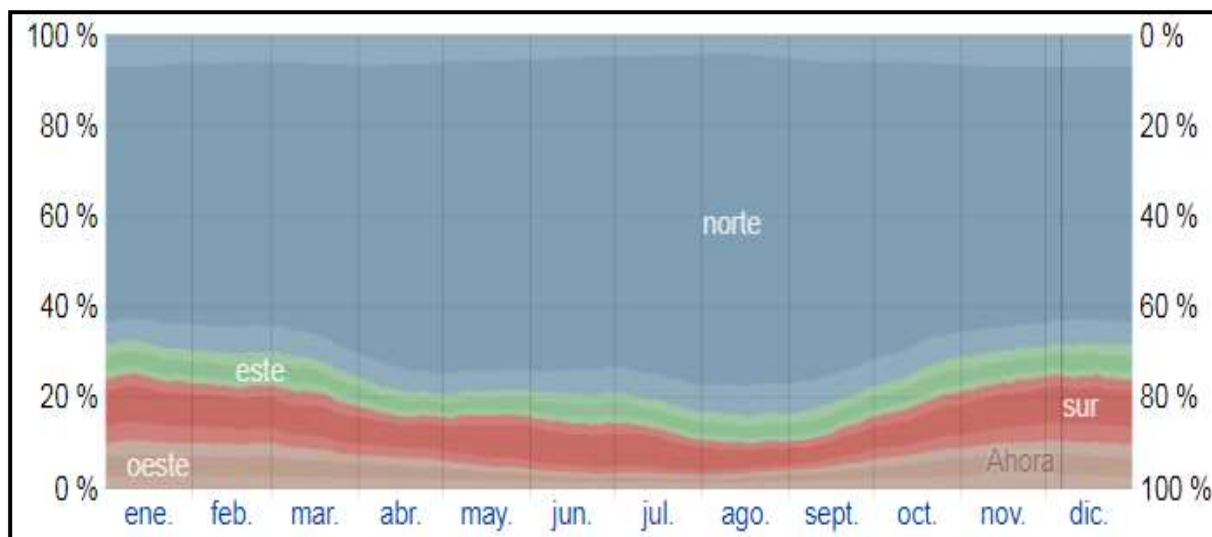
Meses												Media
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
93.24	95.19	95.18	92.51	90.31	86.03	89.35	84.78	92.15	87.73	90.53	88.96	90.50

Fuente: SENAMHI, 2019.

C. Dirección y Velocidad de Vientos

La dirección del viento promedio por hora predominante en Talavera es del norte durante el año.

Gráfico 22. Dirección del Viento en la Ciudad de Talavera para el año 2019.

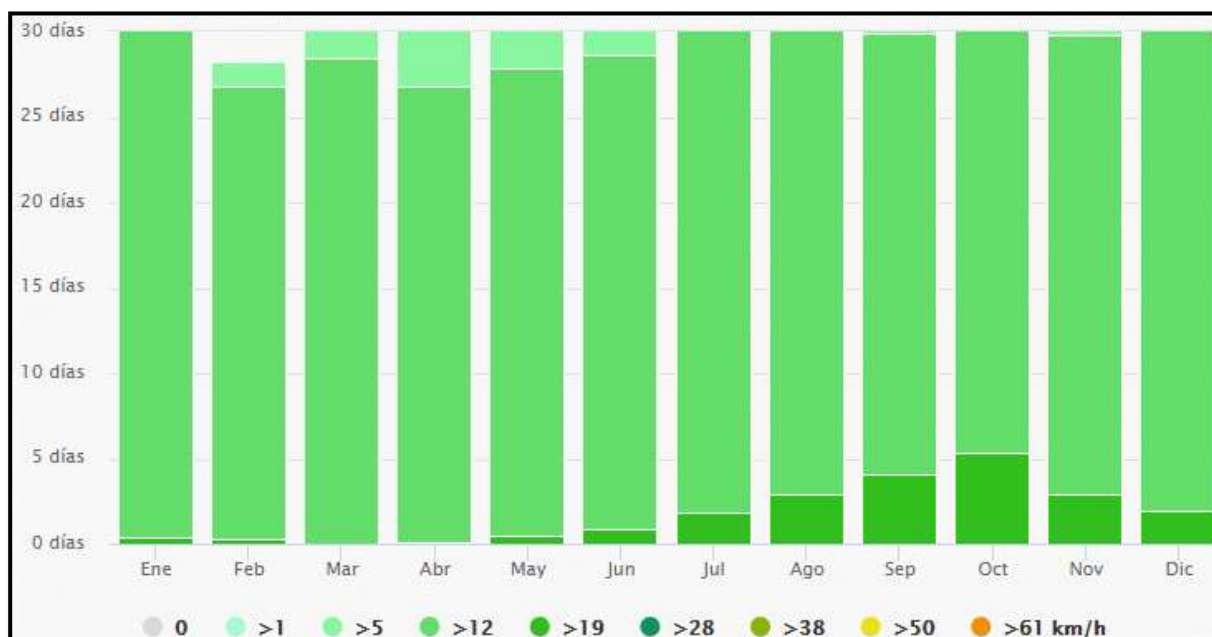


El porcentaje de horas en las que la dirección media del viento viene de cada uno de los cuatro puntos cardinales, excluidas las horas en que la velocidad media del viento es menos de 1,6 km/h. Las áreas de colores claros en los límites son el porcentaje de horas que pasa en las direcciones intermedias implícitas.

Fuente: Weatherspark, 2019.

En cuanto a las velocidades de los vientos, se registran valores cercanos a 12 Km/h.

Gráfico 23. Velocidad del Viento en la Ciudad de Talavera para el año 2019.



El diagrama de Talavera muestra los días por mes, durante los cuales el viento alcanza una cierta velocidad.

Fuente: Meteoblue.com, 2019.

4. DISEÑO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

A continuación, se expone las definiciones y consideraciones convenientes para el diseño del sistema de conservación (congelación) el cual se puede dividir en cinco pasos, iniciándolo con el desarrollo de definiciones de condiciones apropiadas para el almacenamiento de pescado congelado, propiedades del pescado, cargas térmicas, pérdidas en tuberías y velocidades del refrigerante recomendadas; como segundo paso están los cálculos de propiedades del aire tanto interior y exterior, propiedades del refrigerante, cargas térmicas, pérdidas en tuberías, todos estos cálculos son como consecuencia de las necesidades solicitadas por el sistema de enfriamiento y son necesarios para el siguiente paso que consiste en seleccionar todos los equipos que requiere la configuración del sistema de enfriamiento, una vez concluidos los tres pasos anteriormente mencionados se obtiene la geometría completa y definida que será motivo de análisis para diseñar el soporte del sistema de refrigeración y por último plantear alternativas de la transmisión de potencia al sistema de enfriamiento.

4.1. CONSIDERACIONES DEL DISEÑO DE CÁMARA

4.1.1. Parámetros de Operación de la Cámara

Para la determinación de las condiciones a las que funcionará la cámara se definirán parámetros como: El método de almacenamiento del pescado congelado y los requerimientos ó condiciones del almacenamiento en el interior de la cámara.

4.1.1.1. Método de Almacenamiento

El almacenamiento del pescado congelado en cajas es muy conveniente si se realiza adecuadamente, los pescados provienen de plantas de enfriamiento, donde los pescados son colocados en cajas máster de cartón (20 Kg / 01 Bloque x 20 Kg) con plástico interior jumble-pack, de variados diseños junto a lechos de hielo picado. El hielo picado proporciona también bolsas de aire que evitan el desarrollo de bacterias anaerobias responsables de olores malolientes que se impregnan en la carne. Existe una tendencia creciente al uso de cajas de aluminio y de plástico endurecido con aberturas de drenaje para el agua de fusión. Por último el almacenado del pescado congelado en cajas facilita el manipuleo, así como la limpieza centralizada y su almacenamiento en espacios menores y de mayor orden

Para efectos de la presente propuesta, se opta por disponer de pescado congelado entero (considerando cabeza y cola) de calibres: 200-300 gr / 300-500 gr / 500-900 gr.

Gráfico 24. Condiciones de Almacenamiento de Pescado Congelado.



Fuente: Cámara Peruana de Comercio Exterior, 2019.

4.1.1.2. Requerimientos de Almacenamiento al Interior de la Cámara

El pescado requiere una temperatura de conservación tan baja como sea posible y evitar oscilaciones. El servicio de conservación de la cámara debe mantener como mínimo a 20° C bajo cero. El deterioro y oxidación de la grasa limita el tiempo de conservación en el pescado azul a un máximo de 3 meses. Estas cifras sólo serán válidas si no se han producido rupturas en la cadena del frío o fuertes oscilaciones de temperatura en el interior de la cámara.

Por lo tanto el sistema de conservación que se diseñará, presenta las siguientes condiciones de operación: Temperatura interior en la cámara -20°C, humedad relativa de 95% y el tiempo de almacenaje es para 15 días.

A continuación, se muestra una ficha técnica para la especie jurel, con la que se trabajará para el diseño de la cámara:

Tabla 13. Ficha Técnica de Almacenamiento de Jurel.

CARACTERÍSTICAS	
Producto	Jurel entero congelado a bloque: Se obtiene de la especie <i>Trachurus picturatus murphyi</i> . Proveniente del envasado sin estiba (como caiga) y congelado entero en bloque.
Nombre común	Jurel
Clasificación	A. 200-300 g B. 300-500 g C. 500 - 900 g
Presentación	Caja x 20 Kg / 01 Bloque x 20 Kg
Olor	Fresco, a algas marinas, característico de la especie
Color de carne	Característico de la especie
Textura	Firme
Humedad	75%
Vida útil	24 meses
Almacenamiento	-18 °C o menor
Zona de captura	Oceano Pacífico
Origen	Perú

Fuente: Elaboración Propia, en Base a Datos de Exalmar, 2019.

Por otra parte, es importante definir la composición proximal de la especie en estado congelado:

Tabla 14. Información Nutricional de Jurel.

Componente	Promedio (%)
Humedad	75
Grasa	4
Proteína	19.7
Sales Minerales	1.2
Calorías (100g.)	149

Fuente: Exalmar, 2019.

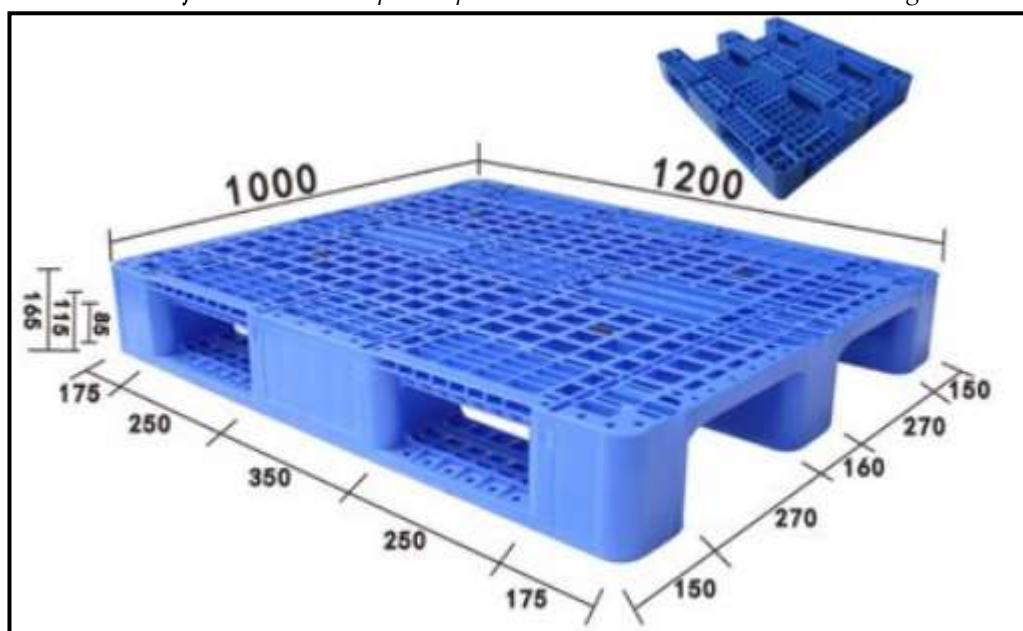
4.1.2. Dimensionamiento de las Cámaras

Para calcular las dimensiones de las cámaras en las ciudades de Abancay y Andahuaylas, se fija una capacidad de pescado congelado a conservar, para ello se considera; la capacidad de almacenamiento mensual en la ciudad de Abancay es de 25 Tn de pescado congelado, mientras en la ciudad de Talavera es de 15 Tn. La mejor forma de almacenaje y disposición para la conservación de productos congelados empaquetados es mediante anaqueles que alberguen pallets sobre los que se coloca la carga para que no afecte la circulación de aire y así evitar los desplazamientos de carga, daños al personal, instalaciones y productos, los espacios de pasillos y separaciones según lo que exige Norma Sanitaria para las Actividades Pesqueras y Acuícolas.

El pescado congelado, almacenado debe tener una distancia del suelo de 17 cm, de 40 cm. de las paredes laterales, de 50 cm. con los techos y de 30 cm. con los evaporadores con sistemas de ventilación forzada, 1m de altura máxima de estiba por pallet, y un distanciamiento entre pila y pila de 10 cm para así asegurar una correcta circulación de aire frío entre ellas y la evacuación de calor.

Las dimensiones del pallet son de 1.2 m de largo y 1.0 m de ancho, considerando palet americano o isopalet, como se muestra en el Gráfico 25. Considerando 0.10 m de espacio entre cada pila, la altura de los pallets apilados de 3.74 m (pila de 3 palets), la altura del evaporador de 0.85 m y 0.59 m de espacio ente el evaporador y el producto congelado.

Gráfico 25. Pallet Propuesto para el Almacenamiento de Pescado Congelado.



Fuente: ArgenPlast Soluciones Empresariales APIV112, 2019.

Las características de diseño del pallet se muestran a continuación en la tabla 15.

Tabla 15. Especificaciones Técnicas del Pallet.

Dimensiones	Peso +/- 2%	Carga estática	Carga dinámica	Carga en rack	Material
1,200 x 1,000 x 165 mm 48 x 40 x 6.6 in.	24 kg. 53 lbs.	7,000 kg. 15,400 lbs.	1,500 kg. 3,300 lbs.	1,000- 1,250 kg. 2,200 - 2,750 lbs.	HDPE
Superficie	Base	Temperatura	Color	Opciones	
Ventilada o lisa	Cruciforme de 6 patines.	De -20°C a 40 °C	Azul claro	Bandas antideslizantes, otros colores, posibilidad de RFID, personalizable.	

Fuente: Demballage, 2019.

Cámara de la Ciudad de Abancay:

El producto debe ir en pallets, donde un pallet contiene 45 cajas de cartón las cuales contienen 20 Kg de pescado congelado por caja (16 kg de pescado congelado, descontando el hielo adicional). La capacidad de la cámara es de 25000 Kg (25 toneladas).

Entonces:

Se considera que cada pallet contiene 900 Kg.

N° de Pallets = $25000 \text{ kg} / 900 \text{ kg/pallet} = 27.78 \text{ pallets}$

La cantidad de pallets es de 28;

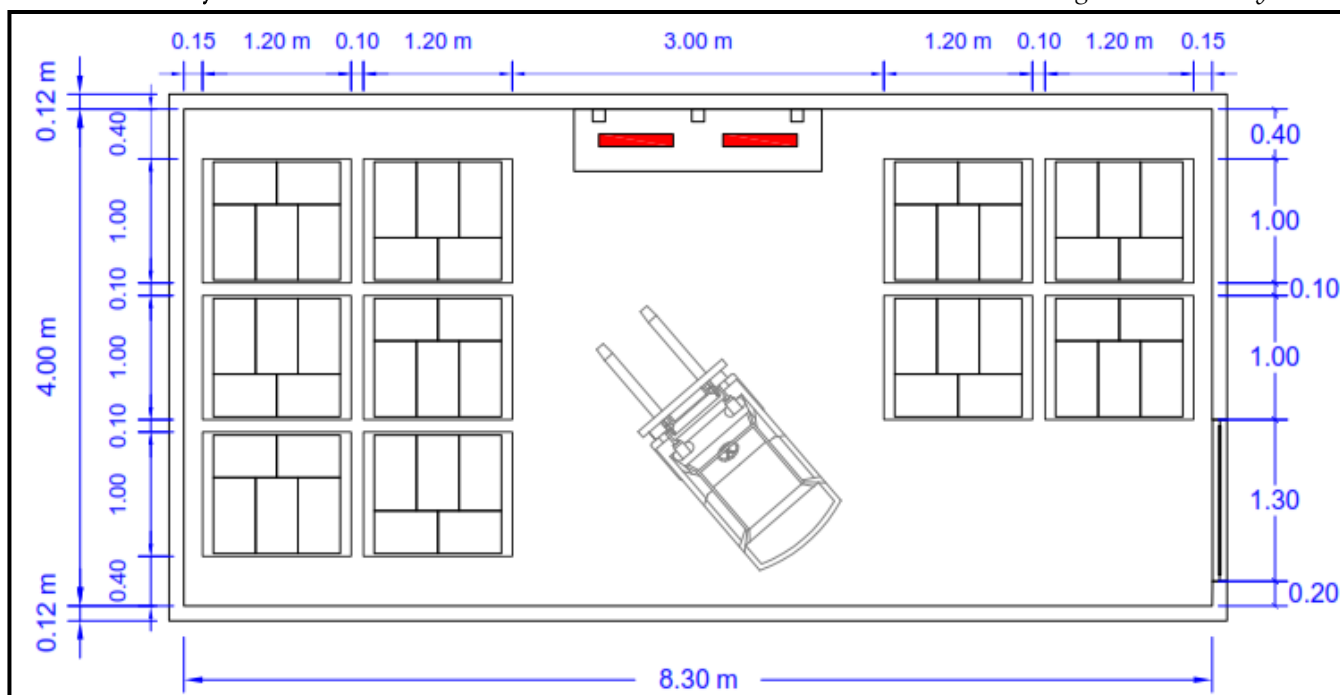
Se considera que cada pila contenga 3 pallets.

N° de Pilas = $28 \text{ pallets} / 3 \text{ pallet/pila} = 9.33 \text{ pilas}$

La cantidad de pilas es de 10.

El área y la distribución de los pallets son como se muestra en el Gráfico 26

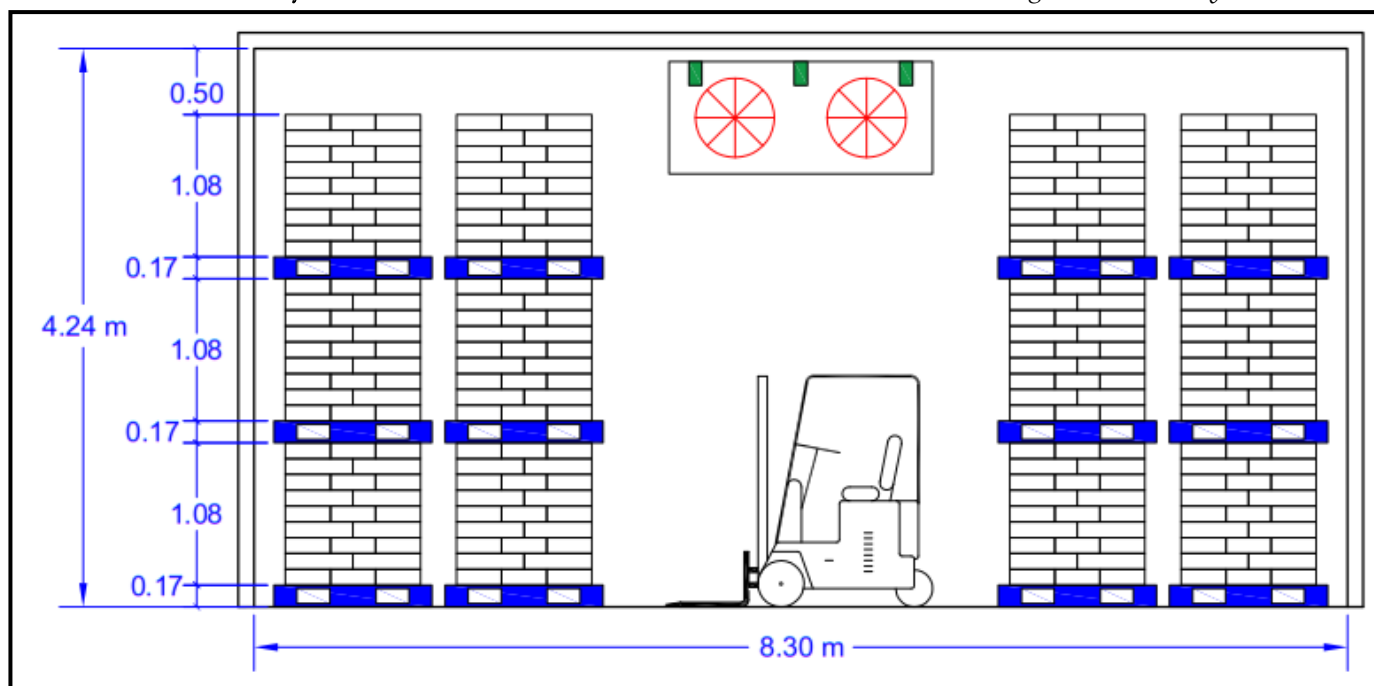
Gráfico 26. Distribución de Pallets en Cámara de Almacenamiento de Pescado Congelado - Abancay.



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

Por lo tanto las medidas de la cámara seleccionada para la ciudad de Abancay son de 8.30 m x 4.00 m x 4.24 m, teniendo un volumen de cámara de 141 m^3 , la capacidad de la cámara para conservar pescado congelado es 25 Ton, la cantidad de cajas son de 1250 cajas, cada una de ellas tiene una capacidad de 20 Kg.

Gráfico 27. Vista Lateral Cámara de Almacenamiento de Pescado Congelado - Abancay.



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

Cámara de la Ciudad de Talavera:

El producto debe ir en pallets, donde un pallet contiene 45 cajas de cartón las cuales contienen 20 Kg de pescado congelado por caja (16 kg de pescado congelado, descontando el hielo adicional). La capacidad de la cámara es de 15000 Kg (15 toneladas).

Entonces:

Se considera que cada pallet contiene 900 Kg.

N° de Pallets = $15000 \text{ kg} / 900 \text{ kg/pallet} = 16.67$ pallets

La cantidad de pallets es de 17;

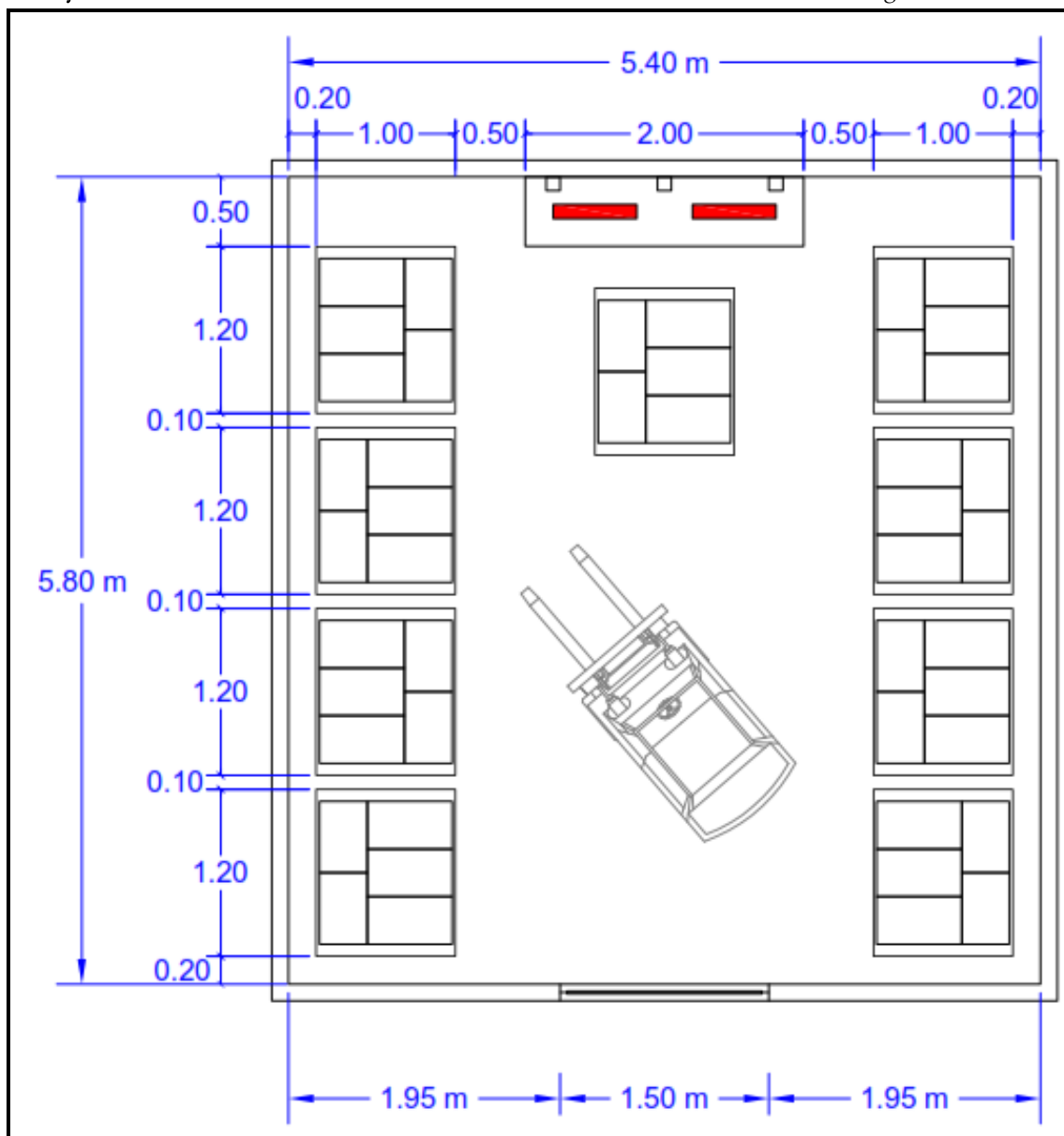
Se considera que cada pila contenga 2 pallets.

N° de Pilas = $17 \text{ pallets} / 2 \text{ pallet/pila} = 8.5$ pilas

La cantidad de pilas es de 9.

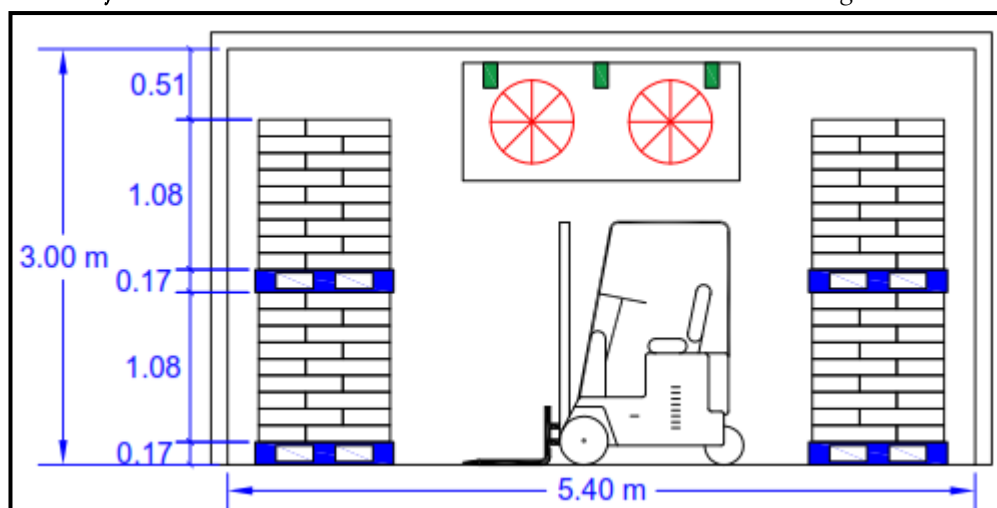
El área y la distribución de los pallets son como se muestra en el Gráfico 28

Gráfico 28. Distribución de Pallets en Cámara de Almacenamiento de Pescado Congelado - Talavera.



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

Por lo tanto las medidas de la cámara seleccionada para la ciudad de Talavera son de 5.80 m x 5.40 m x 3.00 m, teniendo un volumen de cámara de 94 m³, la capacidad de la cámara para conservar pescado congelado es 15 Ton, la cantidad de cajas son de 750 cajas, cada una de ellas tiene una capacidad de 20 Kg.

Gráfico 29. Vista Lateral Cámara de Almacenamiento de Pescado Congelado - Talavera.

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

4.1.3. Coeficientes Convectivos, Globales y Temperaturas

Los coeficientes convectivos del aire exterior e interior a la cámara se calcularán con los valores de las Tablas 16 y 17, mientras los valores de temperatura utilizados, están en función al periodo más cálido de los distritos de Abancay y Talavera.

4.1.3.1. Cálculo de Coeficientes Convectivos α_i y α_e

De acuerdo a lo sugerido por Sánchez (2001)¹, y los registros históricos alcanzados para las velocidades (> 12 Km/h) de viento en las ciudades de Abancay y Talavera, se estiman los siguientes datos de cálculo, basados en la posición tentativa de las cámaras.

Tabla 16. Valores de α_e Para la Velocidad de 12 Km/h.

Orientación	Posición de la Superficie	Flujo Térmico	Valor de α_e (Kcal/m ² .h.°C)
NORTE	Vertical	Ascendente	25
SUR	Vertical	Descendente	20
ESTE	Vertical	Descendente	20
OESTE	Vertical	Ascendente	25
PISO	Vertical	Descendente	20
TECHO	Vertical	Ascendente	25

Fuente: Sánchez y Pineda, 2019.

¹ Sánchez y Pineda de las Infantas M.T (2001). Ingeniería del Frío: Teoría y Práctica. Editorial Mundi Prensa. Madrid – España.

En cuanto al valor de α_i ; la velocidad del aire en el interior, se asume a condiciones normales ($< 5\text{m/s}$). Por tanto, para las orientaciones de la cámara y sus respectivas posiciones, se asume: $\alpha_i = 8 \text{ Kcal/m}^2\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}$.

4.1.3.2. Cálculo de Temperaturas Exteriores a las Cámaras

El cálculo de las temperaturas exteriores a las cámaras, estará determinado por el método propuesto por Sánchez (2001)², y los datos de temperaturas medias y máximas en el periodo más cálido. Así se presentan las siguientes expresiones de cálculo:

$$T_{ec} = 0.4 T_{me} + 0.6 T_{m\acute{a}x}$$

Donde:

T_{ec} : Temperatura exterior de cálculo ($^\circ\text{C}$)

T_{me} : Temperatura media en el mes más cálido ($^\circ\text{C}$)

$T_{m\acute{a}x}$: Temperatura máxima en el mes más cálido ($^\circ\text{C}$)

T_e : Temperatura exterior.

De acuerdo a la relación presentada, se puede estimar las temperaturas exteriores para las diversas paredes y/o orientaciones de la cámara.

Orientación	$T_e (^\circ\text{C})$
Norte	$0.6 T_{ec}$
Sur	T_{ec}
Este	$0.8 T_{ec}$
Oeste	$0.9 T_{ec}$
Cubierta	$T_{ec} + 12$
Suelo	$\frac{T_{ec} + 15}{2}$

A continuación, se presentan los resultados para las temperaturas exteriores en cada pared u orientación de la cámara de conservación.

² Sánchez y Pineda de las Infantas M.T (2001). Ingeniería del Frío: Teoría y Práctica. Editorial Mundi Prensa. Madrid – España.

Tabla 17. Temperaturas Exteriores a Cada Pared de la Cámara - Abancay.

T_{me}	14.74
T_{máx}	24.70
T_{ec}	20.72
Orientación	T_e (°C)
Norte	12.43
Sur	20.72
Este	16.57
Oeste	18.64
Cubierta	32.72
Suelo	17.86

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

Tabla 18. Temperaturas Exteriores a Cada Pared de la Cámara - Talavera.

T_{me}	15.39
T_{máx}	24.60
T_{ec}	20.92
Orientación	T_e (°C)
Norte	12.55
Sur	20.92
Este	16.73
Oeste	18.82
Cubierta	32.92
Suelo	17.96

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

4.1.3.3. Cálculo de Temperatura Interior de la Cámara

Cuanto más rápidamente se alcance una temperatura baja durante el enfriamiento del pescado, más eficazmente se inhibirán los procesos de deterioro. Por lo general, la temperatura de conservación del pescado congelado, se establece en -20 °C. A continuación, se muestran algunos datos asociados a la conservación de pescado.

Tabla 19. Características de Conservación de Pescado Congelado.

Producto	Volumen Aproximado de Almacenamiento m³/Tn	Temperatura de Almacenamiento °C	Movimiento del Aire	Humedad Relativa %	Periodo de Almacenamiento aproximado
Pescado congelado	8.1	-12 / -20	ligero	90 - 95	8 – 10 meses

Fuente: Sánchez y Pineda, 2019.

4.1.4. Selección del Material Aislante – Poliuretano Inyectado (PUR)

El planteamiento de la cámara es de carácter moderno, por tanto será construido de paneles de aislamiento prefabricados, compuestos por chapas de acero galvanizado ($e = 0.6 \text{ mm}$); y el espacio entre las chapas será relleno con un panel tipo sándwich de poliuretano expandido de alta densidad ($38 \pm 2 \text{ Kg/m}^3$) con las siguientes características:

- Coeficiente de conductividad térmica: $\lambda = 0.023 \text{ W/m.K}$ ó $0.017 \text{ Kcal/m.h.}^\circ\text{C}$
- Elevada resistencia mecánica de construcción auto portante.
- Reacción al fuego autoextinguible.
- Baja transmisión de vapor de agua, baja absorción de agua.
- Amplio margen de temperatura de trabajo.
- Dimensiones de plancha de $2000 \times 1000 \text{ mm}$ y $2500 \times 1000 \text{ mm}$.

4.1.5. Cálculo del Espesor del Aislante en Paredes, Techos y Pisos

En cámaras de congelación o de conservación de productos en estado congelado, las pérdidas de calor por transmisión están limitadas en torno a $6\text{-}7 \text{ Kcal/m}^2\text{.h}$. Para efectos de cálculo, en el presente proyecto, se utilizará un valor de pérdida $q = 7 \text{ Kcal/m}^2\text{.h}$. Las relaciones de cálculo para el dimensionamiento del espesor estarán definidas por:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_a}{\lambda_a} + \frac{1}{\alpha_i}$$

$$q = U \cdot \Delta T = U(T_e - T_i)$$

Donde:

α_e : Coeficiente de transferencia de calor convectiva, desde el aire a la pared en el sitio caliente ($\text{Kcal/m}^2\text{.h.}^\circ\text{C}$).

α_i : Coeficiente de transferencia de calor convectiva, desde el aire a la pared en el sitio frío ($\text{Kcal/m}^2\text{.h.}^\circ\text{C}$).

λ_a : Conductividad térmica del material sólido en la estructura ($\text{Kcal/m.h.}^\circ\text{C}$).

δ_a : Espesor del aislante (m).

U : Coeficiente global de transferencia de calor ($\text{Kcal/m}^2\text{.h.}^\circ\text{C}$).

T_e : Temperatura exterior de la cámara ($^\circ\text{C}$).

T_i : Temperatura interior de la cámara ($^\circ\text{C}$).

4.1.5.1. Cálculo del Espesor en la Pared del Norte

Con los datos planteados anteriormente, se obtiene lo siguiente:

$$q_N = U_N(T_{e_N} - T_i)$$

Abancay:

$$7 = U_N(12.43 - (-20))$$

$$U_N = 0.216 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\frac{1}{U_N} = \frac{1}{\alpha_{e_N}} + \frac{\delta_{a_N}}{\lambda_{a_S}} + \frac{1}{\alpha_i}$$

$$\frac{1}{0.216} = \frac{1}{25} + \frac{\delta_{a_N}}{0.017} + \frac{1}{8}$$

$$\delta_{a_N} = 0.076 \text{ m} = 76 \text{ mm}$$

Talavera:

$$7 = U_N(12.55 - (-20))$$

$$U_N = 0.215 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\frac{1}{U_N} = \frac{1}{\alpha_{e_N}} + \frac{\delta_{a_N}}{\lambda_{a_S}} + \frac{1}{\alpha_i}$$

$$\frac{1}{0.215} = \frac{1}{25} + \frac{\delta_{a_N}}{0.017} + \frac{1}{8}$$

$$\delta_{a_N} = 0.076 \text{ m} = 76 \text{ mm}$$

4.1.5.2. Cálculo del Espesor en la Pared del Sur

Con los datos planteados anteriormente, se obtiene lo siguiente:

$$q_S = U_S(T_{e_S} - T_i)$$

Abancay:

$$7 = U_S(20.72 - (-20))$$

$$U_S = 0.172 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\frac{1}{U_S} = \frac{1}{\alpha_{e_S}} + \frac{\delta_{a_S}}{\lambda_{a_S}} + \frac{1}{\alpha_i}$$

$$\frac{1}{0.172} = \frac{1}{20} + \frac{\delta_{a_s}}{0.017} + \frac{1}{8}$$

$$\delta_{a_s} = 0.096 \text{ m} = 96 \text{ mm}$$

Talavera:

$$7 = U_s(20.92 - (-20))$$

$$U_s = 0.171 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\frac{1}{U_s} = \frac{1}{\alpha_{e_s}} + \frac{\delta_{a_s}}{\lambda_{a_s}} + \frac{1}{\alpha_i}$$

$$\frac{1}{0.171} = \frac{1}{20} + \frac{\delta_{a_s}}{0.017} + \frac{1}{8}$$

$$\delta_{a_s} = 0.096 \text{ m} = 96 \text{ mm}$$

4.1.5.3. Cálculo del Espesor en la Pared del Este

Con los datos planteados anteriormente, se obtiene lo siguiente:

$$q_E = U_E(T_{e_E} - T_i)$$

Abancay:

$$7 = U_E(16.57 - (-20))$$

$$U_E = 0.191 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\frac{1}{U_E} = \frac{1}{\alpha_{e_E}} + \frac{\delta_{a_E}}{\lambda_{a_E}} + \frac{1}{\alpha_i}$$

$$\frac{1}{0.191} = \frac{1}{20} + \frac{\delta_{a_E}}{0.017} + \frac{1}{8}$$

$$\delta_{a_E} = 0.086 \text{ m} = 86 \text{ mm}$$

Talavera:

$$7 = U_E(16.73 - (-20))$$

$$U_E = 0.191 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\frac{1}{U_E} = \frac{1}{\alpha_{e_E}} + \frac{\delta_{a_E}}{\lambda_{a_E}} + \frac{1}{\alpha_i}$$

$$\frac{1}{0.191} = \frac{1}{20} + \frac{\delta_{a_E}}{0.017} + \frac{1}{8}$$

$$\delta_{a_E} = 0.086 \text{ m} = 86 \text{ mm}$$

4.1.5.4. Cálculo del Espesor en la Pared del Oeste

Con los datos planteados anteriormente, se obtiene lo siguiente:

$$q_W = U_W(T_{e_W} - T_i)$$

Abancay:

$$7 = U_W(18.64 - (-20))$$

$$U_W = 0.181 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\frac{1}{U_W} = \frac{1}{\alpha_{e_W}} + \frac{\delta_{a_W}}{\lambda_{a_W}} + \frac{1}{\alpha_i}$$

$$\frac{1}{0.181} = \frac{1}{25} + \frac{\delta_{a_W}}{0.017} + \frac{1}{8}$$

$$\delta_{a_W} = 0.091 \text{ m} = 91 \text{ mm}$$

Talavera:

$$7 = U_W(18.82 - (-20))$$

$$U_W = 0.180 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\frac{1}{U_W} = \frac{1}{\alpha_{e_W}} + \frac{\delta_{a_W}}{\lambda_{a_W}} + \frac{1}{\alpha_i}$$

$$\frac{1}{0.180} = \frac{1}{25} + \frac{\delta_{a_W}}{0.017} + \frac{1}{8}$$

$$\delta_{a_W} = 0.092 \text{ m} = 92 \text{ mm}$$

4.1.5.5. Cálculo del Espesor en el Techo

Con los datos planteados anteriormente, se obtiene lo siguiente:

$$q_T = U_T(T_{eT} - T_i)$$

Abancay:

$$7 = U_T(32.72 - (-20))$$

$$U_T = 0.133 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\frac{1}{U_T} = \frac{1}{\alpha_{eT}} + \frac{\delta_{aT}}{\lambda_{aT}} + \frac{1}{\alpha_i}$$

$$\frac{1}{0.133} = \frac{1}{25} + \frac{\delta_{aT}}{0.017} + \frac{1}{8}$$

$$\delta_{aT} = 0.125 \text{ m} = 125 \text{ mm}$$

Talavera:

$$7 = U_T(32.92 - (-20))$$

$$U_T = 0.132 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\frac{1}{U_T} = \frac{1}{\alpha_{eT}} + \frac{\delta_{aT}}{\lambda_{aT}} + \frac{1}{\alpha_i}$$

$$\frac{1}{0.132} = \frac{1}{25} + \frac{\delta_{aT}}{0.017} + \frac{1}{8}$$

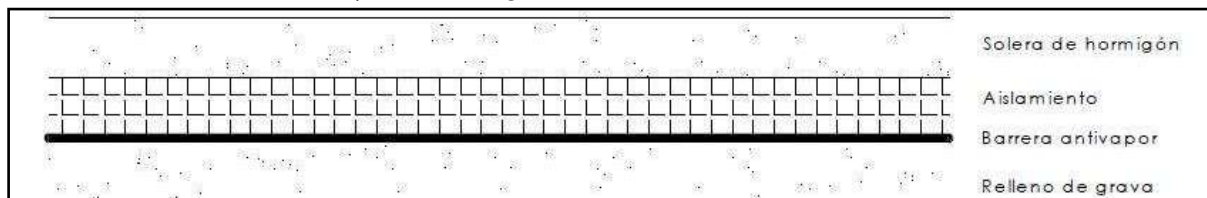
$$\delta_{aT} = 0.126 \text{ m} = 126 \text{ mm}$$

4.1.5.6. Cálculo del Espesor en el Piso

Para el cálculo del espesor del aislante en la cámara de conservación, se colocará una solera de relleno de grava ($\lambda = 1.04 \text{ Kcal/h.m.}^\circ\text{C}$) de 25 cm y una capa de hormigón ($\lambda = 1.402 \text{ Kcal/h.m.}^\circ\text{C}$) de 12 cm de espesor que irá armada con una malla electrosoldada formada por redondos de 5 mm cada 15 cm.

Sobre la misma, se construirá un solado, sobre el cual se colocará la plancha metálica. En la cámara frigorífica, la placa de aislante para el suelo, irá colocada entre la capa de grava y la de hormigón, tal y como indica el siguiente gráfico.

Gráfico 30. Configuración del Suelo de las Cámaras.



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

$$q_P = U_P(T_{e_P} - T_i)$$

Abancay:

$$7 = U_T(17.86 - (-20))$$

$$U_P = 0.185 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\frac{1}{U_P} = \frac{1}{\alpha_{e_P}} + \frac{\delta_{a_P}}{\lambda_{a_P}} + \frac{\delta_G}{\lambda_g} + \frac{\delta_H}{\lambda_H} + \frac{1}{\alpha_i}$$

$$\frac{1}{0.185} = \frac{1}{25} + \frac{\delta_{a_P}}{0.017} + \frac{0.25}{1.04} + \frac{0.12}{1.402} + \frac{1}{8}$$

$$\delta_P = 0.084 \text{ m} = 84 \text{ mm}$$

Talavera:

$$7 = U_T(17.96 - (-20))$$

$$U_P = 0.184 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\frac{1}{U_P} = \frac{1}{\alpha_{e_P}} + \frac{\delta_{a_P}}{\lambda_{a_P}} + \frac{\delta_G}{\lambda_g} + \frac{\delta_H}{\lambda_H} + \frac{1}{\alpha_i}$$

$$\frac{1}{0.184} = \frac{1}{25} + \frac{\delta_{a_P}}{0.017} + \frac{0.25}{1.04} + \frac{0.12}{1.402} + \frac{1}{8}$$

$$\delta_P = 0.084 \text{ m} = 84 \text{ mm}$$

A continuación, se presentan los espesores calculados para las diferentes paredes de la cámara, así mismo se exponen las dimensiones comerciales recomendadas para su adquisición.

Tabla 20. *Espesores de Aislante Calculados para las Cámaras*

Localidad	ABANCAY		TALAVERA	
	Espesor Calculado (mm)	Espesor Comercial de Poliuretano (mm)	Espesor Calculado (mm)	Espesor Comercial de Poliuretano (mm)
NORTE	76	80	76	80
SUR	96	100	96	100
ESTE	86	100	86	100
OESTE	91	100	92	100
PISO	84	100	84	100
TECHO	125	120	126	120

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

4.1.6. Especificaciones para el Montaje de las Cámaras

Las pautas críticas para instalar cualquier material de aislamiento son:

- Sellar todos los escapes de aire entre las áreas acondicionadas y no acondicionadas.
- Obtener cobertura completa del aislamiento
- Reducir al mínimo el escape del aire a través del material.
- Evitar comprimir el aislamiento.

4.1.6.1. Especificaciones de Aislamiento en Paredes

La plancha metálica base deberá ser de acero al carbono ASTM A653 con un espesor de 0.5 mm, galvanizada en caliente y pintada con pintura del tipo poliéster de color blanco 71 de 25 micras de espesor. Esta plancha deberá ser acanalada y con un acabado superficial del tipo liso para que así pueda ofrecer suficiente permeabilidad y así evitar el paso de vapor entre las caras del panel. La espuma deberá ser poliuretano y debe ser rígida con un porcentaje de celda cerrada mínimo del 90%, logrando una conductividad térmica de 0.022 W/m.K .

Los paneles aislantes deben ser del tipo machihembrado para una mejor fijación y rigidez estructural, como se muestra en el Gráfico 31. El ancho de panel debe ser 1125 mm y la longitud de 4200 mm.

La cantidad de paneles para ambas cámaras se describe a continuación:

Abancay: 22 paneles con ancho de 1.125 m, alto de 4.240 m y espesor de 120 mm.

Talavera: 19 paneles con ancho de 1.125 m, alto de 3.000 m y espesor de 120 mm.

Gráfico 31. Montaje de Panel para Pared Frigorífica.



Fuente: Metalpanel, 2019.

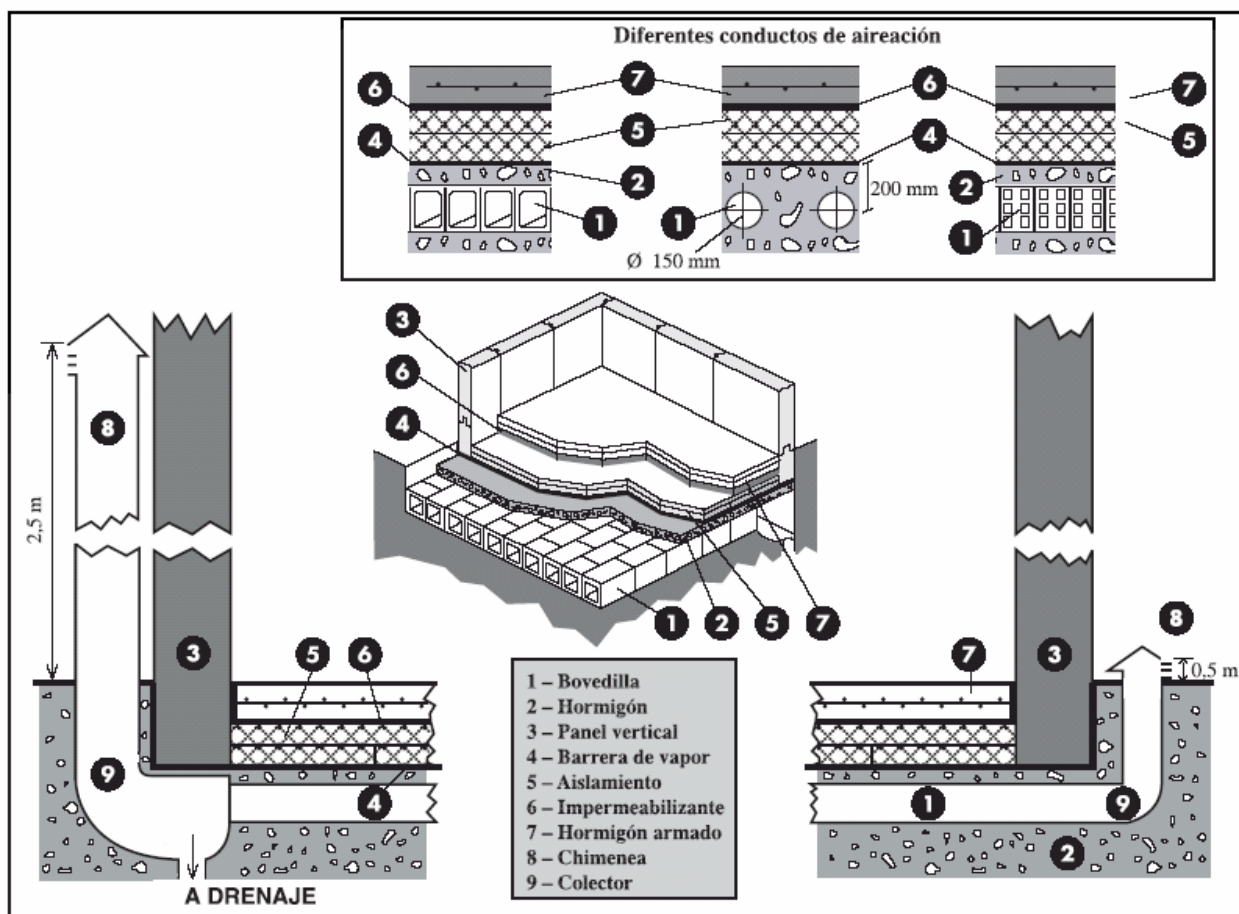
4.1.6.2. Especificaciones de Aislamiento en Piso

Será necesario un vaciado sanitario bajo el suelo de la cámara cuya finalidad es evitar la congelación del suelo, ya que su expansión daría lugar a daños en los cimientos.

El primer trabajo, el vacío sanitario consistirá en hacer circular aire por debajo del aislamiento del suelo consiguiendo que esté a una temperatura superior a 0°C evitando la congelación del suelo. Dicha Aireación será de bovedilla o tubo. En ambos casos tanto la bovedilla como los tubos desembocarán en dos colectores que a su vez tendrán salida y entrada de aire por medio de chimeneas de 2.5 y 0.5 m. de altura respectivamente, que son las que hacen circular el aire.

Uno de los colectores tendrá conexión a la red general para el drenaje de agua que se pueda originar. Es conveniente que las bovedillas y el colector del drenaje tengan una inclinación mínima del 2% hacia el drenaje (ver Gráfico 32).

Gráfico 32. Preparación del Suelo Contra la Congelación.



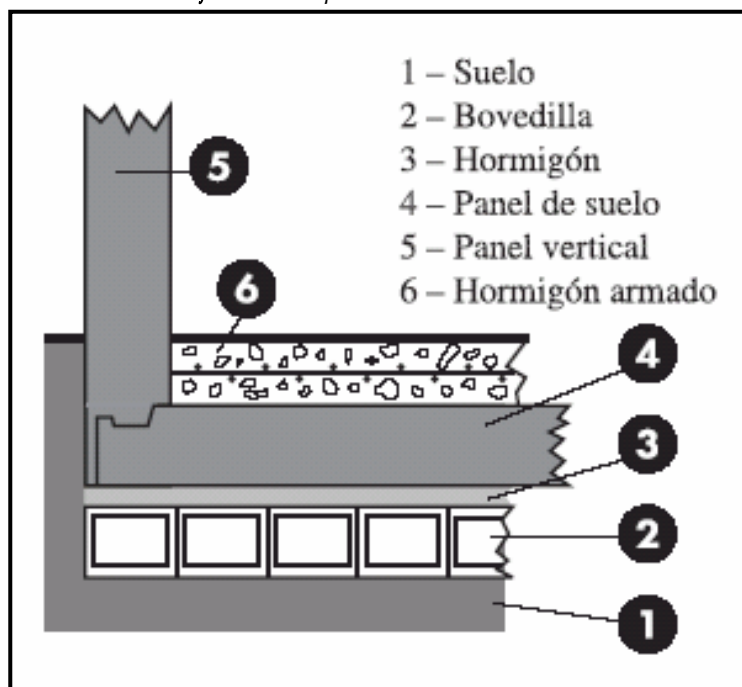
Fuente: Catalogo KIDE, 2019.

Luego se procede al vaciado donde irá la bovedilla y el hormigón base deben de estar nivelados y lisos, el procedimiento a ejecutar es siguiente:

1. Bovedilla hueca o ladrillo, tubo, etc.
2. Hormigón de relleno.
3. Panel de poliuretano.
4. Hormigón armado de resistencia característica 200 kg/cm^2 , formando una capa de 120 mm de espesor como mínimo. La armadura será de malla electro soldada formada por redondos de 5 mm. de diámetro cada 150 mm.
5. Junta de retracción de espesor comprendido entre 5 y 10 mm y una profundidad de $1/3$ del espesor del hormigón armado formando cuadrado de 6 m.

Para mayor detalle del aislamiento del piso, se muestran los Gráficos 33 y 34.

Gráfico 33. Preparación del Suelo con Panel.



Fuente: Catalogo KIDE, 2019.

Gráfico 34. Trabajos de Montaje de Cámara y Aislamiento de Piso.



Fuente: Catalogo KIDE, 2019.

4.1.6.3. Especificaciones de la Puerta

La puerta será corredera, con un marco incorporado para el modelo seleccionado, sus medidas son 1.30 m de ancho y 2 m de alto (cámara de Abancay) y 1.50 m de ancho y 2 m de alto (cámara de Talavera). Debe constar de aislamiento de poliuretano expandido de 120 mm de espesor con retardante a la llama clase R1, recubierto por láminas de acero galvanizado prepintado de 0.5 mm de espesor, prepintado en color blanco RAL 9003, debe poseer la chapa interna y externa de la hoja, unidas por perfil de PVC para quebrar el puente de frío y alojamiento de la unión de sello, herrajes en acero al carbono, tornillos y arandelas para fijación de los accesorios en acero inoxidable AISI 304, debe poseer sello de goma de elastómero EPDM para cámaras con temperaturas de hasta -40 °C .

Gráfico 35. Modelo de Puerta Termoaislante de Cámara.



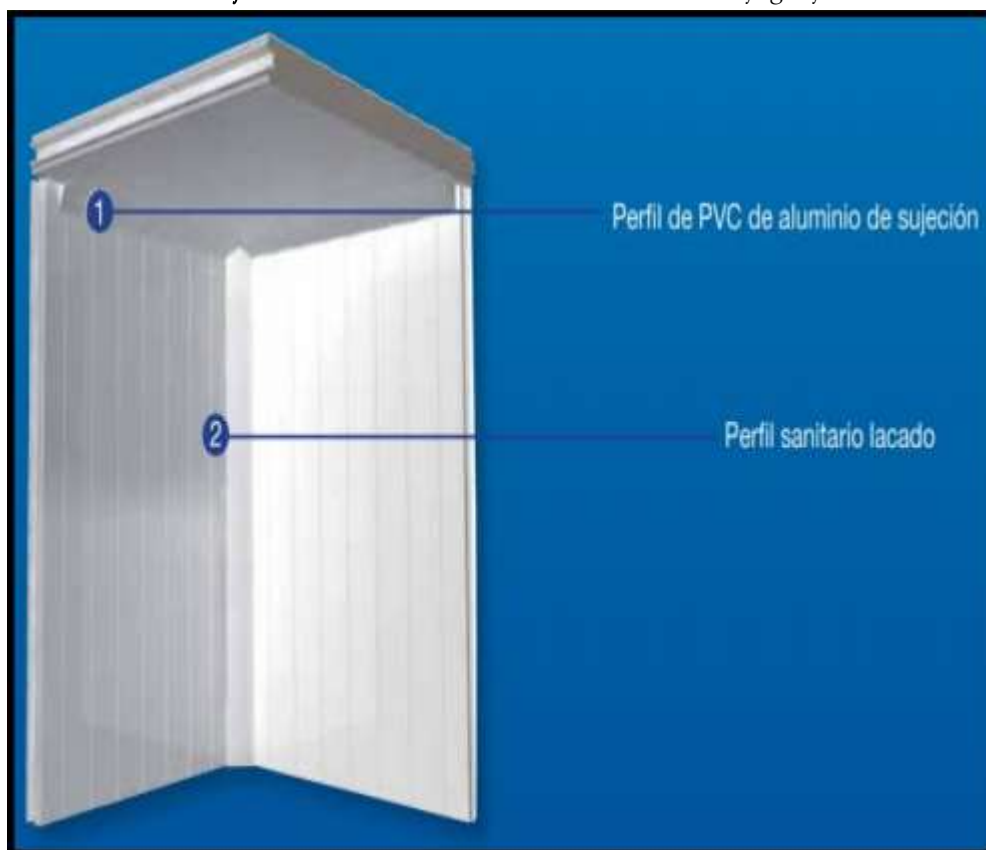
Fuente: Catalogo Dánica, 2019.

4.1.6.4. Especificaciones de Aislamiento en Techo

Para el techo de la cámara frigorífica se utilizarán 4 paneles con un espesor de 120 mm y dimensiones de 1.125 m de ancho por 8.54 m de largo (cámara de Abancay) y se utilizarán 5 paneles con un espesor de 120 mm y dimensiones de 1.125 m de ancho por 5.80 m de largo (cámara de Talavera); estos paneles tienen las mismas

características que los paneles de los paramentos verticales, en la intercepción pared techo se empleara ángulo de aluminio de 1 ½" x 1/8" y deberán estar unidos cada 300 mm con remaches de acero inoxidable de 5 mm de diámetro y en la parte exterior con un sellante de poliuretano, ver detalle en el Gráfico 36. Estos deben ir colgados a la matriz que cobija la cámara por medio de anclajes a elementos especiales; esto se hará por medio de cadenas según su propio peso.

Gráfico 36. Detalle de acabado interior de cámara frigorífica.



Fuente: ISOTERM 1125, 2019.

5. CÁLCULO DE CARGAS FRIGORÍFICAS

El cálculo del balance térmico de una instalación frigorífica pretende determinar la potencia frigorífica necesaria para cubrir las necesidades de la instalación y, en consecuencia, realizar la elección de los equipos frigoríficos de acuerdo con este cálculo: compresor o compresores precisos capaces de abastecer las necesidades calculadas, evaporadores, condensadores, etc. Las necesidades de la instalación, serán función de:

- Régimen de trabajo.
- Clima.
- Tipo, cantidad y estado del producto a su entrada en la instalación Temperatura del producto a su entrada en la cámara Calor específico del producto.
- Renovaciones de aire precisas, tiempo de funcionamiento, etc.
- Calor de respiración del producto, presencia o entrada de personal en el recinto.
- Calor desprendido por la iluminación y otros elementos instalados en la cámara Apertura de puertas, entrada de carretillas elevadoras, existencia de puentes térmicos, etc.

El área calculada para las cámaras, corresponde a las paredes, pisos y techos, resultando los siguientes:

Tabla 21. Superficie Total de las Cámaras

Localidad	Superficie (m ²)
Abancay	170.70
Talavera	129.12

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

Cuando la temperatura de trabajo de la instalación es inferior a 0°C, como en nuestro caso (-20°C), la duración del equipo de frío es aproximadamente 18 horas diarias. Para mantener el frío en una cámara y todo el material almacenado en su interior, es necesario extraer el calor inicial y después todo el calor que va entrando por diferentes motivos.

La extracción total de calor, Q , se puede expresar de la siguiente manera:

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7$$

Donde:

Q_T : Carga térmica total (Kcal/día).

Q_1 : Carga térmica debida a pérdidas por transmisión en paredes, pisos y techos (Kcal/día).

Q_2 : Carga térmica debida a las necesidades por renovación de aire (Kcal/día).

Q_3 : Carga térmica debida a las pérdidas por congelación (Kcal/día).

Q_4 : Carga térmica debida al calor desprendido por los ventiladores (Kcal/día).

Q_5 : Carga térmica debida al calor desprendido por la circulación de operarios (Kcal/día).

Q_6 : Carga térmica debida al calor desprendido por las luminarias (Kcal/día).

Q_7 : Carga térmica debida a pérdidas diversas (Kcal/día).

5.1. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA DEBIDA A LA PÉRDIDA POR TRANSMISIÓN EN PAREDES, PISOS Y TECHOS (Q_1)

El calor transmitido (flujo de calor) a través de una superficie, en régimen estacionario, y a cuyos lados existen temperaturas (exterior e interior, $t_e > t_i$) viene dado, por la expresión:

$$Q_1 = q \cdot S \cdot 24$$

Donde:

Q_1 : Calor total que atraviesa la cámara (Kcal/día).

q : Pérdidas de calor a través de las superficies (7 Kcal/h.m²).

S : Superficie total de la cámara (m²).

Abancay:

$$Q_1 = (7) \cdot (170.7) \cdot (24)$$

$$Q_1 = 28,677.60 \frac{\text{Kcal}}{\text{día}}$$

Andahuaylas:

$$Q_1 = (7) \cdot (129.12) \cdot (24)$$

$$Q_1 = 21,692.16 \frac{\text{Kcal}}{\text{día}}$$

5.2. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA DEBIDA A LAS NECESIDADES POR RENOVACIÓN DE AIRE (Q_2)

La carga térmica a evacuar de un recinto frigorífico debida a la renovación de aire es una variable que puede descomponerse en suma de otras dos:

$$Q_2 = Q_{2,1} + Q_{2,2}$$

Donde:

Q_2 : Calor total por renovaciones de aire (Kcal/día).

$Q_{2,1}$: Carga debida a necesidades por renovaciones técnicas de aire (Kcal/día).

$Q_{2,2}$: Carga debida a necesidades por renovaciones equivalentes (Kcal/día).

5.2.1. Carga Debida a Necesidades por Renovaciones Técnicas de Aire ($Q_{2,1}$)

El número de renovaciones técnicas (n) puede variar de 1 a 5 veces el volumen total de la cámara cada 24 horas.

$$Q_{2,1} = V \cdot \rho \cdot n \cdot \Delta h$$

Donde:

V : Volumen de la cámara (m³).

ρ : Densidad media del aire entre las condiciones interiores y exteriores (Kg/m³).

n : Número de renovaciones técnicas (renovaciones/día)

Δh : Diferencia de entalpías entre el aire exterior e interior (Kcal/Kg)

Para el caso del presente diseño, este valor se considera 0, debido a que el producto no posee calor de respiración.

5.2.2. Carga Debida a Necesidades por Renovaciones Equivalentes de Aire ($Q_{2,2}$)

Es aquella obtenida en función de las pérdidas por infiltraciones, abertura de puertas.

$$Q_{2,2} = V \cdot \rho \cdot d \cdot \Delta h$$

Donde:

d : Número de renovaciones equivalentes (renovaciones/día).

Tabla 22. Renovaciones Equivalentes por Cámara.

Cámara	Volumen (m ³)	Renovaciones equivalentes (renov./día)
Abancay	141	5.4
Talavera	94	6.8

Fuente: Elaboración Propia en Base a Sánchez Pineda de las Infantas, 2019.

Abancay:

Las condiciones para el aire interior y exterior en la ciudad de Abancay son los siguientes:

Tabla 23. Condiciones del Aire para la Cámara en la Ciudad de Abancay (2,342 msnm).

Aire Interior (-20°C)		Aire Exterior (17.94°C)	
Densidad (Kg/m³)	Entalpía (Kcal/Kg)	Densidad (Kg/m³)	Entalpía (Kcal/Kg)
1.05	-4.42	0.89	11.96

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

$$Q_{2,2} = (141). (0.97). (5.4). (11.96 - (-4.42))$$

$$Q_{2,2} = 12,097.58 \frac{Kcal}{día}$$

$$Q_2 = 0 + 12,097.58$$

$$Q_2 = 12,097.58 \frac{Kcal}{día}$$

Talavera:

Las condiciones para el aire interior y exterior en la ciudad de Talavera son los siguientes:

Tabla 24. Condiciones del Aire para la Cámara en la Ciudad de Talavera (2,801 msnm).

Aire Interior (-20°C)		Aire Exterior (14.07°C)	
Densidad (Kg/m³)	Entalpía (Kcal/Kg)	Densidad (Kg/m³)	Entalpía (Kcal/Kg)
0.98	-4.31	0.85	11.19

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

$$Q_{2,2} = (94). (0.915). (6.8). (11.19 - (-4.31))$$

$$Q_{2,2} = 9,065.45 \frac{Kcal}{día}$$

$$Q_2 = 0 + 9,065.45$$

$$Q_2 = 9,065.45 \frac{Kcal}{día}$$

5.3. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA DEBIDA A PÉRDIDAS POR ENFRIAMIENTO (Q_3)

Las necesidades frigoríficas por enfriamiento del pescado son, sin duda, las mayores de todas las que intervienen dentro del cómputo total de la potencia frigorífica de la instalación. En el cálculo de esta carga térmica, se tendrán en cuenta algunos aspectos técnicos, entre los que destacan:

- Tiempo en el que debe ser conservado el producto.
- Cantidad de producto a enfriar.

Teniendo en cuenta los aspectos citados, el cálculo de la carga térmica por enfriamiento del producto, se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$Q_3 = Q_{3,1} + Q_{3,2}$$

Donde:

Q_3 : Calor total por enfriamiento (Kcal/día).

$Q_{3,1}$: Carga debida al enfriamiento desde la temperatura de descarga del pescado hasta la temperatura de conservación (Kcal/día).

$Q_{3,2}$: Carga debida al enfriamiento del empaque (Kcal/día).

Tabla 25. Propiedades del Pescado y Empaque.

Propiedad	Pescado	Empaque
$T_{\text{ingreso}} (^{\circ}\text{C})$	-13	-13
$T_{\text{conservación}} (^{\circ}\text{C})$	-20	-20
Calor específico (Kcal/Kg. $^{\circ}\text{C}$)	0.475	0.300

Fuente: Elaboración Propia en Base a Sánchez Pineda de las Infantas, 2019.

5.3.1. Carga Debida al Enfriamiento ($Q_{3,1}$)

Esta carga se calcula para determinar el calor necesario para enfriar el producto, desde su descargar de los camiones frigoríficos (estimamos -13 $^{\circ}\text{C}$), hasta su almacenamiento en la cámara de conservación (-20 $^{\circ}\text{C}$). El cálculo de esta carga se determina mediante:

$$Q_{3,1} = m_p \cdot C_p \cdot (T_i - T_c)$$

Donde:

m_p : Masa de pescado a conservar (Kg/día).

C_p : Calor específico del pescado, después del punto de congelación (Kcal/Kg. $^{\circ}\text{C}$).

T_i : Temperatura de ingreso del pescado ($^{\circ}\text{C}$)

T_c : Temperatura de conservación del pescado ($^{\circ}\text{C}$)

5.3.2. Carga Debida al Empaque ($Q_{3,2}$)

En el presente proyecto, el pescado estará embalado, por tanto, será necesario añadir las necesarias para el enfriamiento del embalaje, calculadas como:

$$Q_{3,2} = m_e \cdot C_{pe} \cdot (T_i - T_c) \cdot \frac{24}{18}$$

Donde:

m_e : Masa del empaque (Kg/día).

C_{pe} : Calor específico del material del empaque (Kcal/Kg.°C).

Abancay:

$$Q_{3,1} = (25,000) \cdot (0.475) \cdot (-13 - (-20))$$

$$Q_{3,1} = 83,125.00 \frac{\text{Kcal}}{\text{día}}$$

$$Q_{3,2} = (1,000) \cdot (0.300) \cdot (-13 - (-20)) \cdot \frac{24}{18}$$

$$Q_{3,2} = 2,800.00 \frac{\text{Kcal}}{\text{día}}$$

$$Q_3 = 83,125.00 + 2,800.00$$

$$Q_3 = 85,925.00 \frac{\text{Kcal}}{\text{día}}$$

Talavera:

$$Q_{3,1} = (15,000) \cdot (0.475) \cdot (-13 - (-20))$$

$$Q_{3,1} = 49,875.00 \frac{\text{Kcal}}{\text{día}}$$

$$Q_{3,2} = (600) \cdot (0.300) \cdot (-13 - (-20)) \cdot \frac{24}{18}$$

$$Q_{3,2} = 1,680.00 \frac{\text{Kcal}}{\text{día}}$$

$$Q_3 = 49,875.00 + 1,680.00$$

$$Q_3 = 51,555.00 \frac{\text{Kcal}}{\text{día}}$$

5.4. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA DEBIDA AL CALOR DESPRENDIDO POR LOS VENTILADORES (Q_4)

Este cálculo pretende obtener el equivalente calorífico del trabajo realizado por los motores instalados en el evaporador (ventiladores, bombas de circulación de líquido) y otros que eventualmente pudieran utilizarse. El cálculo preciso de este equivalente necesita la determinación previa de las características del ventilador.

Debido a que tanto la potencia de los motores, como el número de horas de funcionamiento de los mismos no son conocidos a priori, tampoco se podrá conocer el valor exacto de Q_4 . Por tanto, puede suponerse de forma práctica y bastante aproximada que el equivalente térmico del trabajo de los ventiladores representa del 5 al 8% de las necesidades de frío ya calculadas, ($Q_1 + Q_2 + Q_3$):

$$Q_4 = 5\% - 8\%(Q_1 + Q_2 + Q_3)$$

A efectos del presente cálculo, se optará por considerar el valor del 6% de la carga calculada.

Abancay:

$$Q_4 = 0.06 (28,677.60 + 12,097.58 + 85,925.00)$$

$$Q_4 = 7,602.01 \frac{Kcal}{día}$$

Talavera:

$$Q_4 = 0.06 (21,692.16 + 9,065.45 + 51,555.00)$$

$$Q_4 = 4,938.76 \frac{Kcal}{día}$$

5.5. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA DEBIDA AL CALOR DESPRENDIDO POR CIRCULACIÓN DE OPERARIOS (Q_5)

La cantidad de calor liberada por operario es variable en función de la temperatura de la cámara, del vestuario, de la actividad física realizada y del tiempo de permanencia en la cámara. El calor aportado por los operarios será:

$$Q_5 = n \cdot C \cdot N$$

Donde:

n : Número de personas en la cámara (adimensional).

C : Calor emitido por cada operario (Kcal/h).

N : Tiempo de permanencia en el interior de la cámara (h/día).

De acuerdo a lo mencionado por Sánchez Pineda de las Infantas M. T (2001), para una temperatura interna de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, corresponde una potencia calorífica liberada por persona de 325 Kcal/h (7800 Kcal/día). Así mismo, se considera que en el recinto ingresen 2 personas para carga y descarga en cada cámara por un tiempo máximo de 1 hora (0.042 días).

Abancay:

$$Q_5 = 2 \cdot (7,800) \cdot (0.042)$$

$$Q_5 = 655.20 \frac{\text{Kcal}}{\text{día}}$$

Talavera:

$$Q_5 = 2 \cdot (7,800) \cdot (0.042)$$

$$Q_5 = 655.20 \frac{\text{Kcal}}{\text{día}}$$

5.6. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA DEBIDA A LA ILUMINACIÓN (Q_6)

Esta carga depende del nivel lumínico proyectado en el recinto frigorífico y del tiempo de utilización. Generalmente el nivel lumínico será bajo, entre 20 y 60 lux, por lo que la potencia instalada será del orden de entre $1\text{-}10\text{ W/m}^2$, dependiendo del tipo de luz utilizada, siendo el período de funcionamiento también corto ya que sólo deberá estar conectada durante períodos en que se realicen trabajos en su interior. Generalmente, esta carga térmica se calcula como el 1-2% de la suma de las cargas consideradas, Q_1 , Q_2 y Q_3 :

$$Q_6 = 1\% - 2\%(Q_1 + Q_2 + Q_3)$$

Para efectos del presente cálculo, se determina la carga de iluminación utilizando el valor 1.5% de las cargas iniciales.

Abancay:

$$Q_6 = 0.01 (28,677.60 + 12,097.58 + 85,925.00)$$

$$Q_6 = 1,267.00 \frac{Kcal}{día}$$

Talavera:

$$Q_6 = 0.01 (21,692.16 + 9,065.45 + 51,555.00)$$

$$Q_6 = 823.13 \frac{Kcal}{día}$$

5.7. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA DEBIDA A PÉRDIDAS DIVERSAS (Q₇)

Se incluyen en este cálculo de cargas, una serie de cargas térmicas diversas, de difícil cálculo hasta tanto no se realice la elección de los equipos que componen la instalación. En la práctica, se realiza una estimación de las mismas, obteniendo un resultado aceptable:

$$Q_7 = \alpha (Q_1 + Q_2 + Q_3)$$

Donde:

α : Coeficiente (0.10 – 0.15)

Para las estimaciones del presente cálculo, se utilizará un coeficiente de 0.10.

Abancay:

$$Q_7 = 0.10 (28,677.60 + 12,097.58 + 85,925.00)$$

$$Q_7 = 12,670.02 \frac{Kcal}{día}$$

Talavera:

$$Q_7 = 0.10 (21,692.16 + 9,065.45 + 51,555.00)$$

$$Q_7 = 8,231.26 \frac{Kcal}{día}$$

5.8. PRODUCCIÓN TOTAL DE FRÍO (Q_T)

La producción de frío ha de ser equivalente a la suma de las necesidades de frío máximas, obtenidas como suma de las siete cargas, calculadas anteriormente, los cuales se pueden obtener bajo base de 24 horas. Por tanto:

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7$$

Abancay:

$$Q_T = 28,677.60 + 12,097.58 + 85,925.00 + 7,602.01 + 655.20 + 1,267.00 + 12,670.02$$

$$Q_T = 148,894.41 \frac{\text{Kcal}}{\text{día}}$$

Talavera:

$$Q_T = 21,692.16 + 9,065.45 + 51,555.00 + 4,938.76 + 655.20 + 823.13 + 8,231.26$$

$$Q_T = 96,960.96 \frac{\text{Kcal}}{\text{día}}$$

Estas necesidades totales están referidas a un periodo de 24 horas, por lo que será necesario fijar el número de horas de funcionamiento del compresor o compresores. Con el objeto de calcular la producción efectiva (capacidad) horaria de los compresores, se estima un funcionamiento diario de 18 horas, los cuales serán calculados con la siguiente expresión:

$$\text{Capacidad} = \frac{24 \cdot Q_T}{N}$$

Donde:

N : Tiempo de funcionamiento de los compresores (h/día).

Abancay:

$$\text{Capacidad} = \frac{148,894.41}{18}$$

$$\text{Capacidad} = 8,271.91 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} \cong 9.62 \text{ KW} \cong 2.74 \text{ Ton. Refrigeración}$$

Talavera:

$$\text{Capacidad} = \frac{96,960.96}{18}$$

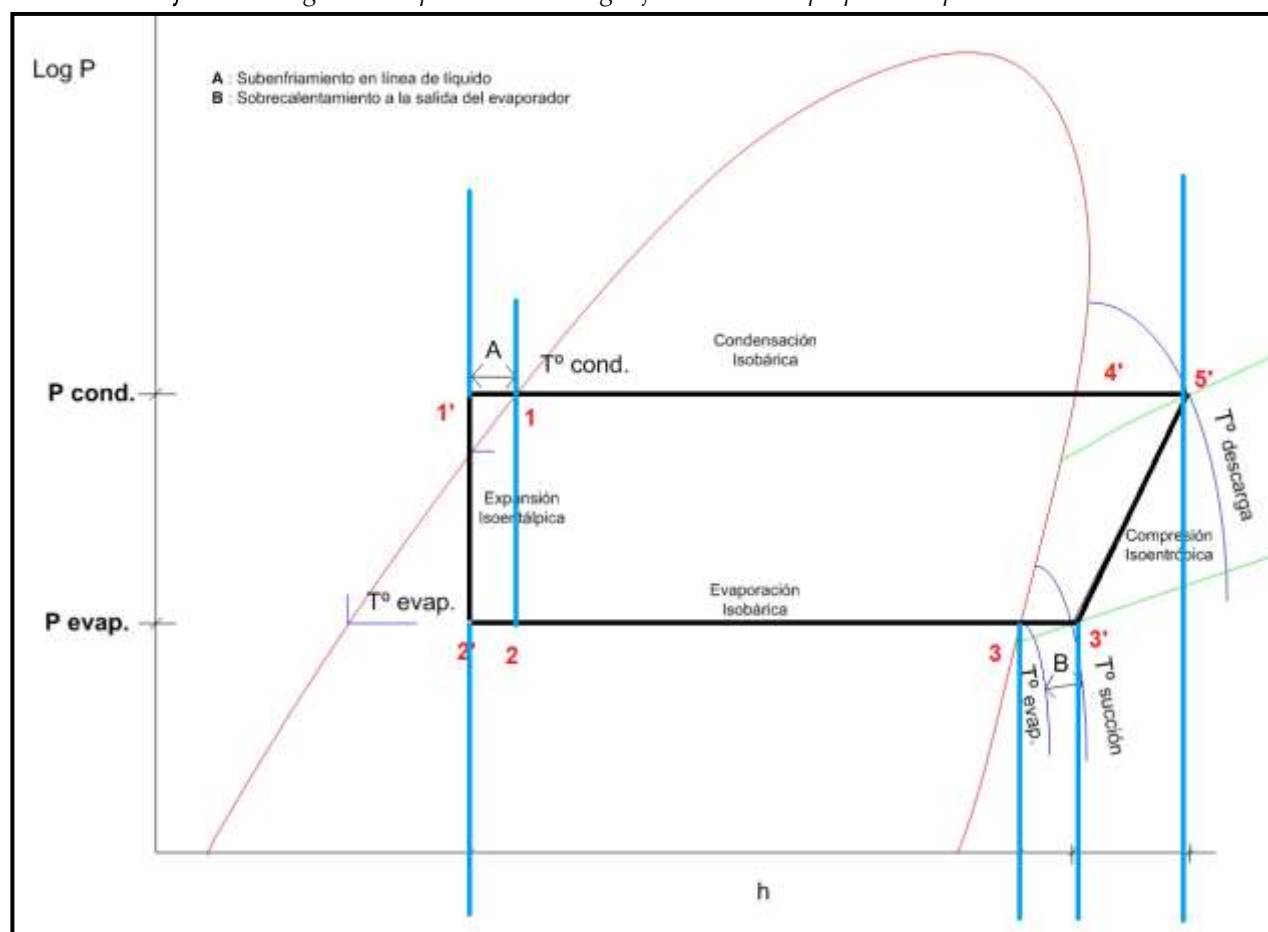
$$\text{Capacidad} = 5,386.72 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} \cong 6.26 \text{ KW} \cong 1.78 \text{ Ton. Refrigeración}$$

6. DEFINICIÓN DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN

Los ciclos en los que operan las cámaras de conservación, se denominan ciclos de refrigeración por compresión de vapor, donde el refrigerante se evapora y condensa alternadamente, para luego comprimirse en la fase de vapor.

El calor fluye desde una zona de alta temperatura a una de baja temperatura sin necesidad de algún dispositivo. El proceso inverso no sucede por si solo (principio de la segunda ley de la termodinámica), para lograr transferir calor desde una zona de baja temperatura a una de alta sin violar la segunda ley requiere de dispositivos especiales conocidos como refrigeradores. Los refrigeradores son dispositivos cíclicos y los fluidos de trabajo empleados en los ciclos de refrigeración se llaman refrigerantes.

Gráfico 37. Diagrama Ph para Sistema Frigorífico de una Etapa por Compresión Mecánica.



Fuente: P. Méndez, 2010.

La Temperatura de Evaporación (T_{evap}) se determina a partir de la temperatura interior, considerando un salto térmico $D_{T.evap} = 5^{\circ}C - 8^{\circ}C$ para cámaras de congelación.

$$T_{evap} = T_{int} - D_T$$

Donde:

T_{evap} : Temperatura de evaporación (°C).

T_{int} : Temperatura al interior de la cámara (°C).

D_T : Salto térmico en el evaporador (°C).

A la hora de determinar la Temperatura de Condensación (T_{cond}) es preciso tener en cuenta el denominado, salto térmico en el condensador, que es la diferencia entre la temperatura de condensación y la que tiene el fluido refrigerador (agua o aire) a la entrada del condensador. En condensadores de aire, para que la transferencia de calor sea rápida y este elemento tenga unas dimensiones adecuadas, el salto térmico de condensación debe ser entre $D_{T,cond} = 10 - 20$ °C más elevada que la temperatura del aire de entrada.

$$T_{cond} = T_{amb} - D_{T,cond}$$

Donde:

T_{cond} : Temperatura de condensación (°C).

T_{amb} : Temperatura ambiente (°C).

D_T : Salto térmico en el condensador (°C).

Al introducir en el diagrama P-h del refrigerante elegido, las temperaturas de evaporación y condensación se obtienen las presiones de evaporación P_{evap} y condensación P_{cond} .

El refrigerante que circula por cada uno de los componentes del equipo da lugar a que se produzcan pérdidas de carga, las cuales son más significativas en el evaporador y en el condensador. Debido a esto se realizan las siguientes consideraciones para los evaporadores y condensadores, diseñándose para una pérdida de carga del 10% y 5%, respectivamente, de la presión absoluta de trabajo. Las presiones reales para evaporador y condensador son:

$$P_{aspiración} = 0.9 \cdot P_{evap}$$

$$P_{descarga} = 1.05 \cdot P_{cond}$$

Las pérdidas de carga en ambos componentes serán:

$$\Delta P_{evap} = P_{evap} - P_{aspiración}$$

$$\Delta P_{cond} = P_{descarga} - P_{cond}$$

Una vez calculadas las presiones de aspiración y descarga, la relación de compresión viene dada por la siguiente expresión:

$$r_c = P_{\text{descarga}} / P_{\text{aspiración}}$$

A continuación se detalla el proceso que tiene lugar entre cada uno de los puntos marcados en el ciclo, así como la función de cada uno sus componentes:

6.1. EVAPORADOR (Proceso 2' → 3')

Los procesos que tienen lugar en el evaporador se representan en el diagrama por la línea 2' → 3', que es una línea horizontal y por tanto de presión constante (isóbara). En el Punto 2' llega al evaporador una mezcla de refrigerante líquido y refrigerante vapor procedente del dispositivo de expansión. Esta mezcla se encuentra a baja temperatura y a baja presión.

El proceso 2' → 3 representa la ebullición del refrigerante líquido; a lo largo de este tramo el líquido se vaporiza, ganando calor latente procedente de la cámara que se enfriará. Durante este proceso, la temperatura y presión permanecen teóricamente constantes.

Al llegar al Punto 3, todo el fluido frigorígeno se encuentra en estado vapor saturado. Aunque el vapor está a baja temperatura, su escasa capacidad para absorber calor, (pequeño calor específico) hace que su uso para enfriamiento de producto ya no sea interesante.

El proceso 3 → 3' recibe el nombre de recalentamiento, consiste en ceder algo de calor al vapor refrigerante para alejarlo de la línea de saturación, este calor, habitualmente procede de la cámara o mercancía y se propicia su cesión en las últimas filas del evaporador. El objeto del recalentamiento es el de asegurar que no entra refrigerante líquido al compresor que podría dañarlo, dado que no se comprime.

Al fenómeno de entrada de líquido en el compresor se le conoce como golpe de líquido. Durante el recalentamiento el refrigerante incrementa su temperatura ($\Delta T_{\text{rec}} = 3\text{-}10^\circ \text{C}$), permaneciendo la presión constante. A continuación los principales parámetros que se pueden obtener a partir del diagrama:

Calor específico en evaporador. Es el frío producido por un kilogramo de refrigerante, se calcula como la diferencia de entalpías entre la entrada y la salida del evaporador:

$$q_{\text{evap}} = h_{3'} - h_{2'}$$

Flujo másico de refrigerante. Conocido el valor del calor específico en el evaporador y su potencia, la cual será igual a la carga térmica máxima ($Q_e = Q_F$) es posible calcular el caudal de refrigerante que circula por el circuito.

$$m_r = \frac{Q_F}{q_{\text{evap}}}$$

Potencia de los ventiladores del evaporador:

$$W_{vent-evap} = \frac{(m_{evap} \cdot \Delta P_{vent-evap})}{(\rho \cdot n_{evap})}$$

$$m_{evap} = \frac{(Q_{evap})}{(C_p \cdot \Delta T_{evap})}$$

Donde:

m_{evap} : Flujo másico de refrigerante del evaporador (Kg/s).

$\Delta P_{vent-evap}$: Pérdida de carga en el evaporador (Pa).

ρ : Densidad del aire (Kg/m³).

η_{evap} : Rendimiento del ventilador evaporador tomando un valor de 0.6.

Q_{evap} : Potencia del evaporador, igual a la carga térmica máxima (W).

C_p : Calor específico del aire (1004.67 J/Kg.K).

ΔT_{evap} : Temperatura entre el aire que entra al evaporador y el que sale (°C).

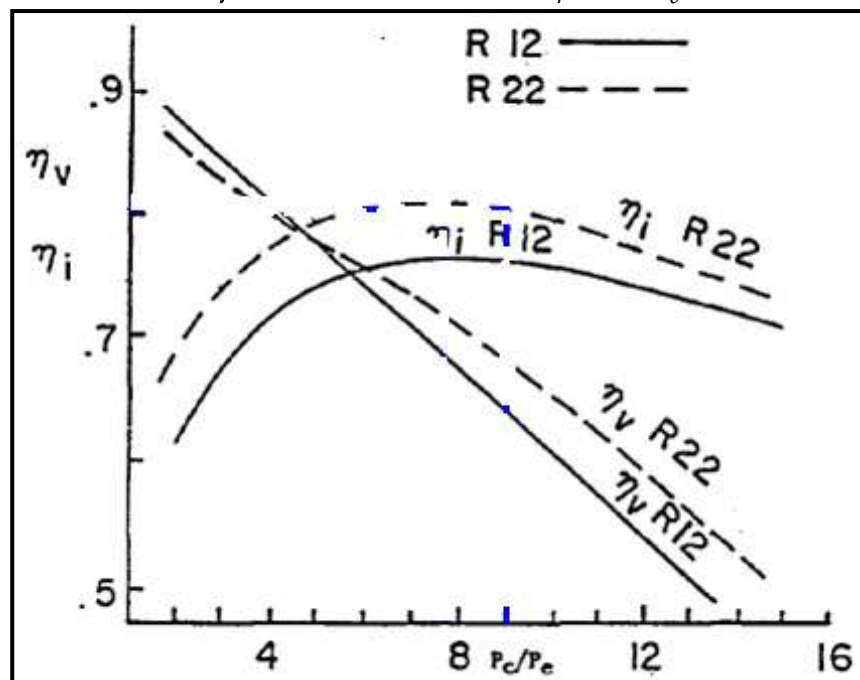
6.2. COMPRESOR (Proceso 3' → 5')

Se representa en el diagrama mediante el segmento 3' → 5. Este proceso tiene lugar, teóricamente, a lo largo de una línea llamada isoentrópica, que considera el comportamiento del compresor como ideal, resultando una buena aproximación. Durante el proceso de compresión, el refrigerante aumenta su presión y como consecuencia, su temperatura, que puede llegar a ser del orden de 90 °C en la descarga del compresor, manteniéndose en estado de vapor.

A partir del diagrama se puede obtener el trabajo específico del compresor, que posteriormente habría que corregir con los rendimientos de compresor, transmisión y motor.

Trabajo específico de compresión. Es el trabajo que realiza el compresor para comprimir un kilogramo de refrigerante. Empleando el Gráfico 38, con la relación de compresión obtendremos el rendimiento indicado.

Gráfico 38. Rendimiento Indicado para R22 y R12.



Al no disponer de una gráfica específica para el rendimiento indicado del gas refrigerante R407f analizado, se supone de manera aproximada que sus comportamientos son similares al del R-22. Esta aproximación puede realizarse ya que las relaciones de compresión de los refrigerantes son similares. El punto de descarga del compresor, punto 5 del diagrama se calcula mediante la siguiente expresión:

$$h_5 = h_{3'} + \frac{(h_{4'} - h_{3'})}{n}$$

$$w_{comp} = h_5 - h_{3'}$$

Potencia isoentrópica de compresión: Es la potencia consumida por el compresor al comprimir de forma ideal el caudal másico de refrigerante, se calcula como el producto del caudal másico por el trabajo isoentrópico de compresión:

$$W_{comp} = m_r \times w_{comp}$$

Trabajo mecánico específico del compresor

$$w_{mec} = \frac{w_{comp}}{n_{mec}}$$

Trabajo eléctrico específico del compresor

$$w_{elec} = \frac{w_{mec}}{n_{elec}}$$

Potencia eléctrica del compresor

$$W_{elec} = m_r \times w_{elec}$$

6.3. CONDENSADOR (Proceso 5' → 1')

Los procesos que tienen lugar en el condensador se representan en el diagrama por la línea 5 → 1', y ocurren a lo largo de una línea de presión constante (isóbara). En el Punto 5 se recibe el refrigerante del compresor como vapor, a alta presión y alta temperatura. En el primer tramo del condensador (5 → 4'), el vapor se enfría, cediendo calor sensible al medio condensante, perdiendo temperatura, pero permaneciendo en estado vapor. En el Punto 4, se alcanza la temperatura de rocío del refrigerante a la presión de condensación. A partir de ese instante el vapor refrigerante cede calor latente al medio condensante, condensándose (4 → 1) y volviéndose líquido. A medida que avanzamos en el condensador aumenta la proporción de líquido y disminuye la de vapor. Es importante hacer notar que durante la condensación de fluidos puros, la temperatura permanece constante. En el Punto 1 termina el proceso de condensación, porque todo el refrigerante ha pasado a líquido. Ocurre que, a estas alturas el líquido refrigerante todavía está más caliente que el medio condensante, por lo que todavía se puede enfriar un poco más.

Al proceso 1 → 1' se le llama subenfriamiento, a lo largo de él, el refrigerante pierde temperatura (entre 5 y 10° C) cediendo calor sensible al medio condensante. El subenfriamiento es positivo, al mejorar la producción frigorífica específica y aumentar la proporción de líquido a la salida del dispositivo de expansión.

Calor específico de condensación. Es el calor que es necesario extraer para desrecalentar, condensar y subenfriar un kilogramo de refrigerante:

$$q_{cond} = h_5 - h_{1'}$$

Potencia necesaria en el condensador. Es la potencia a absorber por el medio condensante:

$$Q_{cond} = m_r \times q_{cond}$$

Potencia de los ventiladores del condensador:

$$W_{vent-cond} = \frac{(m_{cond} \cdot \Delta P_{vent-cond})}{(\rho \cdot n_{cond})}$$

$$m_{cond} = \frac{(Q_{cond})}{(C_p \cdot \Delta T_{cond})}$$

Donde:

m_{cond} : Flujo másico de refrigerante del condensador (Kg/s).

$\Delta P_{vent-cond}$: Pérdida de carga en el condensador (Pa).

ρ : Densidad del aire (Kg/m³).

n_{cond} : Rendimiento del ventilador condensador tomando un valor de 0.6.

Q_{cond} : Potencia del condensador (W).

C_p : Calor específico del aire (1004.67 J/Kg.K).

ΔT_{cond} : Diferencia de temperatura entre la impulsión y el exterior (°C).

6.4. VÁLVULA DE EXPANSIÓN (Proceso 1' → 2)

En el dispositivo de expansión el refrigerante pasa desde la presión del condensador hasta la presión del evaporador, a través de un proceso llamado laminación isoentálpica ($h_2 = h_1$), representado en el diagrama de Mollier como un segmento de recta vertical, desde el punto 1' hasta el Punto 2.

La laminación isoentálpica consiste en hacer pasar el refrigerante a través de un "accidente" que provoque pérdida de presión, como el orificio estrecho de una válvula o un tubo largo y de muy pequeño diámetro como el tubo capilar. Durante este proceso la entalpía del fluido permanece constante, y la presión y temperatura del fluido disminuyen, como consecuencia de la formación de una pequeña fracción de vapor refrigerante.

6.5. COP's

El COP de la máquina determina la clasificación energética. Refleja la relación capacidad/consumo de los equipos de un sistema de refrigeración. Equipos con bajo COP son equipos con un consumo elevado. Se distinguirá entre:

Coeficiente de eficiencia energética indicado (COP_{ind})

$$COP_{ind} = \frac{Q_{evap}}{W_{comp}}$$

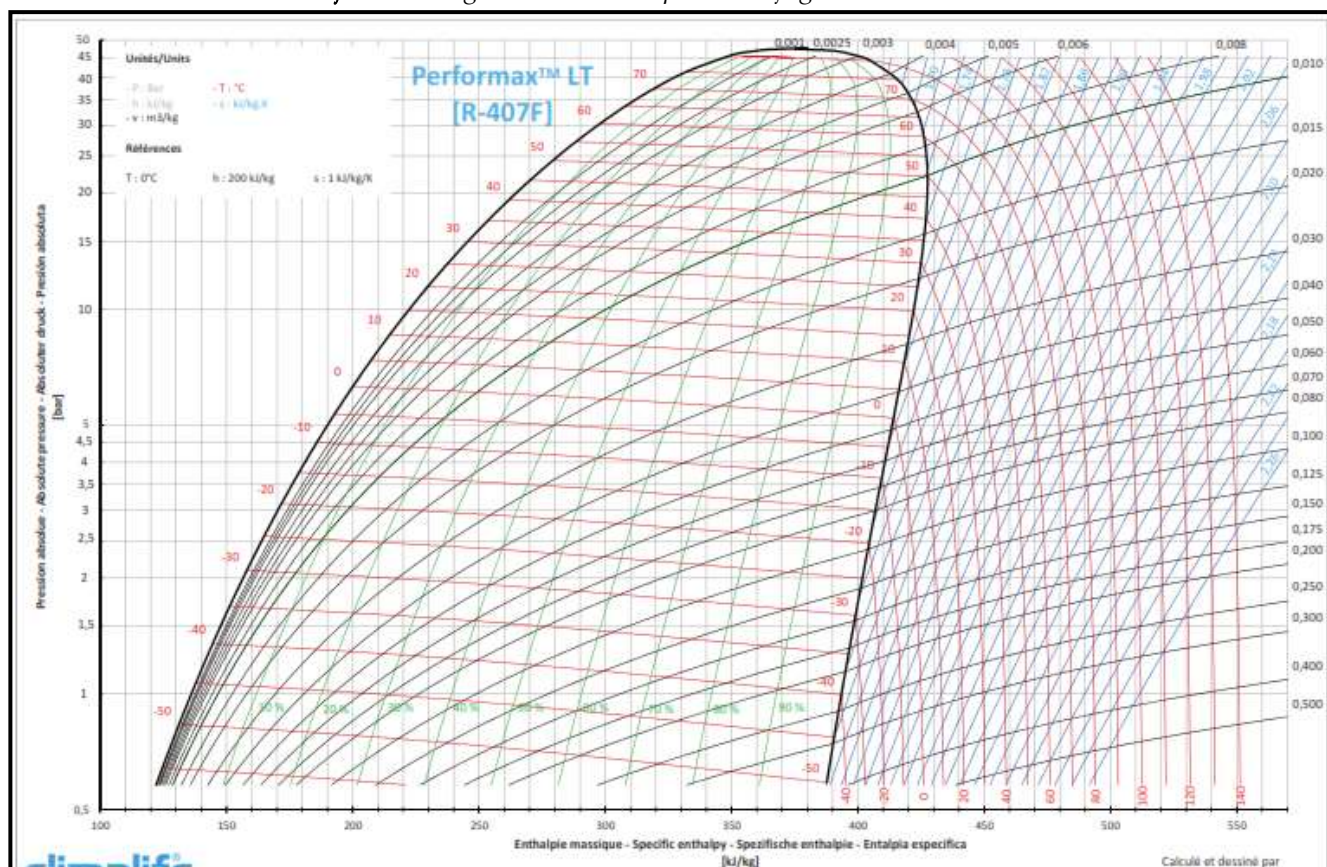
Coeficiente de eficiencia energética mecánico (COP_{mec})

$$COP_{mec} = \frac{Q_{evap}}{W_{mec}}$$

Coeficiente de eficiencia energética eléctrico (COP_{elec})

$$COP_{elec} = \frac{Q_{evap}}{(W_{elec} + W_{vent-evap} + W_{vent-cond})}$$

Gráfico 39. Diagrama de Mollier para el Refrigerante R-407F.



Fuente: Climalife Dehon Services SA, 2019.

7. SELECCIÓN DEL REFRIGERANTE, EQUIPOS Y TUBERÍAS

7.1. ELECCIÓN DEL REFRIGERANTE

El gas refrigerante es el fluido térmico que circula por el sistema, quien absorbe y rechaza calor en las diferentes etapas y equipos donde va circulando. Por lo tanto se menciona como gas o sustancia portadora, capaz de transportar e intercambiar calor con el medio ambiente, cediendo calor a alta temperatura y absorbiéndolo a baja temperatura.

Con la aprobación del protocolo de Montreal el 16 de septiembre de 1987 y sus posteriores revisiones, se pone fecha para la desaparición de sustancias refrigerantes que contribuyen a la destrucción de la capa de ozono, tales como: R12, R22, entre otros. A partir del 1 de enero de 1996 se fija un calendario para la progresiva desaparición de los refrigerantes HCFC, incluido el R-22. Dicho calendario toma como referencia el año 1989 y fija para determinados años los límites de utilización de estas sustancias.

Los HFC son sustancias que han venido en reemplazo de los antiguos refrigerantes, por esta razón y considerando sus propiedades en comparación a las de operación se determina la utilización del refrigerante R-407F. Este refrigerante permite trabajar a temperaturas de evaporación comprendidas entre -45 °C y 82.66 °C, rango en el que se encuentra la temperatura de evaporación estimada (-20 °C) para este proyecto.

7.1.1. Propiedades del Refrigerante R-407F

- A. Reducción en las emisiones de carbono.** Pruebas realizadas han permitido establecer el mejor rendimiento del gas R407F en relación con otros gases a los que está sustituyendo de forma paulatina, como el R404A y el R407A. Así, su potencial de calentamiento atmosférico (1.824) es cerca de un 50% menor que el del refrigerante R404A (3.922), y más bajo que cualquier otra alternativa utilizada en refrigeración comercial.
- B. Menor tasa.** La tendencia de los países, es la imposición de impuestos sobre los Gases Fluorados de Efecto Invernadero, un tributo de naturaleza indirecta que recae sobre el consumo de aquellos productos comprendidos en su ámbito objetivo y grava, en fase única, atendiendo al potencial de calentamiento atmosférico. A los efectos de este Impuesto, tendrían la consideración de «gases fluorados de efecto invernadero»: los hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarburos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF₆), así como los preparados que contengan dichas sustancias, incluso regenerados y reciclados en ambos casos.

- C. Ahorro en las facturas de consumo de energía.** En cuanto al consumo energético, el 8% de ahorro evidenciado en ensayos (ahorro debido estrictamente al refrigerante y en el peor de los casos, y con criterios muy restrictivos sobre influencia de la diferencia de temperatura ambiente), ratifica los ahorros de otros trabajos de campo realizados con ahorros de hasta el 15% en relación a los sistemas que operan con el R404A.
- D. Aplicación en instalaciones ya existentes.** Para la utilización del R407F, no es necesaria una sustitución de las instalaciones de refrigeración. Con una serie de ajustes mínimos, puede utilizarse sin ningún problema en las instalaciones existentes. De esta forma, la necesaria renovación del parque de instalaciones de refrigeración con gas que están afrontando establecimientos comerciales e industrias encuentra un óptimo aliado en este nuevo refrigerante.
- E. Homologado por los principales fabricantes de componentes, y manejable por técnicos e instaladores.** El R407F está homologado por los principales fabricantes de compresores, válvulas y otros componentes, y su manipulación no comporta diferencias significativas para los técnicos e instaladores habituales de lo que se desprende que pueden manejarlo sin grandes cambios y de forma segura.

La conclusión es que la capacidad de reducción del consumo energético que aporta el R-407F, sumada a la menor emisión de CO₂ respecto a sus competidores, lo convierten en el refrigerante idóneo para utilizarlo en el presente proyecto. El potencial de mejora de la rentabilidad global de las operaciones relacionadas con la refrigeración lo convierten en un producto clave en industrias cada vez más sostenibles.

A continuación, se muestran las propiedades del gas refrigerante R-407F:

Tabla 26. *Propiedades del Refrigerante R-407F.*

Propiedad	Unidad	Valor
Peso molecular	g/mol	82.1
Punto de fusión	°C	N/A
Punto de ebullición (en 1.013 bar)	°C	-46.06
Deslizamiento de temperatura a 1.013 bar	K	6.40
Densidad del líquido saturado a 25°C	kg/m ³	1117
Densidad del vapor en el punto de ebullición	kg/m ³	4.465
Presión de vapor a: 25°C 50°C	bar	13.11 24.31
Temperatura crítica	°C	82.66
Presión crítica	bar	47.55
Densidad crítica	kg/m ³	477
Calor latente de vaporización en el punto de ebullición	kJ/kg	257.21
Conductividad térmica a 25°C Líquido Vapor a 1.013 bar	W/m K W/m K	0.086 0.014
Presión superficial a 25°C	10 ⁻³ N/m	6.63
Viscosidad a 25 °C Líquido Vapor a 1.013 bar	 10 ⁻³ Pa.s	0.1440 0.013
Calor específico a 25°C Líquido Vapor a 1,013 bar	kJ/(kg.K) kJ/(kg.K)	1.75 0.834
Radio Cp/Cv a 25 °C en 1.013 bar		1.152
Inflamabilidad en el aire		No inflamable
Punto de inflamación		Ninguno
Clasificación NF-EN 378		A1
ODP	(R-11 = 1)	0
PCA	(CO ₂ = 1)	1824

Fuente: Climalife Dehon Services SA, 2019.

7.2. CÁLCULOS PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPOS

A continuación, se estiman los valores de cálculo del diagrama de Mollier para el refrigerante R-407F, en el ciclo frigorífico.

7.2.1. Cálculo del Ciclo: T° Exterior Más Alta y Más Baja

A continuación, se realizan los cálculos específicos de los ciclos de refrigeración en función de las dos instalaciones frigoríficas. Se considerará para ambos casos, la temperatura máxima del día más caluroso y la temperatura mínima del día más frío, cubriendo de este modo los puntos más restrictivos. Los resultados finales, nos permitirán proceder a la selección los componentes de nuestros equipos de conservación.

En ambos casos partiremos de las siguientes condiciones iniciales:

Tabla 27. Condiciones Para la Selección de los Equipos.

Parámetros	Nomenclatura	Datos	Abancay	Talavera
Temperatura exterior	T_{ext}	caluroso o frío	24.7 °C o 5.3 °C	21.5 °C o 4.0 °C
Temperatura interior	T_{int}	-20 °C	-20 °C	-20 °C
Temperatura condensación	T_c	$T_{ext} + 15$ °C	39.7 °C	36.5 °C
Temperatura evaporación	T_e	$T_{int} - 5$ °C	-25 °C	-25 °C
Temperatura recalentamiento	T_r	10 °C	10 °C	10 °C
Temperatura subenfriamiento	T_s	5 °C	5 °C	5 °C
Rendimiento mecánico	n_{mec}	0.90	0.90	0.90
Rendimiento eléctrico	n_{elec}	0.90	0.90	0.90

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

Cálculos para la Cámara de la Ciudad de Abancay:

En el Gráfico 40 se muestran los ciclos del refrigerante en un diagrama ph para el día más caluroso (rojo) y el más frío (azul).

Tabla 28. Condiciones Para el Día más Caluroso en Abancay ($T_{m\acute{a}x} = 24.7$ °C).

Refrigerante	T_{cond}	T_{evap}	P_{evap} (bar)	P_{cond} (bar)	P_{asp} (bar)	P_{des} (bar)	r_c	n
R407F	39.7 °C	-25 °C	2.36	18.57	2.12	19.50	9.20	0.80

Fuente: Elaboración Propia en Base al Diagrama de Mollier de Climalife para R-407F, 2019.

Así mismo, se determinan las condiciones para el día más frío en la ciudad de Abancay:

Tabla 29. Condiciones Para el Día más Frío en Abancay ($T_{\min} = 5.3\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Refrigerante	T_{cond}	T_{evap}	P_{evap} (bar)	P_{cond} (bar)	P_{asp} (bar)	P_{des} (bar)	r_c	n
R407F	20.3 °C	-25 °C	2.36	11.92	2.12	12.52	5.91	0.80

Fuente: Elaboración Propia en Base al Diagrama de Mollier de Climalife para R-407F, 2019.

Las entalpías resultantes en los puntos más significativos del Gráfico 40 y corroborados de acuerdo al ANEXO 02, para ambos días serían:

Tabla 30. Resumen entalpías R-407F para la Cámara de Abancay.

R407F	T_{max} 24.7 °C	T_{min} 5.3 °C
Estado del refrigerante	h (kJ/kg)	h (kJ/kg)
1 : Liquido Saturado	261.87	229.75
1': Liquido Subenfriado - Entrada válvula expansión	253.51	222.14
2': Liquido + Vapor - Salida válvula de expansión	253.51	222.14
3 : Vapor saturado	407.45	407.45
3': Vapor recalentado - Entrada compresor	409.87	409.87
4': Vapor recalentado - Fin compresión isoentrópica	469.19	451.50
5 : Punto de descarga del compresor	484.02	461.91

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

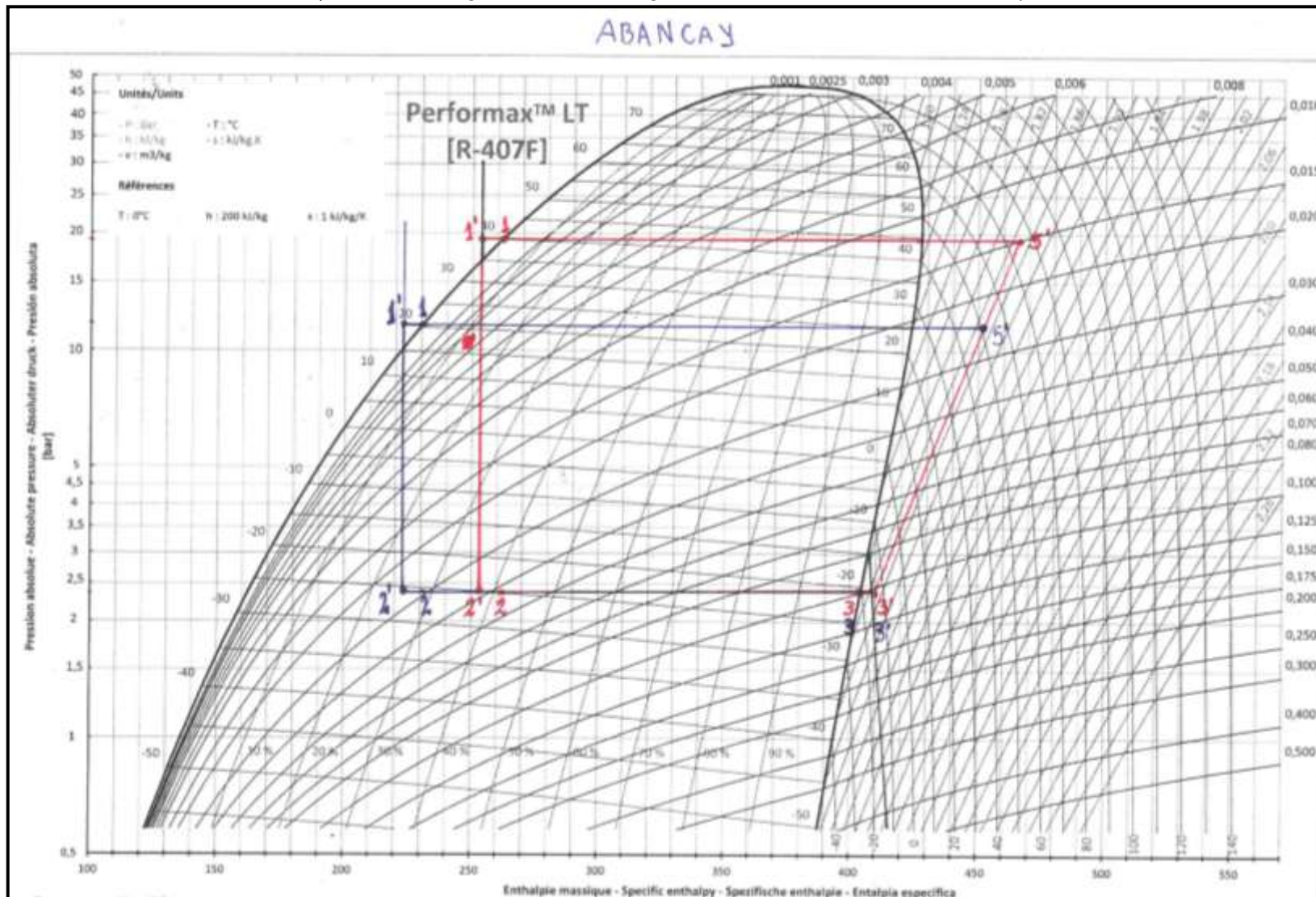
El resto de parámetros del equipo frigorífico, quedan reflejados en la Tabla 31.

Tabla 31. Resumen entalpías R-407F para la Cámara de Abancay.

Datos / Refrigerante	R-407F	
	T= 24.7 °C	T= 5.3 °C
P_{evap} (bar)	2.36	2.36
P_{cond} (bar)	18.57	8.00
r_c	9.20	3.22
m_r (kg/s)	0.062	0.051
Q_{evap} (kW)	9.69	9.57
Q_{cond} (kW)	14.29	12.24

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

Gráfico 40. Ciclo Frigorífico para el Refrigerante R-407F en la Cámara de Abancay.



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

Cálculos para la Cámara de la Ciudad de Talavera:

En el Gráfico 41 se muestran los ciclos del refrigerante en un diagrama ph para el día más caluroso (rojo) y el más frío (azul).

Tabla 32. Condiciones Para el Día más Caluroso en Talavera ($T_{\max} = 21.5^{\circ}\text{C}$).

Refrigerante	T_{cond}	T_{evap}	P_{evap} (bar)	P_{cond} (bar)	P_{asp} (bar)	P_{des} (bar)	r_c	n
R407F	36.5 °C	-25 °C	2.36	17.78	2.12	18.67	8.81	0.81

Fuente: Elaboración Propia en Base al Diagrama de Mollier de Climalife para R-407F, 2019.

Así mismo, se determinan las condiciones para el día más frío en la ciudad de Abancay:

Tabla 33. Condiciones Para el Día más Frío en Talavera ($T_{\min} = 4.0^{\circ}\text{C}$).

Refrigerante	T_{cond}	T_{evap}	P_{evap} (bar)	P_{cond} (bar)	P_{asp} (bar)	P_{des} (bar)	r_c	n
R407F	19 °C	-25 °C	2.36	11.48	2.12	12.05	5.68	0.80

Fuente: Elaboración Propia en Base al Diagrama de Mollier de Climalife para R-407F, 2019.

Las entalpías resultantes en los puntos más significativos del Gráfico 41 y corroborados de acuerdo al ANEXO 02, para ambos días serían:

Tabla 34. Resumen entalpías R-407F para la Cámara de Talavera.

R407F	T_{\max} 21.5°C	T_{\min} 4.0°C
Estado del refrigerante	h (kJ/kg)	h (kJ/kg)
1 : Líquido Saturado	256.00	228.23
1': Líquido Subenfriado - Entrada válvula expansión	247.85	220.64
2': Líquido + Vapor - Salida válvula de expansión	247.85	220.64
3 : Vapor saturado	407.45	407.45
3': Vapor recalentado - Entrada compresor	409.87	409.87
4': Vapor recalentado - Fin compresión isoentrópica	464.00	451.00
5 : Punto de descarga del compresor	476.70	461.28

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

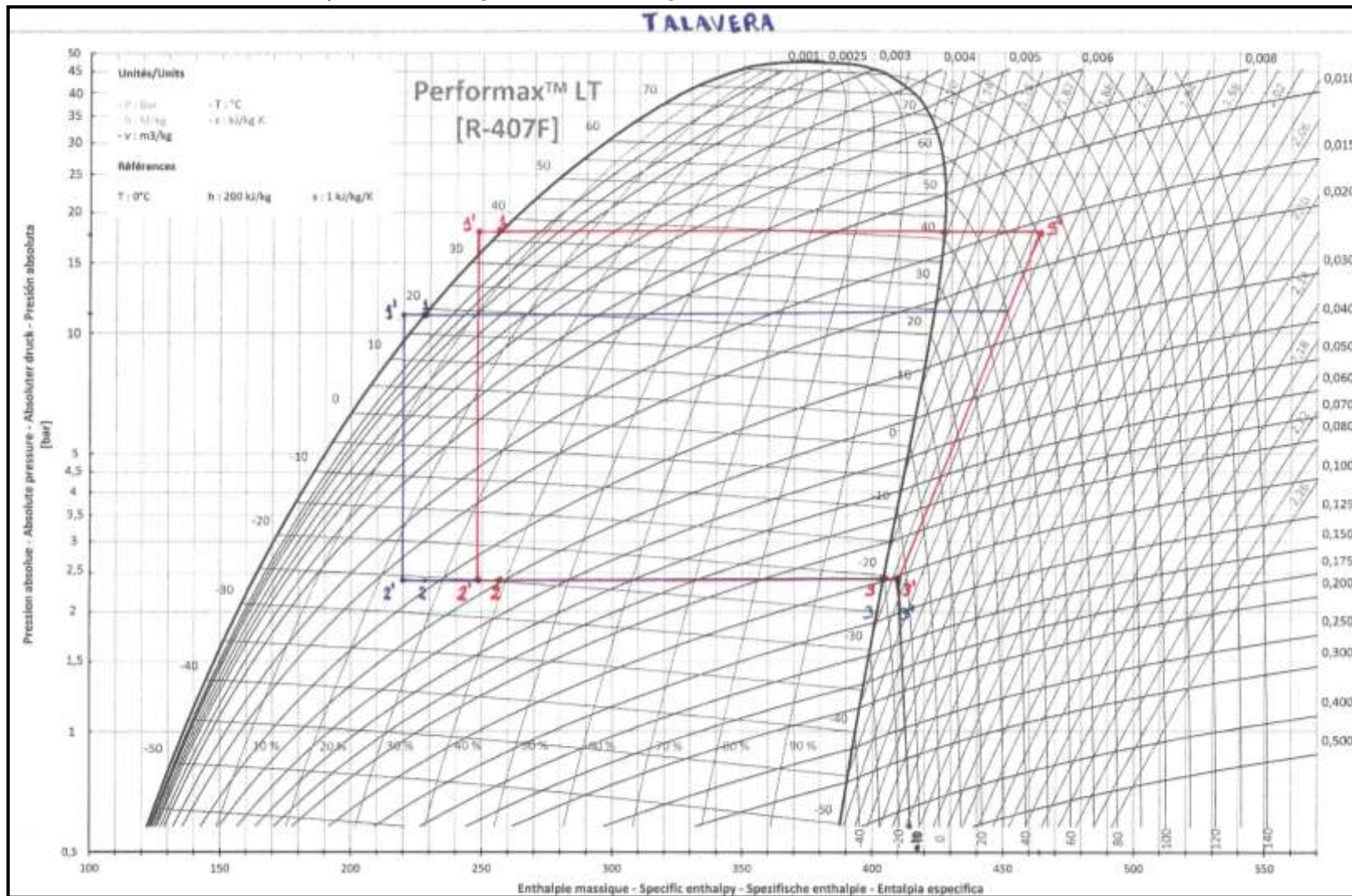
El resto de parámetros del equipo frigorífico, quedan reflejados en la Tabla 35.

Tabla 35. Resumen entalpías R-407F para la Cámara de Talavera.

Datos / Refrigerante	R-407F	
	T= 21.5 °C	T= 4.0 °C
P _{evap} (bar)	2.36	2.36
P _{cond} (bar)	17.78	11.48
r _c	8.81	5.68
m _r (kg/s)	0.039	0.033
Q _{evap} (kW)	6.32	6.24
Q _{cond} (kW)	8.93	7.94

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

Gráfico 41. Ciclo Frigorífico para el Refrigerante R-407F en la Cámara de Talavera.



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

7.3. ELECCIÓN DEL COMPRESOR

Normalmente, las instalaciones que trabajan con potencias medias y altas, lo hacen con compresores semiherméticos, debido al inferior coste y dimensiones respecto a los compresores de tornillo.

La casa alemana Bitzer, es una de los más importantes fabricantes de compresores a nivel internacional. La selección es un compresor semihermético, que funciona en una sola etapa de compresión. El mismo fabricante pone a nuestra disposición un programa informático (Bitzer software versión 6.12) para así facilitar la selección del compresor. Deberemos introducir en el menú principal el tipo de máquina que queremos. En nuestro caso, compresor de pistón semihermético. En el menú de selección introduciremos los datos referentes al ciclo que usaremos, es decir: fluido frigorífico de trabajo, potencia frigorífica o temperatura de diseño de trabajo (Tabla 27). Una vez rellenado todos los campos, presionamos sobre el icono "calcular" y el programa nos mostrará en pantalla las características técnicas de los compresores que más se ajustan a nuestras necesidades.

En el presente diseño se optara por un compresor tipo tándem, debido a que frecuentemente se desea interconectar dos compresores en un sistema de refrigeración simple para variar la capacidad de acuerdo con las exigencias de diseño. Esto crea inmediatamente problemas de lubricación, puesto que, a menos que la presión en los dos carter se equilibre, el aceite abandonara el cárter del compresor que tenga mayor presión.

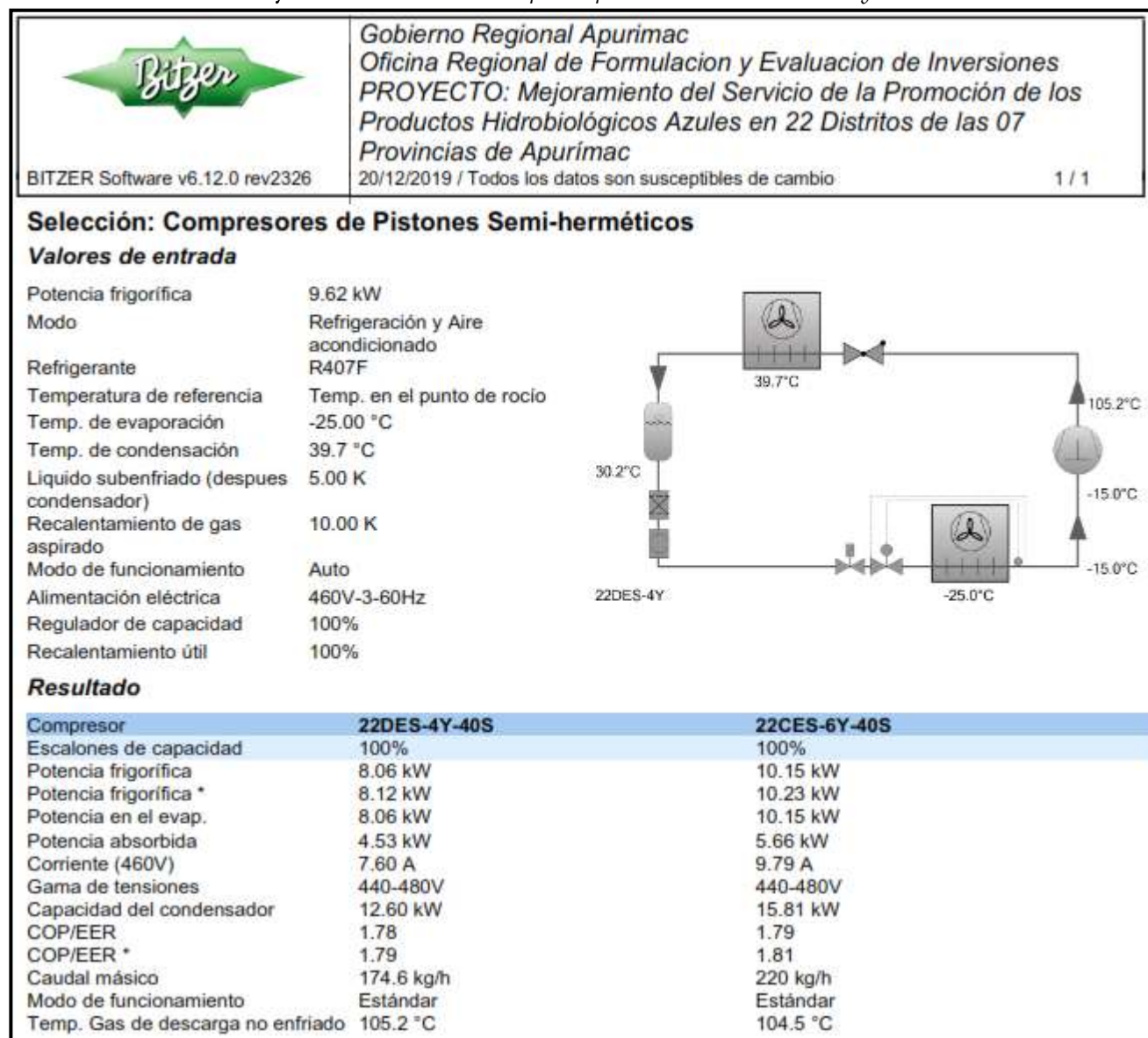
Con el fin de resolver los problemas de equilibrio de presiones del aceite y evitar la vibración de las conexiones de los conductos de aceite, teniendo al mismo tiempo las ventajas de los compresores interconectados, se utiliza el compresor tándem. Básicamente esta unidad consiste en dos compresores separados con una cubierta común que sirven de interconexión y sustituye las cubiertas individuales del estator. Dado que cada compresor puede funcionar individualmente, el tándem proporciona una simple forma para la reducción de capacidad a toda prueba con el máximo ahorro de energía y simplifica grandemente el sistema de control. El tándem ofrece un factor de seguridad mucho mayor que el de un compresor simple y permite un arranque escalonado reduciendo las exigencias de suministro de corriente.

En el caso de producirse la falla de uno de los compresores puede perseguirse un funcionamiento de emergencia con el compresor restante hasta que lleve a cabo la sustitución del motor-compresor deteriorado.

A continuación aparecen las características de los compresores que más se ajustan a las cámaras de Abancay y Talavera, según el software. En el caso del compresor, no hace falta la elección del compresor de mayor potencia, pues el factor de simultaneidad y el coeficiente de seguridad, nos garantiza que la elección del primer compresor es la adecuada.

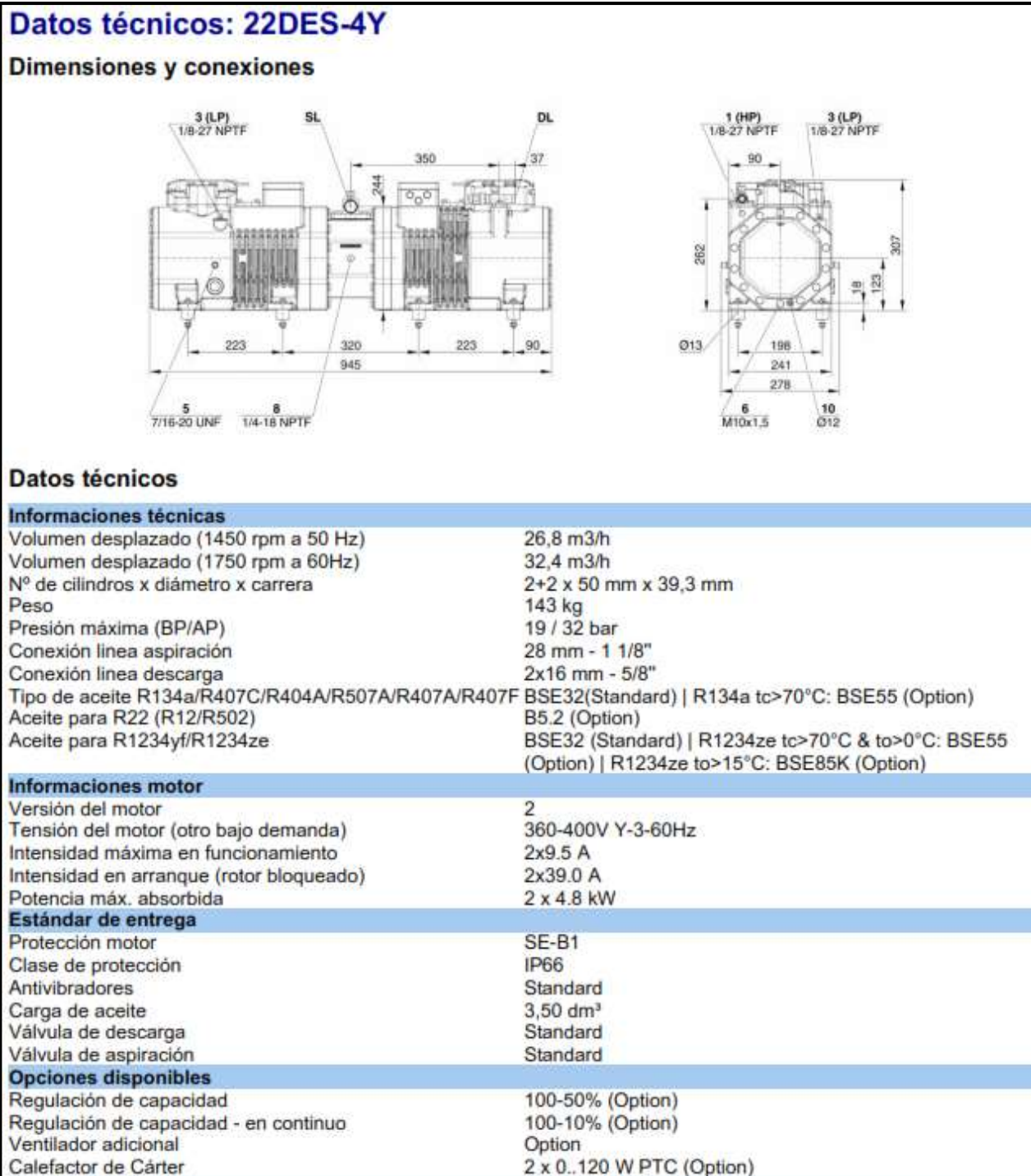
Compresor para la Cámara de Abancay:

Gráfico 42. Selección del Compresor para la Cámara de Abancay.



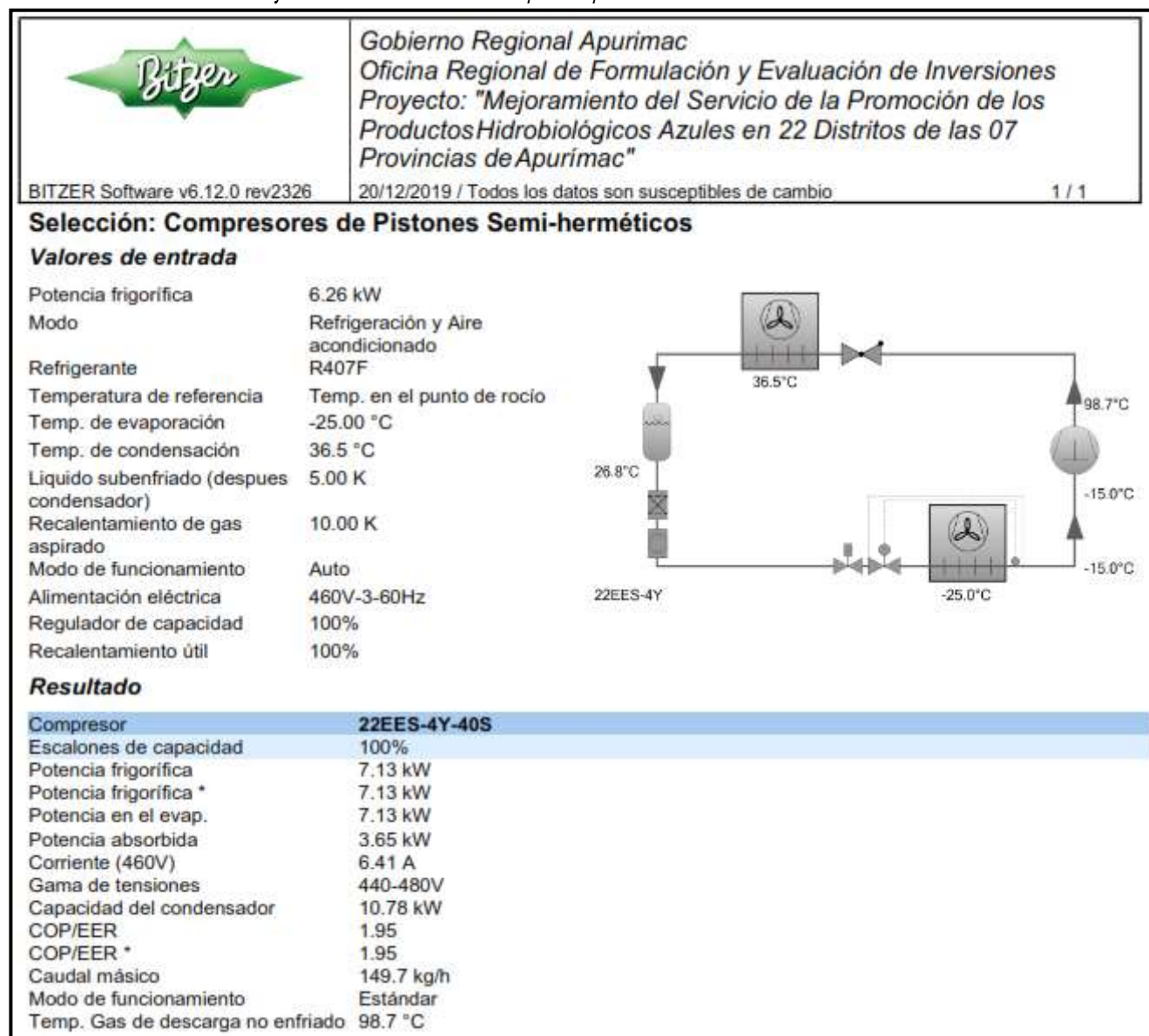
Fuente: Elaboración Propia en Base a BITZER Software Ver 6.12, 2019.

De acuerdo a los resultados del Gráfico 42, la elección es el modelo 22DES-4Y-40S.

Gráfico 43. Elección del Compresor Modelo 22DES-4Y-40S para la Cámara de Abancay.

Fuente: Elaboración Propia en Base a BITZER Software Ver 6.12, 2019.

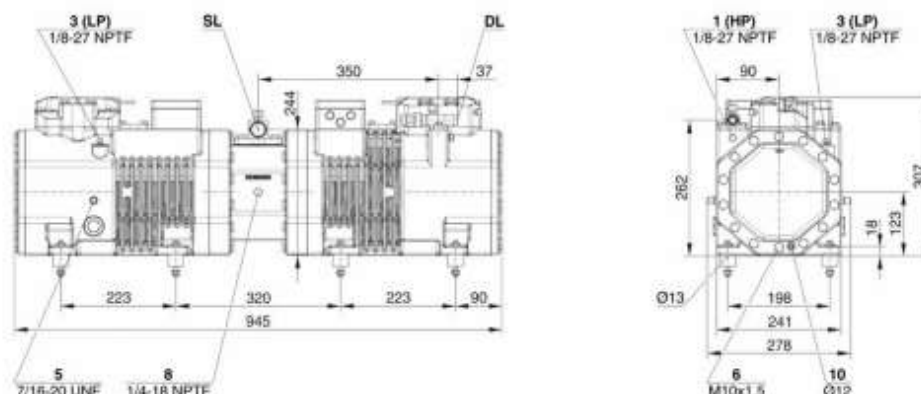
El catálogo actual del distribuidor de maquinaria y accesorios para instalaciones frigoríficas Bitzer, nos aportará algunos datos adicionales como es el precio de los elementos del compresor: separador de aceite, el motor del compresor, diferentes válvulas, etc.

Compresor para la Cámara de Talavera:*Gráfico 44. Selección del Compresor para la Cámara de Talavera.*

Fuente: Elaboración Propia en Base a BITZER Software Ver 6.12, 2019.

De acuerdo a los resultados del Gráfico 44, la elección es el modelo 22EES-4Y-40S.

Gráfico 45. Elección del Compresor Modelo 22EES-4Y-40S para la Cámara de Talavera.

Datos técnicos: 22EES-4Y**Dimensiones y conexiones****Datos técnicos****Informaciones técnicas**

Volumen desplazado (1450 rpm a 50 Hz)	22,7 m ³ /h
Volumen desplazado (1750 rpm a 60Hz)	27,4 m ³ /h
Nº de cilindros x diámetro x carrera	2+2 x 46 mm x 39,3 mm
Peso	143 kg
Presión máxima (BP/AP)	19 / 32 bar
Conexión línea aspiración	28 mm - 1 1/8"
Conexión línea descarga	2x16 mm - 5/8"
Tipo de aceite R134a/R407C/R404A/R507A/R407A/R407F	BSE32(Standard) R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Aceite para R22 (R12/R502)	B5.2 (Option)
Aceite para R1234yf/R1234ze	BSE32 (Standard) R1234ze tc>70°C & to>0°C: BSE55 (Option) R1234ze to>15°C: BSE85K (Option)

Informaciones motor

Versión del motor	2
Tensión del motor (otro bajo demanda)	360-400V Y-3-60Hz
Intensidad máxima en funcionamiento	2x7.6 A
Intensidad en arranque (rotor bloqueado)	2x33.9 A
Potencia máx. absorbida	2 x 4.0 kW

Estándar de entrega

Protección motor	SE-B1
Clase de protección	IP66
Antivibradores	Standard
Carga de aceite	3,50 dm ³
Válvula de descarga	Standard
Válvula de aspiración	Standard

Opciones disponibles

Regulación de capacidad	100-50% (Option)
Regulación de capacidad - en continuo	100-10% (Option)
Ventilador adicional	Option
Calefactor de Cáter	2 x 0..120 W PTC (Option)

Fuente: Elaboración Propia en Base a BITZER Software Ver 6.12, 2019.

El catálogo actual del distribuidor de maquinaria y accesorios para instalaciones frigoríficas Bitzer, nos aportará algunos datos adicionales como es el precio de los elementos del compresor: separador de aceite, el motor del compresor, diferentes válvulas, etc.

7.4. ELECCIÓN DEL EVAPORADOR

Para proceder a la elección del tipo de evaporador entre los disponibles que podemos encontrar en las tablas que nos proporcionan los fabricantes, debemos de tener en cuenta las condiciones en las que trabajará. Los datos básicos necesarios, serán:

- Carga térmica de la cámara (9.62 KW para Abancay y 6.26 KW para Talavera).
- Temperatura de evaporación del refrigerante ($T_{\text{evap}} = -25^{\circ}\text{C}$)
- Salto térmico en el evaporador ($T = 5^{\circ}\text{C}$)

La forma práctica de proceder, es la siguiente:

- Los catálogos nos proporcionan la potencia frigorífica en unas condiciones de temperatura de evaporación del refrigerante y de ΔT nominales.

Los fabricantes nos proporcionan tablas con factores de corrección, que podemos utilizar cuando los datos que nos ofrecen para la selección no se corresponden con los nominales de proyecto. Los factores de corrección más usuales tienen a ver con la utilización de otro tipo de fluido frigorífico y con una diferencia de temperaturas diferente.

El evaporador seleccionado será de circulación forzada de aire, del tipo dryex y con un sistema de desescarche eléctrico. La casa Kobol-Koxka pone al alcance de sus clientes una amplia información para la selección de los evaporadores de nuestra instalación. En función de la potencia, el precio u otros factores, elegiremos el que más nos convenga.

Evaporador para la Cámara de Abancay:*Gráfico 46. Selección del Evaporador para la Cámara de Abancay.*

SERIE ICP / ICP SERIES

PASO DE ALETAS / FIN SPACING: 7 mm

R-404A

MODELO MODEL	CAPACIDAD CAPACITY	ENV 328 COND.3	Tev = -5°C				Tev = -25°C				SUPERFICIE SURFACE	CAUDAL DE AIRE AIR FLOW	DARDO AIR THROW	VOLUMEN INTERNO INTERNAL VOLUME	PESO WEIGHT
			DT1 = 5	DT1 = 7	DT1 = 8	DT1 = 10	DT1 = 5	DT1 = 7	DT1 = 8						
										m2	m3/h	m*	dm3	kg	
ICP-60	W	6.030	5.213	7.854	9.591	12.788	4.764	6.754	7.960	24	5.650	20	11	45	
	kcal/h	5.186	4.483	6.754	8.248	10.998	4.097	5.808	6.845						
ICP-93	W	9.380	7.988	12.035	14.697	19.596	7.410	10.506	12.382	32	12.300	22	15	65	
	kcal/h	8.067	6.869	10.350	12.639	16.853	6.373	9.035	10.648						
ICP-121	W	12.190	10.478	15.786	19.279	25.705	9.630	13.653	16.091	48	11.300	22	22	77	
	kcal/h	10.483	9.011	13.576	16.580	22.106	8.282	11.741	13.838						
ICP-139	W	13.960	12.090	18.216	22.246	29.661	11.028	15.635	18.427	48	18.450	24	22	93	
	kcal/h	12.006	10.397	15.665	19.131	25.508	9.484	13.446	15.847						
ICP-156	W	15.610	13.530	20.385	24.895	33.194	12.332	17.483	20.605	63,3	15.900	40	30	172	
	kcal/h	13.425	11.636	17.531	21.410	28.546	10.605	15.036	17.720						
ICP-180	W	18.040	16.013	24.126	29.463	39.284	14.252	20.205	23.813	84,4	15.000	38	39	189	
	kcal/h	15.514	13.771	20.748	25.338	33.784	12.256	17.376	20.479						
ICP-184	W	18.490	16.178	24.374	29.767	39.689	14.607	20.709	24.407	64,2	24.600	26	30	121	
	kcal/h	15.901	13.913	20.962	25.599	34.132	12.562	17.810	20.990						
ICP-219	W	21.940	18.833	28.374	34.652	46.202	17.333	24.573	28.961	95,8	20.800	39	48	262	
	kcal/h	18.868	16.196	24.402	29.801	39.734	14.906	21.133	24.906						
ICP-230	W	23.010	20.303	30.589	37.357	49.809	18.178	25.771	30.373	84,4	33.600	44	39	266	
	kcal/h	19.789	17.460	26.307	32.127	42.836	15.633	22.163	26.121						
ICP-243	W	24.360	21.045	31.708	38.723	51.630	19.244	27.283	32.155	96,3	22.600	26	45	146	
	kcal/h	20.950	18.099	27.269	33.302	44.402	16.550	23.464	27.653						
ICP-314	W	31.460	27.158	40.917	49.970	66.626	24.853	35.235	41.527	126,6	31.800	41	63	297	
	kcal/h	27.056	23.355	35.189	42.974	57.299	21.374	30.302	35.713						

Fuente: Elaboración Propia en Base a Catálogo Koxka, 2019.

Para el caso de la cámara de conservación de la ciudad de Abancay, el modelo seleccionado es el ICP-121, para un salto térmico de 5°C, de acuerdo a la potencia necesaria y afectada por un factor de corrección de 0.83 (para el refrigerante R-407F), de acuerdo a lo sugerido por la casa comercial.

Así mismo, en el Gráfico 47 se muestran las características técnicas del evaporador seleccionado

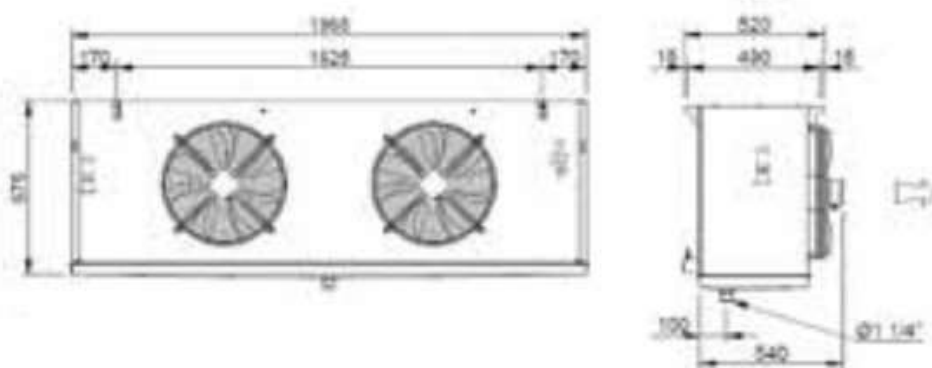


Gráfico 47. Especificaciones Técnicas del Evaporador Seleccionado para la Cámara de Abancay.

MODELO MODEL			VENTILADORES FANS		SPEED (1360 rpm) CONSUMO ENERGÉTICO Y DE INTENSIDAD POWER & INTENSITY CONSUMPTION		ENTRADA INLET	SALIDA OUTLET	RESISTENCIAS HEATERS	
			N	Ø (mm)	W	A	Ø	Ø	W	A
IRP-87	ICP-60	IFP-51	1	ø450	480	0,98	5/8"	1 1/8"	3.432	5,9
IRP-142	ICP-93	IFP-75	2	ø450	960	1,96	7/8"	1 3/8"	5.170	8,5
IRP-174	ICP-121	IFP-103	2	ø450	960	1,96	1 1/8"	1 5/8"	6.440	11
IRP-213	ICP-139	IFP-115	3	ø450	1.440	2,94	1 1/8"	1 5/8"	7.475	12,3
IRP-263			3	ø450	1.440	2,94	1 3/8"	2 1/8"	9.300	15,9
IRP-285	ICP-184	IFP-153	4	ø450	1.920	3,92	1 3/8"	2 1/8"	10.556	18,1
IRP-350	ICP-243	IFP-206	4	ø450	1.920	3,92	1 3/8"	2 1/8"	12.640	18,7
IRP-227	ICP-156	IFP-136	1	ø630	1.900	3,2	1 1/8"	1 5/8"	9.696	14,2
IRP-256	ICP-180	IFP-163	1	ø630	1.900	3,2	1 3/8"	2 1/8"	13.760	20,8
IRP-363	ICP-230	IFP-198	2	ø630	3.800	6,4	1 3/8"	2 1/8"	14.282	22,3
IRP-461	ICP-314	IFP-274	2	ø630	3.800	6,4	1 5/8"	2 1/8"	18.312	27,1

Fuente: Elaboración Propia en Base a Catálogo Koxka, 2019.

Evaporador para la Cámara de Talavera:

Gráfico 48. Selección del Evaporador para la Cámara de Talavera.

SERIE ICP / ICP SERIES

PASO DE ALETAS / FIN SPACING: 7 mm

R-404A

MODELO MODEL	CAPACIDAD CAPACITY	ENV 328 COND.3	Tev = -5°C				Tev = -25°C			SUPERFICIE SURFACE	CAUDAL DE AIRE AIR FLOW	DARDO AIR THROW	VOLUMEN INTERNO INTERNAL VOLUME	PESO WEIGHT
			DT1 = 5	DT1 = 7	DT1 = 8	DT1 = 10	DT1 = 5	DT1 = 7	DT1 = 8					
										m2	m3/h	m'	dm3	kg
ICP-60	W	6.030	5.213	7.854	9.591	12.788	4.764	6.754	7.960	24	5.650	20	11	45
	kcal/h	5.186	4.483	6.754	8.248	10.998	4.097	5.808	6.845					
ICP-93	W	9.380	7.988	12.035	14.697	19.596	7.410	10.506	12.382	32	12.300	22	15	65
	kcal/h	8.067	6.869	10.350	12.639	16.853	6.373	9.035	10.648					
ICP-121	W	12.190	10.478	15.786	19.279	25.705	9.630	13.653	16.091	48	11.300	22	22	77
	kcal/h	10.483	9.011	13.576	16.580	22.106	8.282	11.741	13.838					
ICP-139	W	13.960	12.090	18.216	22.246	29.661	11.028	15.635	18.427	48	18.450	24	22	93
	kcal/h	12.006	10.397	15.665	19.131	25.508	9.484	13.446	15.847					
ICP-156	W	15.610	13.530	20.385	24.895	33.194	12.332	17.483	20.605	63.3	15.900	40	30	172
	kcal/h	13.425	11.636	17.531	21.410	28.546	10.605	15.036	17.720					
ICP-180	W	18.040	16.013	24.126	29.463	39.284	14.252	20.205	23.813	84.4	15.000	38	39	189
	kcal/h	15.514	13.771	20.748	25.338	33.784	12.256	17.376	20.479					
ICP-184	W	18.490	16.178	24.374	29.767	39.689	14.607	20.709	24.407	64.2	24.600	26	30	121
	kcal/h	15.901	13.913	20.962	25.599	34.132	12.562	17.810	20.990					
ICP-219	W	21.940	18.833	28.374	34.652	46.202	17.333	24.573	28.961	95.8	20.800	39	48	262

Fuente: Elaboración Propia en Base a Catálogo Koxka, 2019.

Para el caso de la cámara de conservación de la ciudad de Talavera, el modelo seleccionado es el ICP-93, para un salto térmico de 5°C, de acuerdo a la potencia necesaria y afectada por un factor de corrección de 0.83 (para el refrigerante R-407F), de acuerdo a lo sugerido por la casa comercial.

Así mismo, en el Gráfico 49 se muestran las características técnicas del evaporador seleccionado

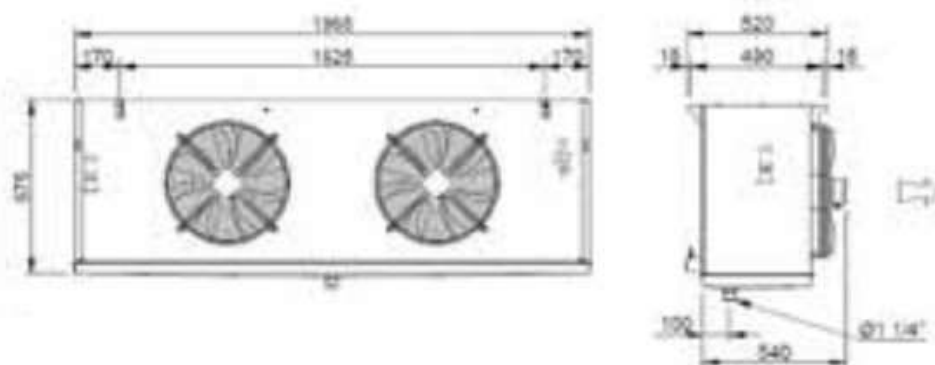


Gráfico 49. Especificaciones Técnicas del Evaporador Seleccionado para la Cámara de Talavera.

MODELO MODEL			VENTILADORES FANS		SPEED (1360 rpm) CONSUMO ENERGÉTICO Y DE INTENSIDAD POWER & INTENSITY CONSUMPTION		ENTRADA INLET	SALIDA OUTLET	RESISTENCIAS HEATERS	
			N	Ø (mm)	W	A	Ø	Ø	W	A
IRP-87	ICP-60	IFP-51	1	ø450	480	0,98	5/8"	1 1/8"	3,432	5,9
IRP-142	ICP-93	IFP-75	2	ø450	960	1,96	7/8"	1 3/8"	5,170	8,5
IRP-174	ICP-121	IFP-103	2	ø450	960	1,96	1 1/8"	1 5/8"	6,440	11
IRP-213	ICP-139	IFP-115	3	ø450	1,440	2,94	1 1/8"	1 5/8"	7,475	12,3
IRP-263			3	ø450	1,440	2,94	1 3/8"	2 1/8"	9,300	15,9
IRP-285	ICP-184	IFP-153	4	ø450	1,920	3,92	1 3/8"	2 1/8"	10,556	18,1
IRP-350	ICP-243	IFP-206	4	ø450	1,920	3,92	1 3/8"	2 1/8"	12,640	18,7
IRP-227	ICP-156	IFP-136	1	ø630	1,900	3,2	1 1/8"	1 5/8"	9,696	14,2
IRP-256	ICP-180	IFP-163	1	ø630	1,900	3,2	1 3/8"	2 1/8"	13,760	20,8
IRP-363	ICP-230	IFP-198	2	ø630	3,800	6,4	1 3/8"	2 1/8"	14,282	22,3
IRP-461	ICP-314	IFP-274	2	ø630	3,800	6,4	1 5/8"	2 1/8"	18,312	27,1

Fuente: Elaboración Propia en Base a Catálogo Koxka, 2019.

7.5. ELECCIÓN DEL CONDENSADOR

El sistema planteado para la condensación del fluido refrigerante es con aire como medio de extracción, por las ventajas que presenta respecto a otro sistema.

La casa alemana Güntner es una de los principales fabricantes de intercambiadores para aplicaciones en la refrigeración. Güntner pone al alcance de sus clientes una aplicación informática (GPC.EU 2019) que será utilizada para la selección del condensador de nuestras instalaciones. Sólo será necesario introducir los datos correspondientes del condensador en el menú de selección, como: temperaturas de trabajo o potencia frigorífica, pulsar sobre "ok" y obtenemos un listado de condensadores. En función de la potencia, el precio u otros factores, elegiremos el que más nos convenga.

La potencia de condensación viene dada en la tabla de selección del compresor. Las condiciones de entrada del aire corresponden a las condiciones exteriores de diseño, ya que el condensador estará situado encima de la cubierta. El sistema utilizado para la condensación del refrigerante, es una condensación por aire. Este método presenta las siguientes ventajas respecto los refrigerados por agua:

- ✓ El consumo de agua es nulo. Muy importante, ya que el agua es un bien escaso, y tiene un coste elevado.
- ✓ La eficiencia del condensador es independiente del grado de humedad del aire.
- ✓ Necesita muy poco mantenimiento, debido a su rápida y fácil limpieza.


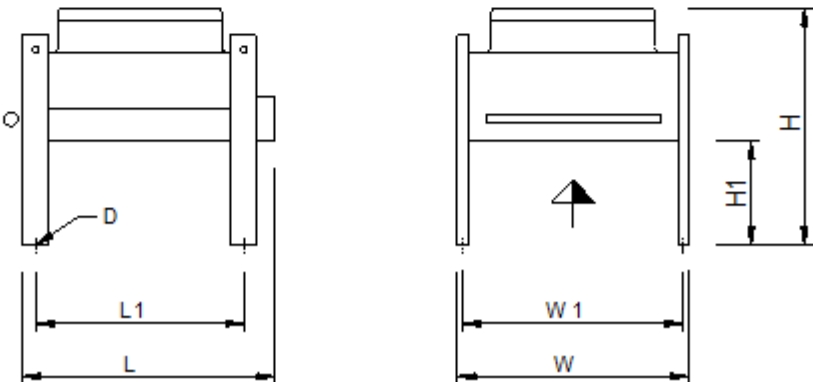
Como inconvenientes, podemos citar los siguientes:

- Elevada temperatura de condensación. Debe de estar entre los 12 a 16 °C por encima de la temperatura exterior. Motivo que dependiendo del lugar de la explotación (lugares cálidos), podemos obtener una disminución del rendimiento de la instalación.
- El coeficiente de transmisión es bajo, ya que el calor específico del aire es bajo. Esto implica un área de transferencia y de dimensiones mayores.

Condensador para la Cámara de Abancay:

Utilizando los datos atmosféricos y la altitud de instalación de la cámara en la ciudad de Abancay, se pudo precisar las especificaciones del condensador apropiado, utilizando el software de la casa comercial Güntner, para el cual, tomando en cuenta los costos y dimensiones se opta por seleccionar el modelo **GCHC RD 050.2/11-35-4234348A**. Para mayor especificación, se presenta con mayor detalle en el ANEXO 08.

Gráfico 50. Selección del Condensador para la Cámara de Abancay.


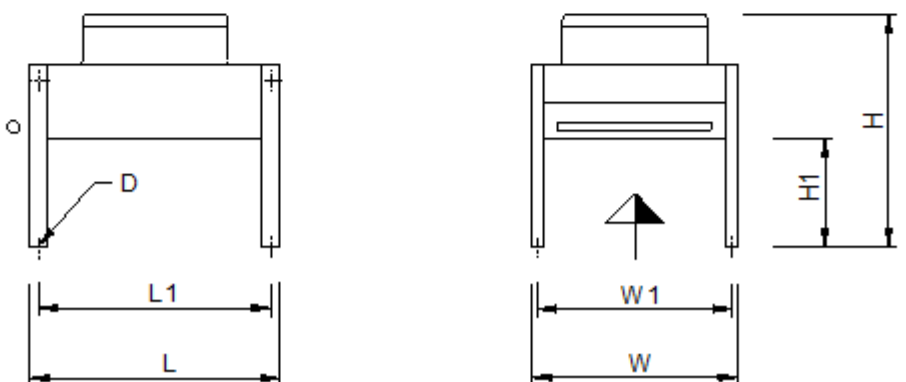
 Condensador GCHC RD 050.2/11-35-4234348A			
Capacidad:	14.3 kW	Refrigerante:	R407F⁽¹⁾
Caudal de aire:	4171 m ³ /h	Temp. del gas caliente:	69.7 °C
Entrada del aire:	17.9 °C	Temperatura de condensación (punto de rocío):	40.4 °C
Altura de instalación:	2342 m	Salida de condensación:	34.7 °C
		Caudal de gas caliente:	3.62 m ³ /h
Ventiladores (AC): 1 Unidad(es) 3~400V 50HzΔ/(Y)		Nivel de presión sonora:	35 dB(A) ⁽²⁾
Datos por motor (datos nominales):		a una distancia de:	10.0 m
Revoluciones:	850 min-1 / (530 min-1)	Nivel de potencia acústica:	66 dB(A)
Capacidad (mec./el.):	0.16 kW/0.30 kW	ErP:	Compliant ⁽³⁾
Corriente:	0.74 A ⁽⁴⁾		
Potencia total absorbida:	0.28 kW	Clase de eficiencia energética:	D (2014)
Caja:	Acero galvanizado, RAL 7035	Tubos intercambiador:	Cobre ⁽⁵⁾
Superf. de intercambio:	27.1 m ²	Aletas:	Aluminio ⁽⁶⁾
Volumen de tubos:	2.4 l	Conexiones por cada aparato:	
Paso de aleta:	2.10 mm	Entrada:	16.0 * 1.00 mm
Número de pasos:	8	Conexión de salida:	16.0 * 1.00 mm
Peso vacío:	53 kg ⁽⁶⁾	Distribuciones:	9
Presión de servicio máxima:	32.0 bar	PED classification:	Art. 4, par. 3 ⁽⁷⁾
Dimensiones:			
			
L = 804 mm W = 668 mm H = 946 mm H1 = 400 mm L1 = 640 mm W1 = 638 mm D = 13 mm			
Atención: ¡Dibujo y dimensiones pueden variar dependiendo de los accesorios incluidos!			

Fuente: Elaboración Propia en Base al Software GPC.EU- Güntner, 2019.

Condensador para la Cámara de Talavera:

Utilizando los datos atmosféricos y la altitud de instalación de la cámara en la ciudad de Talavera, se pudo precisar las especificaciones del condensador apropiado, utilizando el software de la casa comercial Güntner, para el cual, tomando en cuenta los costos y dimensiones se opta por seleccionar el modelo **GCHC RD 035.2/11-37-4243581M**. Para mayor especificación, se presenta con mayor detalle en el ANEXO 09.

Gráfico 51. Selección del Condensador para la Cámara de Talavera.

 Condensador GCHC RD 035.2/11-37-4243581M			
Capacidad:	8.9 kW	Refrigerante:	R407F⁽¹⁾
Caudal de aire:	2444 m³/h	Temp. del gas caliente:	66.5 °C
Entrada del aire:	14.1 °C	Temperatura de condensación (punto de rocío):	37.7 °C
Altura de instalación:	2801 m	Salida de condensación:	31.9 °C
		Caudal de gas caliente:	2.42 m³/h
Ventiladores (AC):	1 Unidad(es) 1~230V 50Hz	Nivel de presión sonora:	37 dB(A) ⁽²⁾
Datos por motor (datos nominales):		a una distancia de:	10.0 m
Revoluciones:	1390 min ⁻¹	Nivel de potencia acústica:	68 dB(A)
Capacidad (mec./el.):	0.12 kW/0.14 kW	ErP:	Compliant ⁽³⁾
Corriente:	0.62 A ⁽⁴⁾		
Potencia total absorbida:	0.16 kW	Clase de eficiencia energética:	D (2014)
Caja:	Acero galvanizado, RAL 7035	Tubos intercambiador:	Cobre ⁽⁵⁾
Superf. de intercambio:	18.8 m²	Aletas:	Aluminio ⁽⁶⁾
Volumen de tubos:	1.7 l	Conexiones por cada aparato:	
Paso de aleta:	2.10 mm	Entrada:	16.0 * 1.00 mm
Número de pasos:	10	Conexión de salida:	16.0 * 1.00 mm
Peso vacío:	19 kg ⁽⁶⁾	Distribuciones:	6
Presión de servicio máxima:	32.0 bar	PED classification:	Art. 4, par. 3 ⁽⁷⁾
Dimensiones:			
			
L = 684 mm W = 567 mm H = 630 mm H1 = 300 mm L1 = 634 mm W1 = 537 mm D = 13 mm			
Atención: ¡Dibujo y dimensiones pueden variar dependiendo de los accesorios incluidos!			

Fuente: Elaboración Propia en Base al Software GPC.EU- Güntner, 2019.

8. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

El presupuesto incluye todos los gastos que son derivados de la realización del proyecto. Se puede dividir estos costos según los siguientes conceptos:

- Costo de los materiales.
- Mano de obra

No se tendrá en cuenta en el cálculo del presupuesto, el costo de la nave donde será ubicada la cámara de conservación, las obras civiles y de adecuación. Sólo se incluirán en el cómputo de los gastos los elementos que son objeto del proyecto.

8.1. COSTO DE LOS MATERIALES

En este apartado serán incluidos todos los gastos de los productos utilizados para la realización de la instalación frigorífica y de protección contra incendios. Podemos agrupar los materiales en los siguientes grupos:

- Elementos de la cámara frigorífica.
- Grupo compresor y recipiente de líquido.
- Intercambiadores.
- Aparatos de regulación y control.
- Equipos de protección contra incendios.

8.1.1. Elementos de la Cámara Frigorífica

A continuación se detalla un listado de los diferentes elementos o materiales de la cámara de conservación, con el número de unidades de cada elemento, el coste unitario y total:

Tabla 36. Costos de los Elementos de las Cámaras Frigoríficas.

Material	Unidades	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
Panel aislante paredes-techo densidad 40 Kg/m ³ x 120 mm	m ²	220	169.95	37,389.00
Aislamiento suelo	m ²	65	45.00	2,925.00
Esquinero interno para media caña de PVC	unidad	20	19.50	390.00
Perfil sanitario PVC/aluminio media caña 100 mm X 02 Piezas	m	94	33.00	3,102.00
Perfil exterior de 40 mm x 80 mm x 3000 mm largo x 0.4 mm	m	17	9.74	165.58
Kit completo puerta corredera	unidad	2	4,283.40	8,566.80
Luminarias herméticas (2 tubos led)	luminaria	12	77.00	924.00
Laminas sanitarias FRP - Revestimiento liso paredes HACCP x 2.3 mm	m ²	8	70.95	567.60
Interruptor puerta	unidad	2	310.00	620.00
Válvula equilibrio de presiones	unidad	2	519.00	1,038.00
Pegamento asfáltico	galón	30	35.00	1,050.00
Remaches de acero	unidad	200	0.90	180.00
Total Costos	-	-	-	56,917.98

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

8.1.2. Grupo Compresor y Recipiente Líquido

El grupo compresor está formado por el compresor y el conjunto de accesorios que nos regulará su funcionamiento.

Tabla 37. Costos de Compresores y Accesorios.

Equipo / Accesorio	Unidades	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
Compresor BITZER 22DES-4Y-40S	unidad	1	10,893.00	10,893.00
Compresor BITZER 22EES-4Y-40S	unidad	1	10,304.00	10,304.00
Válvula seguridad de descarga	unidad	2	1,730.12	3,460.24
Separador de aceite + adaptador	unidad	2	7,000.00	14,000.00
Enfriador de aceite	unidad	2	5,450.00	10,900.00
Recipiente de líquido	unidad	2	4,526.30	9,052.60
Total Costos	-	-	-	58,609.84

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

8.1.3. Intercambiadores

El grupo compresor está formado por el compresor y el conjunto de accesorios que nos regulará su funcionamiento.

Tabla 38. Costos de Intercambiadores.

Equipo / Accesorio	Unidades	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
Evaporador ICP-121	unidad	1	13,652.80	13,652.80
Evaporador ICP-93	unidad	1	11,665.60	11,665.60
Condensador GCHC RD 4234348A	unidad	1	4,382.88	4,382.88
Condensador GCHC RD 4243581M	unidad	1	2,682.72	2,682.72
Total Costos	-	-	-	32,384.00

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

8.1.4. Aparatos de Regulación y Control

A continuación se detallan los aparatos de regulación y control del sistema seleccionado.

Tabla 39. Costos de Aparatos de Regulación y Control.

Equipo / Accesorio	Unidades	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
Termostato contr. 4 relés	unidad	2	625.60	1,251.20
Humidostato	unidad	2	596.16	1,192.32
Cuadro de maniobra eléctrico	unidad	2	14,274.72	28,549.44
Válvula solenoide	unidad	4	750.00	3,000.00
Válvula expansión termostática	unidad	4	614.56	2,458.24
Orificio válvula expansión	unidad	4	239.20	956.80
Total Costos	-	-	-	37,408.00

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

8.1.5. Equipos de Protección Contra Incendios

A continuación se detallan los aparatos contra incendios.

Tabla 40. Costos de Aparatos Contra Incendios.

Concepto	Unidades	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
Extintores portátiles 113B	unidad	6	70.00	420.00
Extintores portátiles 34A	unidad	4	155.00	620.00
Bocas de incendio equipadas (BIE's)	unidad	4	287.00	1,148.00
Alumbrado emergencia	unidad	6	125.00	750.00
Rótulos señalización	unidad	10	67.00	670.00
Sistemas detección y alarma humos	unidad	4	335.00	1,340.00
Total Costos	-	-	-	4,948.00

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

8.2. COSTO DE MANO DE OBRA

Se establecerá el costo derivado del montaje de los equipos y de los diferentes sistemas. Detallando el número de horas necesarias para la realización de cada tarea. Se definen cuatro diferentes:

- *Montaje de la cámara:* Implica el ensamblaje de los paneles, colocación de los accesorios y equipamiento del interior de la cámara.
- *Montaje equipo de frío:* Todos los componentes de la instalación llegan por separado. Deberán de ser colocados cada uno en su sitio y su posterior ensamblaje de cada una de las partes. El acoplamiento de los tubos, ocupará gran parte del tiempo dedicado. Serán realizados mediante soldadura in situ.
- *Puesta en marcha:* Una vez realizado el montaje de todos los componentes de la instalación, técnicos altamente cualificados verificarán y realizarán las pruebas pertinentes antes de poner la puesta en marcha de la instalación.
- *Medidas contra incendio:* Consiste en la colocación de los equipos de protección contra incendios.

Tabla 41. Costos de Mano de Obra.

Equipo / Accesorio	Unidades	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
Montaje de la cámara	hh	165	70.00	11,550.00
Montaje de equipo de frío	hh	200	80.00	16,000.00
Puesta en marcha	hh	36	80.00	2,880.00
Medidas contra incendio	hh	80	70.00	5,600.00
Total Costos	-	-	-	36,030.00

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

Haciendo un resumen de costos del proyecto, a continuación se presenta el resumen de la inversión necesaria para las cámaras de la ciudad de Abancay y Talavera:

***Tabla 41.** Resumen de Costos del Proyecto.*

Concepto	Unidades	Cantidad	Precio Total (S/.)
Montaje de la cámara	Global	1	190,267.82
Mano de Obra	Global	1	36,030.00
Imprevistos (5% del Montaje)	%	10	9,513.39
Total Costos	-	-	235,811.21

***Fuente:** Elaboración Propia, 2019.*

9. CONCLUSIONES

La realización de este estudio, ha sido un punto importante y de mucha utilidad para la formulación del proyecto ***“Mejoramiento de los Servicios Públicos Para la Promoción del Consumo de Productos Hidrobiológicos Azules en 22 Distritos de las 07 Provincias de la Región Apurímac”***, ya que de esta manera se dimensionó las cámaras frigoríficas para la conservación de pescado congelado en las provincias de Abancay y Talavera.

El objeto del presente proyecto ha sido la elección del sistema de enfriamiento de una cámara de conservación de pescado congelado, en función de las necesidades frigoríficas de la cámara como, pérdidas de transmisión, pérdidas del producto, pérdidas por aberturas, pérdidas por equipos y dispositivos, etc. Habiendo planteado la necesidad de utilizar el refrigerante R-407F, por las múltiples ventajas que posee hoy en día con respecto a otros refrigerantes, se destaca las siguientes conclusiones:

Cámara de Abancay:

- ❖ La capacidad de almacenamiento es de 25 toneladas, para el cual; el balance térmico, resultó con una carga de refrigeración total de 148,894.41 Kcal/día, obtenido de la sumatoria de las pérdidas de calor aportado por las pérdidas de frío de la cámara, por paredes, puertas, calor de luminarias, personas, flujo de calor por cerramientos, la entrada de aire exterior a la cámara, el calor aportado por los motores. El flujo de calor que se demandara en el ciclo de refrigeración es de 2.74 toneladas de refrigeración y el caudal de refrigerante de 0.062 kg/seg con una relación de compresión de 9.20. Además, el área de la cámara frigorífica resultó 170.70 m² donde entraran 30 pallets distribuidos en 10 pilas de 3 pallets cada una, además para el aislamiento térmico de la cámara se utilizará panel prefabricado de poliuretano y para la obtención del espesor adecuado es en función de las temperaturas. Se selecciona la placa de 120 mm, con este espesor de placa se garantiza que el flujo de calor estará por debajo de 7 W/m² máximo recomendado para el tipo de instalación.
- ❖ La potencia del compresor que resulta del cálculo es de 9.62 KW, ingresando al software Bitzer software V6.12, el modelo elegido por el sistema nos brinda el tipo de compresor 22DES-4Y-40S cuya cantidad será de dos compresores, con gas refrigerante R407F, refrigerante ecológico que contribuye de manera importante no sólo a la preservación ambiental, sino también a la reducción del consumo de energía y a la seguridad. Para la selección del evaporador se consultó con la casa Kobol fabricante de evaporadores, cuyo catálogo nos aproxima al modelo ICP-121 cuya potencia es 960 W, considera en el proyecto 1 evaporador. Para la selección del condensador se consultó con los modelos del fabricante Güntner, por lo que los cálculos se aproximan a un condensador modelo GCHC RD 050.2/11-35-4234348A, ya que su potencia absorbida es 14.3 KW, para evitar problemas con altas presiones.

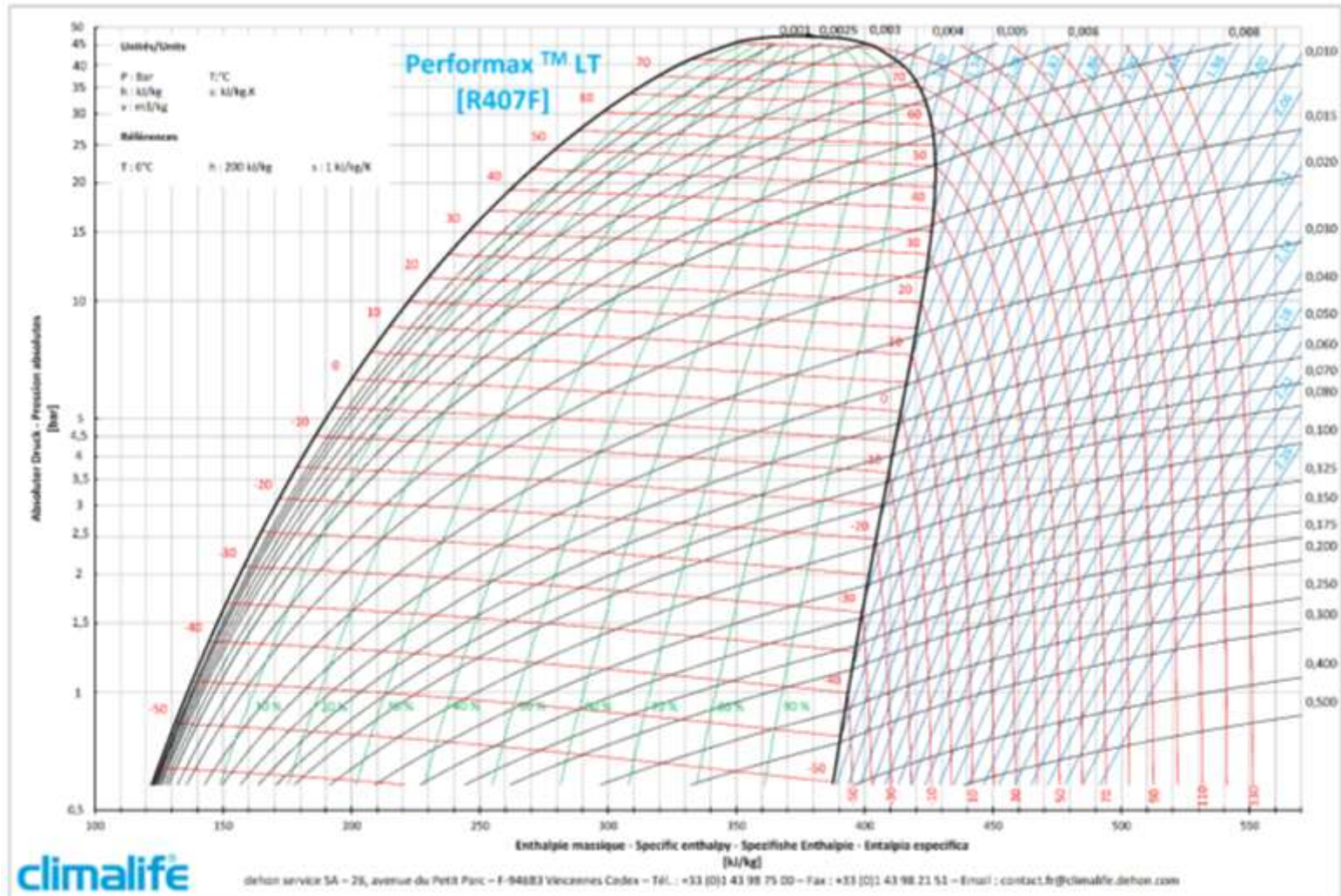
Cámara de Talavera:

- ❖ La capacidad de almacenamiento es de 15 toneladas, para el cual; el balance térmico, resultó con una carga de refrigeración total de 96,960.96 Kcal/día, obtenido de la sumatoria de las pérdidas de calor aportado por las pérdidas de frío de la cámara, por paredes, puertas, calor de luminarias, personas, flujo de calor por cerramientos, la entrada de aire exterior a la cámara, el calor aportado por los motores. El flujo de calor que se demandara en el ciclo de refrigeración es de 1.78 toneladas de refrigeración y el caudal de refrigerante de 0.039 kg/seg con una relación de compresión de 8.81. Además, el área de la cámara frigorífica resultó 129.12 m² donde entraran 17 pallets distribuidos en 8 pilas de 2 pallets cada una, además para el aislamiento térmico de la cámara se utilizará panel prefabricado de poliuretano y para la obtención del espesor adecuado es en función de las temperaturas. Se selecciona la placa de 120 mm, con este espesor de placa se garantiza que el flujo de calor estará por debajo de 7 W/m² máximo recomendado para el tipo de instalación.
- ❖ La potencia del compresor que resulta del cálculo es de 6.26 KW, ingresando al software Bitzer software V6.12, el modelo elegido por el sistema nos brinda el tipo de compresor 22EES-4Y-40S cuya cantidad será de dos compresores, con gas refrigerante R407F, refrigerante ecológico que contribuye de manera importante no sólo a la preservación ambiental, sino también a la reducción del consumo de energía y a la seguridad. Para la selección del evaporador se consultó con la casa Kobol fabricante de evaporadores, cuyo catálogo nos aproxima al modelo ICP-93 cuya potencia es 960 W, considera en el proyecto 1 evaporador. Para la selección del condensador se consultó con los modelos del fabricante Güntner, por lo que los cálculos se aproximan a un condensador modelo GCHC RD 035.2/11-37-4243581M, ya que su potencia absorbida es 8.90 KW, para evitar problemas con altas presiones.

El costo total para de la instalación de las 02 cámaras, asciende a S/. 235,811.21 soles. La partida más elevada del presupuesto corresponde a la de montaje de las cámaras que incluye materiales y equipos, con aproximadamente un 81% del total.

10. ANEXOS

Anexo 01. Diagrama de Mollier del Refrigerante R-407F.



Fuente: Climalife, 2019.

Anexo 02. Propiedades Termodinámicas del Refrigerante R-407F en Estado Saturado.

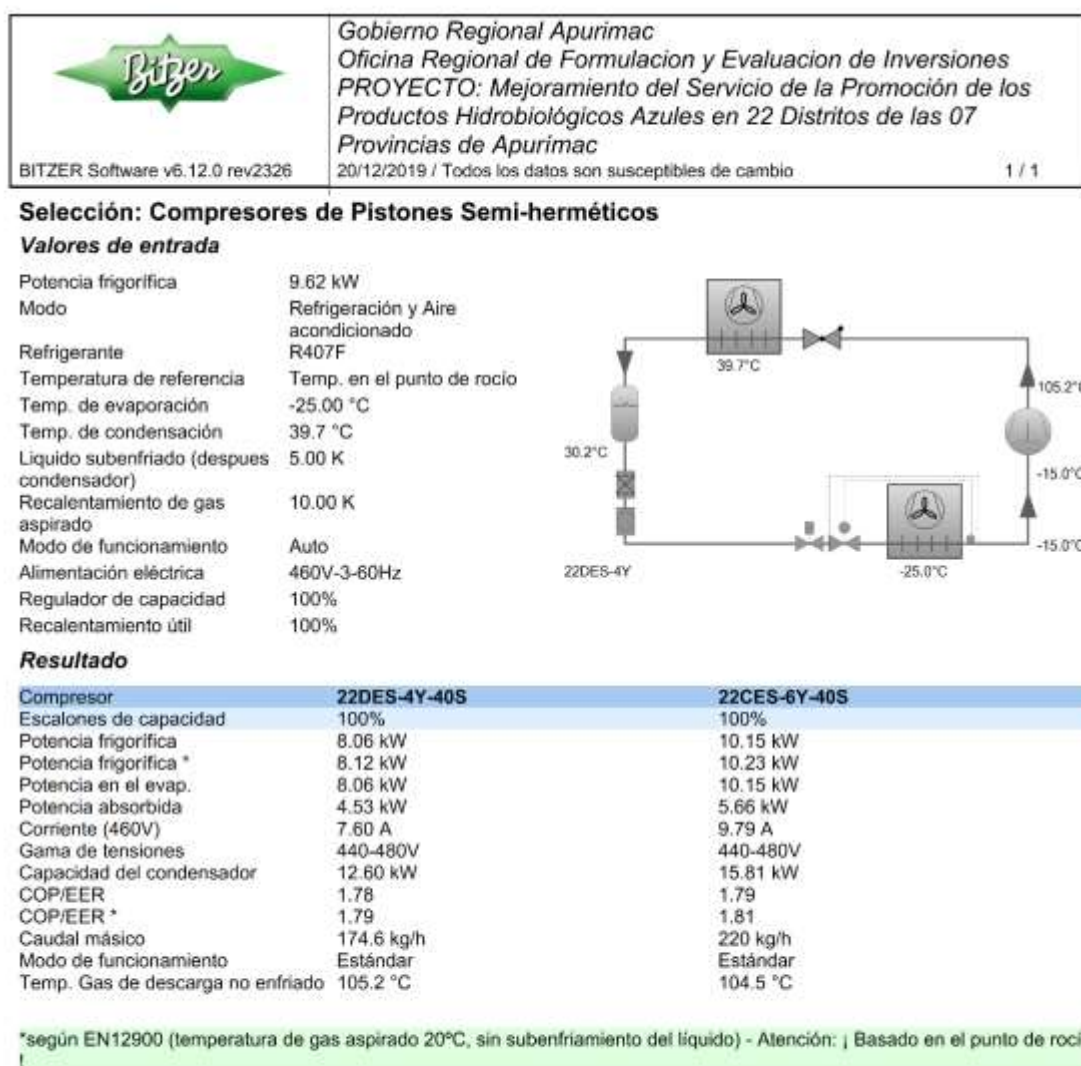
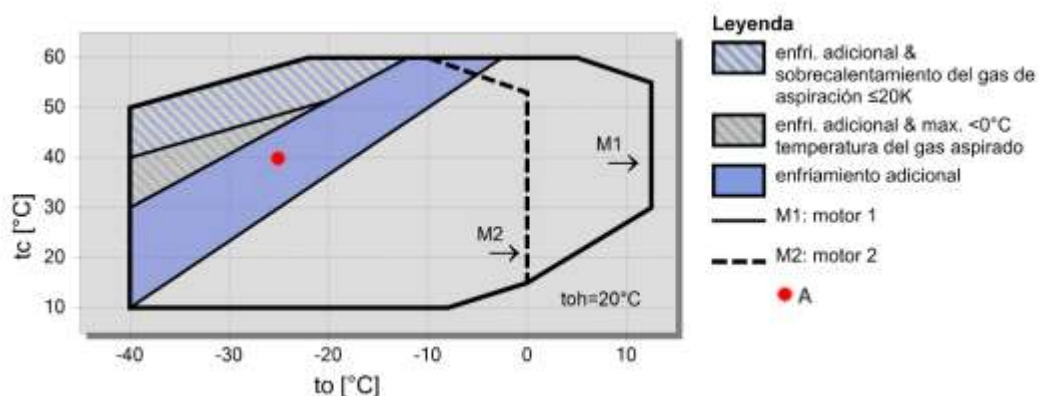
Absolute pressure	LIQUID					VAPOUR					Latent heat
	Bubble point	Volume	Density	Enthalpy	Entropy	Dew point	Volume	Density	Enthalpy	Entropy	
P	t'	v'	p'	h'	s'	t''	v''	p''	h''	s''	Lv
(bar)	(°C)	(dm ³ /kg)	(kg/dm ³)	(kJ/kg)	(kJ/kg.K)	(°C)	(m ³ /kg)	(kg/m ³)	(kJ/kg)	(kJ/kg.K)	(kJ/kg)
0.027	-100	0.653	1.531	65.841	0.393	-92.68	6.715	0.149	362.053	2.073	296.212
0.042	-95	0.659	1.517	72.391	0.430	-87.77	4.417	0.226	365.017	2.045	292.626
0.064	-90	0.666	1.502	78.916	0.466	-82.86	2.986	0.335	367.991	2.018	289.074
0.095	-85	0.672	1.488	85.428	0.501	-77.95	2.069	0.483	370.969	1.995	285.541
0.137	-80	0.679	1.474	91.936	0.535	-73.03	1.466	0.682	373.946	1.973	282.011
0.193	-75	0.685	1.459	98.445	0.568	-68.12	1.060	0.943	376.916	1.953	278.471
0.268	-70	0.692	1.444	104.964	0.601	-63.2	0.781	1.280	379.874	1.935	274.910
0.364	-65	0.699	1.430	111.497	0.633	-58.28	0.586	1.708	382.813	1.918	271.316
0.487	-60	0.707	1.415	118.050	0.664	-53.37	0.446	2.243	385.728	1.903	267.677
0.641	-55	0.714	1.400	124.628	0.694	-48.45	0.344	2.904	388.612	1.888	263.983
0.833	-50	0.722	1.385	131.236	0.724	-43.54	0.269	3.712	391.460	1.875	260.224
1.013	-46.06	0.729	1.372	136.461	0.747	-39.67	0.224	4.465	393.672	1.866	257.211
1.067	-45	0.730	1.369	137.878	0.753	-38.62	0.213	4.688	394.266	1.863	256.388
1.350	-40	0.739	1.354	144.558	0.782	-33.71	0.171	5.856	397.023	1.852	252.465
1.690	-35	0.747	1.338	151.282	0.811	-28.79	0.138	7.242	399.727	1.842	248.445
2.093	-30	0.757	1.322	158.053	0.839	-23.88	0.113	8.875	402.370	1.832	244.316
2.567	-25	0.766	1.305	164.878	0.866	-18.98	0.093	10.785	404.945	1.823	240.067
3.120	-20	0.776	1.289	171.761	0.894	-14.07	0.077	13.006	407.446	1.815	235.685
3.760	-15	0.786	1.272	178.709	0.921	-9.17	0.064	15.575	409.865	1.807	231.157
4.496	-10	0.797	1.254	185.726	0.947	-4.27	0.054	18.534	412.194	1.799	226.468
5.336	-5	0.809	1.237	192.821	0.974	0.63	0.046	21.928	414.422	1.792	221.602
6.291	0	0.821	1.218	200.000	1.000	5.52	0.039	25.809	416.540	1.785	216.540
7.368	5	0.834	1.199	207.272	1.026	10.4	0.033	30.237	418.534	1.779	211.262
8.579	10	0.848	1.180	214.647	1.052	15.28	0.028	35.278	420.390	1.772	205.743
9.933	15	0.862	1.160	222.136	1.078	20.15	0.024	41.014	422.091	1.766	199.955
11.440	20	0.878	1.139	229.750	1.104	25.01	0.021	47.536	423.616	1.760	193.866
13.110	25	0.895	1.117	237.505	1.129	29.86	0.018	54.958	424.943	1.753	187.438
14.955	30	0.914	1.094	245.418	1.155	34.71	0.016	63.416	426.042	1.747	180.624
16.986	35	0.935	1.070	253.510	1.181	39.53	0.014	73.080	426.880	1.740	173.370
19.214	40	0.957	1.044	261.807	1.207	44.35	0.012	84.170	427.414	1.732	165.606
21.651	45	0.983	1.017	270.344	1.233	49.14	0.010	96.970	427.586	1.724	157.243
24.310	50	1.012	0.988	279.164	1.260	53.91	0.009	111.869	427.324	1.716	148.160
27.203	55	1.046	0.956	288.334	1.287	58.66	0.008	129.423	426.518	1.706	138.184
30.346	60	1.086	0.921	297.955	1.315	63.37	0.007	150.470	425.011	1.695	127.056
33.751	65	1.136	0.880	308.194	1.345	68.04	0.006	176.383	422.542	1.681	114.349
37.433	70	1.202	0.832	319.372	1.376	72.63	0.005	209.708	418.638	1.664	99.266
41.401	75	1.299	0.770	332.234	1.412	77.11	0.004	256.275	412.231	1.641	79.997
45.616	80	1.498	0.668	349.694	1.460	81.3	0.003	338.233	399.397	1.601	49.703

Fuente: Climalife, 2019.

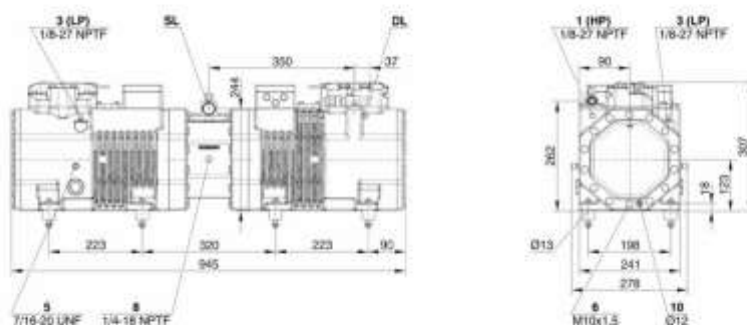
Anexo 03. Valores de Entalpía (KJ/Kg) para el Refrigerante R-407F en Estado Sobrecalentado.

Sat. Temp. °C	Sat. Pressure bar	Superheat (°C)																				
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
-100	0.013	357.666	360.767	363.905	367.080	370.295	373.549	376.842	380.175	383.549	386.963	390.417	393.912	397.447	401.023	404.640	408.297	411.996	415.735	419.515	423.335	427.197
-95	0.022	360.660	363.812	367.000	370.224	373.485	376.785	380.124	383.503	386.921	390.378	393.876	397.415	400.993	404.612	408.271	411.971	415.712	419.493	423.316	427.178	431.082
-90	0.035	363.671	366.877	370.115	373.389	376.699	380.047	383.433	386.857	390.320	393.823	397.365	400.948	404.570	408.232	411.935	415.678	419.461	423.285	427.150	431.055	435.001
-85	0.054	366.694	369.955	373.247	376.573	379.933	383.330	386.763	390.235	393.745	397.293	400.881	404.508	408.175	411.881	415.628	419.414	423.241	427.109	431.016	434.964	438.952
-80	0.081	369.724	373.043	376.391	379.770	383.182	386.630	390.113	393.633	397.190	400.786	404.420	408.093	411.805	415.556	419.347	423.178	427.049	430.960	434.911	438.902	442.934
-75	0.118	372.754	376.135	379.541	382.976	386.443	389.942	393.476	397.046	400.653	404.297	407.978	411.698	415.457	419.254	423.091	426.967	430.882	434.837	438.832	442.867	446.942
-70	0.170	375.779	379.225	382.692	386.186	389.708	393.263	396.850	400.471	404.129	407.822	411.553	415.321	419.127	422.971	426.854	430.776	434.737	438.737	442.777	446.857	450.976
-65	0.238	378.793	382.308	385.839	389.394	392.975	396.586	400.228	403.904	407.613	411.358	415.139	418.956	422.811	426.703	430.634	434.603	438.610	442.657	446.742	450.867	455.031
-60	0.328	381.790	385.377	388.976	392.595	396.238	399.908	403.607	407.338	411.102	414.899	418.732	422.601	426.505	430.447	434.426	438.443	442.498	446.592	450.724	454.894	459.104
-55	0.443	384.763	388.427	392.098	395.784	399.491	403.223	406.982	410.770	414.590	418.443	422.329	426.250	430.206	434.199	438.228	442.294	446.398	450.539	454.719	458.936	463.192
-50	0.589	387.707	391.452	395.199	398.955	402.730	406.525	410.346	414.195	418.073	421.983	425.924	429.900	433.909	437.954	442.035	446.151	450.305	454.495	458.723	462.989	467.292
-45	0.771	390.616	394.447	398.272	402.103	405.948	409.811	413.697	417.608	421.547	425.515	429.514	433.546	437.610	441.709	445.842	450.011	454.215	458.456	462.733	467.048	471.399
-40	0.996	393.483	397.405	401.314	405.223	409.141	413.075	417.028	421.004	425.006	429.035	433.094	437.183	441.304	445.458	449.646	453.868	458.125	462.417	466.746	471.110	475.511
-39.67	1.013	393.672	397.601	401.515	405.430	409.353	413.291	417.249	421.230	425.236	429.269	433.332	437.425	441.550	445.708	449.899	454.125	458.385	462.681	467.013	471.381	475.785
-35	1.270	396.303	400.321	404.317	408.308	412.304	416.311	420.335	424.378	428.446	432.538	436.659	440.808	444.988	449.199	453.443	457.720	462.030	466.376	470.756	475.172	479.623
-30	1.601	399.069	403.188	407.277	411.354	415.430	419.514	423.612	427.726	431.861	436.020	440.204	444.416	448.656	452.926	457.228	461.561	465.928	470.327	474.761	479.229	483.732
-25	1.995	401.774	406.000	410.187	414.354	418.516	422.680	426.854	431.042	435.248	439.475	443.726	448.002	452.304	456.636	460.997	465.389	469.812	474.268	478.756	483.279	487.835
-20	2.462	404.413	408.752	413.041	417.303	421.554	425.803	430.057	434.322	438.602	442.900	447.219	451.562	455.929	460.324	464.746	469.198	473.680	478.194	482.739	487.316	491.926
-15	3.008	406.978	411.435	415.833	420.195	424.539	428.877	433.215	437.560	441.916	446.288	450.679	455.091	459.526	463.986	468.472	472.986	477.528	482.101	486.704	491.338	496.004
-10	3.644	409.460	414.044	418.555	423.024	427.466	431.896	436.322	440.751	445.187	449.637	454.102	458.585	463.090	467.617	472.169	476.747	481.352	485.985	490.648	495.340	500.063
-5	4.379	411.852	416.569	421.202	425.782	430.328	434.855	439.373	443.889	448.410	452.940	457.482	462.041	466.617	471.214	475.834	480.478	485.148	489.844	494.568	499.320	504.102
0	5.222	414.142	419.003	423.765	428.462	433.118	437.747	442.362	446.971	451.579	456.193	460.816	465.452	470.103	474.773	479.463	484.175	488.911	493.672	498.459	503.273	508.115
5	6.184	416.321	421.335	426.234	431.057	435.829	440.567	445.284	449.989	454.689	459.390	464.097	468.814	473.544	478.289	483.052	487.835	492.639	497.467	502.319	507.197	512.101
10	7.275	418.375	423.554	428.601	433.558	438.453	443.306	448.131	452.937	457.734	462.527	467.322	472.123	476.934	481.757	486.596	491.452	496.327	501.224	506.143	511.087	516.055
15	8.506	420.287	425.647	430.854	435.955	440.982	445.958	450.897	455.811	460.709	465.599	470.486	475.375	480.270	485.174	490.091	495.023	499.972	504.940	509.929	514.939	519.973
20	9.889	422.041	427.600	432.981	438.238	443.408	448.514	453.574	458.602	463.607	468.598	473.582	478.563	483.546	488.535	493.534	498.549	503.569	508.611	513.671	518.752	523.853
25	11.435	423.613	429.395	434.968	440.396	445.719	450.966	456.156	461.304	466.423	471.521	476.605	481.682	486.758	491.835	496.918	502.011	507.115	512.233	517.368	522.520	527.691
30	13.159	424.977	431.011	436.799	442.415	447.905	453.304	458.633	463.910	469.148	474.359	479.550	484.728	489.900	495.070	500.241	505.419	510.605	515.803	521.014	526.240	531.484
35	15.073	426.101	432.427	438.457	444.281	449.954	455.517	460.996	466.410	471.777	477.107	482.410	487.695	492.968	498.234	503.498	508.764	514.035	519.315	524.605	529.909	535.227
40	17.193	426.946	433.615	439.920	445.977	451.852	457.594	463.234	468.797	474.299	479.756	485.179	490.575	495.954	501.321	506.682	512.040	517.401	522.766	528.139	533.522	538.917
45	19.533	427.460	434.538	441.164	447.483	453.583	459.522	465.337	471.059	476.707	482.299	487.848	493.363	498.854	504.327	509.789	515.244	520.697	526.151	531.609	537.075	542.551
50	22.112	427.574	435.156	442.157	448.776	455.128	461.283	467.291	473.185	478.990	484.727	490.409	496.050	501.659	507.244	512.812	518.368	523.917	529.464	535.012	540.564	546.122
55	24.950	427.192	435.411	442.861	449.828	456.464	462.861	469.079	475.160	481.135	487.027	492.853	498.627	504.361	510.064	515.743	521.405	527.056	532.700	538.341	543.982	549.626
60	28.070	426.171	435.228	443.228	450.602	457.563	464.231	470.682	476.969	483.128	489.187	495.166	501.083	506.950	512.777	518.574	524.348	530.105	535.850	541.588	547.322	553.056
65	31.501	424.279	434.500	443.190	451.052	458.388	465.363	472.074	478.587	484.947	491.187	497.332	503.402	509.410	515.370	521.292	527.183	533.052	538.903	544.743	550.575	556.403
70	35.282	421.098	433.068	442.656	451.111	458.888	466.214	473.218	479.983	486.564	493.002	499.327	505.560	511.721	517.823	523.877	529.893	535.880	541.844	547.791	553.725	559.651
75	39.476	415.713	430.667	441.473	450.670	458.975	466.711	474.050	481.098	487.926	494.583	501.105	507.517	513.843	520.097	526.294	532.445	538.558	544.641	550.701	556.744	562.774
80	44.224	404.954	426.673	439.272	449.450	458.421	466.655	474.393	481.774	488.888	495.796	502.540	509.155	515.665	522.090	528.445	534.743	540.995	547.209	553.393	559.554	565.696

Fuente: Climalife, 2019.

Anexo 04. Resultado de Compresores para la Cámara de la Ciudad de Abancay.**Límites de aplicación 100% 22CES-6, 22DES-4**

Fuente: Elaboración Propia en Base al Software BITZER Vers. 6.12, 2019.

Anexo 05. Resultado de Elección del Compresor para la Cámara de la Ciudad de Abancay.**Datos técnicos: 22DES-4Y****Dimensiones y conexiones****Datos técnicos****Informaciones técnicas**

Volumen desplazado (1450 rpm a 50 Hz)	26,8 m ³ /h
Volumen desplazado (1750 rpm a 60Hz)	32,4 m ³ /h
Nº de cilindros x diámetro x carrera	2+2 x 50 mm x 39,3 mm
Peso	143 kg
Presión máxima (BP/AP)	19 / 32 bar
Conexión línea aspiración	28 mm - 1 1/8"
Conexión línea descarga	2x16 mm - 5/8"
Tipo de aceite R134a/R407C/R404A/R507A/R407F	BSE32(Standard) R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Aceite para R22 (R12/R502)	B5.2 (Option)
Aceite para R1234yf/R1234ze	BSE32 (Standard) R1234ze tc>70°C & to>0°C: BSE55 (Option) R1234ze to>15°C: BSE85K (Option)

Informaciones motor

Versión del motor	2
Tensión del motor (otro bajo demanda)	360-400V Y-3-60Hz
Intensidad máxima en funcionamiento	2x9.5 A
Intensidad en arranque (rotor bloqueado)	2x39.0 A
Potencia máx. absorbida	2 x 4.8 kW

Estándar de entrega

Protección motor	SE-B1
Clase de protección	IP66
Antivibradores	Standard
Carga de aceite	3,50 dm ³
Válvula de descarga	Standard
Válvula de aspiración	Standard

Opciones disponibles

Regulación de capacidad	100-50% (Option)
Regulación de capacidad - en continuo	100-10% (Option)
Ventilador adicional	Option
Calefactor de Cáster	2 x 0..120 W PTC (Option)

Nivel sonoro medido

Potencia sonora (-10°C / 45°C)	69,5dB(A) @ 50Hz
Potencia sonora (-35°C / 40°C)	72dB(A) @ 50Hz
Presión sonora @ 1m (-10°C / 45°C)	61,5dB(A) @ 50Hz
Presión sonora @ 1m (-35°C / 40°C)	64dB(A) @ 50Hz

 BITZER Software v6.12.0 rev2326	20/12/2019 / Todos los datos son susceptibles de cambio 2 / 6
--	--

Compresores de pistones Semi-herméticos

Motor 1 = p.ej. 4TES-12 con 12 "CV", primario para Aire Acondicionado (p.ej. R22, R407C) y Alta Temperatura con R134a.
Motor 2 = p.ej. 4TES-9 con 8 "CV", Motor universal para la refrigeración con temperaturas positivas y negativas (p.ej.: R404A, R507A, R407F, R407A) y A/A con R134a.
Motor 3 = p.ej. 4TES-8, Refrigeración con R134a.

Para obtener más información sobre el rango de aplicación, utilice el botón "Límites".

Rangos de trabajo 4VES-7 a 6FE-44 y 44JE-30 a 66FE-88 con R407F / R407A / R22

CIC = inyección de líquido para aplicación a baja temperatura, motor enfriado por los gases de aspiración.

Datos de rendimiento con certificado ASERCOM

El gremio de fabricantes europeos de componentes para la técnica frigorífica ha implementado un programa de certificación para los datos de potencia de los compresores frigoríficos. El alto estándar de esta certificación se garantiza por:

- * Verificación de la plausibilidad de los datos, realizada por expertos.
- * Mediciones regulares por institutos independientes.

Este elevado esfuerzo de trabajo tiene como consecuencia que únicamente se pueda presentar una cantidad limitada de compresores. Por esa razón todavía no se han certificado todos los compresores BITZER. Los datos de potencia de los compresores que han satisfecho estas estrictas exigencias, pueden ostentar la etiqueta "ASERCOM certified". En este software se ha colocado la etiqueta de certificación de los compresores respectivos a la izquierda bajo el campo de resultados o en la impresión de los datos de potencia. Todos los compresores certificados y otras informaciones se hallan listadas en la página web de ASERCOM.

Datos de rendimiento con R404A/R507A a temperaturas de evaporación por debajo de -20°C con refrigeración adicional. Dependiente del tipo de la instalación, se tiene que considerar el consumo de potencia de un ventilador adicional.

Rendimiento del condensador

Se puede calcular la potencia del condensador sin y con radiación térmica. Se puede seleccionar esta opción en el menú Programa ☐ Opciones. La radiación térmica es constantemente 5 % de la demanda de energía. La potencia del condensador es indicada en la línea potencia del cond. (con RT) o potencia del condensador.

Dato para los niveles sonoros

Los datos de rendimientos están basados en un funcionamiento a 50 Hz (unidad IP - 60 Hz) y con R404A por defecto. Nivel sonoro: los valores son dados en campo libre y semi-estéril a 1 m de distancia con una tolerancia de +/- 2 dB (A).

Informaciones de base sobre los datos sonoros

Los valores han sido medidos en condiciones de laboratorio. Así, los compresores son puestos libremente sobre una bandeja maciza. Las tuberías están conectadas y en la medida de lo posible exentas de vibraciones y fijadas de manera flexible sobre la cámara de medida de tal modo que la transmisión de vibraciones al entorno es excluida. En un sistema real, diferencias significativas con las medidas de laboratorio pueden existir. El ruido emitido por el compresor puede reverberarse sobre las superficies del sistema, generando así un aumento del nivel sonoro del medio ambiente. Las vibraciones del compresor, según el grado de amortización de sus fijaciones, pueden a través de los pies del compresor y de las tuberías transmitirse a la instalación y entrar en resonancia con otros componentes del sistema, contribuyendo así al aumento del nivel sonoro ambiente. Si llega el caso, estas resonancias pueden ser minimizadas por la utilización de elementos amortiguadores y de fijaciones adaptados.

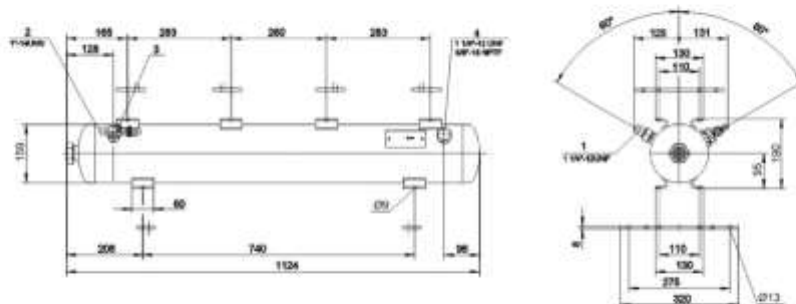
Leyenda y posición de las "Dimensiones":

- 1 Presostato de alta presión (AP)
- 2 Sensor de temperatura del gas de descarga (HP)
- 3 Presostato de baja presión (BP)
- 4 Sistema CIC: pulverizador (LP)
- 4b Sonda de CIC (HP)
- 4c Tampón para el llenado de aceite
- 5 Vaciado de aceite
- 6 Vaciado de aceite (tornillo electromagnético)
- 7 Filtro de aceite (tapón magnético)
- 8 Retorno de aceite (separador de aceite)
- 8* Retorno de aceite con NH3 y de aceite insoluble
- 9 Sistema de igualación de aceite y gas (funcionamiento en paralelo)
- 9a Sistema de igualación de gas (funcionamiento en paralelo)
- 9b Sistema de igualación de aceite (funcionamiento en paralelo)
- 10 Resistencia de cárter
- 11 Presión aceite +
- 12 Conexión de la presión de aceite -
- 13 Conexión para el agua de enfriamiento
- 14 Inyección de líquido (funcionamiento sin subenfriamiento de líquido y con válvula de expansión termostática)
- 15 Inyección de líquido (funcionamiento sin subenfriador de líquido y con válvula de expansión termostática)

 <p>BITZER Software v6.12.0 rev2326</p>	<p>20/12/2019 / Todos los datos son susceptibles de cambio</p> <p>5 / 6</p>
--	---

Datos técnicos: F192T

Dimensiones y conexiones

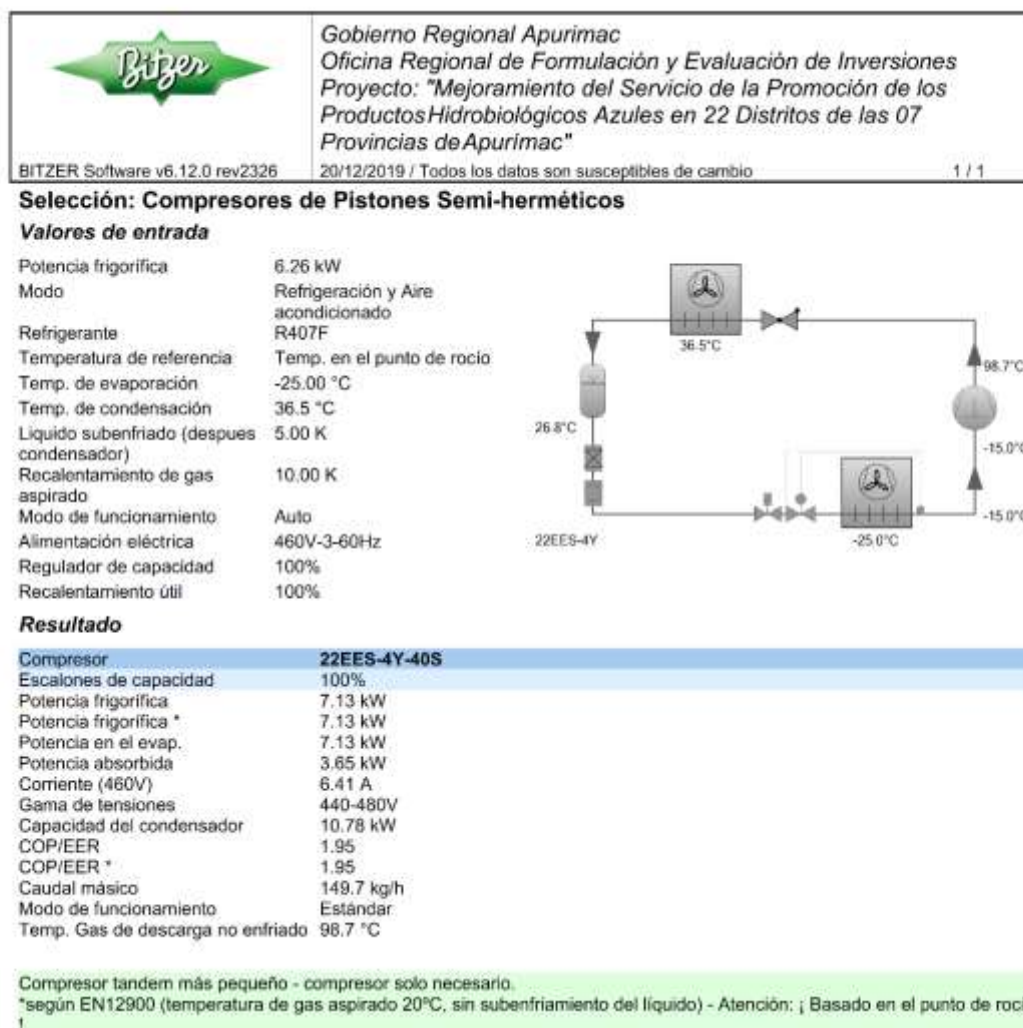
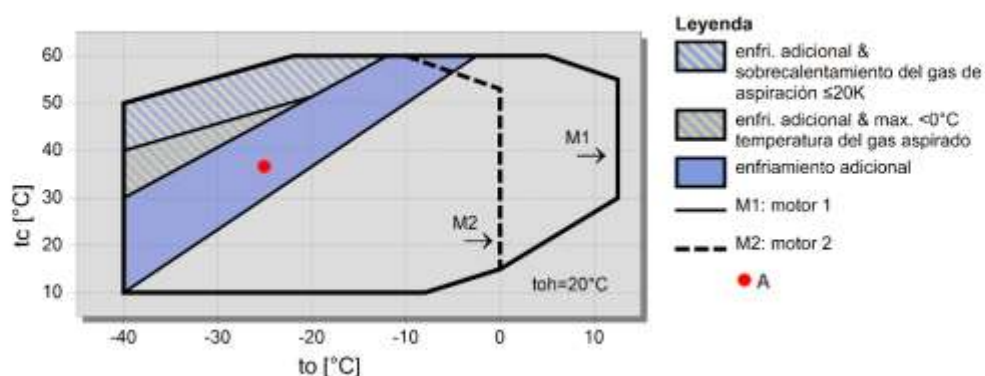


Datos técnicos

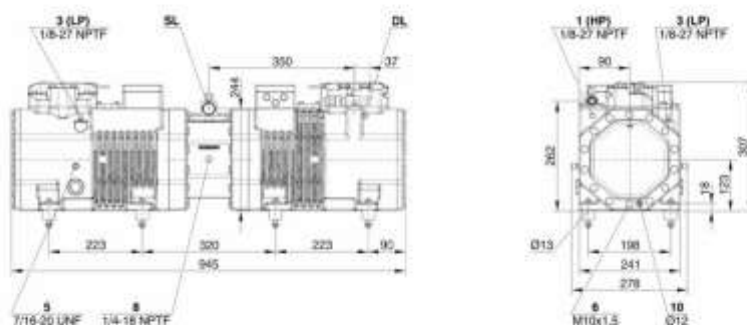
Informaciones técnicas

Peso	20,0 kg
Anchura total	1124 mm
Profundidad total	256 mm
Altura total	190mm
Contenido del recipiente	19,0 l
Máx. carga refrigerante 90% a 20°C / 68°F	
R22	20,7 kg
R134a	21,0 kg
R407C	19,8 kg
R404A/R507A	18,3 kg
R448A	19,0 kg
R449A	19,1 kg
R450A	20,4 kg
R513A	20,9 kg
R1234yf	19 kg
R1234ze	20,1 kg
Presión máxima	33 bar
Max. temperatura de trabajo	120°C
Conexión para entrada KL	16mm - 5/8"
Rosca/brida de conexión	1 1/4" - 12 UNF
Conexión para salida FL	16mm - 5/8"
Rosca/brida de conexión	1" - 14 UNS
Manómetro	7/16" 20UNF
Conexión para válvula de descarga	1 1/4"-12UNF
adaptador para válvula de seguridad	Option
Vigilancia del nivel mínimo	Option
Vigilancia del nivel máximo	Option
Aceptación correspondiente a PED 2014/68/EU	Standard
Aceptaciones especiales (sobre demanda)	Option

Fuente: Elaboración Propia en Base al Software BITZER Vers. 6.12, 2019.

Anexo 06. Resultado de Compresores para la Cámara de la Ciudad de Talavera.**Límites de aplicación 100% 22EES-4**

Fuente: Elaboración Propia en Base al Software BITZER Vers. 6.12, 2019.

Anexo 07. Resultado de Elección del Compresor para la Cámara de la Ciudad de Talavera.**Datos técnicos: 22EES-4Y****Dimensiones y conexiones****Datos técnicos****Informaciones técnicas**

Volumen desplazado (1450 rpm a 50 Hz)	22,7 m ³ /h
Volumen desplazado (1750 rpm a 60Hz)	27,4 m ³ /h
Nº de cilindros x diámetro x carrera	2+2 x 46 mm x 39,3 mm
Peso	143 kg
Presión máxima (BP/AP)	19 / 32 bar
Conexión línea aspiración	28 mm - 1 1/8"
Conexión línea descarga	2x16 mm - 5/8"
Tipo de aceite R134a/R407C/R404A/R507A/R407F	BSE32(Standard) R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Aceite para R22 (R12/R502)	B5.2 (Option)
Aceite para R1234yf/R1234ze	BSE32 (Standard) R1234ze tc>70°C & to>0°C: BSE55 (Option) R1234ze to>15°C: BSE85K (Option)

Informaciones motor

Versión del motor	2
Tensión del motor (otro bajo demanda)	360-400V Y-3-60Hz
Intensidad máxima en funcionamiento	2x7,6 A
Intensidad en arranque (rotor bloqueado)	2x33,9 A
Potencia máx. absorbida	2 x 4,0 kW

Estándar de entrega

Protección motor	SE-B1
Clase de protección	IP66
Antivibradores	Standard
Carga de aceite	3,50 dm ³
Válvula de descarga	Standard
Válvula de aspiración	Standard

Opciones disponibles

Regulación de capacidad	100-50% (Option)
Regulación de capacidad - en continuo	100-10% (Option)
Ventilador adicional	Option
Calefactor de Cáster	2 x 0..120 W PTC (Option)

Nivel sonoro medido

Potencia sonora (-10°C / 45°C)	69dB(A) @ 50Hz
Potencia sonora (-35°C / 40°C)	71dB(A) @ 50Hz
Presión sonora @ 1m (-10°C / 45°C)	61dB(A) @ 50Hz
Presión sonora @ 1m (-35°C / 40°C)	63dB(A) @ 50Hz

	BITZER Software v6.12.0 rev2326 20/12/2019 / Todos los datos son susceptibles de cambio 2 / 6
---	---

Compresores de pistones Semi-herméticos

Motor 1 = p.ej. 4TES-12 con 12 "CV", primario para Aire Acondicionado (p.ej. R22, R407C) y Alta Temperatura con R134a.
Motor 2 = p.ej. 4TES-9 con 8 "CV", Motor universal para la refrigeración con temperaturas positivas y negativas (p.ej.: R404A, R507A, R407F, R407A) y A/A con R134a.
Motor 3 = p.ej. 4TES-8, Refrigeración con R134a.

Para obtener más información sobre el rango de aplicación, utilice el botón "Límites".

Rangos de trabajo 4VES-7 a 6FE-44 y 44JE-30 a 66FE-88 con R407F / R407A / R22

CIC = inyección de líquido para aplicación a baja temperatura, motor enfriado por los gases de aspiración.

Datos de rendimiento con certificado ASERCOM

El gremio de fabricantes europeos de componentes para la técnica frigorífica ha implementado un programa de certificación para los datos de potencia de los compresores frigoríficos. El alto estándar de esta certificación se garantiza por:

- * Verificación de la plausibilidad de los datos, realizada por expertos.
- * Mediciones regulares por institutos independientes.

Este elevado esfuerzo de trabajo tiene como consecuencia que únicamente se pueda presentar una cantidad limitada de compresores. Por esa razón todavía no se han certificado todos los compresores BITZER. Los datos de potencia de los compresores que han satisfecho estas estrictas exigencias, pueden ostentar la etiqueta "ASERCOM certified". En este software se ha colocado la etiqueta de certificación de los compresores respectivos a la izquierda bajo el campo de resultados o en la impresión de los datos de potencia. Todos los compresores certificados y otras informaciones se hallan listadas en la página web de ASERCOM.

Datos de rendimiento con R404A/R507A a temperaturas de evaporación por debajo de -20°C con refrigeración adicional. Dependiente del tipo de la instalación, se tiene que considerar el consumo de potencia de un ventilador adicional.

Rendimiento del condensador

Se puede calcular la potencia del condensador sin y con radiación térmica. Se puede seleccionar esta opción en el menú Programa ☐ Opciones. La radiación térmica es constantemente 5 % de la demanda de energía. La potencia del condensador es indicada en la línea potencia del cond. (con RT) o potencia del condensador.

Dato para los niveles sonoros

Los datos de rendimientos están basados en un funcionamiento a 50 Hz (unidad IP - 60 Hz) y con R404A por defecto. Nivel sonoro: los valores son dados en campo libre y semi-estérico a 1 m de distancia con una tolerancia de +/- 2 dB (A).

Informaciones de base sobre los datos sonoros

Los valores han sido medidos en condiciones de laboratorio. Así, los compresores son puestos libremente sobre una bandeja maciza. Las tuberías están conectadas y en la medida de lo posible exentas de vibraciones y fijadas de manera flexible sobre la cámara de medida de tal modo que la transmisión de vibraciones al entorno es excluida. En un sistema real, diferencias significativas con las medidas de laboratorio pueden existir. El ruido emitido por el compresor puede reverberarse sobre las superficies del sistema, generando así un aumento del nivel sonoro del medio ambiente. Las vibraciones del compresor, según el grado de amortización de sus fijaciones, pueden a través de los pies del compresor y de las tuberías transmitirse a la instalación y entrar en resonancia con otros componentes del sistema, contribuyendo así al aumento del nivel sonoro ambiente. Si llega el caso, estas resonancias pueden ser minimizadas por la utilización de elementos amortiguadores y de fijaciones adaptados.

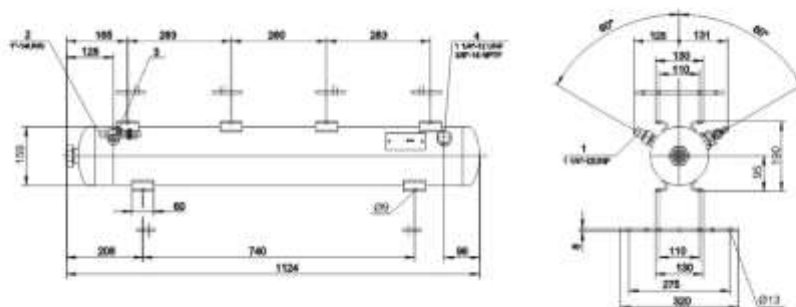
Leyenda y posición de las "Dimensiones":

- 1 Presostato de alta presión (AP)
- 2 Sensor de temperatura del gas de descarga (HP)
- 3 Presostato de baja presión (BP)
- 4 Sistema CIC: pulverizador (LP)
- 4b Sonda de CIC (HP)
- 4c Tampón para el llenado de aceite
- 5 Vaciado de aceite
- 6 Vaciado de aceite (tornillo electromagnético)
- 7 Filtro de aceite (tapón magnético)
- 8 Retorno de aceite (separador de aceite)
- 8* Retorno de aceite con NH3 y de aceite insoluble
- 9 Sistema de igualación de aceite y gas (funcionamiento en paralelo)
- 9a Sistema de igualación de gas (funcionamiento en paralelo)
- 9b Sistema de igualación de aceite (funcionamiento en paralelo)
- 10 Resistencia de cárter
- 11 Presión aceite +
- 12 Conexión de la presión de aceite -
- 13 Conexión para el agua de enfriamiento
- 14 Inyección de líquido (funcionamiento sin subenfriamiento de líquido y con válvula de expansión termostática)
- 15 Inyección de líquido (funcionamiento sin subenfriamiento de líquido y con válvula de expansión termostática)

 <p>BITZER Software v6.12.0 rev2326</p>	<p>20/12/2019 / Todos los datos son susceptibles de cambio</p> <p>5 / 6</p>
--	---

Datos técnicos: F192T

Dimensiones y conexiones



Datos técnicos

Informaciones técnicas

Peso	20,0 kg
Anchura total	1124 mm
Profundidad total	256 mm
Altura total	190mm
Contenido del recipiente	19,0 l
Máx. carga refrigerante 90% a 20°C / 68°F	
R22	20,7 kg
R134a	21,0 kg
R407C	19,8 kg
R404A/R507A	18,3 kg
R448A	19,0 kg
R449A	19,1 kg
R450A	20,4 kg
R513A	20,9 kg
R1234yf	19 kg
R1234ze	20,1 kg
Presión máxima	33 bar
Max. temperatura de trabajo	120°C
Conexión para entrada KL	16mm - 5/8"
Rosca/brida de conexión	1 1/4" - 12 UNF
Conexión para salida FL	16mm - 5/8"
Rosca/brida de conexión	1" - 14 UNS
Manómetro	7/16" 20UNF
Conexión para válvula de descarga	1 1/4"-12UNF
adaptador para válvula de seguridad	Option
Vigilancia del nivel mínimo	Option
Vigilancia del nivel máximo	Option
Aceptación correspondiente a PED 2014/68/EU	Standard
Aceptaciones especiales (sobre demanda)	Option

Fuente: Elaboración Propia en Base al Software BITZER Vers. 6.12, 2019.

Anexo 08. Ficha Técnica del Condensador para la Cámara de la Ciudad de Abancay.

Fecha: 2019-12-26

Solicitud del:

Proyecto:

No. de oferta:

Posición:

Responsable:



Condensador

GCHC RD 050.2/11-35-4234348A

Capacidad:	14.3 kW	Refrigerante:	R407F ⁽¹⁾
Caudal de aire:	4171 m³/h	Temp. del gas caliente:	69.7 °C
Entrada del aire:	17.9 °C	Temperatura de condensación (punto de rocío):	40.4 °C
Altura de instalación:	2342 m	Salida de condensación:	34.7 °C
		Caudal de gas caliente:	3.62 m³/h
Ventiladores (AC):	1 Unidad(es) 3~400V 50HzΔ/(Y)	Nivel de presión sonora:	35 dB(A) ⁽²⁾
Datos por motor (datos nominales):		a una distancia de:	10.0 m
Revoluciones:	850 min-1 / (530 min-1)	Nivel de potencia acústica:	66 dB(A)
Capacidad (mec./el.):	0.16 kW/0.30 kW	ErP:	Compliant ⁽³⁾
Corriente:	0.74 A ⁽⁴⁾		
Potencia total absorbida:	0.28 kW	Clase de eficiencia energética:	D (2014)
Caja:	Acero galvanizado, RAL 7035	Tubos intercambiador:	Cobre ⁽⁵⁾
Superf. de intercambio:	27.1 m²	Aletas:	Aluminio ⁽⁵⁾
Volumen de tubos:	2.4 l	Conexiones por cada aparato:	
Paso de aleta:	2.10 mm	Entrada:	16.0 * 1.00 mm
Número de pasos:	8	Conexión de salida:	16.0 * 1.00 mm
Peso vacío:	53 kg ⁽⁶⁾	Distribuciones:	9
Presión de servicio máxima:	32.0 bar	PED classification:	Art. 4, par. 3 ⁽⁷⁾

Dimensiones:

L = 804 mm
 W = 668 mm
 H = 946 mm
 H1 = 400 mm
 L1 = 640 mm
 W1 = 638 mm
 D = 13 mm



Atención: ¡Dibujo y dimensiones pueden variar dependiendo de los accesorios incluidos!

UI: 137.4234348A

Precio de lista, IVA excluido:

Precio unitario

Total (Precio de lista sin IVA, inclusive embalaje)

Tipo de entrega:

Condiciones de pago:

Plazo de entrega: 15 días ex fábrica (unidades en almacén)⁽⁸⁾

Validez de la oferta:

¡Nuestras condiciones generales de venta y entrega son válidas!

Important remarks / explanatory notes:

⁽¹⁾ Grupo de fluidos 2 según Directiva 2014/68/EU relativa a los equipos a presión⁽²⁾ Según método de la superficie envolvente acorde a EN 13487/EN 9614-1, tolerancia Eurovent = +2 dB(A).

Sólo aplica para ventiladores AC, ventiladores AC con variador de frecuencia y para ventiladores EC. No se consideran ni ruidos ocasionales por otros modos de regulación o sistemas de rocío, ni reflejos de sonido en el lugar de instalación, los cuales pueden elevar los niveles de presión sonora.



- (3) Este aparato está equipado con ventiladores que cumplen las disposiciones de eficiencia establecidas en la Directiva 2009/125/CE (Directiva ERP).
- (4) El consumo de energía eléctrica puede diferir de acuerdo a la temperatura del aire y a la variación del voltaje en la red conforme a la norma VDE.
- (5) The unit may not be suitable for very corrosive atmospheres (close to shores, in smoke rooms, etc.). For further information see program menu "2", "Material recommendations brochure", or ask your sales partner.
- (6) Peso y dimensiones no aplican para todos los modelos, ya que pueden variar para unidades especiales (S- ...)
- (7) Piping (DN = 14.0 mm, TSmax = 100 °C, gaseiforme). Final classification according to pressure equipment directive 2014/68/EU during order processing.
- (8) Plazo de entrega ex fábrica, a decir sin tiempo de transporte, para unidades estándares. Plazo de entrega a solicitar para unidades con dibujo técnico, unidades especiales, unidades con accesorios discretionales o en mayor volumen.

GPC.EU Customer, 2019.1-192b2019-04-24, PL 5/2019
Unnamed
Página 2 de 2
ATO
GCHC RD 050.2/11-35-4234346/81

Fuente: Software GPC.EU- Güntner, 2019.

Anexo 09. Ficha Técnica del Condensador para la Cámara de la Ciudad de Talavera.

Fecha: 2019-12-26

Solicitud del:

Proyecto:

No. de oferta:

Posición:

Responsable:



Condensador GCHC RD 035.2/11-37-4243581M

Capacidad:	8.9 kW	Refrigerante:	R407F ⁽¹⁾
Caudal de aire:	2444 m³/h	Temp. del gas caliente:	66.5 °C
Entrada del aire:	14.1 °C	Temperatura de condensación (punto de rocío):	37.7 °C
Altura de instalación:	2801 m	Salida de condensación:	31.9 °C
		Caudal de gas caliente:	2.42 m³/h
Ventiladores (AC):	1 Unidad(es) 1~230V 50Hz	Nivel de presión sonora:	37 dB(A) ⁽²⁾
Datos por motor (datos nominales):		a una distancia de:	10.0 m
Revoluciones:	1390 min-1	Nivel de potencia acústica:	68 dB(A)
Capacidad (mec./el.):	0.12 kW/0.14 kW	ErP:	Compliant ⁽³⁾
Corriente:	0.62 A ⁽⁴⁾		
Potencia total absorbida:	0.16 kW	Clase de eficiencia energética:	D (2014)
Caja:	Acero galvanizado, RAL 7035	Tubos intercambiador:	Cobre ⁽⁵⁾
Superf. de intercambio:	18.8 m²	Aletas:	Aluminio ⁽⁵⁾
Volumen de tubos:	1.7 l	Conexiones por cada aparato:	
Paso de aleta:	2.10 mm	Entrada:	16.0 * 1.00 mm
Número de pasos:	10	Conexión de salida:	16.0 * 1.00 mm
Peso vacío:	19 kg ⁽⁶⁾	Distribuciones:	6
Presión de servicio máxima:	32.0 bar	PED classification:	Art. 4, par. 3 ⁽⁷⁾
Dimensiones:			

L = 684 mm
 W = 567 mm
 H = 630 mm
 H1 = 300 mm
 L1 = 634 mm
 W1 = 537 mm
 D = 13 mm



Atención: ¡Dibujo y dimensiones pueden variar dependiendo de los accesorios incluidos!

UI: 137.4243581M

Precio de lista, IVA excluido:	Unidad(es)	Precio unitario	Precio total
Precio unitario	1	729.00 EUR	729.00 EUR
Total (Precio de lista sin IVA, inclusive embalaje)			729.00 EUR
Tipo de entrega:			
Condiciones de pago:			
Plazo de entrega:	5 semanas ⁽⁸⁾	(Estado: 2019-04-24)	
Validez de la oferta:			
¡Nuestras condiciones generales de venta y entrega son válidas!			

Important remarks / explanatory notes:

(1) Grupo de fluidos 2 según Directiva 2014/68/EU relativa a los equipos a presión

(2) Según método de la superficie envolvente acorde a EN 13487/EN 9614-1, tolerancia Eurovent = +2 dB(A).

(3) Sólo aplica para ventiladores AC, ventiladores AC con variador de frecuencia y para ventiladores EC. No se consideran ni ruidos ocasionales por otros modos de regulación o sistemas de rocío, ni reflejos de sonido en el lugar de instalación, los cuales pueden elevar los niveles de presión sonora.



- (3) Este aparato está equipado con ventiladores que cumplen las disposiciones de eficiencia establecidas en la Directiva 2009/125/CE (Directiva ERP).
- (4) El consumo de energía eléctrica puede diferir de acuerdo a la temperatura del aire y a la variación del voltaje en la red conforme a la norma VDE.
- (5) The unit may not be suitable for very corrosive atmospheres (close to shores, in smoke rooms, etc.). For further information see program menu "2", "Material recommendations brochure", or ask your sales partner.
- (6) Peso y dimensiones no aplican para todos los modelos, ya que pueden variar para unidades especiales (S- ...)
- (7) Piping (DN = 14.0 mm, TSmax = 100 °C, gaseiforme). Final classification according to pressure equipment directive 2014/68/EU during order processing.
- (8) Plazo de entrega ex fábrica, a decir sin tiempo de transporte, para unidades estándares. Plazo de entrega a solicitar para unidades con dibujo técnico, unidades especiales, unidades con accesorios discretionales o en mayor volumen.

GPC.EU Customer, 2019.1-192b2019-04-24, PL 5/2019
Unnamed
Página 2 de 2
MTO
GCHC RD 006.2/11-37-42/0601WB1

Fuente: Software GPC.EU- Güntner, 2019.