

2019

OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA DE PRODUCTOS CONGELADOS PARA LA ALIMENTACIÓN DEL PERSONAL DE LA ACADEMIA DE GUERRA NAVAL.

OLGUÍN MEDINA, GABRIEL DOMINGO

<https://hdl.handle.net/11673/46875>

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA DE PRODUCTOS CONGELADOS
PARA LA ALIMENTACIÓN DEL PERSONAL DE LA
ACADEMIA DE GUERRA NAVAL.**

Trabajo de Titulación para optar al
Título Profesional de Ingeniero de
EJECUCIÓN EN MANTENIMIENTO
INDUSTRIAL.

Alumno:

Sr. Gabriel Domingo Olguín Medina

Profesor Guía:

Mg. Ing. Félix Pizarro Martínez

Sin lugar a duda estudiar, trabajar y ser padre implica un desgaste personal físico y psicológico, es una inversión no menor desde el punto de vista económico y familiar, debido al tiempo que se le resta a la familia para asignarlo a largas horas de estudio. En el ámbito laboral en reiteradas ocasiones las horas que están destinadas al descanso, para posteriormente continuar con los quehaceres, se deben pasar por alto con el fin de aprovechar ese tiempo para adelantar algún trabajo que se encuentra pendiente, preparar algún certamen, etc.

Por los motivos anteriormente señalados quisiera dar las gracias a todas y cada una de las personas que han estado conmigo y me han facilitado la realización de cada una de las tareas que he debido cumplir en todos los ámbitos que se vieron comprometidos por mis responsabilidades académicas.

A mi amada Anelisse Cartes, quien fue la primera que creyó en mí, quien me animo a postular a esta prestigiosa casa de estudios y nunca dudo que podría llegar al final de este camino. Debo reconocer que fueron muchos los miedos, pero con el tiempo y el apoyo de ella logre superarlos.

A mis superiores que jamás dudaron en brindarme su apoyo, su comprensión y todas las facilidades que dentro de sus atribuciones fuera posible entregar.

A mis colegas que siempre tuvieron la mejor disposición para asumir una carga extra de trabajo con tal de alivianar la mía y así poder enfocarme a mis actividades académicas.

Finalmente, a quienes son el motor de todo esto, mis hijos Magdalena y Felipe, ellos son la fuente de energía que necesite para llevar a cabo esta gran tarea.

Para despedirme quisiera hacer extensiva mi gratitud a todas las personas que no están dentro de los grupos anteriormente nombrados, espero cumplir con sus expectativas y ser un profesional con principios y valores.

RESUMEN

Keywords: LOGÍSTICA, STOCK, OPTIMIZACIÓN, VÍVERES, PERECIBLES, ABASTECIMIENTO, CAPACIDAD, ALMACENAMIENTO, DETALLIA, GENTE DE MAR, ACUARTELAMIENTO, CONDESTABLE MAYOR, REFRIGERACIÓN

El propósito del presente estudio es la optimización de la logística de los productos congelados destinados a la alimentación de los alumnos, profesores y personal de planta de la Academia de Guerra Naval. Todo esto, a través de la implementación de dos cámaras frigoríficas que permitirán mantener un stock adecuado y la optimización del tiempo destinado al reabastecimiento de éstas.

La primera cámara "Cámara Frigorífica modular para recepción y mantenimiento de productos congelados varios" funcionará como pañol y permitirá el abastecimiento de víveres que no son de consumo diario ni habitual y que requieren una temperatura no mayor a los -15°C para su conservación. La segunda cámara "Cámara Frigorífica modular para recepción y mantenimiento de productos perecibles varios" la cual estará destinada al almacenamiento de alimentos perecibles y de uso diario.

Para lograr desarrollar una mejora precisa y de calidad en torno a la problemática asociada al sistema logístico de productos congelados y perecibles, se hace necesario conocer el funcionamiento actual relacionado al abastecimiento estos, por lo tanto, se efectuará una descripción de la organización y dinámica actual de trabajo para conocer el terreno donde se efectuará el estudio.

Posterior a la identificación del escenario donde se trabajará es importante efectuar la descripción de la problemática asociada al abastecimiento en base a un diagnóstico, para lo cual se utilizarán herramientas de diagnóstico como, por ejemplo, el esquema de distribución (Layout) y el diagrama Causa-Efecto. Una vez descrita la problemática se evaluarán los riesgos asociados a estas, utilizando el método para análisis del riesgo llamado ¿Qué pasa sí?, esto con el fin de definir las recomendaciones idóneas para eliminar los riesgos asociados a la problemática descrita anteriormente.

Finalizado la descripción de la problemática y evaluado los riesgos de esta, se desarrollará el estudio de los elementos necesarios para la confección las cámaras frigoríficas anteriormente señaladas, en esta etapa se efectuará la matemática necesaria en

relación con temperaturas de trabajo, temperaturas de congelación de los alimentos, alteraciones provenientes del medio, entre otros.

Una vez aumentadas las capacidades de almacenamiento a través de la implementación de las cámaras frigoríficas anteriormente señaladas se desarrollará un calendario de reabastecimiento con la intención de mejorar la utilización del recurso material y humano destinado al abastecimiento de productos. Tomando en cuenta que hoy se deben realizar al menos 3 viajes mensuales a la central de abastecimiento lo que implica un costo económico y de tiempo en su organización.

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLAS Y/O SIMBOLOGÍAS

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN	3
1. MARCO TEORICO.....	5
1.1. ACADEMIA DE GUERRA NAVAL (ACANAV).....	5
1.1.1. Ubicación.....	6
1.1.2. Dotación ACANAV	7
1.1.3. Organización.....	9
1.1.4. Departamento Abastecimiento	10
1.2. CIERRE CAPITULO.....	19
CAPÍTULO 2: DIAGNOSTICO OPERATIVO DEL PROCESO LOGISTICO.....	21
2. DESCRIPCIÓN PROBLEMÁTICA ACTUAL.	23
2.1. SITUACIÓN ACTUAL.....	23
2.2. DIAGNOSTICO.	25
2.2.1. Diagnóstico a través de LAYOUT.	26
2.2.2. Diagnostico según historial.	31
2.2.3. Diagrama Causa - Efecto	34
2.2.4. Evaluación del riesgo y recomendaciones para cada causa.....	38
CAPÍTULO 3: PROPUESTA E IMPLEMENTACIÓN	41
3. PROPUESTA LOGÍSTICA.....	43
3.1. DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS NECESARIOS PARA CADA CÁMARA FRIGORÍFICA.	43
3.1.1. Ecuaciones necesarias para el calculo	44
3.1.2. Aplicación cámara frigorífica productos congelados.	48

3.1.3.	Aplicación cámara frigorífica productos perecibles.	51
3.2.	IMPLEMENTACIÓN.....	54
3.3.	CÁMARA FRIGORÍFICA MODULAR PARA RECEPCIÓN Y MANTENIMIENTO DE PRODUCTOS CONGELADOS VARIOS.....	54
3.3.1.	Piso.	55
3.3.2.	Paneles Modulares.....	55
3.3.3.	Puerta.	57
3.3.4.	Sistema de refrigeración completo de baja temperatura enfriado por aire.	58
3.4.	CÁMARA FRIGORÍFICA MODULAR PARA RECEPCIÓN Y MANTENIMIENTO DE PRODUCTOS PERECIBLES VARIOS.	60
3.4.1.	Paneles Modulares.....	61
3.4.2.	Puerta.	62
3.4.3.	Sistema de refrigeración completo de mediana temperatura.	63
3.5.	PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN.....	65
3.5.1.	Registros ingresos - egresos.....	67
3.5.2.	Cálculo de Stock mínimo.....	67
3.6.	COSTO DEL PROYECTO.....	70
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
	BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE LA INFORMACIÓN.....	75
	ANEXOS.....	77
	ANEXO A: NORMA CHIENA 3241 OF 2011.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Dotación de planta ACANAV	7
Tabla 1-2 Alumnos ACANAV	7
Tabla 1-3 Alumnos ACANAV. (Continuación)	8
Tabla 1-4 Plantilla en transito	8
Tabla 1-5 Total fuerza efectiva ACANAV + curso o actividad pasajera	9
Tabla 1-6 Capacidad de almacenamiento	13
Tabla 1-7 Cantidad de Espacio utilizado	14
Tabla 2-1 Superficie pañol 1, Sin modificaciones V/S Con modificaciones	28
Tabla 2-2 Superficie pañol 2, Sin modificaciones V/S Con modificaciones	29
Tabla 2-3 Volumen pañol 1, Sin modificaciones V/S Con modificaciones	30
Tabla 2-4 Volumen pañol 2, Sin modificaciones V/S Con modificaciones	30
Tabla 2-5 Registro de fallas equipos congeladores.....	32
Tabla 2-6 Acciones correctivas.....	35
Tabla 2-7 Acciones correctivas. (Continuación).....	36
Tabla 2-8 Acciones correctivas. (Continuación).....	37
Tabla 2-9 Resumen causas más relevantes	37
Tabla 2-10 Evaluación riesgo Causa 1	38
Tabla 2-11 Evaluación riesgo Causa 2.....	38
Tabla 2-12 Evaluación riesgo Causa 2. (Continuación).....	39
Tabla 2-13 Evaluación riesgo Causa 3.....	39
Tabla 2-14 Cuadro resumen con propuestas de mejora	40
Tabla 3-1 Antecedentes.....	44
Tabla 3-2 Cambio de aire promedio en 24 horas para almacenamiento a baja temperatura debido a la apertura de puertas e infiltraciones.....	45
Tabla 3-3 Calor removido del aire de enfriamiento en cuartos de almacenamiento (BTU/pie ³).....	46
Tabla 3-4 Calor suministrado por los productos congelados	48
Tabla 3-5 Calor suministrado por las paredes cámara congelados	49
Tabla 3-6 Cuadro resumen carga térmica cámara frigorífica congelados.....	50
Tabla 3-7 Calor emitido por los productos perecibles	51
Tabla 3-8 Calor suministrado por las paredes cámara perecibles	52
Tabla 3-9 Cuadro resumen carga térmica cámara frigorífica perecibles	53
Tabla 3-10 Medidas exteriores.....	54
Tabla 3-11 Características Paneles modulares.....	56

Tabla 3-12 Características Puerta.....	57
Tabla 3-13 Características Compresor	59
Tabla 3-14 Características Evaporador	59
Tabla 3-15 Características Evaporador. (Continuación).....	60
Tabla 3-16 Medidas exteriores	60
Tabla 3-17 Características Paneles modulares	61
Tabla 3-18 Características Puerta.....	62
Tabla 3-19 Características Unidad condensadora.....	64
Tabla 3-20 Características Batería Evaporadora.....	64
Tabla 3-21 Calendario año 2019	66
Tabla 3-22 Registro mensual ingresos - egresos productos congelados	67
Tabla 3-23 Distribución de congelados para 7 días de acuartelamiento	68
Tabla 3-24 Cantidad de producto para 7 días de acuartelamiento	68
Tabla 3-25 Cantidad de pollo para 7 días de acuartelamiento	69
Tabla 3-26 Distribución víveres congelados para desayuno y once	69
Tabla 3-27 Costo del proyecto	70
Tabla 3-28 Costo del proyecto. (Continuación).....	71
Tabla 3-29 Costo del proyecto. (Continuación).....	72

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1-1 Organigrama.....	9
Diagrama 1-2 Volúmenes interior pañol N°1	15
Diagrama 2-1 Grafico curva de la bañera.....	33
Diagrama 2-2 Diagrama Causa-Efecto	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Edificio ACANAV	5
Figura 1-2 Ubicación	6
Figura 1-3 Pañol N°1	12
Figura 1-4 Pañol N°2	13
Figura 1-5 Distribución actual pañol N°1, con medidas correspondientes	17
Figura 1-6 Distribución actual pañol N°1	17
Figura 1-7 Distribución actual pañol N°2, con medidas correspondientes	18
Figura 1-8 Distribución actual pañol N°2	18
Figura 2-1 Distribución posterior a la mejora pañol N°1, con medidas correspondientes	26
Figura 2-2 Distribución posterior a la mejora pañol N°1	27
Figura 2-3 Distribución posterior a la mejora pañol N°2, con medidas correspondientes	27
Figura 2-4 Distribución posterior a la mejora pañol N°2	28
Figura 3-1 Piso Aluminio diamantado	55
Figura 3-2 Paneles modulares	56
Figura 3-3 Puerta tipo corredera, para cámara congelados	58
Figura 3-4 Paneles modulares	62
Figura 3-5 Puerta tipo Abatir	63

NDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2-1 Superficie pañol N°1	29
Gráfico 2-2 Superficie pañol N°1	31

SIGLAS Y/O SIMBOLOGÍAS

SIGLAS

ACANAV	:	Academia de Guerra Naval.
AFL	:	Asignación Fiscal Libre
C1	:	Cabo primero
CA-XXX	:	Camioneta Armada N° XXX
CC	:	Capitán de Corbeta.
CINAM	:	Centro de Investigaciones Navales y Marítimas.
CINFO	:	Curso de Informaciones.
CN	:	Capitán de Navío.
CN. INF.	:	Capitán de Navío Infante de Marina
D.AB.A.	:	Dirección de Abastecimiento de la Armada.
D.A.D.	:	Diplomado de alta dirección.
ISOPUR	:	Paneles constituidos de dos láminas de acero y centro de poliuretano
LAYOUT	:	Esquema de distribución de plantas.
M (SM)	:	Marinero efectuando su servicio militar.
M.D.E.	:	Magister en dirección estratégica.
PVC	:	Policloruro de vinilo
RIMPAC	:	Rim of the pacific, (La cuenca del pacifico) Ejercicio Naval combinado más grande del mundo.
S1	:	Sargento primero
SALINO	:	Sistema de Administración Logística Integrado Naval.
SIKA	:	Marca de productos utilizados para sellado y terminaciones.
ZIM (SM)	:	Soldado Infante de Marina efectuando su servicio militar.

SIMBOLOGÍAS

Δt	:	Diferencial de temperatura
Σ	:	Sumatoria
$^{\circ}\text{C}$:	Grados Celsius
$^{\circ}\text{F}$:	Grados Fahrenheit
BTU	:	British Thermal Unit (Unidad Térmica Británica)
h	:	Altura
Hz	:	Hertz
Hp	:	Horse Power, Caballos de Potencia
Kcal	:	Kilocalorías
Kg	:	Kilogramo
Kj	:	Kilojoules
Kw	:	Kilowatt
Lt	:	Litros
m	:	metro
m^2	:	Metro cuadrado
m^3	:	Metro cubico
Mm	:	Milímetro
Pie^3	:	Pie Cubico
R	:	Gas refrigerante
UN	:	Unidad
Volt	:	Voltios
W	:	Watt
Whr	:	Watt/hora

INTRODUCCIÓN

El Departamento de Abastecimiento de la Academia de Guerra Naval, es el encargado de adquirir, administrar y distribuir oportunamente los insumos, bienes y servicios para el desarrollo normal de las actividades académicas, los programas para soporte de las instalaciones y las tareas propias de una repartición Naval.

Para poder cubrir las actividades anteriormente descritas en forma oportuna, se hace necesario contar con pañoles lo suficientemente amplios que permitan mantener un adecuado stock de productos e insumos. Actualmente el almacenamiento de los productos congelados y destinados a la alimentación tanto de los alumnos, profesores y personal de planta se efectúa en congeladores de uso doméstico de baja capacidad (07) hecho que no permite al maestro víveres establecer un calendario de reaprovisionamiento que le permita optimizar el tiempo asignado a la adquisición de éstos facilitando así el control de los ingresos y egresos.

En relación con el almacenamiento de los productos perecibles de uso diario este se efectúa en un único mantenedor que debe ser compartido con el personal de cocina, disminuyendo aún más la capacidad de almacenamiento dentro de este.

Es importante destacar que actualmente existe un equipo congelador de amplias dimensiones que no presenta ninguna utilidad, situación que se conjuga perfectamente con la anteriormente descrita en términos de lo conveniente que es reemplazar el equipo en desuso por un equipo nuevo que permita eliminar la gran cantidad de equipos congeladores aumentando la capacidad de almacenamiento y así poder liberar espacio dentro de la ubicación actual.

A la situación anteriormente descrita se suma lo relacionado a actividades propias de una repartición Naval específicamente a la reacción ante una situación de catástrofe o contingencia nacional, la ACANAV actualmente no cuenta con un stock mínimo dentro de su planificación logística de productos congelados que permita cubrir la demanda de alimentación para un periodo mínimo de acuartelamiento (una semana).

OBJETIVO GENERAL

Optimizar el sistema logístico permanente de productos congelados en la Academia de Guerra Naval, buscando mejorar la gestión del servicio de alimentación en base a modificaciones a las instalaciones y al funcionamiento actual.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir la organización y dinámica actual de adquisición de productos congelados de la Academia de Guerra Naval, mediante individualización de los cargos y la exposición de los procedimientos involucrados, para definir los principales factores de la problemática.
- Exponer la problemática asociada al abastecimiento en base a un diagnóstico operativo del proceso logístico de abastecimiento.
- Proponer un método de planificación y logística, por medio del aumento en las capacidades y la elaboración de documentos que permitan establecer el retiro mensual de productos por parte del maestro de víveres desde la central de abastecimiento.

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

1. MARCO TEORICO

En este capítulo se hará una descripción general de la ACANAV, su historia y la distribución física donde se llevará a cabo el desarrollo del proyecto.

1.1. ACADEMIA DE GUERRA NAVAL (ACANAV).

La ACANAV fue fundada el 9 de octubre de 1911, aunque sus orígenes se remontan a fines del siglo XIX, cuando se sugirió formalizar el estudio sistemático de materias propias del Estado Mayor para los oficiales de marina.



Fuente: www.acanav.cl

Figura 1-1 Edificio ACANAV

En ese entonces solo existían en el mundo tres institutos similares, en Estados Unidos, Gran Bretaña y Francia, creados en 1884, 1901 y 1910, respectivamente, por lo tanto, la ACANAV es la segunda más antigua en el mundo en su género.

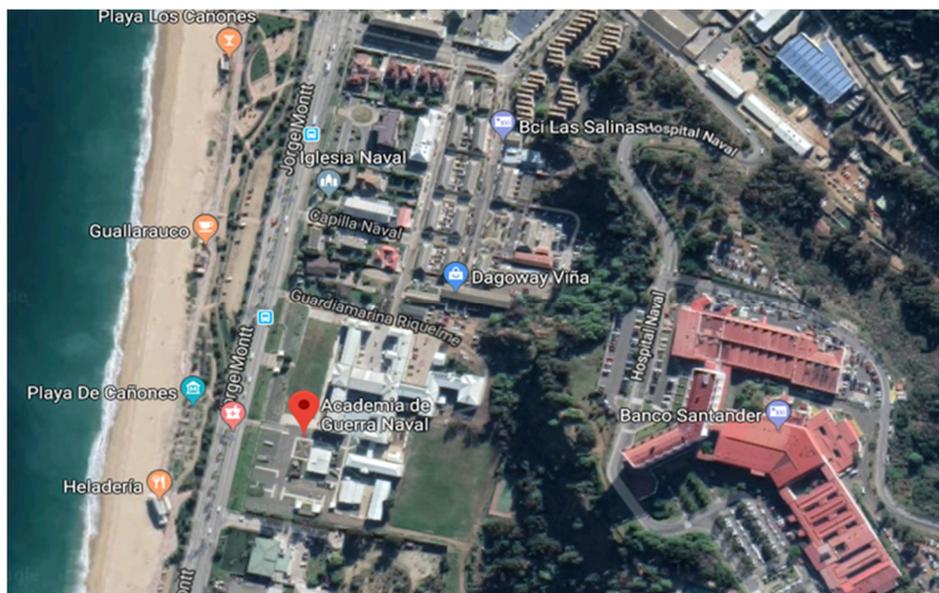
Desde su fundación la Academia a preparado a los oficiales especialistas en Estado Mayor para el Alto Mando Naval Institucional, además prepara a oficiales con cursos complementarios a su formación profesional.

A partir de 1990 le han reconocido la calidad de establecimiento de educación superior, facultándola para otorgar toda clase de grados académicos.

La ACANAV depende militar, técnica y administrativamente de la Dirección de Educación de la Armada.

1.1.1. Ubicación.

Actualmente la ACANAV se encuentra ubicada en Av. Jorge Montt, sector recta las Salinas, Viña del Mar, en las dependencias que antes ocupaba la Escuela de Armamentos de la Armada de Chile.



Fuente: www.earth.google.com/web/@-32.99774418,-71.54710847,13.84507156a,883.78207445d,35y,-0h,0t,0r

Figura 1-2 Ubicación

1.1.2. Dotación ACANAV

La Dotación de la ACANAV está compuesta por personal de planta, por alumnos y profesores Civiles con la siguiente distribución:

Tabla 1-1 Dotación de planta ACANAV

PLANTA	CANTIDAD
OFICIALES PLANTA	8
GENTE DE MAR	60
M° (SM.)	0
Z IM (SM)	0
M ° TROPA PROFESIONAL	0
EMPLEADOS CIVILES	1
EMPLEADOS A CONTRATA	14
FONDOS PROPIOS	1
TRABAJADOR A HONORARIO	0
PERSONAL JORNAL	0
TRABAJADOR A TRATO	2
TOTAL	86

Fuente: Información obtenida desde parte diario entregado por Detallia

Tabla 1-2 Alumnos ACANAV

ALUMNOS	CANTIDAD
OFICIALES ALUMNOS	39
OFICIALES ALUMNOS EXTRAINSTITUCIONALES	2
OFICIALES ALUMNOS EXTRANJEROS	4
GENTE DE MAR ALUMNOS	1
GENTE DE MAR ALUMNOS EXTRAINSTITUCIONALES	0
GENTE DE MAR ALUMNOS EXTRANJEROS	0
GRUMETES MASCULINOS	0

Fuente: Información obtenida desde parte diario entregado por Detallia.

Tabla 1-3 Alumnos ACANAV. (Continuación)

ALUMNOS	CANTIDAD
GRUMETES FEMENINOS	0
GRUMETES TROPA PROFESIONAL	0
CADETES MASCULINOS	0
CADETES FEMENINOS	0
M (SM.) CURSO SENCE	0
Z(SM.) CURSO SENCE	0
TOTAL ALUMNOS	46
PROFESORES CIVILES	17
TOTAL FUERZA EFECTIVA ACANAV	149

Fuente: Información obtenida desde parte diario entregado por Detallia.

Adicionalmente durante el año se efectúan cursos y actividades que aumentan el número de personas que hacen uso del servicio de alimentación.

Tabla 1-4 Plantilla en transito

CURSO O ACTIVIDAD PASAJERA	DURACION	CANTIDAD
DIPLOMADO DE ALTA DIRECCION (D.A.D.)	3 MESES	13
MAGISTER EN DIRECCION ESTRATEGICA (M.D.E.)	9 MESES	18
CURSO CONJUNTO	2 MESES CON 2 SEMANAS	38
CURSO DE INFORMACIONES (CINFO)	6 MESES	24
RIMPAC (Rim of the pacific)	3 SEMANAS	50
FUERZA DE TAREA ANFIBIA (F.T.A.)	1 MES	80
TOTAL		223

Fuente: Información obtenida desde parte diario entregado por Detallia

Sumando el total de la fuerza efectiva y el total de cursos y actividades se obtiene:

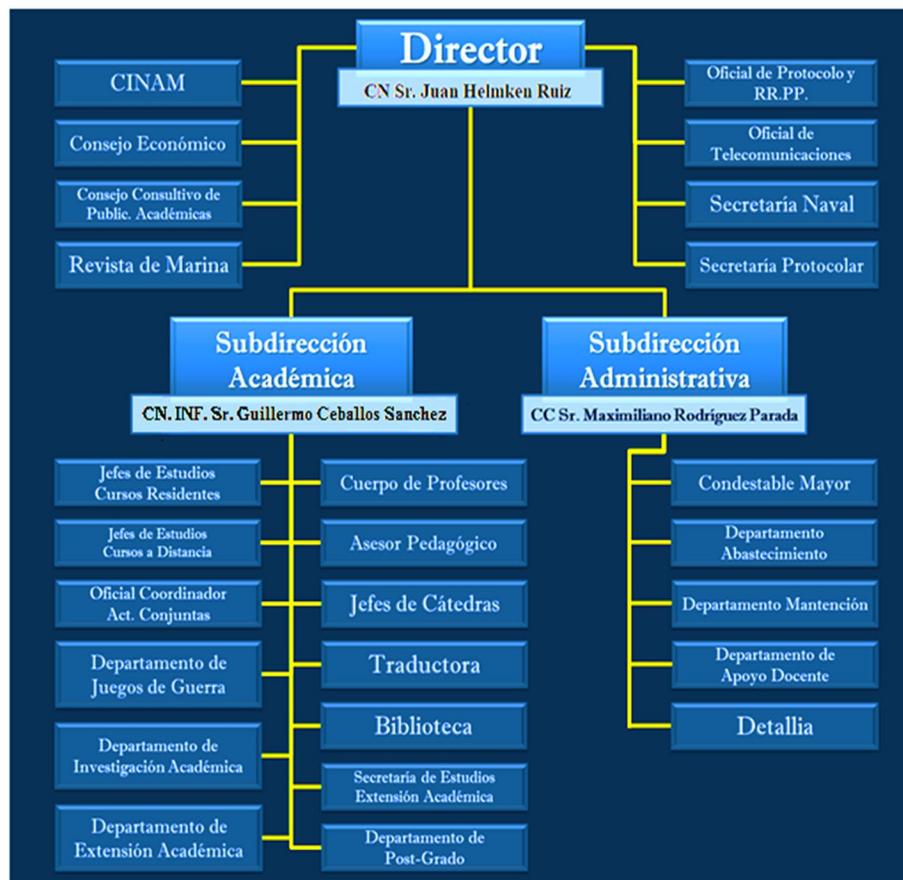
Tabla 1-5 Total fuerza efectiva ACANAV + curso o actividad pasajera

TOTAL FUERZA EFECTIVA ACANAV + CURSO O ACTIVIDAD PASAJERA	372
--	------------

Fuente: Sumatoria tabla 1-2 y 1-3

1.1.3. Organización

La organización general de la academia es la siguiente:



Fuente: www.acanav.cl

Diagrama 1-1 Organigrama

1.1.3.1 Dirección

Dirigir el establecimiento en el orden militar y administrativo según las disposiciones de la armada y reglamento interno.

1.1.3.2 Subdirección Académica

Planificar, dirigir y controlar todas las actividades docentes de la academia.

1.1.3.3 Subdirección administrativa

Compuesta por los siguientes departamentos y divisiones:

- Subdirector Administrativo
- Departamento de Informática
- Departamento Apoyo Docente
- Departamento de Mantenimiento y Servicios
- Departamento de Abastecimiento
- Condestable Mayor
- Detallía

Su función es supervigilar y coordinar el trabajo de los diferentes departamentos y divisiones asignadas, para poyar administrativa y logísticamente las actividades docentes y la mantención de los servicios básicos de la academia. Además, debe velar por la seguridad de recinto.

1.1.4. Departamento Abastecimiento

El Departamento de abastecimiento de la ACANAV tiene como función principal el adquirir, recepcionar, almacenar y contabilizar las existencias además de distribuir, entregar y eliminar el material con el propósito de proporcionar el apoyo logístico necesario al establecimiento.

Una de las funciones del abastecimiento es el almacenamiento, que implica la estiba y conservación del material en forma ordenada, de fácil acceso, ubicación e identificación aprovechando el máximo de espacio disponible.

El jefe del Departamento de Abastecimiento es un oficial Subalterno especialista en abastecimiento, debe planificar y desarrollar la obtención, almacenamiento y distribución de los recursos para el normal funcionamiento de la academia.

El Maestro de Víveres, es quien debe mantener provisionado de víveres los pañoles de la repartición, en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades normales y las de cualquier emergencia que pueda ocurrir; coordinar y verificar puntualmente las faenas de víveres en el comercio local y centro de Abastecimiento, responsabilizándose de la recepción, almacenamiento, estiba y distribución de los víveres en forma diaria.

Otros funcionarios con tareas relevantes en el abastecimiento son:

Encargado de Finanzas: La ACANAV requiere normalmente de una cuenta corriente para la mantención de los recursos que se generan, productos de los descuentos de sobre tabla para actividades propias de la repartición. Por lo anterior esta persona está a cargo de llevar la contabilidad de los recursos y confeccionar el Estado Mensual Bancario.

Encargado de Fondo Interno: Recepcionar los fondos provenientes de otras unidades y/o reparticiones, descuentos sobretablas, dineros en efectivo y todos aquellos que provengan de presupuestos y/o cuentas internas.

Encargado de Presupuesto: está a cargo de la administración y control de los compromisos y gastos destinados al cumplimiento de las tareas.

Encargado de Adquisiciones: recibe las necesidades de las diversas divisiones y cargos de la ACANAV, a través de la Solicitud de Adquisiciones, previamente firmadas y visadas por el Sr. Subdirector Administrativo.

1.1.4.1 Infraestructura:

Las dependencias del Departamento de Abastecimiento están distribuidas dentro del edificio principal de la ACANAV, estas son:

- Oficina jefe del Departamento de Abastecimiento.

- Oficina de Abastecimiento, ubicado en el segundo piso del ala sur del edificio. Aquí desarrollan su labor los distintos cargos mencionados anteriormente, incluido el Maestro de Víveres.
- Pañol N°1: ubicado en el primer piso del edificio, en esta sala se almacena víveres de todo tipo, los cuales están ubicados en estantes diseñados para la correcta estiba de estos productos. Además, cuenta con siete congeladores destinados al almacenamiento de los productos congelados. Actualmente, estos últimos utilizan un alto porcentaje del espacio físico del lugar.



Fuente: Fotografía tomadas en Pañol de víveres N° 1 ACANAV

Figura 1-3 Pañol N°1

- Pañol N°2: ubicado en una sala contigua al pañol N°1, aquí se encuentran dos mantenedores (refrigeradores) que se utilizan para almacenar frutas y verduras. Además, dentro de este pañol se encuentra en desuso un antiguo congelador de altas dimensiones el cual está a la espera de ser depositado por presentar vetustez del material.



Fuente: Fotografía tomadas en Pañol de víveres N° 2 ACANAV

Figura 1-4 Pañol N°2

1.1.4.2 Capacidad logística actual de productos congelados.

La ACANAV cuenta con los siguientes equipos para el almacenamiento de los productos congelados:

Tabla 1-6 Capacidad de almacenamiento

DESCRIPCION	CAPACIDAD	CANTIDAD
Congelador horizontal marca Bozzo, 220volt, 50hz.	250Lt.	01
Congelador horizontal marca Correco, 220volt, 50hz.	250Lt.	02
Congelador horizontal marca Whirlpool, 220volt, 50hz.	400Lt.	01
Congelador horizontal marca Superser, 220volt, 50hz.	488Lt	01
Congelador horizontal marca Mimet, 220volt, 50hz.	488Lt	02
Capacidad Total de almacenamiento	2614Lt.	07
Para el estudio se utilizará la siguiente igualdad; 2614Lt. = 2,614 m³		

Fuente: Se obtiene desde los datos de placa de cada equipo.

Referente al espacio físico que utilizan actualmente los equipos congeladores se obtiene lo siguiente:

Tabla 1-7 Cantidad de Espacio utilizado

DESCRIPCION	VOLUMEN EQUIPO	CANTIDAD
Congelador horizontal marca Bozzo, 220volt, 50hz.	0,46m ³	01
Congelador horizontal marca Correco, 220volt, 50hz.	0,46m ³	02
Congelador horizontal marca Whirlpool, 220volt, 50hz.	0,70m ³	01
Congelador horizontal marca Superser, 220volt, 50hz.	0,96m ³	01
Congelador horizontal marca Mimet, 220volt, 50hz.	0,96m ³	02
Total	4,96m ³	07

Fuente: Se obtiene luego de efectuar las medidas exteriores de cada equipo.

A continuación, se detallan los volúmenes correspondientes al Pañol N°1, el volumen que utilizan los congeladores y el volumen que actualmente se está utilizando.

(1) Volumen total Pañol N°1: 111m³.

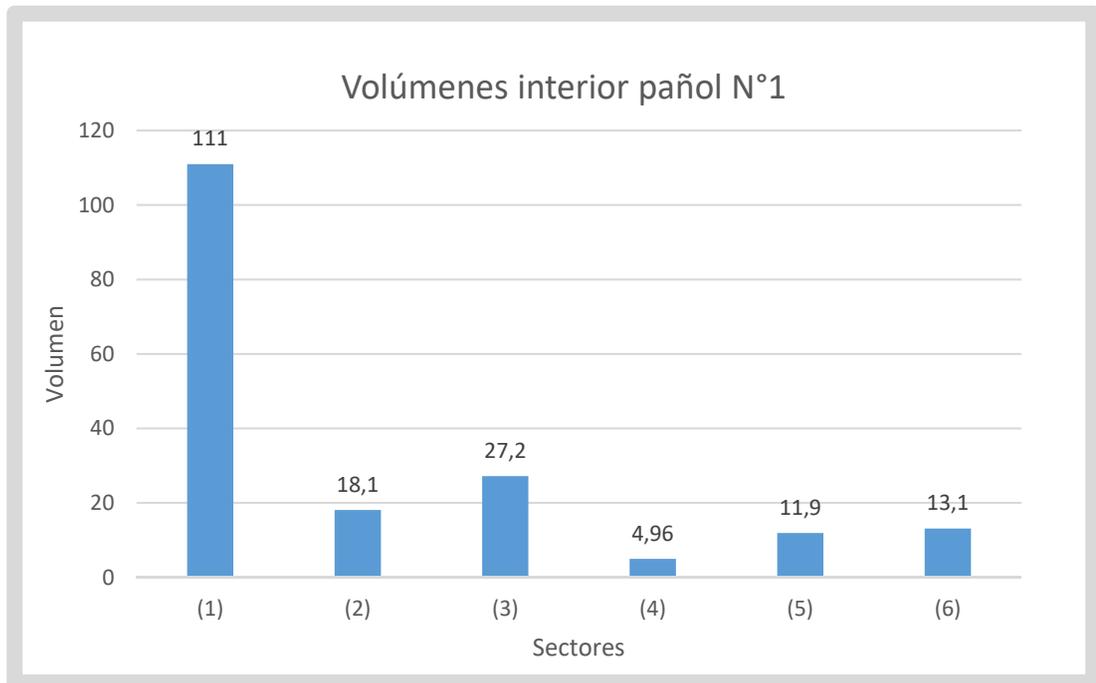
(2) Volumen utilizado actualmente: 18,1 m³.

(3) Volumen de pasillos con espacio suficiente para tránsito se obtiene: 27,2 m³

(4) Volumen total equipos congeladores: 4,96m³.

(5) Volumen equipos congeladores, considerando que no es posible colocar repisas para almacenamiento de víveres sobre estos: 11,9 m³.

(6) Si a (2) le descontamos (4) obtenemos 13,1 m³, que representa el espacio para almacenamiento de víveres.



Fuente: Se obtiene luego de efectuar las medidas de instalaciones y equipos.

Diagrama 1-2 Volúmenes interior pañol N°1

Como resultado se puede observar que el espacio efectivo que se utiliza para almacenamiento es bajo en comparación a la cantidad total de espacio que presenta el Pañol.

1.1.4.3 Procedimiento para la adquisición de víveres.

El maestre de víveres debe confeccionar un pedimento (solicitud) de los víveres necesarios a través del Sistema de Administración Logística Integrado Naval (SALINO), teniendo como única limitación el monto a autorizar por su posición jerárquica. Previo a lo anterior podrá obtener a través de los programas de consultas generales la disponibilidad de los víveres a solicitar.

Una vez realizado el pedido el sistema genera una Orden de Entrega, la cual debe ser impresa en dos ejemplares directamente en el Almacén de Acopio de Víveres del Centro de Abastecimiento.

Actualmente la ACANAV cuenta con vehículos con la capacidad suficiente para el traslado de los víveres. Estos vehículos dependen del departamento de mantención y

servicios, por lo tanto, para hacer uso de uno de éstos es necesario generar una solicitud formal vía correo electrónico en la que se especifica fecha, hora, lugar de destino, cantidad de pasajeros y tiempo estimado de la actividad. Una vez recepcionada la solicitud se hace la programación correspondiente, para posteriormente ser autorizada por el jefe del Departamento de Mantenimiento y Servicios.

Para el retiro de los víveres, la persona a cargo de la faena controla que tanto la cantidad como la descripción de los víveres sea igual a lo registrado en la orden de entrega. Debe dejar en ambos ejemplares de la orden, el grado, especialidad y firma de quien entrega y recibe los víveres conforme.

Al salir del Centro de Abastecimiento debe presentar ejemplar de la orden de entrega para control de salida. La Guardia de la unidad de destino podrá controlar el ítem y la cantidad recibida contando, midiendo o pesando los artículos y registrándolos posteriormente en la bitácora de guardia.

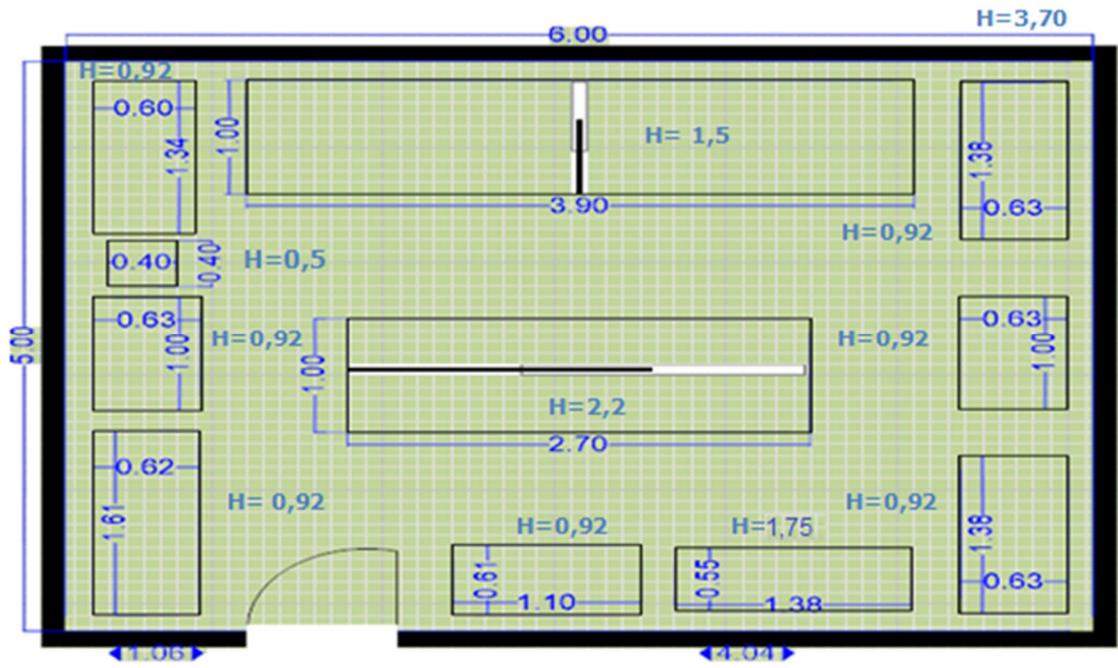
Todos los víveres se ingresan al pañol del Cargo Alimentación con su correspondiente documentación para ser incorporados al control de existencias.

Finalmente, se recepcionan los víveres en el sistema, lo cual no debe ser después de 24 horas de recibido los víveres en la repartición.

La forma de trabajo anterior ha servido durante los últimos años, pero debido al aumento de la dotación, personal y/o alumnos, se ha generado un problema en relación con la disposición de los víveres destinados a la alimentación.

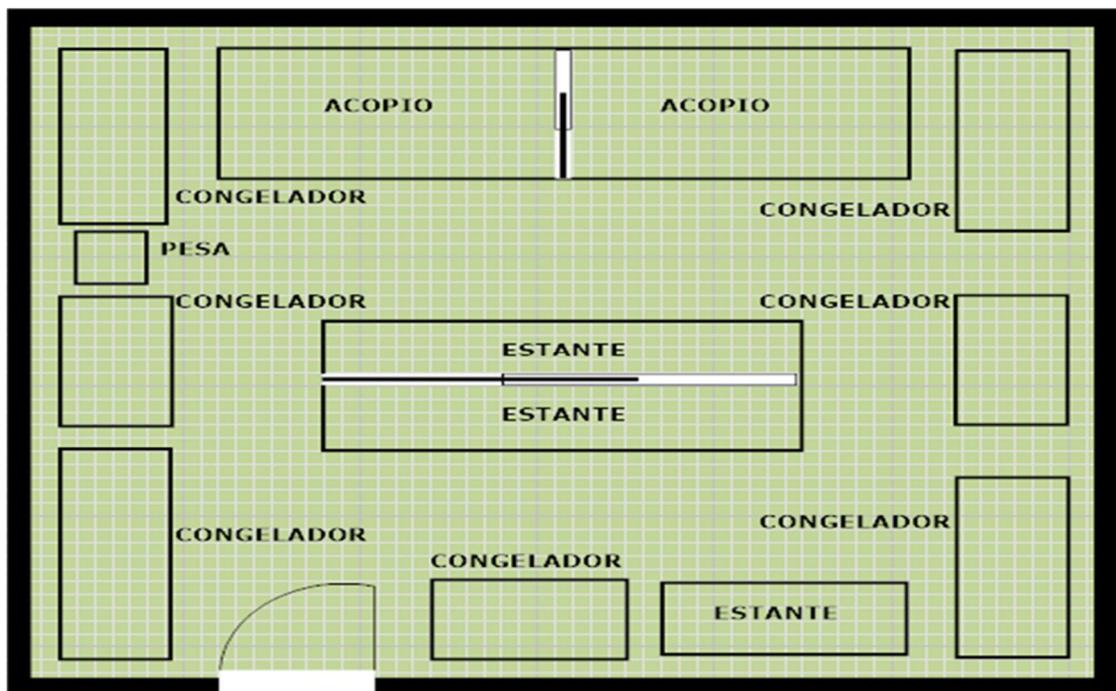
1.1.4.4 Distribución de Planta (LAYOUT).

Con el propósito de obtener una visión general de la distribución actual, se desarrolla el siguiente esquema.



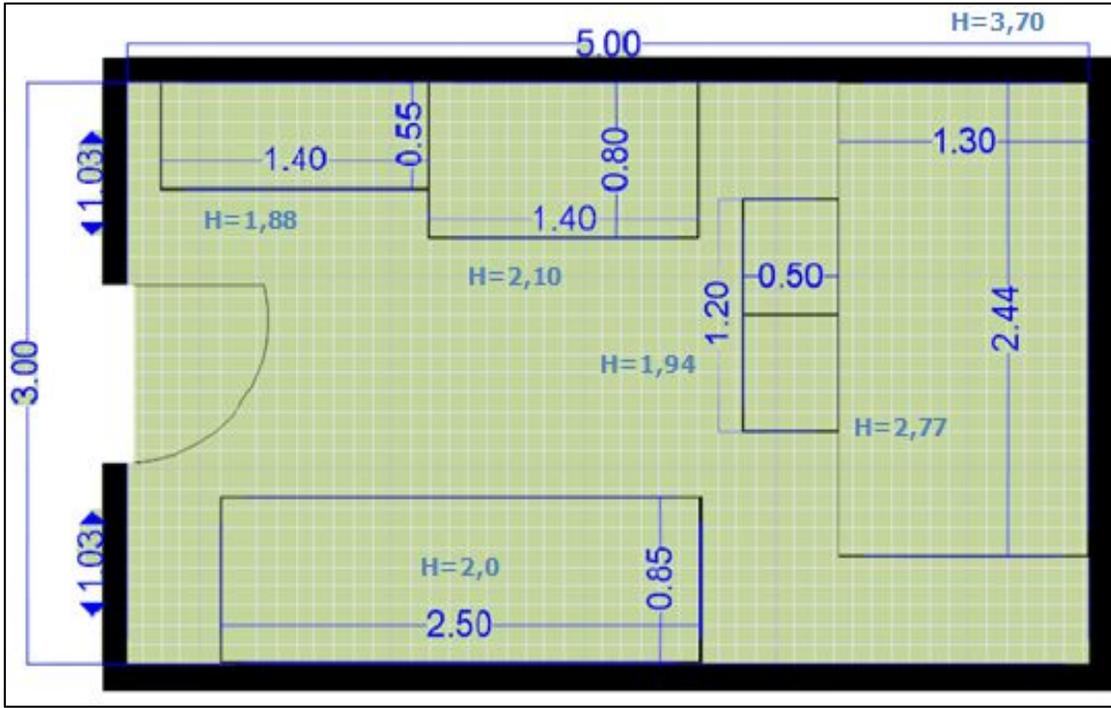
Fuente: Elaboración propia en programa Smartdraw.

Figura 1-5 Distribución actual pañol N°1, con medidas correspondientes



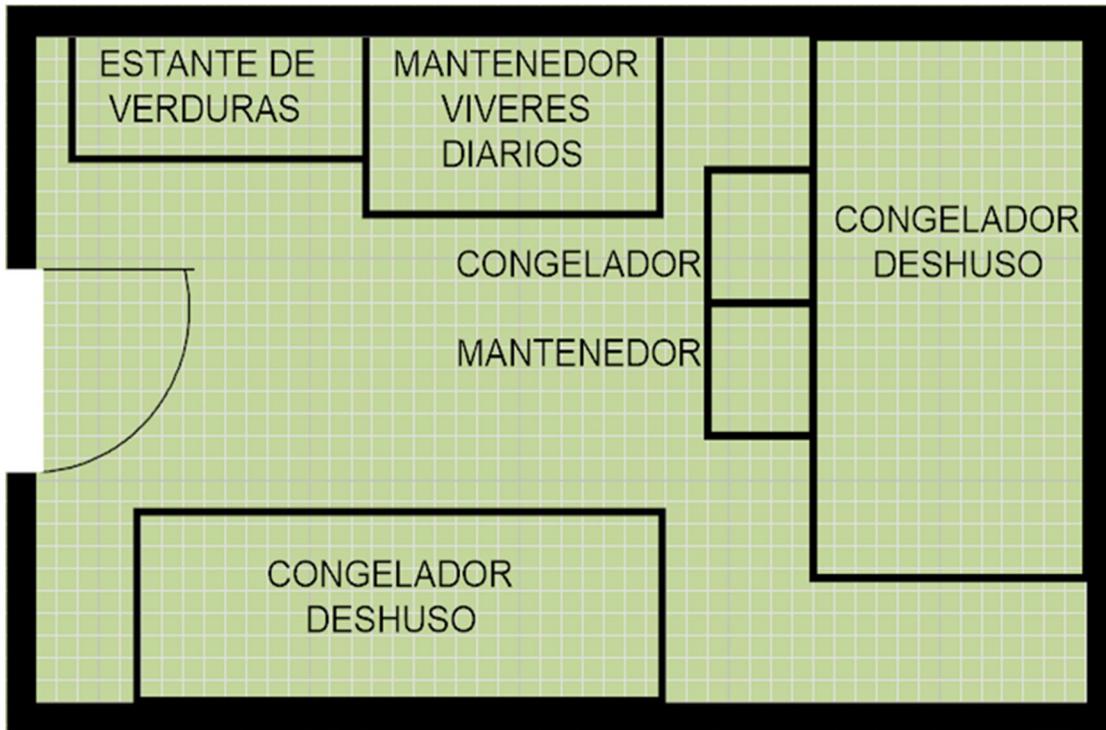
Fuente: Elaboración propia en programa Smartdraw.

Figura 1-6 Distribución actual pañol N°1



Fuente: Elaboración propia en programa Smartdraw.

Figura 1-7 Distribución actual pañol N°2, con medidas correspondientes



Fuente: Elaboración propia en programa Smartdraw.

Figura 1-8 Distribución actual pañol N°2

1.2. **CIERRE CAPITULO**

Una vez internados en las tareas, roles y funcionamiento tanto de la Acanav como del departamento de Abastecimiento específicamente el maestro de víveres, el desarrollo del estudio considera la elaboración de un diagnóstico operativo el que se realizara en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO 2: DIAGNOSTICO OPERATIVO DEL PROCESO LOGISTICO

2. DESCRIPCIÓN PROBLEMÁTICA ACTUAL.

Para establecer un diagnóstico, primero es necesario conocer la realidad actual en cuanto a infraestructura y funcionamiento para así conocer todas las variables involucradas en el proceso.

2.1. SITUACIÓN ACTUAL.

Actualmente en el Departamento de Abastecimiento, el procedimiento para la adquisición de víveres está a cargo del Maestro y un ayudante (incorporado hace poco tiempo debido a la alta carga laboral que presenta el cargo) quien desarrolla las tareas más demandantes, pero que no necesitan de un conocimiento acabado en logística. Todo con el fin de aprovechar los conocimientos y experiencia del Maestro de Víveres en actividades que realmente requieran de una persona con sus competencias.

El Maestro de forma diaria debe, a través de un software “Cuenta Víveres”, realizar la rebaja por sistema de cada producto utilizado. Esta actividad muchas veces se posterga o no se realiza de forma sistemática debido a la lejanía entre la oficina y los Pañoles, es decir, muchas veces por el apremio en la necesidad de un alimento por parte del cocinero, el maestro entrega el producto y luego no lo rebaja del sistema ya que se queda en el pañol realizando alguna actividad relacionada con éste último. Además, cada día luego de recibir el informe desde Detallia del personal entrante a la unidad, debe rebajar las raciones que no serán utilizadas en este mismo programa.

Cada semana el Maestro debe efectuar entre dos o tres solicitudes de víveres, incluidos congelados, para mantener un stock que permita al personal de cocina cumplir con el menú establecido. Para esto debe generar el mismo número de solicitudes de transporte, las cuales en reiteradas ocasiones han debido ser desechadas o postergadas por actividades que fueron programadas con anticipación, provocando un desabastecimiento moderado, lo que ante una instancia de acuartelamiento general por alguna emergencia sería un problema, ya que dentro de la organización actual no se considera un stock mínimo de alimentos congelados. Debido a este último punto y a la necesidad diaria de

productos, cuando no se cuenta con vehículo fiscal para efectuar el transporte de los víveres el maestro ha debido efectuar el transporte de éstos en su vehículo particular.

Desde el punto de vista del financiamiento el maestro de víveres tiene a su disposición dos cuentas para la adquisición de productos (incluidos los víveres congelados), la primera se denomina Asignación Fiscal Libre (AFL) la cual cuenta con un monto anual de 12 millones de pesos los cuales están destinados para la adquisición de todos aquellos víveres que no se encuentran disponibles dentro del catálogo de víveres Armada. La segunda cuenta denominada Crédito en Víveres Armada cuenta con un monto anual ilimitado, el cual está destinado a la adquisición de víveres que se encuentran dentro del catálogo de los víveres Armada y pueden ser retirados directamente en la central de abastecimiento. El inconveniente que se presenta en torno a este ítem tiene relación con la imposibilidad de hacer uso en su totalidad del AFL, lo que desencadena que cuando la Dirección de Abastecimiento de la Armada (D.AB.A.) evalúa las asignaciones otorgadas anualmente, con el propósito de aumentar o disminuirlas según corresponda a cada unidad o repartición, ésta realiza disminución del presupuesto para el siguiente año.

Si evaluamos la situación desde el punto de vista del personal de cocina, son ellos quienes están más vulnerables a la disponibilidad de los víveres necesarios para poder entregar los alimentos que el personal de la academia demanda. El formato actual de almacenamiento presenta deficiencias funcionales que no permite optimizar los tiempos, es decir, poder adelantar preparaciones de uso diario que permitan aliviar la carga laboral ciertos días.

Para dar un ejemplo de situaciones que ocurren durante la semana, tenemos que por tradición todos los días viernes del año en la ACANAV se considera como almuerzo la preparación de papas fritas, el problema que esto genera en términos de almacenamiento es que hoy en día es imposible efectuar un pedimento por la cantidad total que se proyecta a utilizar durante el mes y se hace necesario generar un pedimento semanal con todo lo que eso conlleva. (la coordinación con la empresa proveedora, generar la solicitud de compra y pagar las facturas que se van recibiendo).

Otra dificultad se presenta cuando el personal de cocina debe realizar tareas anexas a las habituales, como, por ejemplo, colaciones para personal en comisión, almuerzos, eventos de camaradería, entre otros. Para ello han debido solicitar en calidad de préstamo al Maestro de Víveres de la Academia colindante (Academia Politécnica Naval) los víveres congelados necesarios para lograr la ejecución de las tareas asignadas.

En términos prácticos la mala organización actual del pañol dificulta la realización de las tareas diarias, ya que no permite el tránsito fluido entre el pañol, cocina y equipos mantenedores, retardando los trabajos que debe efectuar el personal de cocina.

Cabe destacar que el menú diario está confeccionado con la ayuda de nutricionistas por lo tanto debe cumplirse a cabalidad para así brindar a los funcionarios los nutrientes necesarios para el correcto desempeño de las funciones realizadas dentro de la academia. Lamentablemente en reiteradas ocasiones esto no es posible a causa de la no disponibilidad de algunos productos.

Finalmente recordar que para el almacenamiento de la totalidad de los víveres (congelado y no congelados) existen dos pañoles uno de ellos se divide entre productos congelados y víveres que no necesitan refrigeración, en el otro pañol se encuentra un mantenedor que se utiliza para víveres de uso diario, vegetales y almacenamiento de las preparaciones del personal de cocineros que necesitan mantenerse refrigerados, en este mismo pañol se encuentra ubicado un congelador de altas dimensiones a la espera de ser depositado, este congelador ocupa gran cantidad de espacio el que perfectamente puede ser reemplazado por la instalación de dos cámara frigoríficas.

Desde el aspecto técnico los equipos mantenedores y congeladores dependen del mayordomo general y son parte de su inventario, en la sección de equipos no mantenibles, por lo tanto, no cuentan con mantenciones preventivas programadas ni circunstanciales que permitan su óptimo funcionamiento, solo se realizan mantenciones de tipo correctivas por parte del encargado de refrigeración dependiente del departamento de mantención y servicios.

Actualmente los congeladores no cuentan con alimentación eléctrica de emergencia ante una situación de corte eléctrico. Hecho particular que podría generar un perjuicio ante una situación de acuartelamiento producto de alguna catástrofe que interrumpa dicho suministro.

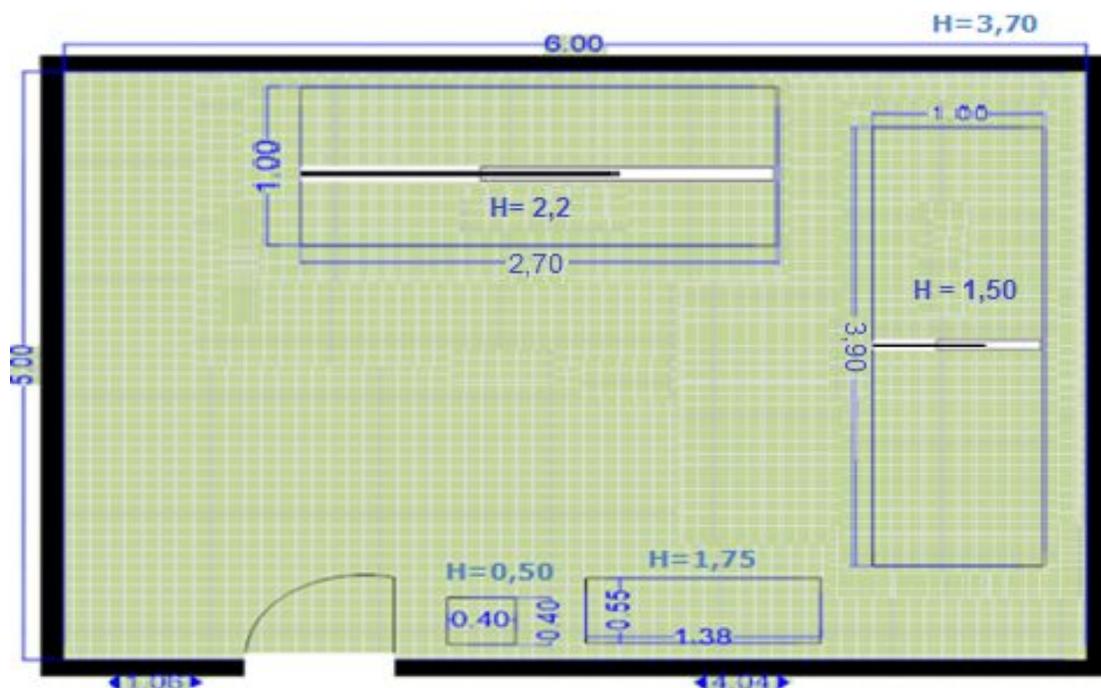
2.2. DIAGNOSTICO.

Posterior a la recopilación de hechos, se establece un diagnostico que permita proponer una o varias soluciones al problema.

2.2.1. Diagnóstico a través de LAYOUT.

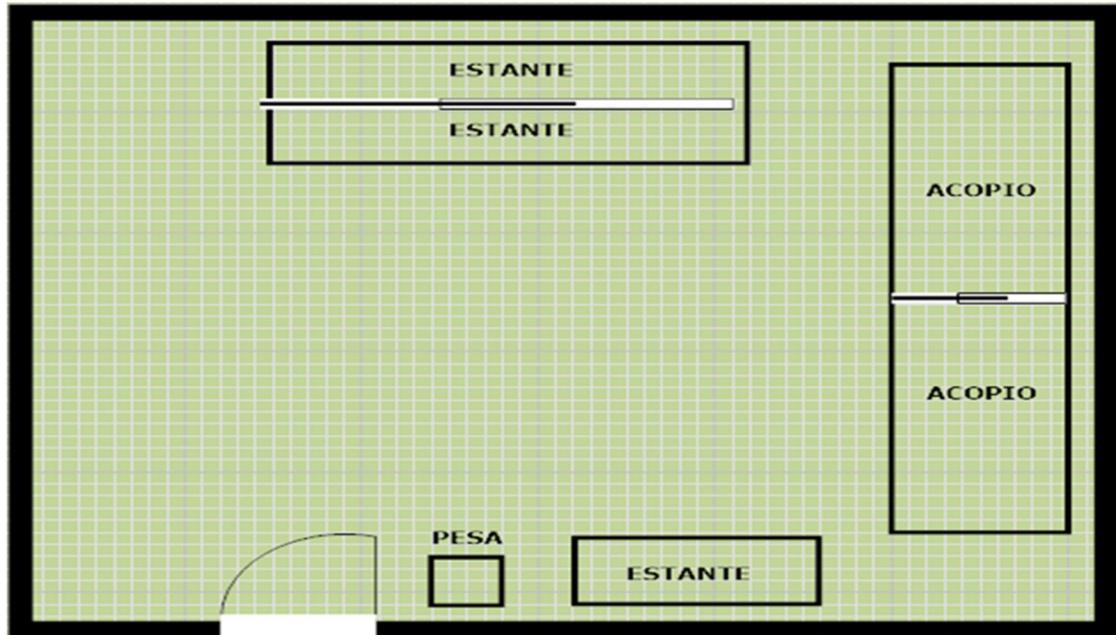
A través de la utilización del esquema de distribución de los elementos (Layout), incluido en el Capítulo 1, se puede ver representada y cuantificada la situación actual en cuanto a la distribución, espacio útil, espacio total y lugares definidos para el desplazamiento del personal encargado de reabastecer los paños. Si bien, es posible ver que una reorganización de los elementos contenidos actualmente en cada uno de los paños permitiría mejorar situaciones que hoy en día generan lentitud en los procesos de fabricación de la ración diaria y las preparaciones que se efectúan para eventos especiales, esta nueva reorganización no es la solución total a la deficiencia logística.

A continuación, se muestra la representación gráfica de cómo quedaría la distribución interna de los paños, con la implementación de una cámara frigorífica para congelados y una otra cámara frigorífica para productos perecibles, teniendo en cuenta que hoy los productos no están en un solo equipo, lo que no permite un buen control ni orden de éstos.



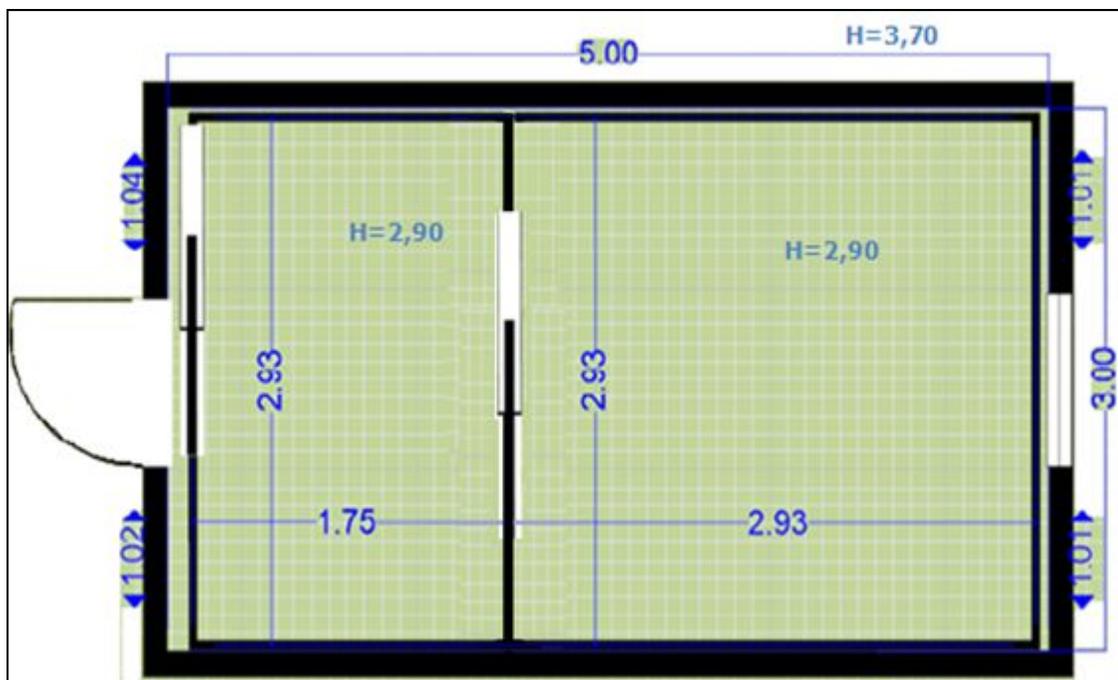
Fuente: Elaboración propia en programa Smartdraw.

Figura 2-1 Distribución posterior a la mejora paño N°1, con medidas correspondientes



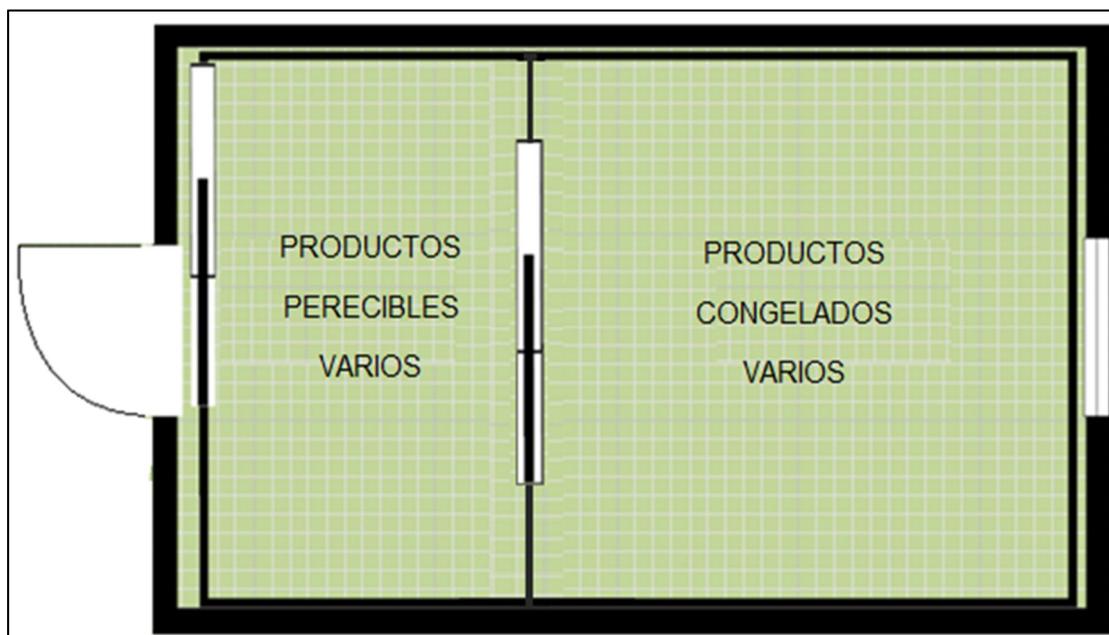
Fuente: Elaboración propia en programa Smartdraw.

Figura 2-2 Distribución posterior a la mejora pañol N°1



Fuente: Elaboración propia en programa Smartdraw.

Figura 2-3 Distribución posterior a la mejora pañol N°2, con medidas correspondientes



Fuente: Elaboración propia en programa Smartdraw.

Figura 2-4 Distribución posterior a la mejora pañol N°2

Las siguientes tablas representan los valores actuales de superficie y volumen comparados con los valores que se obtendrían posterior a la implementación de las cámaras frigoríficas sugeridas anteriormente.

Tabla 2-1 Superficie pañol 1, Sin modificaciones V/S Con modificaciones

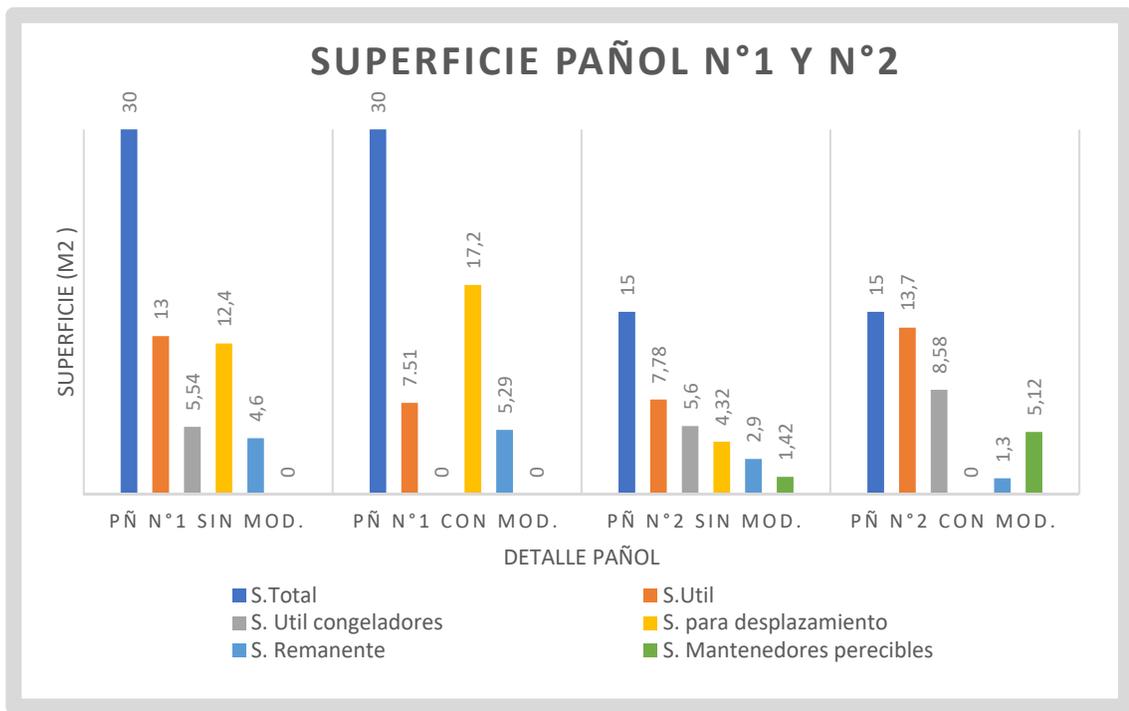
Superficies Pañol 1.	Cantidad en m ²	
	Sin modificaciones	Con modificaciones
S. total	30,0	30,0
S. utilizada	13,0	7,51
S. utilizada por congeladores	5,44	No hay congeladores
S. utilizada para desplazamientos (pasillos)	12,4	17,2
S. remanente	4,60	5,29

Fuente: Información obtenida a partir de la toma de medidas de los pañoles existentes y la proyección de las modificaciones.

Tabla 2-2 Superficie pañol 2, Sin modificaciones V/S Con modificaciones

Superficies Pañol 2	Cantidad en m ² .	
	Sin modificaciones	Con modificaciones
S. total	15,0	15,0
S. utilizada	7,78	13,7
S. utilizada por congeladores	5,60	8,58
S. utilizada por mantenedor perecibles	1,42	5,12
S. utilizada para desplazamientos (pasillos)	4,32	No hay pasillos
S. remanente	2,90	1,3

Fuente: Información obtenida a partir de la toma de medidas de los pañoles existentes y la proyección de las modificaciones.



Fuente: Se obtiene luego de efectuar las medidas de instalaciones y equipos.

Gráfico 2-1 Superficie pañol N°1

Tabla 2-3 Volumen pañol 1, Sin modificaciones V/S Con modificaciones

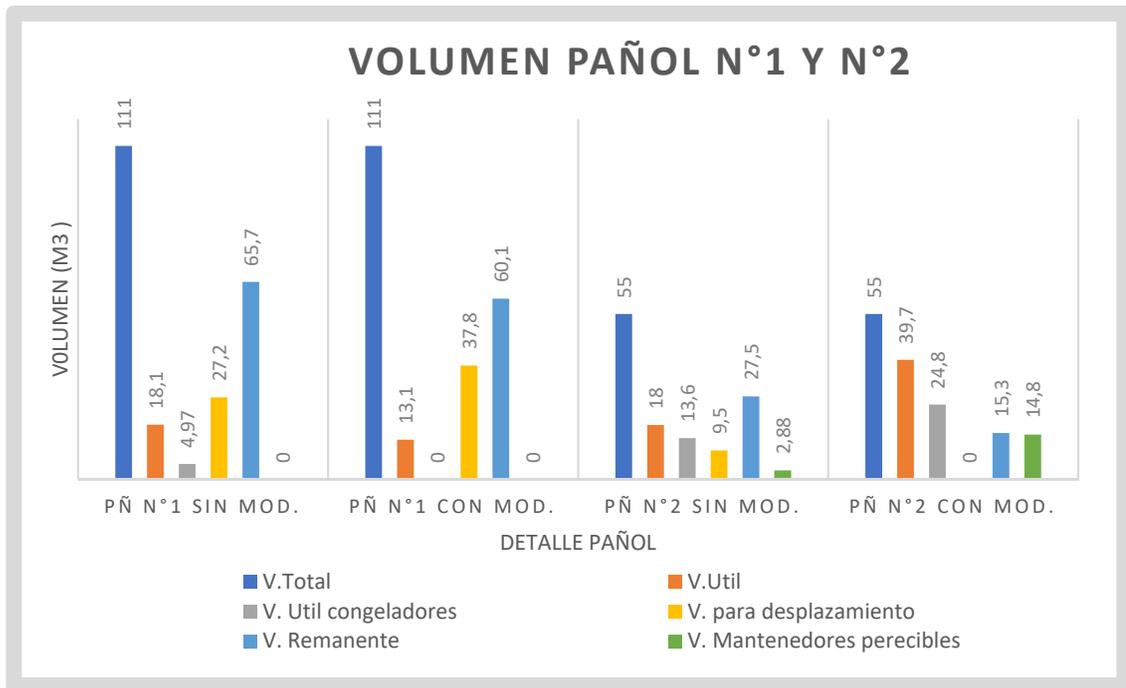
Volumen Pañol 1	Cantidad en m ³ .	
	Sin modificaciones	Con modificaciones
V. total	111,0	111,0
V. utilizado	18,1	13,1
V. utilizado por congeladores	4,97	No hay congeladores
V. utilizado para desplazamientos (pasillos)	27,2	37,8
V. remanente	65,7	60,1

Fuente: Información obtenida a partir de la toma de medidas de los pañoles existentes y la proyección de las modificaciones.

Tabla 2-4 Volumen pañol 2, Sin modificaciones V/S Con modificaciones

Volumen Pañol 2	Cantidad en m ³ .	
	Sin modificaciones	Con modificaciones
V. total	55,0	55,0
V. utilizado	18,0	39,7
V. utilizado por congeladores	13,6	24,8
V. utilizado mantenedores de perecibles	2,88	14,8
V. utilizado para desplazamientos (pasillos)	9,5	No hay pasillos
V. remanente	27,5	15,3

Fuente: Información obtenida a partir de la toma de medidas de los pañoles existentes y la proyección de las modificaciones.



Fuente: Se obtiene luego de efectuar las medidas de instalaciones y equipos.

Gráfico 2-2 Superficie pañol N°1

La descripción anterior permite visualizar que con la instalación de una nueva cámara frigorífica para productos congelados y una cámara frigorífica de productos perecibles, se obtienen beneficios en términos de mayor capacidad de almacenamiento y de espacio dentro del pañol. Este último, daría la oportunidad de generar algún proyecto que beneficie la labor del maestro de víveres, asegurando la existencia de productos para la elaboración de las raciones de alimentación correspondientes.

2.2.2. Diagnostico según historial.

A partir de la recopilación de datos del historial de fallas se verifica lo siguiente:

Tabla 2-5 Registro de fallas equipos congeladores

EQUIPO	CANTIDAD	FALLAS	
		2017	2018
Congelador horizontal marca Bozzo, 220volt, 50hz.	01	NO	NO
Congelador horizontal marca Correco, 220volt, 50hz.	02	NO	NO
Congelador horizontal marca Whirlpool, 220volt, 50hz.	01	NO	NO
Congelador horizontal marca Superser, 220volt, 50hz.	01	NO	01
Congelador horizontal marca Mimet, 220volt, 50hz.	02	NO	NO

Fuente: Informacion obtenida desde el registro de fallas entregado por SALINO.

Como es posible observar, los equipos mencionados presentan un bajo nivel de fallas, situación destacable, si se tiene en cuenta que a éstos no se les realiza ningún mantenimiento preventivo. Además, cabe mencionar que los equipos actualmente utilizados no pertenecen a marcas que lideren el mercado de la refrigeración, sin embargo, ofrecen un buen desempeño. Por lo tanto, existe un alto grado de confiabilidad.

Una herramienta que nos da la base para medir la confiabilidad, es el desarrollo de la curva de la bañera, la cual es capaz de reflejar la tasa de fallos a lo largo del tiempo, dividiendo el tiempo en etapas que componen el ciclo de vida de los equipos.

2.2.2.1 Etapa I

Fallos iniciales: La tasa de fallos es relativamente alta, pero disminuye en un corto tiempo. Ejemplos de fallos iniciales se puede mencionar errores de diseño, defectos de fabricación o montaje, desconocimiento del equipo, desconocimiento de los procedimientos, etc.

2.2.2.2 Etapa II

Fallos normales: La tasa de fallos se mantiene constante, a bajo nivel y se extiende la mayor parte de la vida útil de un equipo. Ejemplo de fallos normales accidentes fortuitos, mala operación, etc.

Si se analiza la tabla 2.5 se puede definir que los equipos congeladores utilizados actualmente en la ACANAV están atravesando la Etapa II del ciclo de vida.

El análisis anteriormente descrito se fundamenta con información recabada desde la D.AB.A (Oficina de Adquisiciones). Desde donde se informó que la vida útil asignada a este tipo de equipos es de 10 años divididos de la siguiente manera: año 1 Etapa I, de 2 a 8 años con 6 meses Etapa II y finalmente de 8 años con 7 meses a 10 años la Etapa III. Actualmente los equipos presentan 5 años de uso lo que encaja con la Etapa II del ciclo de vida anteriormente señalado.

2.2.2.3 Etapa III

Fallos por desgaste: La tasa de fallos vuelve a incrementarse alcanzando en corto tiempo el desgaste de la totalidad de los componentes por consiguiente el término de la vida útil de un equipo. Ejemplo de fallos por desgaste desalineamientos, vibraciones, deterioro de rodamientos, etc.



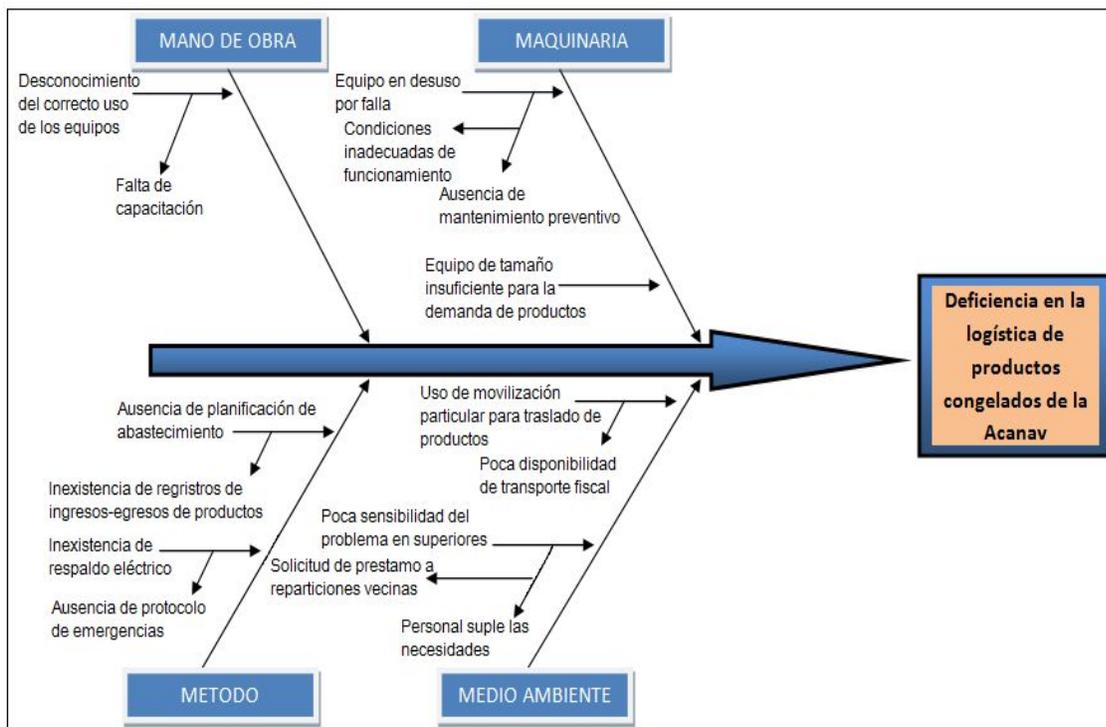
Fuente: mantenimientoindustrialweb.wordpress.com/2016/06/14/curva-de-la-banera/

Diagrama 2-1 Grafico curva de la bañera

En resumen, efectuar el reemplazo de la gran cantidad de equipos actualmente utilizados para la refrigeración de víveres congelados y de uso diario, por dos equipos de refrigeración de mayores dimensiones que cubran las necesidades de refrigeración anteriormente descritas se convierte en una alternativa totalmente viable, sobre todo si se suma un plan de mantenimiento que permita prolongar la Etapa II del ciclo de vida.

2.2.3. Diagrama Causa - Efecto

Para finalizar el diagnostico de la problemática asociada al abastecimiento se utilizará el Diagrama Causa - Efecto, el que permite levantar causas raíces a través de la representación gráfica de factores que contribuyen a generar un efecto común.



Fuente: Elaboración propia basado en apuntes Manual de mantenimiento de la Armada.

Diagrama 2-2 Diagrama Causa-Efecto

Tabla 2-6 Acciones correctivas

ACCIONES CORRECTIVAS PARA CADA CAUSA	
MAQUINARIA	
Equipo en desuso por falla.	<p>Acción correctiva: Debido a la vetustez del equipo se recomienda dar de baja y depositar para liberar espacio.</p> <p>Frecuencia: Solo una vez.</p> <p>HH: 10</p> <p>Actividad de mantenimiento: No se requiere actividad de mantenimiento.</p>
Equipo de tamaño insuficiente para la demanda de productos	<p>Acción correctiva: Reemplazar equipos existentes por uno con mayor capacidad de almacenamiento.</p> <p>Frecuencia: Solo una vez.</p> <p>HH: 180000.</p> <p>Actividad de mantenimiento: No se requiere actividad de mantenimiento.</p>
Condiciones inadecuadas de funcionamiento	<p>Acción correctiva: Optimizar condiciones de ventilación y limpieza.</p> <p>Frecuencia: Solo una vez</p> <p>HH: 10</p> <p>Actividad de mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elaborar pauta diaria de limpieza. - Establecer plan mensual para mantención de ductos de ventilación.
Ausencia de mantenimiento preventivo.	<p>Acción correctiva: Elaborar plan de mantenimiento para equipos congeladores.</p> <p>Frecuencia: Solo una vez.</p> <p>HH: 20</p> <p>Actividad de mantenimiento: Las actividades de mantenimiento serán incluidas dentro del plan que se desee desarrollar.</p>
METODO	
Ausencia de planificación de abastecimiento	<p>Acción correctiva: identificar y corregir todos los aspectos que interrumpen la creación de un plan de abastecimiento.</p> <p>Frecuencia: Cada vez que se vea sobrepasada la planificación vigente.</p> <p>HH: 20</p> <p>Actividad de mantenimiento: Autoevaluaciones semestrales.</p>
Inexistencia de respaldo eléctrico	<p>Acción correctiva: Instalar una derivación hacia equipos congeladores, desde circuito alimentado por generador de emergencia. Establecer su plan de mantenimiento.</p> <p>Frecuencia: Solo una vez.</p> <p>HH: 15</p> <p>Actividad de mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Medición de aislamiento semestralmente. -Prueba de funcionamiento semestralmente.

Fuente: Análisis Diagrama Causa - Efecto

Tabla 2-7 Acciones correctivas. (Continuación)

Inexistencia de registro de ingresos - egresos de productos
<p>Acción correctiva: Elaborar planilla para control de ingresos-egresos de productos.</p> <p>Frecuencia: Solo una vez.</p> <p>HH: 2</p> <p>Actividad de mantenimiento: No se requiere actividad de mantenimiento.</p>
Ausencia de protocolo de emergencias.
<p>Acción correctiva: Elaborar protocolo que detalle los pasos a seguir ante distintas situaciones de emergencia.</p> <p>Frecuencia: Solo una vez.</p> <p>HH: 5</p> <p>Actividad de mantenimiento: Actualización del protocolo cada vez que varíe la infraestructura.</p>
MEDIO AMBIENTE
Uso de movilización particular para traslado de productos
<p>Acción correctiva: Diseñar un método de planificación conjunta que evite las interferencias entre las actividades y las faenas de reabastecimiento.</p> <p>Frecuencia: Solo una vez.</p> <p>HH: 5</p> <p>Actividad de mantenimiento: Se debe revisar el funcionamiento del método descrito, cada vez que se evidencie una capacidad de transporte reducida.</p>
Poca sensibilidad del problema en superiores
<p>Acción correctiva: Asegurar el flujo de información hacia los superiores a través de canales definidos y que aseguren la recepción de dicha información.</p> <p>Frecuencia: Diario</p> <p>HH: ½</p> <p>Actividades de mantenimiento: No se requiere acción de mantenimiento</p>
Poca disponibilidad de transporte fiscal
<p>Acción correctiva: Desarrollar una programación de las faenas.</p> <p>Frecuencia: Semanal</p> <p>HH: ½</p> <p>Actividades de mantenimiento: Solicitar anticipadamente los requerimientos de movilización por parte de la dotación.</p>
Solicitud de préstamo a reparticiones vecinas.
<p>Acción correctiva: Desarrollar un trabajo logístico de precisión, que permita la auto sustentación de la ACANAV.</p> <p>Frecuencia: Diario</p> <p>HH: ½</p> <p>Actividades de mantenimiento: Chequeo a través de pautas de evaluación mensual.</p>

Fuente: Análisis Diagrama Causa - Efecto.

Tabla 2-8 Acciones correctivas. (Continuación)

Personal suple las necesidades.
Acción correctiva: Traspasar hacia los superiores las necesidades inmediatas que permiten mejorar el funcionamiento. Frecuencia: Diario HH: ½ Actividades de mantenimiento: Autoevaluaciones que permitan visualizar que está fallando o que se está haciendo mal.
MANO DE OBRA
Desconocimiento del correcto uso de los equipos.
Acción correctiva: Coordinar capacitación por parte del proveedor. Frecuencia: Anual HH: Valor del curso. Actividad de mantenimiento: No se requiere actividad de mantenimiento.
Falta de capacitación
Acción correctiva: Coordinar con jefatura el desarrollo de capacitaciones, por parte de personal especializado en refrigeración, al personal de abastecimiento. Frecuencia: Semestral. HH: No implica costos. Personal especialista pertenece a ACANAV. Actividad de mantenimiento: Se necesita efectuar capacitación directamente con los congeladores.

Fuente: Análisis Diagrama Causa - Efecto

Finalmente, descrita la situación actual y efectuados los diagnósticos correspondientes, se observa que para lograr una optimización de la logística en torno a los productos congelados en la ACANAV se hace necesario solucionar las tres causas más relevantes que generan deficiencia en la logística de productos congelados, detectadas a través del Diagrama Causa -Efecto, para lograr definir la mejor solución a cada causa se hace necesario la identificación de los riesgos asociados a cada una.

Tabla 2-9 Resumen causas más relevantes

Causas más relevantes
Causa 1.- Equipo de tamaño insuficiente para la demanda de productos
Causa 2.- Inexistencia de registro de ingresos-egresos de productos
Causa 3.- Ausencia de planificación de abastecimiento

Fuente: Análisis Diagrama Causa - Efecto

2.2.4. Evaluación del riesgo y recomendaciones para cada causa.

La evaluación del riesgo se efectuará a través de una herramienta llamada ¿Qué pasa sí? El propósito de esta herramienta es generar preguntas específicas sobre el sistema o área involucrada en el estudio, con la intención de identificar que se debe hacer para eliminar los riesgos.

Tabla 2-10 Evaluación riesgo Causa 1

Causa 1.- Equipo de tamaño insuficiente para la demanda de productos		
¿Qué pasa sí?	Riesgo	Recomendación
¿Qué pasa si tengo baja capacidad de almacenamiento?	Limitación en la adquisición de víveres	Aumentar capacidad de almacenamiento
¿Qué pasa si tengo poco stock de productos congelados y se da un aviso de acuartelamiento?	Incapacidad de cubrir la demanda alimenticia	Aumentar capacidad de almacenamiento
¿Qué pasa si no soy capaz de utilizar la totalidad del AFL?	La asignación experimentara una reducción	Aumentar capacidad de almacenamiento
¿Qué pasa si aumenta la dotación?	Aumento en el consumo de productos congelados	Aumentar capacidad de almacenamiento
¿Qué pasa si se cambia el menú de forma repentina?	Incapacidad de cumplir con la nueva obligación	Aumentar capacidad de almacenamiento

Fuente: Observación directa dinámica de funcionamiento.

Tabla 2-11 Evaluación riesgo Causa 2

Causa 2.- Inexistencia de registro de ingresos-egresos de productos		
¿Qué pasa sí?	Riesgo	Recomendación
¿Qué pasa si se solicitan mayor cantidad de productos de los necesarios?	Incapacidad de almacenarlos	Elaborar planilla de control ingresos-egresos
¿Qué pasa si no se descuentan los productos entregados al personal de cocina?	Desabastecimiento camuflado	Implementar libro de control salidas de víveres

Fuente: Observación directa dinámica de funcionamiento.

Tabla 2-12 Evaluación riesgo Causa 2. (Continuación)

¿Qué pasa si no se ingresan los productos recibidos?	Perdidas de productos	Elaborar planilla de control ingresos-egresos
¿Qué pasa si la cantidad de productos dentro del pañol no concuerda con la detallada en el software Cuenta de Víveres?	Problemas con los descuentos correspondientes a la cuenta asociada.	Elaborar planilla de control ingresos-egresos
¿Qué pasa si las cantidades solicitadas no corresponden a las despachadas desde la central de abastecimiento?	Pérdidas en el recurso humano asociadas a nuevos trámites de devolución o corrección de solicitudes	Elaborar planilla de control ingresos-egresos

Fuente: Observación directa dinámica de funcionamiento.

Tabla 2-13 Evaluación riesgo Causa 3

Causa 3.- Ausencia de planificación de abastecimiento		
¿Qué pasa sí?	Riesgo	Recomendación
¿Qué pasa si no existe un calendario de retiro de productos desde la Central de Abastecimiento?	Mala utilización de los recursos asociados al retiro de productos	Elaborar una planilla de retiro anual
¿Qué pasa si no se define al encargado de retirar los productos desde la Central de Abastecimiento?	Desorden dentro de la planificación del Departamento de abastecimiento	Nombrar dentro de planilla anual el responsable del retiro de productos
¿Qué pasa si no define el vehículo a utilizar?	Asignación del vehículo para otra actividad	Especificar dentro de planilla anual el vehículo a utilizar
¿Qué pasa si el jefe de departamento efectúa revista aleatoria al cargo de víveres?	Pañoles y documentación no se encuentran lo suficientemente organizados	Elaborar una planilla de retiro anual y planilla con el control de ingresos y egresos de productos
¿Qué pasa si no están controlados el tipo y cantidad de productos al interior del pañol?	Desorden que provoca confusión	Dentro de planilla control de ingresos-egresos de productos detallar cada producto
¿Qué pasa si hay corte del suministro eléctrico?	Equipos congeladores quedan fuera de servicio	Efectuar una derivación desde circuito de alimentación de emergencia

Fuente: Observación directa dinámica de funcionamiento.

Tabla 2-14 Cuadro resumen con propuestas de mejora

Causas	Propuesta
1.- Equipo de tamaño insuficiente para la demanda de productos	Implementación de dos cámaras frigoríficas una para productos congelados y otra para productos perecibles varios que permita una planificación anual para retiro de productos.
2.- Ausencia de planificación de abastecimiento	
3.-Inexistencia de registro de ingresos-egresos de productos	Desarrollar planillas para el control de ingresos y egresos de los productos que considera un stock mínimo.

Fuente: Observación directa dinamica de funcionamiento. .

De acuerdo a la evaluación del riesgo efectuada a las causas más relevantes que afectan la logística de productos congelados, se elaboraron las propuestas de mejora mencionadas en la tabla anterior.

En base al diagnostico de la situación actual y evaluación del riesgo se logra definir de manera certera donde es necesario trabajar y efectuar la inyección de los recursos con el propósito de lograr la mejora en la logística de productos congelados, asegurando el correcto funcionamiento de la ACANAV, tanto en las tareas académicas como las militares propias de una repartición Naval.

CAPÍTULO 3: PROPUESTA E IMPLEMENTACIÓN

3. **PROPUESTA LOGÍSTICA.**

Para el establecimiento de un método de planificación es necesario contar con una capacidad suficiente de almacenamiento que permita aumentar el stock permanente de productos congelado en la ACANAV.

Para lograr lo anterior se deben implementar dos cámaras frigoríficas. Una destinada a la recepción y mantenimiento de productos congelados y la otra para mantener los productos perecibles.

3.1. **DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS NECESARIOS PARA CADA CÁMARA FRIGORÍFICA.**

El dimensionamiento se desarrollará en base a cálculos termodinámicos, esto con el propósito de definir el equipo idóneo para el trabajo específico que se desea efectuar.

En primera instancia se efectuará el cálculo de las cargas térmicas pertenecientes a la cámara de productos congelados, posteriormente se hará el mismo cálculo para las cargas térmicas asociadas a la cámara de productos perecibles.

Cabe destacar que el desarrollo que los cálculos de cargas térmicas se fundamentan de la siguiente fuente: Nueva enciclopedia de la climatización, en su tomo “REFRIGERACION”.

A continuación, se dejan expresados los antecedentes necesarios para el desarrollo de cada cálculo.

Tabla 3-1 Antecedentes

El material de aislación está definido en base al trabajo que se desea efectuar, las propiedades de cada material y la oferta en el mercado.	Paneles modulares de Poliuretano para cámara de productos congelados	De 150 mm de espesor y conductividad térmica de 0,024 (W/m * °C).
	Paneles modulares de Polietileno para cámara de perecibles	De 100 mm de espesor y conductividad térmica de 0,039 (W/m * °C)
Tiempo estimado de trabajo	18 horas	
Temperatura interior cámara productos congelados	-18 °C	
Temperatura interior cámara productos perecibles	2°C	

Fuente: "Principios de refrigeración", Capítulo 10 Cálculo de la carga de enfriamiento, Roy J. Dossat. Edición 1961.

3.1.1. Ecuaciones necesarias para el cálculo

El desarrollo de la matemática gira en torno a ecuaciones predefinidas como las que se desarrollan a continuación.

3.1.1.1 Calor suministrado por los productos.

Ecuación I

$$Q_e = m \cdot C_p \cdot (T_a \cdot T_b)$$

Donde:

- Q_e : Calor suministrado por los productos (Kw)
- m : Masa (Kg)
- C_p : Calor específico (Kj /kg*°C)
- T_a : Temperatura de congelación de los productos(°C)
- T_b : Temperatura final del producto (°C)

3.1.1.2 Calor suministrado a través de las paredes.

Ecuación II

$$Q_c = \frac{\mathcal{K} \cdot \mathcal{A}}{\mathcal{L}} \cdot \mathcal{T} \cdot (\Delta t)$$

Donde:

- Q_c : Calor suministrado por conducción (W)
 \mathcal{K} : Conductividad térmica del material (W/m*°C)
 \mathcal{A} : Área (m²)
 \mathcal{L} : Longitud del espesor (m)
 Δt : Diferencia entre la temperatura exterior e interior (°C)

3.1.1.3 Calor suministrado por infiltraciones (apertura de puertas).

Ecuación III

$$Q_a = \mathcal{V} \cdot h \cdot n$$

Donde:

- Q_a : Calor suministrado Aportado por el aire (Kw)
 \mathcal{V} : Volumen (m³)
 h : Calor removido del aire (Whr/ m³)
 n : Numero de apertura de puertas al día para cambio de aire.

Tabla 3-2 Cambio de aire promedio en 24 horas para almacenamiento a baja temperatura debido a la apertura de puertas e infiltraciones

Volumen pies ³	Cambios de Aire en 24 Hrs.	Volumen pies ³	Cambios de Aire en 24 Hrs.	Volumen pies ³	Cambios de Aire en 24 Hrs.
200	33.5	2,000	9.3	25,000	2.3
250	29.0	3,000	7.4	30,000	2.1
300	26.2	4,000	6.3	40,000	1.8
400	22.5	5,000	5.6	50,000	1.6
500	20.0	6,000	5.0	75,000	1.3
600	18.0	8,000	4.3	100,000	1.1
800	15.3	10,000	3.8	150,000	1.0
1,000	13.5	15,000	3.0	200,000	0.9
1,500	11.0	20,000	2.6	300,000	0.85

Equivalencias:

$$1 \text{ K j} = 0,00027 \text{ Kwh}$$

$$1 \text{ BTU} = 0,293 \text{ Whr}$$

$$1 \text{ pie}^3 = 0,028 \text{ m}^3$$

Tabla 3-3 Calor removido del aire de enfriamiento en cuartos de almacenamiento (BTU/pie³)

Temperatura del cuarto de almacenamiento		Temperatura del aire exterior											
		40°F (4.4°C)		50°F (10°C)		85°F (29.4°C)		90°F (32.2°C)		95°F (35°C)		100°F (37.8°C)	
		Humedad Relativa del Aire Exterior, %											
°F	°C	70	80	70	80	50	60	50	60	50	60	50	60
55	12.8	—	—	—	—	1.12	1.34	1.41	1.66	1.72	2.01	2.06	2.44
50	10.0	—	—	—	—	1.32	1.54	1.62	1.87	1.93	2.22	2.28	2.65
45	7.2	—	—	—	—	1.50	1.73	1.80	2.06	2.12	2.42	2.47	2.85
40	4.4	—	—	—	—	1.69	1.92	2.00	2.26	2.31	2.62	2.67	3.05
35	1.7	—	—	0.36	0.41	1.86	2.09	2.17	2.43	2.49	2.79	2.85	3.24
30	-1.1	0.24	0.29	0.58	0.66	2.00	2.24	2.26	2.53	2.64	2.94	2.96	3.35
25	-3.9	0.41	0.45	0.75	0.83	2.09	2.42	2.44	2.71	2.79	3.16	3.14	3.54
20	-6.7	0.56	0.61	0.91	0.99	2.27	2.61	2.62	2.90	2.97	3.35	3.33	3.73
15	-9.4	0.71	0.75	1.06	1.14	2.45	2.74	2.80	3.07	3.16	3.54	3.51	3.92
10	-12.2	0.85	0.89	1.19	1.27	2.57	2.87	2.93	3.20	3.29	3.66	3.64	4.04
5	-15.0	0.98	1.03	1.34	1.42	2.76	3.07	3.12	3.40	3.48	3.87	3.84	4.27
0	-17.8	1.12	1.17	1.48	1.56	2.92	3.23	3.28	3.56	3.64	4.03	4.01	4.43
-5	-20.6	1.23	1.28	1.59	1.67	3.04	3.36	3.41	3.69	3.78	4.18	4.15	4.57
-10	-23.3	1.35	1.41	1.73	1.81	3.19	3.49	3.56	3.85	3.93	4.33	4.31	4.74
-15	-26.1	1.50	1.53	1.85	1.92	3.29	3.60	3.67	3.96	4.05	4.46	4.42	4.86
-20	-28.9	1.63	1.68	2.01	2.00	3.49	3.72	3.88	4.18	4.27	4.69	4.66	5.10
-25	-31.7	1.77	1.80	2.12	2.21	3.61	3.84	4.00	4.30	4.39	4.80	4.78	5.21
-30	-34.4	1.90	1.95	2.29	2.38	3.86	4.05	4.21	4.51	4.56	5.00	4.90	5.44

Fuente: www.bohn.com - Manual de Ingeniería, Cálculos de refrigeración.

3.1.1.4 Calor suministrado por los motores de la unidad evaporadora.

Para el desarrollo de esta ecuación se hace necesario conocer la potencia de la unidad evaporadora, pero al no estar definida aún, se utilizará una potencia referencial obtenida de una unidad evaporadora que funciona bajo condiciones similares a las que se desea implementar.

Ecuación IV

$$Q_m = \sum p \cdot 0,2 \cdot \frac{t}{24}$$

Donde:

Q_m : Calor suministrado por motores

p : Potencia (W)

0,2 : Factor de transformación de energía eléctrica a calorífica

t : tiempo de funcionamiento de los motores. (Hr)

3.1.1.5 Calor aportado por el envoltente de los productos.

Para lograr el cálculo del calor aportado por el envoltente de los productos es necesario conocer la masa de éste y una vez efectuado el cálculo de la masa se obtienen los siguientes resultados:

- Envoltente para congelados = 52,8 Kg.
- Envoltente para perecibles = 28,4 kg.

Ecuación V

$$Q_v = m \cdot C_p \cdot (T_a \cdot T_b)$$

Donde:

Q_v = Calor aportado por envolturas de cartón (Kw)

m = Masa (Kg)

C_p = Calor específico contenedor (Kj /kg*°C)

T_a = Temperatura de ingreso del envoltorio (°C)

T_b = Temperatura final del envoltorio (°C)

3.1.2. Aplicación cámara frigorífica productos congelados.

Dependiendo de las características y el trabajo que efectúa cada cámara, se desarrolla el cálculo del calor que se debe eliminar, a través de las siguientes ecuaciones:

3.1.2.1 Ecuación I

Para $Q_e = m \cdot C_p \cdot (T_a \cdot T_b)$ se obtiene lo siguiente:

Tabla 3-4 Calor suministrado por los productos congelados

Productos	m Kg	C_p Kj/kg*°C	$(T_a \cdot T_b)$ °C	Q_e Kw
Vacuno	350	1,46	-2,2-(-18) =15,8	0,12
Cerdo	300	1,58	-2,0-(-18) =16,0	0,11
Pollo	300	1,54	-2,8- (-18) =15,2	0,10
Pavo	250	1,54	-2,6-(-18) =15,6	0,09
Pescado	150	1,72	-2,0-(-18) =16,0	0,06
Carne molida	50	1,95	-2,4-(-18) =15,6	0,02
Salchichas	20	2,35	-3,0-(-18) =15,0	0,01
Mantequilla	10	1,94	-2,4-(-18) =15,6	0,004
Pate	10	1,43	-1,9-(-18) =16,1	0,003
Queso	7	1,30	-2,3-(-18) = 15,7	0,002
Jamón	10	1,26	-1,8- (-18) = 16,2	0,003
Total				0,52

Fuente: "Transferencia de calor y masa" fundamentos y aplicación, Yunus A. Cengel - Afshin J. Ghajar, cuarta edición.

Total, calor emitido por los productos: 0,52 Kw

3.1.2.2 Ecuación II

Para $Q_c = \frac{\mathcal{K} \cdot \mathcal{A}}{\mathcal{L}} \cdot \mathcal{T} \cdot (\Delta t)$ se obtiene lo siguiente:

Tabla 3-5 Calor suministrado por las paredes cámara congelados

Panel	\mathcal{K} W/m * °C	\mathcal{A} m ²	Δt °C	\mathcal{L} m	Q_c W
Frontal	0,024	8,49	(26 - (-18)) = 44	0,15	59,7
Posterior	0,024	8,49	(26 - (-18)) = 44	0,15	59,7
Lateral Norte	0,024	8,49	(26 - (-18)) = 44	0,15	59,7
Lateral Sur	0,024	8,49	(26 - (-18)) = 44	0,15	59,7
Superior	0,024	8,58	(26 - (-18)) = 44	0,15	60,4
Inferior	0,024	8,58	(26 - (-18)) = 44	0,15	60,4
Total					359,4

Fuente: Transferencia de calor y masa" fundamentos y aplicación, Yunus A. Cengel - Afshin J. Ghajar, cuarta edición.

Total calor suministrado por las paredes: 359,4 W → 0,35 Kw

3.1.2.3 Ecuación III

Para $Q_a = \mathcal{V} \cdot \mathcal{h} \cdot n$ se obtiene lo siguiente:

$$Q_a = 24.9 (m3) * 31,78 (Whr/ m3) * \frac{15,3}{24 hrs} = 12107,22 Whr$$

$$Q_a = 12107,22 whr \cong 672,62 w \cong 0,67 Kw$$

Total calor suministrado por infiltraciones: 0,67 Kw

3.1.2.4 Ecuación IV

Para $Q_m = \sum p \cdot 0,2 \cdot \frac{t}{24}$ se obtiene lo siguiente:

$$Q_m = 280 \text{ W} * 0,2 * \frac{18}{24}$$

$$Q_m = 42,0 \text{ W}$$

Total calor suministrado por los motores de la unidad evaporadora: 0,042 Kw

3.1.2.5 Ecuación V

Para $Q_v = m \cdot Cp \cdot (T_a \cdot T_b)$ se obtiene lo siguiente:

$$Q_v = 52,8 \text{ Kg} * 2,1 \text{ (Kj /kg * } ^\circ\text{C)} * (-2,3 - (-18) ^\circ\text{C)}$$

$$Q_v = 0,026 \text{ Kw}$$

Total calor por el envolvente para congelados: 0,026 Kw

Tabla 3-6 Cuadro resumen carga térmica cámara frigorífica congelados

Q	Valor (Kw)
Q_e	0,52
Q_c	0,35
Q_a	0,67
Q_m	0,042
Q_v	0,026
Total	1,60

Fuente: Información obtenida del desarrollo de las ecuaciones I a V.

Posterior a la determinación de la carga térmica involucrada, se calcula la capacidad de calor que debe ser capaz de asumir el equipo congelador para la rutina de trabajo.

$$Q_t = 1,60 \text{ Kw} * \left(\frac{24}{18}\right)$$

$$Q_t = 2,12 \text{ Kw}$$

3.1.3. Aplicación cámara frigorífica productos perecibles.

La cantidad de calor que se debe eliminar en la cámara de productos perecibles queda definida a continuación utilizando los datos correspondientes a esta y las ecuaciones anteriormente descritas.

3.1.3.1 Ecuación I

Para $Q_e = m \cdot Cp \cdot (Ta \cdot Tb)$ se obtiene lo siguiente:

Tabla 3-7 Calor emitido por los productos perecibles

Productos	<i>m</i> Kg	<i>Cp</i> Kj/kg*°C	(<i>Ta</i> · <i>Tb</i>) °C	<i>Q_e</i> Kw
Zanahoria	50	1,88	(-1,3-2) =-3,3	0,16
Papas	125	3,68	(-1,2-2) =-3,2	0,39
Tomate	40	2,00	(-1,0-2) =-3,0	0,06
Lechugas	10	2,00	(-0,4-2) =-2,4	0,012
Repollo	10	1,96	(-0,5-2) =-2,5	0,013
Palta	15	2,00	(-1,9-2) =-3,9	0,03
Plátano	30	1,75	(-1,8-2) =-3,8	0,05
Manzana	60	1,84	(-1,9-2) =-3,9	0,11
Peras	40	1,96	(-1,9-2) =-3,9	0,08
Total				0,90

Fuente: Propiedades Térmicas de los Alimentos, proyecto I 1182- 8555, Facultad de Cs.

Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile.

Total, calor emitido por los productos: 0,90 Kw

3.1.3.1 Ecuación II

Para $Q_c = \frac{\mathcal{K} \cdot \mathcal{A}}{\mathcal{L}} \cdot (\Delta t)$ se obtiene lo siguiente:

Tabla 3-8 Calor suministrado por las paredes cámara perecibles

Panel	\mathcal{K} W/m * °C	\mathcal{A} m ²	Δt °C	\mathcal{L} m	Q_c W
Frontal	0,039	8,49	(26 - 2) = 24	0,10	79,4
Posterior	0,039	8,49	(26 - 2) = 24	0,10	79,4
Lateral Norte	0,039	5,07	(26 - 2) = 24	0,10	47,4
Lateral Sur	0,039	5,07	(26 - 2) = 24	0,10	47,4
Superior	0,039	5,12	(26 - 2) = 24	0,10	47,9
Inferior	0,039	5,12	(26 - 2) = 24	0,10	47,9
Total					349,4

Fuente: Transferencia de calor y masa" fundamentos y aplicación, Yunus A. Cengel - Afshin J. Ghajar, cuarta edición.

Total calor suministrado por las paredes: 349,4 W → 0,34 Kw

3.1.3.2 Ecuación III

Para $Q_a = \mathcal{V} \cdot h \cdot n$ se obtiene lo siguiente:

$$Q_a = 14,8 \text{ (m}^3\text{)} * 19,28 \text{ (Whr/ m}^3\text{)} * \frac{20,0}{24 \text{ hrs}} = 236,83 \text{ Whr}$$

$$Q_a = 236,83 \text{ whr} \cong 13,15 \text{ w} \cong 0,013 \text{ Kw}$$

Total calor suministrado por infiltraciones: 0,013 Kw

3.1.3.3 Ecuación IV

Para $Q_m = \sum p \cdot 0,2 \cdot \frac{t}{24}$ se obtiene lo siguiente:

$$Q_m = 190 W * 0,2 * \frac{18}{24}$$

$$Q_m = 28,5 W$$

Total calor suministrado por los motores de la unidad evaporadora: 0,028 Kw

3.1.3.4 Ecuación V

Para $Q_v = m \cdot C_p \cdot (T_a \cdot T_b)$ se obtiene lo siguiente:

$$Q_v = 28,4 Kg * 1,7 (Kj /kg * ^\circ C) * (-1,18 - (-18) ^\circ C)$$

$$Q_v = 0.0023 Kw$$

Total calor por el envolvente para congelados: 0,0023 Kw

Tabla 3-9 Cuadro resumen carga térmica cámara frigorífica perecibles

Q	Valor (Kw)
Q_e	0,90
Q_c	0,34
Q_a	0,013
Q_m	0,028
Q_v	0,0023
Total	1,28

Fuente: Fuente: Información obtenida del desarrollo de las ecuaciones I a V.

Posterior a la determinación de la carga térmica involucrada se calcula la capacidad de calor que debe ser capaz de asumir el equipo congelador para la rutina de trabajo.

$$Q_t = 1,28 \text{ Kw} * \left(\frac{24}{18}\right)$$

$$Q_t = 1,70 \text{ Kw}$$

3.2. IMPLEMENTACIÓN

En atención a las características del lugar, el tipo de estructura, la ubicación en la que se desea instalar las cámaras frigoríficas y los cálculos efectuados se recomienda la implementación del siguiente conjunto:

3.3. CÁMARA FRIGORÍFICA MODULAR PARA RECEPCIÓN Y MANTENIMIENTO DE PRODUCTOS CONGELADOS VARIOS.

A continuación, se detallan los elementos principales necesarios para la fabricación de una cámara frigorífica que almacene productos congelados según los cálculos anteriormente descritos y los antecedentes mencionados.

Tabla 3-10 Medidas exteriores

Medidas exteriores	2.930 mm de Frente
	2.930 mm de Fondo
	2.900 mm de Alto Terminada

Fuente: Información obtenida a partir de la toma de medidas de los paños existentes y la proyección de las modificaciones.

La cámara frigorífica modular para recepción y mantenimiento de productos congelados se compone de los siguientes elementos.

3.3.1. Piso.

Con el propósito de reducir costos se evaluó la instalación de piso modular sobre radier base ya existente, piso modular considera las siguientes propiedades:

- Aislado especial con ISOPUR 100 mm de espesor, inyectado en alta presión, cara inferior Acero pre- pintado de 0,5 mm y las partes superior placa terciado marino de 18 mm de espesor. Sobre esta barrera de vapor con pegamento especial y finalmente el piso interior terminado será con plancha de aluminio diamantado alto tráfico en 1,5 mm de espesor, con sus respectivos sellos en juntas y uniones.



Fuente: Fotografía tomada en edificio Habitabilidad personal soltero Viña del mar.

Figura 3-1 Piso Aluminio diamantado

3.3.2. Paneles Modulares.

Los Paneles Modulares presentan ventajas en términos de aislación térmica, bajo peso, alta resistencia mecánica y amplia gama de colores.

Tabla 3-11 Características Paneles modulares

Modulo	Autosoportante
Avance en cada modulo	1100mm de frente
Aislación	Núcleo de poliuretano inyectado a alta presión, resistente al fuego.
Densidad	40 kg. /m ³
Espesor	150 mm terminados
Revestimiento Exterior e Interior	Acero pre- pintado Imp. blanco/blanco
Unión de paneles	Machihembrado
Terminaciones	SIKA, Poliuretano y sellos neoprenicos
Fijaciones	Tornillos Acero Inoxidable de 1/2" largo y cabeza plana de 7 mm de diámetro, para su mayor rigidez perimetral.

Fuente: Cotizacion empresa surfrigo.



Fuente: Fotografía tomada en edificio Habitabilidad personal soltero Viña del mar.

Figura 3-2 Paneles modulares

3.3.3. Puerta.

Debido a la ubicación de la cámara frigorífica, se hace necesario contar con una puerta del tipo corredera para baja temperatura. Con cerrajería importada, marco armado y desganche de auxilio al interior. Considera una cortina de lamas de PVC con su respectiva platina de acero superior.

Tabla 3-12 Características Puerta

Medidas exteriores	900x1900x100mm de espesor.
Marco	Aluminio matrizado. Considera cintas calefactoras perimetrales para evitar la formación de hielo.
Aislamiento	Poliuretano inyectado
Revestimiento Interior y Exterior	Acero pre-pintado blanco/blanco de 0.5 mm.
Burletes	Importados doble fondo
Riel	Especial con dispositivo especial para la caída libre y el cierre hermético.
Desganche	Sistema de auxilio al interior.
Cortina	Set de lamas de PVC con pletinas de Aluminio diamantado para mayor resistencia y tráfico en la puerta.

Fuente: Cotizacion empresa Surfrigo.



Fuente: Fotografía tomada en edificio Habitabilidad personal soltero Viña del mar.

Figura 3-3 Puerta tipo corredera, para cámara congelados

3.3.4. Sistema de refrigeración completo de baja temperatura enfriado por aire.

A continuación, se describen técnicamente cada uno de los equipos que compone el sistema de refrigeración.

3.3.4.1 Compresor.

En términos generales la labor del compresor es producir frío a través de la compresión de un fluido refrigerante en un ciclo frigorífico. Esta compresión genera diferencias de presión y temperatura a lo largo del circuito de refrigeración y también hace posible la circulación del fluido refrigerante por el circuito.

Tabla 3-13 Características Compresor

Marca	MANEUROP
Modelo	OP-LIZ108D49E
Compresor	NTZ108
Tipo	Hermética
Procedencia	Francia
Alimentación eléctrica	380(volt.), 50 Hz.
Rendimiento	4.524 kcal/hora
Potencia	5.26 Kw
Enfriamiento	Por aire
Refrigeración	Aire forzado
Refrigerante	R404
Temperatura de condensación	+38°C
Temperatura de evaporación	-27°C

Fuente: Cotizacion empresa Surfrigo.

3.3.4.2 Evaporador

También conocido como intercambiador de calor es el encargado de efectuar la absorción de calor desde el medio que se desea bajar la temperatura a través del líquido refrigerante que circula al interior de este.

Evaporador cubico horizontal para baja temperatura.

Tabla 3-14 Características Evaporador

Marca	Hispania
Modelo	HEA 4002 18 9D
Manto	Acero blanco reforzado

Fuente: Cotizacion empresa Surfrigo.

Tabla 3-15 Características Evaporador. (Continuación)

Medidas	1.486x415x460mm de alto
Ventiladores	2x400mm c/u
Refrigeración	Aire forzado
Rendimiento	3.800 kcal/hora
Potencia	4.41 Kw
Paso de aletas	9 mm
Resistencias eléctricas	4 pares
Caudal de aire total	8.632 m ³ /hora
Dardo de frio	12 metros

Fuente: Cotizacion empresa Surfrigo.

3.4. CÁMARA FRIGORÍFICA MODULAR PARA RECEPCIÓN Y MANTENIMIENTO DE PRODUCTOS PERECIBLES VARIOS.

Para la implementación de la cámara de los productos perecibles se recomiendan los siguientes componentes.

Tabla 3-16 Medidas exteriores

Medidas exteriores	2.930 mm de Frente
	1,750 mm de Fondo,
	2.900 mm de Alto Terminada

Fuente: Información obtenida a partir de la toma de medidas de los paños existentes y la proyección de las modificaciones.

La cámara frigorífica modular para recepción y mantenimiento de productos perecibles varios se componen de los siguientes elementos:

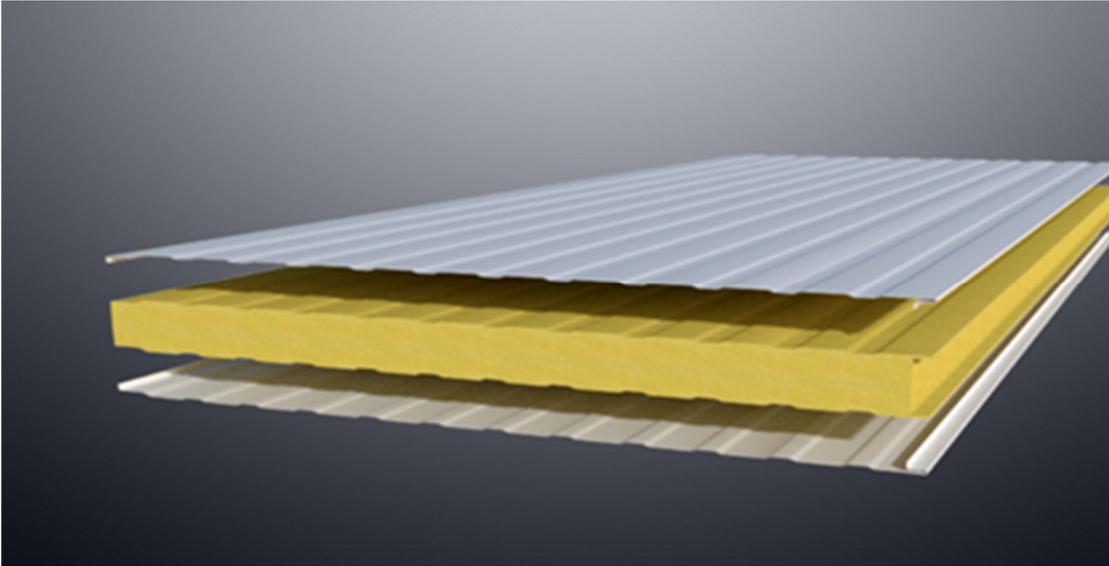
3.4.1. Paneles Modulares.

Los Paneles Modulares presentan ventajas términos de aislación térmica, bajo peso, alta resistencia mecánica y amplia gama de colores.

Tabla 3-17 Características Paneles modulares

Modulo	Autosoportante
Aislación	Núcleo de Polietileno expandido
Densidad	20 kg/m ³
Espesor	100 mm terminados
Revestimiento Exterior e Interior	Acero pre pintado blanco/blanco
Unión de paneles	Machihembrado
Terminaciones	SIKA, Poliuretano y sellos neoprénicos
Fijaciones	Tornillos Acero Inoxidable de 1/2" largo y cabeza plana de 7 mm de diámetro, para su mayor rigidez perimetral.
Aislación	Núcleo de Polietileno expandido

Fuente: Cotizacion empresa Surfrigo.



Fuente: <http://www.aceromat.cl/cubiertas-y-paneles.html>

Figura 3-4 Paneles modulares

3.4.2. Puerta.

Al presentar distinta ubicación y propósito la puerta de la cámara frigorífica para productos perecibles debe ser del tipo abatir para mediana temperatura con cerrajería importada y marco armado, con desganche de auxilio interior, considera cortina de lamas de PVC con su respectiva pletina de acero superior.

Tabla 3-18 Características Puerta

Medidas exteriores (Hoja)	900x1900x80 mm de espesor.
Marco	Aluminio matrizado
Aislamiento	Poliuretano inyectado
Revestimiento Interior y Exterior	Acero pre- pintado blanco/blanco de 0.5 mm.
Burletes	Importados doble fondo
Cerrojo	Especial con dispositivo de seguridad
Desganche	Sistema de auxilio al interior.
Construcción	Cantos lisos plegados

Fuente: Cotizacion empresa Surfrigo.



Fuente: <http://www.superfrigo.cl/puertas-industriales/puertas-frigorificas/>

Figura 3-5 Puerta tipo Abatir

3.4.3. Sistema de refrigeración completo de mediana temperatura.

A continuación, se describen técnicamente cada uno de los equipos que compone el sistema de refrigeración.

3.4.3.1 Unidad condensadora completa de alto rendimiento, según normas ecológicas estandarizadas y enfriada por aire

La unidad condensadora es capaz de concentrar la labor de comprimir y condensar el gas refrigerante en una sola unidad llamada unidad condensadora.

Tabla 3-19 Características Unidad condensadora

Marca	TECUMSEH
Modelo	O-4001ZO418MT/TFH4524Z
Procedencia	EUROPA
Tipo	Hermética
Potencia	2.23 Kw
Rendimiento	1917 Kcal/hora
Alimentación eléctrica	380(volt.), 50 Hz.
Enfriamiento	Por aire
Refrigeración	Aire forzado
Refrigerante	R404(ecológico, ver anexo)
Temperatura de condensación	+40°C
Temperatura de evaporación	-7,5°C
Temperatura ambiente	26°C

Fuente: Cotización empresa Surfrigo.

3.4.3.2 Batería Evaporadora Cubico Horizontal de aire forzado importada especial con caudal de aire tipo cascada para su mejor penetración al núcleo de los productos.

La función principal de la Batería Evaporadora es la de expandir el gas refrigerante y efectuar la transferencia de calor desde del medio que se desea enfriar al exterior a través del líquido refrigerante.

Tabla 3-20 Características Batería Evaporadora

Marca	HISPANIA
Modelo	HEA 3002 23 4D
Manto	Aluminio Gofrado
Medidas	1094x415x460mm de alto
Ventiladores	2x300mm
Potencia	2.54 Kw
Rendimiento	2184 Kcal/hora
Refrigeración	Aire forzado
Paso de aletas	6 mm
Resistencia eléctrica	3 pares
Caudal de aire total	3600 m ³ /hr

Fuente: Cotización empresa Surfrigo.

3.5. PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN

Una vez resuelto el tamaño insuficiente para el almacenamiento de productos congelados y perecibles (Causa N°1 de la deficiencia logística), es posible desarrollar la solución para la ausencia de planificación de abastecimiento (Causa N°2 de la deficiencia logística) para lograrlo es indispensable efectuar la planificación mensual para el retiro de los productos desde la central de abastecimiento, con el fin inicial de optimizar los recursos tanto económicos como humanos, pero también asegurar la disponibilidad de éstos de forma permanente.

La propuesta considera un calendario que indica que el retiro se hará el segundo lunes de cada mes (si es festivo se cambia para el día hábil siguiente), y los responsables del área de abastecimiento de manera alternada serán los encargados de dicho retiro. El vehículo por utilizar estará asignado en la planilla, de manera de asegurar su disponibilidad el día señalado.

Tabla 3-21 Calendario año 2019

Retiro mensual víveres congelados año 2019	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Segundo lunes de cada mes.												
Responsable												
S1(Ab.) E. Mora J	x		x		x		x		x		x	
C1(Pl.) P. Sandoval B.		x		x		x		x		x		x
Vehículo												
CA-395	x		x		x		x		x		x	
CA-390		x		x		x		x		x		x
Firma Jefe Depto. Abastecimiento												

Fuente: Elaboración posterior a la mejora en las capacidades de almacenamiento lo que permiten una planificación anual.

3.5.1. Registros ingresos - egresos.

Para solucionar la inexistencia de un registro de ingresos-egresos (Causa N°3 de la deficiencia logística) una vez recepcionados los productos en el pañol correspondiente, es necesario mantener un control sobre los stock, ingreso, egresos y vigencia de los productos. Para esto se implementará una planilla donde se debe dejar registro de lo siguiente:

Tabla 3-22 Registro mensual ingresos - egresos productos congelados

Productos	Stock		Cantidad por solicitar	Ingreso	Egresos semana			
	mínimo	actual			1	2	3	4
	(kg) o (UN)	(kg) o (UN)	(kg) o (UN)	(kg) o (UN)				
A								
B								
C								
D								
E								
F								
G								
H								
I								

Fuente: Elaboración posterior a la mejora al desarrollo del calendario de retiro de productos.

- Considerar rotación de productos, utilizando primero los con vencimiento más próximo.
- Control de egresos diarios en libro correspondiente.

3.5.2. Cálculo de Stock mínimo

Este cálculo se desarrolla gracias a información proporcionada por el cocinero de mayor jerarquía, el que a su vez tiene la mayor experiencia como cocinero dentro de la ACANAV.

El cálculo considera al personal de planta, alumnos nacionales, extrainstitucionales y extranjeros dejando fuera a la plantilla en tránsito, profesores civiles, empleados civiles, empleados a contrata, fondos propios, y trabajadores a trato, por lo tanto, el personal que hará uso del servicio de alimentación en caso de acuartelamiento serán 114 personas.

Como es prácticamente imposible advertir cuando se desarrollará una situación que requiera efectuar el acuartelamiento de las tropas, se establece un nuevo menú a partir del inicio del acuartelamiento. Este menú considera la siguiente distribución de los productos para una semana:

Tabla 3-23 Distribución de congelados para 7 días de acuartelamiento

Ejercicio	Días de la semana						
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Almuerzo	Vacuno	Carne molida	Pollo	Vacuno	Carne molida	Pavo	Pollo
Cena	Pollo	Pavo	Cerdo	Pavo	Cerdo	Vacuno	Vacuno

Fuente: Información obtenida en entrevista con cocinero de mayor Jerarquía y pauta de nutrición establecida.

Tabla 3-24 Cantidad de producto para 7 días de acuartelamiento

Producto	Cantidad alimento por persona para un ejercicio (grs)	Ejercicios por producto para 7 días	Dotación	Total Kg
Vacuno	125	3	114	57
Cerdo	125	2	114	29
Pavo	125	3	114	43
Carne molida	80	2	114	19

Fuente: Información obtenida en entrevista con maestre de viveres.

Para calcular la cantidad de Pollo se tiene lo siguiente:

- Pollo de 1,800 Kg se obtienen 8 porciones, por lo tanto:

Tabla 3-25 Cantidad de pollo para 7 días de acuartelamiento

Producto	Total de ejercicios para 7 días	Dotación	Total presas	Total unidades de pollo	Total de pollo en Kg
Pollo	3	114	342	48	87

Fuente: Información obtenida en entrevista con cocinero de mayor Jerarquía

Finalmente se estima la cantidad de productos necesarios para asegurar los ejercicios de desayuno y onces, para 114 personas según el siguiente detalle:

- De 1 unidad (UN) de pate 125 grs. se obtienen 8 porciones.
- De 1 unidad (UN) de mantequilla de 125 grs. se obtienen 18 porciones

Tabla 3-26 Distribución víveres congelados para desayuno y onces

Días de la semana	Desayuno		Onces	
	Pate (UN)	Mantequilla (UN)	Pate (UN)	Mantequilla (UN)
Día 1	15	-	-	7
Día 2	-	7	15	-
Día 3	15	-	-	7
Día 4	-	7	15	-
Día 5	15	-	-	7
Día 6	-	7	15	-
Día 7	15	-	-	7
	60	21	45	28
	Total	Pate (UN)	105	
		Mantequilla (UN)	49	

Fuente: Información obtenida en entrevista con maestro de víveres.

Es importante considerar, que el stock mínimo permitirá disponibilidad de los productos de forma permanente, asegurando alimentación para la dotación ante alguna catástrofe que impida realizar el retiro correspondiente desde la central de abastecimiento.

Para el registro de egresos semanales, se debe mantener un registro diario de egresos en un libro diseñado para tal fin.

3.6. COSTO DEL PROYECTO

A continuación, se detallan la equipos y materiales necesarios para el desarrollo del proyecto con su respectivo valor.

Tabla 3-27 Costo del proyecto

EQUIPOS, MATERIALES Y MANO DE OBRA		VALOR NETO
ITEM	I) EQUIPOS CONGELADORES	
I.1	Piso modular ISOPUR aislado de 100 mm de espesor, para cubrir 2930x2930mm.	\$ 89.970
I.2	Paneles modulares congelados ISOPUR de 150 mm de espesor, conductividad térmica 0,015 Kcal/hrs; densidad 40 Kg/ m ³ , de 2900x2930mm por pared (total de paredes 4) y techo de 2930x2900mm.	\$ 449.850
I.3	Puerta frigorífica tipo corredera para baja T°, de poliuretano, medidas 900x1900x100 mm de espesor, densidad 40 kg/ m ³ .	\$ 880.386
I.4	Compresor Maneurop,	\$ 555.345
I.5	Evaporador cubico horizontal acorde a capacidad del compresor.	\$ 928.800
I.6	Piso- perecibles ISOPUR aislado de 100 mm de espesor, para cubrir 2930x1750mm.	\$ 77.970

Fuente: Cotizacion empresa Surfrigo

Tabla 3-28 Costo del proyecto. (Continuación)

I.7	Paneles modulares para cámara mantención productos perecibles, conductividad térmica 0,025 kcal/ hora, de poliestireno expandido, 20kg/m ³ de densidad. habitación considera 2 paredes de 1750x2900mm, techo y piso de 2930x1750mm Paneles modulares perecibles	\$ 337.870
I.8	Puerta- perecibles medidas 900x1900x80mm de espesor, densidad de 38-40kg/ m ³ , poliuretano inyectado.	\$ 590.526
I.9	Unidad condensadora TECUMSEH/SIMILAR DE 2 A 4 HP.	\$ 1.345.648
I.10	Batería evaporadora HISPANIA, MODELO HEA 3002 23 4D, caudal de aire de 3600 m ³ .	\$ 405.700
II) ELEMENTOS VARIOS PARA MONTAJE		
II.1	Sistema de iluminación tipo Stanko (luz) día, con equipos fluorescentes de 2x 36 w c/u.	\$ 51.960
II.2	Molduras inferiores y exteriores de acero pre- pintado	\$ 31.959
II.3	Conjunto de canales de piso en acero pre- pintado para paneles de perímetro	\$ 11.520
II.4	Clavos de alto impacto para soportar uniones de piso	\$ 33.560
II.5	Ángulos verticales inferiores en acero pre- pintado	\$ 16.720
II.6	Ángulos horizontales interiores en acero pre- pintado	\$ 39.710
II.7	Tapacantos externo para unión de techo/perímetro, todo en poliuretano Impregnado	\$ 22.670
II.8	Sika poliuretano impregnado para sellar en uniones y juntas	\$ 24.760
II.9	Silicona blanca industrial.	\$ 16.140
III) SET DE ACCESORIOS DE REFRIGERACIÓN		
III.1	Estructura base para unidad condensadora	\$ 90.000
III.2	Anti- vibraciones	\$ 26.570
III.3	Válvula de expansión termostática	\$ 48.790
III.4	Válvula solenoide	\$ 37.650
III.5	Visor de liquido	\$ 10.580
III.6	Presostato de alta y baja presión	\$ 43.290
III.7	Filtro secador	\$ 9.750

Fuente: Cotización empresa Surfrigo

Tabla 3-29 Costo del proyecto. (Continuación)

III.8	Llave de paso	\$ 8.580
III.9	Acumulador de líquido y succión	\$ 33.540
III.10	Aislación para tramos de cañerías de Cobre (Cu) líquido y succión	\$ 34.400
III.11	Separador de aceite	\$ 22.670
III.12	Válvula reguladora de presión y succión	\$ 61.450
III.13	Capilares para presostatos	\$ 38.720
IV) TABLERO ELECTRICO DE COMANDOS AUTOMATICOS DE FUERZA Y CONTROL		
IV.1	Caja metálica protectora para circuito eléctrico	\$ 77.280
IV.2	Set de materiales eléctricos para la habilitación de la cámara	\$ 367.350
IV.3	Microprocesador de funciones, PLC programable	\$ 274.000
IV.4	Visor digital importado con lectura externa	\$ 30.000
IV.5	Relay térmico	\$ 8.970
IV.6	Termómetro incorporado	\$ 8.770
IV.7	Luces piloto indicadoras de función de unidad condensadora	\$ 53.450
IV.8	Interruptores automáticos monofásicos/trifásicos	\$ 35.000
IV.9	Contactores	\$ 60.000
IV.10	Protecciones eléctricas	\$ 27.980
IV.11	Protecciones generales	\$ 29.890
IV.12	Protecciones de electro ventiladores de evaporador	\$ 26.540
IV.13	Interruptores de electro ventiladores	\$ 15.430
IV.14	Calefactores del Evaporador	\$ 79.560
IV.15	Bandeja de desagüe	\$ 80.000
Sub total		\$ 7.551.274
V) MAMO DE OBRA		
V.1	Fabricación de dos cámaras frigoríficas	\$ 2.700.000
Sub total		\$ 2.700.000
Total		\$ 10.251.274

Fuente: Cotizacion empresa Surfrigo

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La etapa de conocimiento del departamento de abastecimiento de la ACANAV, fue indispensable para propiciar un buen inicio del proyecto, ya que permitió obtener una visión amplia sobre las características de la infraestructura, el recurso humano y la influencia de éstos en el desarrollo del proyecto.

Para la etapa del diagnóstico, se utilizaron dos herramientas técnicas, que en base a lo observado entregaron las causas más relevantes que ocasionaban la deficiencia en el abastecimiento de productos. Cabe mencionar que no solo se utilizó lo observado, sino que también las sugerencias que mediante entrevistas fueron realizadas con el personal que diariamente está inmerso en el proceso.

Por último, se desarrolla la solución, la cual muestra como fin principal mejorar la utilización del recurso material y humano destinado al abastecimiento de productos, a través de la implementación de dos cámaras frigoríficas y de un método de planificación para el abastecimiento de éstas, para lograr el fin principal anteriormente señalado se debió efectuar la corrección de errores de menor tamaño que no saltan a la vista fácilmente, pero provocan cierto grado de deficiencia en el desarrollo de las actividades asociados al abastecimiento y mantenimiento de los productos congelados y perecibles.

El desarrollo de este proyecto dentro de la ACANAV permitiría optimizar los recursos de este recinto, mejorando así la disponibilidad de productos en situaciones del día a día y en situaciones de catástrofe, donde por la naturaleza de la formación y compromiso con la ciudadanía la institución debe poner su infraestructura y dotación a disposición de ésta última por el tiempo que sea necesario.

Finalmente, si se evalúan los beneficios que este proyecto presenta, el costo de la implementación y la proyección e importancia de la ACANAV dentro de la institución, la viabilidad del proyecto es evidente.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE LA INFORMACIÓN

Administración de alimentación y medicamentos, agencia EE.UU. Tablas de almacenamiento en refrigeradores y congeladores.

BOHN. Manual de Ingeniería- Cálculos de refrigeración [en línea] www.bohn.com - [Manual de Ingeniería, Cálculos de refrigeración](#) [Consulta: noviembre 2018].

Manual de abastecimiento de la Academia de Guerra Naval.

Manual de mantenimiento de la Armada, Actualización Noviembre 2013.

Manual de requisitos y buenas prácticas de manufactura de alimentos - Departamento de salud- Dirección de sanidad de la Armada, Versión 1.0.

Manual de procedimientos de Abastecimiento, tratado N°3 "Del movimiento de víveres", Capítulos del 01 al 05.

Manual de víveres Servmad, "Servicios de Materiales del Alta Demanda"

Propiedades Térmicas de los Alimentos, proyecto I 1182- 8555, Facultad de Cs. Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile.

"Principios de refrigeración", Capítulo 10 Calculo de la carga de enfriamiento, Roy J. Dossat.

"Principios de refrigeración", Capítulo 10 Calculo de la carga de enfriamiento, Roy J. Dossat. Edición 1961.

Reglamento orgánico de la Academia de Guerra Naval- Aprobado por resolución D.E.A. Ord. N° 6415/11/22117 Vrs. del 23- DIC-2010).

"Refrigeración y Acondicionamiento de Aire", W.F.Stoecker, Capítulo 22, Calculo de la carga de enfriamiento.

"Transferencia de calor y masa" fundamentos y aplicación, Yunus A. Cengel - Afshin J. Ghajar, cuarta edición.

"Nueva Enciclopedia de la Climatización", Tomo REFRIGERACION, Juan Antonio Ramírez, Capítulo N°4 Calculo de necesidades Frigoríficas.

ANEXOS

ANEXO A: NORMA CHIENA 3241 OF 2011**NORMA CHILENA****NCh3241-2011****Buenas prácticas en sistemas de refrigeración y climatización****1 Alcance y campo de aplicación**

1.1 Esta norma establece los requisitos generales de buenas prácticas para el uso y manejo de los sistemas de refrigeración y climatización que usan fluidos refrigerantes, exceptuando los refrigerantes naturales.

1.2 Esta norma establece procedimientos de buenas prácticas para las operaciones de mantenimiento y reparación de equipos.

1.3 Esta norma establece procedimientos de buenas prácticas para la recuperación y reciclaje de refrigerantes.

1.4 Esta norma se aplica a los sistemas de refrigeración y climatización doméstico, comercial, industrial y de transporte, en sus distintas aplicaciones.

1.5 En la aplicación de esta norma se debe tener presente la optimización energética de los sistemas de refrigeración y su aplicación a la climatización.

2 Referencias normativas

Los documentos siguientes son indispensables para la aplicación de esta norma. Para referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para referencias sin fecha se aplica la última edición del documento referenciado (incluyendo cualquier enmienda).

NCh382.Of2004	<i>Sustancias peligrosas - Clasificación general.</i>
NCh2190.Of2003	<i>Transporte de sustancias peligrosas - Distintivos para identificación de riesgos.</i>
NCh2245.Of2003	<i>Sustancias químicas - Hojas de datos de seguridad - Requisitos.</i>

NCh3241

ISO 11650:1999	<i>Performance of Refrigerant Recovery and/or Recycling Equipment.</i>
ANSI/ASHRAE 34:2007	<i>Number Designation and Safety Classification of Refrigerants.</i>
ASME A 13.1:2007	<i>Scheme for the identification of piping systems.</i>
ASME B 31.5:2010	<i>Refrigeration Piping and Heat Transfer Components.</i>
ASTM E 681:2009	<i>Standard Test Method for Concentration Limits of Flammability of Chemicals (Vapors and Gases).</i>

NOTA EXPLICATIVA NACIONAL

La equivalencia de las Normas Internacionales y extranjeras señaladas anteriormente con Norma Chilena, y su grado de correspondencia es el siguiente:

Norma Internacional/extranjera	Norma nacional	Grado de correspondencia
ISO 11650:1999	No hay	-
ANSI/ASHRAE 34:2007	No hay	-
ASME A 13.1:2007	No hay	-
ASME B 31.5:2010	No hay	-
ASTM E 681:2009	No hay	-

3 Términos, definiciones y términos abreviados

3.1 Para los propósitos de esta norma se aplican los términos y definiciones siguientes:

3.1.1 capacidad nominal de enfriamiento: potencia térmica declarada por el fabricante del equipo para condiciones específicas

3.1.2 índice Concentración Máxima Admisible - Promedio Temporal Ponderado; índice CMA-PTP: concentración promedio temporal ponderado para una jornada normal de 8 h de trabajo y una semana promedio de 40 h, a la que casi todos los trabajadores se pueden ver expuestos reiteradamente, día tras día, sin recibir efectos nocivos

NOTA - Esta definición está reimpresa con el permiso de American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).

3.1.3 mezclas azeotrópicas¹⁾: mezcla de dos o más refrigerantes de diferente volatilidad, que cuando cambian de fase a presión constante, no cambian su composición volumétrica ni su temperatura de saturación. Su comportamiento es como el de un compuesto puro

NOTA - En ANSI/ASHRAE 34, se les designa con el número de serie R-500.

3.1.4 mezclas zeotrópicas (no azeotrópicas): mezcla de varios refrigerantes con diferentes características de volatilidad, que cuando cambian de fase a presión constante, cambian su composición volumétrica y sus temperaturas de saturación. Su comportamiento se desvía del que exhibe un compuesto puro

NOTA - En ANSI/ASHRAE 34 se les designa con el número de serie R-400.

1) PNUMA-1994.

3.1.5 reciclar: reducir los contaminantes en el uso de refrigerantes separando el aceite, removiendo no condensables y usando dispositivos tales como filtros secadores para reducir la humedad, acidez y partículas

[ISO 11650:1999]

3.1.6 reconversión: consiste en el cambio del tipo de refrigerante utilizado en un sistema o equipo de refrigeración o climatización. Incluye la extracción completa del refrigerante inicial desde el equipo, la modificación del sistema de refrigeración o climatización y la carga con un refrigerante equivalente

3.1.7 recuperación: consiste en la extracción del refrigerante desde el sistema o equipo de refrigeración o climatización hacia el cilindro de recuperación

3.1.8 refrigerante: todo fluido capaz de transferir energía calórica, a través del cambio de fase, absorbiendo calor a baja temperatura y presión, cediéndolo a temperatura y presión más elevada

3.1.9 regenerar: volver a procesar el refrigerante para alcanzar el estado de pureza mayor o igual que 95%

3.1.10 sistema de refrigeración por absorción: sistema en que la acción realizada por el refrigerante se procura por medios térmicos. Esto se logra habitualmente por un fluido absorbente que captura el refrigerante evaporado, reduciendo su volumen por cambio de fase, utilizando una bomba para elevar los fluidos combinados a la presión de condensación, destilando el refrigerante del fluido absorbente mediante el calor y enviando el vapor refrigerante fuera del condensador y haciendo volver el fluido absorbente al absorbedor

3.1.11 sistema de refrigeración por compresión: sistema en el que el gas o vapor refrigerante se comprime mediante un dispositivo mecánico

3.1.12 sobrecalentamiento: calor sensible absorbido por el refrigerante una vez que se ha evaporado y que se manifiesta en un aumento de su temperatura

3.1.13 subenfriamiento: calor sensible disipado por el refrigerante líquido y que se manifiesta en una disminución de su temperatura

3.1.14 termodeslizamiento: diferencia entre las temperaturas saturadas de los componentes refrigerantes en una mezcla zeotrópica

NCh3241

3.2 Términos abreviados

ANSI	American National Standard Institute.
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers.
CFC	Clorofluorocarbonos.
GWP	Global Warming Potential (Potencial de calentamiento global, PCG).
HCFC	Hidroclorofluorocarbonos.
HFC	Hidrofluorocarbonos.
PAO	Potencial de agotamiento de la capa de ozono.
PM	Protocolo de Montreal.
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
R&R	Recuperación y reciclaje.
SAO	Sustancias agotadoras de la capa de ozono.
TEWI	Total Equivalent Warming Impact (Impacto total equivalente de recalentamiento).
TR	Toneladas de refrigeración, unidad de potencia frigorífica equivalente a 3 024 kcal/h (3,5 kW)

4 Clasificación de los sistemas y equipos de refrigeración y climatización

Los sistemas y/o equipos que trabajan con refrigerantes por compresión de vapor, se pueden clasificar de acuerdo a diversos criterios, siendo algunos de ellos los siguientes.

4.1 Según su aplicación

4.1.1 Climatización doméstica y comercial

Climatización destinada a proporcionar confort humano en espacios tales como: viviendas, oficinas, cines, centros comerciales y otros.

4.1.2 Climatización industrial

Climatización destinada a crear condiciones climáticas específicas requeridas por un proceso, tales como: laboratorios, pabellón de cirugía, centro de datos, procesos industriales, salas eléctricas y/o de telecomunicaciones, y otros.

4.1.3 Climatización para transporte

Climatización destinada al confort humano en vehículos de transporte terrestre, marítimo y aéreo.

4.1.4 Refrigeración doméstica y comercial

Los sistemas y/o equipos de esta categoría se utilizan para mantener la temperatura de productos frescos y bebestibles, así como para almacenar productos congelados, tales como: refrigeradores, bebederos, vitrinas refrigeradas, heladeras, máquinas de hielo y otros.

4.1.5 Refrigeración industrial

Los sistemas y/o equipos de esta categoría están destinados a procesos industriales de alimentos, de la industria química e industria del plástico, del vino, y otros, y al bodegaje, mediante cámaras frigoríficas, plantas frigoríficas, procesadoras de alimentos, mataderos, entre otros.

4.1.6 Refrigeración para transportes

Los sistemas y/o equipos de esta categoría están destinados a preservar la cadena de frío y temperaturas de proceso y se utilizan en vehículos refrigerados, contenedores, transporte marítimo y otros.

4.2 Según el medio utilizado para la condensación**4.2.1 Condensados por aire**

Equipos compactados y equipos divididos o splits donde la condensación del refrigerante se realiza a expensas del intercambio de calor con un flujo de aire de menor temperatura.

4.2.2 Condensados por agua

Equipos compactados y equipos divididos o splits donde la condensación del refrigerante se realiza a expensas del intercambio de calor con un flujo de agua de menor temperatura.

4.2.3 Condensados por otros medios

Equipos que utilizan otros medios para la condensación del refrigerante (geotérmica, solución glicolada, otros).

4.3 Según su temperatura de evaporación**4.3.1 Alta temperatura**

Entre 0°C y +13°C.

4.3.2 Media temperatura

Entre -15°C y +0°C.

4.3.3 Baja temperatura

Menor que -15°C.

NCh3241

5 Clasificación de los refrigerantes de acuerdo a su seguridad y su impacto ambiental

5.1 Generalidades

Los peligros que presentan los refrigerantes derivan de sus características físicas y químicas, así como de la presión y temperatura existentes en los sistemas de refrigeración y climatización, las cuales pueden causar daños corporales o materiales debido a:

- ruptura de una pieza o una explosión que conlleve el riesgo de expulsar trozos de metal o derrumbamiento de la estructura;
- escape de refrigerante por rotura, fuga u operación incorrecta;
- incendio ocasionado o intensificado por la combustión o la deflagración de un aceite o de un refrigerante;
- refrigerantes más pesados que el aire en sitios poco ventilados, causando asfixia;
- efecto narcótico o la sensibilidad cardíaca de las personas a estos productos;
- efectos tóxicos de los vapores o productos de descomposición, resultado del contacto de los productos con llamas o superficies calientes;
- efectos corrosivos en los ojos, la piel y otros tejidos humanos;
- congelación de los tejidos humanos, por contacto con otro líquido.

En un sistema de refrigeración y climatización los refrigerantes se encontrarán en fase líquida y gaseosa, siendo de mayor riesgo su manipulación en estado líquido. En su transporte los refrigerantes se deben manipular como líquidos a alta presión.

5.2 Clasificación

Los refrigerantes se clasifican en grupos de acuerdo a su seguridad (ver ANSI/ASHRAE 34:2007), con dos caracteres alfanuméricos (por ejemplo A2, B1) siguiendo los criterios siguientes:

5.2.1 Según su toxicidad

Se clasifican en dos categorías, A o B, basadas en el grado de exposición permisible:

Clase A - Agrupa los refrigerantes que no tienen toxicidad en concentraciones menores o iguales que 400 ppm en volumen, según el índice CMA-PTP.

Clase B - Agrupa los refrigerantes para los cuales se han encontrado pruebas de toxicidad en concentraciones menores que 400 ppm en volumen, según el índice CMA-PTP.

5.2.2 Según su inflamabilidad

Sobre esta base los refrigerantes se pueden clasificar en tres categorías, 1, 2 ó 3, según las pruebas de clasificación realizadas de acuerdo a ASTM E 681:2009.

Clase 1 - Comprende los refrigerantes que no propagan la llama cuando se les somete a pruebas en aire, a 100°C y 101,3 kPa.

Clase 2 - Comprende los refrigerantes que presentan un Límite Inferior de Inflamabilidad (LII) mayor que 0,1 kg/m³ cuando se les somete a pruebas en aire, a 100°C y 101,3 kPa, y un calor de combustión menor que 19 000 kJ/kg.

Clase 3 - Comprende los refrigerantes muy inflamables según se define por su LII menor o igual que 0,1 kg/m³ cuando se les somete a pruebas en aire a 100°C y 101,3 kPa, y un calor de combustión mayor o igual que 19 000 kJ/kg

Diagrama matricial del sistema de clasificación según el grupo de seguridad



Figura 1 - Clasificación de los refrigerantes de acuerdo a su seguridad

NOTA - Para clasificación de refrigerantes, ver Anexo A.

5.2.3 Según su impacto a la capa de ozono

- Refrigerante SAO: refrigerante que tiene un Potencial de Agotamiento de la Capa de Ozono (PAO) mayor a cero.
- Refrigerante no SAO: refrigerante que tiene un nulo Potencial de Agotamiento de la Capa de Ozono.

NOTA - Ver en Anexo A el PAO para cada uno de los refrigerantes, el cual además, incluye el potencial de calentamiento global (PCG) para cada uno de ellos.

NCh3241

5.2.4 Según sus compuestos químicos

- Clorofluorocarbonos (CFCs): También denominados CFCs o freones, son refrigerantes derivados de los hidrocarburos saturados obtenidos mediante la sustitución de átomos de hidrógeno por átomos de flúor y/o cloro.

NOTA - Están controlados por el Protocolo de Montreal y los más comunes son el R-11 (CFC-11) y R-12 (CFC-12).

- Hidroclorofluorocarbonos (HCFCs): Son refrigerantes derivados de los CFCs, formados por hidrógeno, cloro, flúor y carbono.

NOTA - El Protocolo de Montreal los clasifica en Anexo C, Grupo 1 y los más comunes son el R-22 (HCFC-22) y el R-141b (HCFC-141b).

- Mezclas de refrigerantes que contienen CFCs o HCFCs: Algunos de ellos son el R-502 (R-22 y R-115); el R-406A (R-22, R-600a y R-142b).
- Hidrofluorocarbonos (HFCs) y mezclas de HFC: Son sustancias químicas que contienen hidrocarburos en los que algunos de los átomos de hidrógeno, pero no todos, han sido reemplazados por flúor. Estas sustancias no tienen potencial agotador de la capa de ozono, sin embargo, sí presentan un potencial de calentamiento global. Algunos de ellos son R-134a (HFC-134a), R-404A (R-125, R-143a, R-134a); R-410A (R-32, R-125), R-507A (R-125, R-143a).
- Refrigerantes sin halógenos: Existen refrigerantes que no contienen átomos de flúor y/o cloro, que también se les denomina como refrigerantes naturales. Esos refrigerantes, no tienen potencial agotador de la capa de ozono, ni de calentamiento global. Algunos ejemplos de ellos son el amoníaco (R-717), isobutano (R-600a) y butano (R-600).

5.3 Transporte de refrigerantes

En el transporte terrestre de refrigerantes, se debe dar cumplimiento a lo establecido en NCh2190 y NCh2245, y las disposiciones establecidas por la Autoridad Competente.

La clase de riesgo asociada al transporte de refrigerantes se establece en NCh382.Of2004 como Clase 2 (2.1 Gases inflamables y 2.2 Gases no inflamables, no tóxicos).

6 Seguridad de las instalaciones del sistema

6.1 Provisiones de servicio

Todos los componentes del sistema de refrigeración o climatización que puedan requerir reparación o mantenimiento deben tener un acceso seguro.

Todo sistema de refrigeración o climatización debe tener dispositivos que permitan manejar sin riesgo para las personas y el medio ambiente, la carga de refrigerante en caso de reparación o mantenimiento. Para tal efecto se requieren válvulas de cierre correctamente ubicadas, válvulas que permitan transferir el líquido, tanques para almacenar el refrigerante y las conexiones de salida para su extracción.

Los sistemas que contengan más de 3 kg de refrigerante (excepto, si es del Grupo A1) y que empleen compresores volumétricos, deben tener válvulas instaladas en las ubicaciones siguientes:

- a) En el punto de succión de cada compresor o unidad condensadora.
- b) En el punto de descarga de cada compresor o unidad condensadora.
- c) En la salida de refrigerante en fase líquida.

Los sistemas que contengan más de 50 kg de refrigerante y que empleen compresores volumétricos o los sistemas provistos de un recipiente con bomba de salida para almacenar la carga de refrigerante, o los sistemas autónomos, deben tener válvulas instaladas en las ubicaciones siguientes:

- a) En el punto de succión de cada compresor o unidad condensadora.
- b) En el punto de descarga de cada compresor o unidad condensadora.
- c) En la entrada de todo recipiente que contenga líquido, excepto si se trata de un sistema autocontenido o individual o si el recipiente es parte integral del condensador o de la unidad de condensación.
- d) En el punto de salida de refrigerante en fase líquida.
- e) En el punto de entrada y salida de los condensadores, si el sistema emplea más de un condensador en paralelo.

NOTAS

- 1) Compresores volumétricos o de desplazamiento positivo, son compresores en los cuales el aumento de presión se logra cambiando el volumen interno de la cámara de compresión.
- 2) Compresores no volumétricos o de desplazamiento no positivo, son compresores en los cuales el aumento de presión de vapor se logra sin cambiar el volumen interno de la cámara de compresión.

6.2 Controladores de presión

Los controladores de presión se deben instalar en todos los sistemas que funcionan a una presión superior a la atmosférica, excepto si se trata de un sistema sellado de fábrica que contenga menos de 10 kg de refrigerante del Grupo A1, reconocido por un laboratorio homologado y debidamente rotulado.

6.3 Dispositivos de seguridad

Se definen como válvulas que abren, o piezas que se rompen automáticamente para aliviar la presión, cuando éstas han alcanzado un nivel excesivo por sobre la presión de diseño del circuito, independiente de su temperatura.

Todo sistema de refrigeración o climatización debe estar protegido por un dispositivo de seguridad o por otro mecanismo que permita reducir sin peligro la presión causada por el fuego o por cualquier otra situación inesperada.

NCh3241

Todos los recipientes presurizados deben cumplir los requisitos de la Sección VIII de ASME Boiler and Pressure Vessel Code.

Cuando se requiera que un compresor volumétrico esté equipado con una válvula de cierre en la conexión de descarga, dicho compresor también debe estar equipado con un dispositivo de seguridad del tamaño y la graduación pertinente, según sea especificado por el fabricante, a fin de evitar la ruptura del compresor o de cualquier componente situado entre éste y la válvula de cierre del lado de descarga. El dispositivo de seguridad debe descargar en la sección de baja presión del sistema.

Las descargas de las válvulas de descompresión y los fusibles de todo sistema que contenga refrigerante de los Grupos A3 y B3, o más de 3 kg de refrigerante de los Grupos A2, B1 o B2, o más de 50 kg de refrigerante del Grupo A1, deben ser descargadas a la atmósfera en un sitio que esté a no menos de 4,5 m por sobre el terreno aledaño y a no menos de 6 m de cualquier ventana, abertura de ventilación o salida de un edificio.

6.4 Consideraciones generales**6.4.1 Acciones a seguir**

El responsable de un sistema de refrigeración y/o climatización, debe asegurar la implementación de un diagrama de flujo o esquema, en el cual se indiquen las instrucciones de uso del sistema. Este diagrama de flujo debe estar en un lugar visible para el personal que opera la instalación.

Colocar en un panel visible, situado lo más cerca del compresor, el procedimiento de paro de emergencia, y específicamente, las precauciones que se deben considerar en caso de avería o fuga del refrigerante. Estas precauciones deben incluir:

- instrucciones de paro del sistema en caso de emergencia;
- nombre, dirección, números de teléfono de disponibilidad correspondiente de un técnico con competencia para resolver la emergencia;
- nombre, dirección y número de teléfono del servicio de bomberos competente, y las instrucciones que permitan informar, lo antes posible, al mencionado servicio en caso de incendio;
- en las salas de máquinas, el procedimiento de paro de emergencia se tiene que colocar fuera del recinto, justo al lado de cada puerta;
- instalar, si aplica, al menos un aparato de respiración autónoma, fuera pero próxima a la sala de máquinas.

6.4.2 Acciones no permitidas

Sobrepasar la carga límite de los contenedores de refrigerante, tanques, tambores, unidades de recuperación, recipientes, otros.

Superar la presión recomendada por el fabricante o la que se aplica habitualmente en las pruebas de resistencia del sistema, para detectar posibles fugas.

Rellenar los cilindros desechables.

Utilizar una llama cerca de un sistema frigorífico cuyo refrigerante no se ha evacuado totalmente.

Intentar dar servicio a un equipo si se carece de la capacitación y de la implementación y herramientas y equipos pertinentes para manipular el refrigerante con seguridad.

Manipular refrigerantes en un sitio cerrado y sin ventilación.

Soplar tuberías con aire u oxígeno para retirar residuos de soldadura, limaduras y demás impurezas, ya que se puede contaminar el sistema o causar una explosión. Se debe utilizar únicamente nitrógeno seco.

Usar aire u oxígeno para aumentar la presión de un sistema de refrigeración o climatización, o sus tuberías. Se debe utilizar únicamente nitrógeno seco.

7 Instalación y operación de sistemas y equipos de refrigeración y climatización

7.1 Requisitos técnicos de los operadores, instaladores y mantenedores de sistemas de refrigeración y climatización

7.1.1 El operador de sistemas de refrigeración y climatización debe tener una capacitación formal básica de parte del instalador y mantenedor del equipo que va a operar.

7.1.2 El instalador y mantenedor de sistemas y equipos de refrigeración y climatización debe:

- Tener conocimientos técnicos de sistemas y equipos de refrigeración y climatización.
- Tener la experticia técnica y práctica que les permita reconocer la forma, funcionamiento, características de todos los componentes de una instalación y las fallas asociadas.
- Tener conocimientos de normas de almacenamiento, manipulación, transporte de refrigerantes y de seguridad.

NCh3241

- Tener dominio de funcionamiento o ajuste de controles automáticos de operación y seguridad, y de manejo de equipos de medición.
- Tener conocimientos de primeros auxilios.

7.2 Calificación de los instaladores y mantenedores de sistemas y equipos de refrigeración y climatización

- A - Instaladores y/o mantenedores en sistemas y equipos de refrigeración doméstico y comercial hasta 50 kW (43 000 kcal/h - aprox. 14,2 TR).
- B - Instaladores y/o mantenedores en sistemas y equipos de refrigeración industrial mayores que 50 kW (43 000 kcal/h - aprox. 14,2 TR).
- C - Instaladores y/o mantenedores en sistemas y equipos de climatización doméstico y comercial hasta 100 kW (86 000 kcal/h - aprox. 28,4 TR).
- D - Instaladores y/o mantenedores en sistemas y equipos de climatización industrial mayores que 100 kW (86 000 kcal/h - aprox. 28,4 TR).

7.3 Conocimiento de una instalación

Cuando el mantenedor de sistemas o equipos de refrigeración y climatización deba revisar o intervenir una instalación desconocida, debe estudiar previamente la distribución de cañerías, sus componentes, equipos y controles, de manera de interiorizarse cabalmente del sistema y el criterio con la que fue proyectada.

Para la revisión del estado de funcionamiento de una instalación se deben usar instrumentos de medición debidamente calibrados, de rango apropiado para el sistema a revisar. Entre otros se pueden mencionar manómetros, termómetros, voltímetros, amperímetros y balanzas.

La instalación debe contar con planos, catálogos de componentes, instrucciones de operación y mantenimiento del sistema.

En toda inspección de una instalación se debe usar los elementos de protección personal pertinentes, las herramientas correctas para la aplicación y los procedimientos de seguridad correspondientes, para así evitar daños a las personas y a las instalaciones.

7.4 Mantenimiento, detección de fugas y fugas**7.4.1 Mantenimiento**

Para toda operación de mantenimiento se debe contar con los instrumentos, herramientas y equipos necesarios para realizar una reparación correcta y segura, los cuales deben estar en buen estado de mantenimiento y operación.

Durante la operación o mantenimiento se deben emplear siempre medidas de seguridad y conservación de los refrigerantes.

Se debe realizar el corte de tuberías con corta tubos, evitando utilizar la sierra que contamina con material particulado.

Al intervenir un equipo o sistema que se presume contaminado, se debe recuperar el refrigerante, rotularlo como contaminado y recuperar el aceite.

Para la presurización de los sistemas y para la calibración previa de los dispositivos de control, se debe usar gas inerte seco, como el nitrógeno, no utilizar refrigerantes.

7.4.2 Detección de fugas

Para la detección de fugas de sistemas nuevos, se debe utilizar el procedimiento de presurización con nitrógeno y revisión con solución espumosa. No utilizar refrigerantes, pues éstos dañan el medioambiente.

Para la detección de fugas en sistemas en uso, se recomienda utilizar los procedimientos de acuerdo a la priorización siguiente:

- inspección visual de huella de aceite;
- uso de detector electrónico de fugas;
- uso de solución espumosa;
- presurización con nitrógeno seco y revisión con solución espumosa;
- incorporación de trazador en el aceite y búsqueda con luz ultravioleta.

7.4.3 Fugas

En el caso de fuga se debe recuperar el refrigerante, que resta en el sistema, en el depósito propio o en uno externo y luego eliminar la fuga.

Procurar que no se evacue refrigerante al medioambiente, para lo cual se debe cerrar inmediatamente todas las válvulas de servicio con las que cuente el circuito de refrigeración, incluso antes de realizar el procedimiento de búsqueda de la fuga.

Una manera eficaz de evitar la eliminación del refrigerante del sistema al medioambiente, se logra mediante el equipo de recuperación que permite recuperar el refrigerante del sistema de cilindros de recuperación especialmente diseñados para ese efecto.

El refrigerante contaminado debe ser evacuado del sistema mediante un equipo de recuperación, rotulando claramente en los depósitos el tipo de refrigerante y su condición, para luego analizar su grado de contaminación y su posible recuperación mediante un sistema de reciclado y filtrado. Asimismo, el lubricante del circuito se debe evacuar y depositar en recipientes diseñados para tal fin, rotularlo como lubricante contaminado, todo ello para evitar su uso accidental. La disposición final de esos residuos, se debe realizar de acuerdo a la normativa vigente.

NCh3241

7.5 Limpieza del circuito frigorífico contaminado

El circuito de refrigeración contaminado se debe limpiar completamente, abordando aspectos como la limpieza del cárter del compresor, destapándolo para ello. También, se debe limpiar interiormente el estanque acumulador de aceite, el separador de aceite, el colector del evaporador y el acumulador de succión, así como también, cualquier otro sector de la instalación en el cual exista alguna trampa o sifón de acumulación de aceite en la línea de succión, para evitar que una nueva carga de refrigerante y aceite se puedan contaminar y degradar, producto de los residuos acumulados por una falla anterior. En el caso de los compresores semiherméticos y abiertos, es muy importante realizar una limpieza profunda al filtro malla de la bomba de aceite ubicada en el cárter, si el equipo está equipado con bomba de aceite.

Para los circuitos de refrigeración que usan compresores herméticos, a los que no se les puede hacer cambio de aceite, es necesario realizar un proceso de barrido del circuito mediante presión de nitrógeno con el objeto de extraer el lubricante contaminado.

Luego de la limpieza realizada se debe agregar en caso necesario un filtro de succión que capte el residual de acidez que pudiera haber quedado en el sistema, aspecto de gran importancia cuando se trata de sistemas motocompresores sellados y semiherméticos, pues la acidez ataca los barnices del embobinado, pudiendo ocasionar nuevas fallas en breve tiempo.

Proceder a rearmar con prolijidad el circuito de refrigeración, incorporando algunos accesorios que pudieran facilitar el posterior servicio (por ejemplo, válvulas de servicio) y verificar la hermeticidad del circuito mediante alta presión de nitrógeno.

Cargar con aceite el sistema, evitando el sobrellenado. Utilizar la indicación de nivel del visor, si el compresor lo tuviera o mediante el procedimiento de carga por volumen, según las especificaciones del fabricante. Este procedimiento se debe realizar de manera rápida, especialmente si el lubricante es del tipo POE (poliolester), dado que los lubricantes de refrigeración son altamente higroscópicos, vale decir, absorben con mucha facilidad y rapidez la humedad del ambiente.

Realizar el vacío al circuito de refrigeración utilizando una bomba de vacío de doble etapa o con el procedimiento de triple vacío, logrando al menos 250 micras u otro valor de vacío de acuerdo a lo especificado por el fabricante del equipamiento.

Cargar el refrigerante del sistema hasta una presión ligeramente superior a la presión atmosférica, en este momento reemplazar el filtro secador del circuito, y luego continuar con el proceso de carga de refrigerante. En el caso de carga con refrigerantes de mezclas zeotrópicas (refrigerantes de la serie R-4XX), realizar siempre la carga en fase líquida.

Verificar el correcto funcionamiento del calefactor de cárter, si lo tuviera y precalentar durante algunas horas. Poner en marcha el sistema de refrigeración y/o climatización, y completar la carga de refrigerante del sistema mediante el procedimiento o la utilización de diagramas o tablas de presión y temperatura de saturación, con el árbol de carga y termómetros pertinentes, según el sistema o mediante el procedimiento de pesaje de la

carga, si existen antecedentes concretos sobre la cantidad de refrigerante del circuito. También es factible realizar la carga de refrigerante del sistema, mediante el sistema verificación del nivel del visor de la línea de líquido, el cual debe estar lleno o con escasa burbuja. Es importante no sobrecargar un sistema de refrigeración y/o climatización, puesto que esto puede provocar el trabajo del mismo con presiones elevadas.

Logradas las temperaturas finales, es conveniente verificar los ajustes de los elementos de control de flujo, como válvulas de expansión y los ajustes de los dispositivos de control y protección, como presostatos, termostatos y protecciones de sobreconsumo eléctrico, realizando el registro de los parámetros finales de operación para un correcto control y seguimiento posterior.

Para los circuitos con compresores a los cuales se les puede realizar cambio de aceite, después de la puesta en marcha del sistema, se debe limpiar el circuito de refrigeración contaminado mediante cambios de aceite sucesivos después de algunas horas o días, hasta que el aceite que se extraiga del circuito sea transparente, incoloro y sin olor.

No se deben mezclar distintos tipos de aceite ni distintos tipos de refrigerante.

Adicionalmente es importante considerar la posibilidad de instalar un calefactor de cárter al compresor, reduciendo así, en la partida, la concentración de refrigerante disuelto en el aceite en el cárter del compresor, sobre todo en las detecciones prolongadas de los equipos o sistemas.

También es importante que, en el caso de tener sistema de deshielos, éstos se efectúen de manera oportuna, a fin de evitar bloqueos que afecten la transferencia de calor y hagan bajar las presiones de trabajo por debajo de los niveles aceptados por los fabricantes de los compresores, afectando claramente la vida útil de ellos. Consecuentemente es muy importante revisar aspectos tales como, el correcto sellado del recinto a enfriar, con puertas que cierren herméticamente para evitar el ingreso de aire externo de mayor temperatura que contiene humedad ambiental.

7.6 Inspección y mantenimiento preventivo

La inspección preventiva repercute en la rentabilidad de las instalaciones más vulnerables, como el transporte refrigerado, y las instalaciones industriales y comerciales mayores, cuya interrupción, aunque breve, puede causar grandes pérdidas.

También es importante la revisión de los sistemas menores. El usuario mismo puede verificar los elementos sensibles para evitar problemas posteriores. La detección temprana de fallas o defectos menores resultará de gran beneficio y menor inversión a largo plazo.

7.6.1 Acciones a seguir

Establecer un calendario de mantenimiento preventivo y de verificación sistemática de fugas, que asegure la regularidad del examen y el servicio del sistema. Establecer un examen frecuente para evitar interrupciones inesperadas del funcionamiento habitual.

NCh3241

Seguir las instrucciones del fabricante sobre mantenimiento preventivo y consultarle directamente, si es posible y necesario.

Verificar los parámetros operativos y el rendimiento del sistema en uso, antes de comenzar el mantenimiento y una vez terminado, verificando al menos, temperaturas, presiones de evaporación y condensación, y consumos eléctricos.

Inspeccionar siempre fugas potenciales y otros daños frecuentes (carga de aceite y refrigerante, parámetros de operatividad, fallas mecánicas, deterioro por el tiempo, restos de aceite, otros), según lo que se indica en 7.4.

Observar posibles vibraciones anormales del sistema (fricción entre tuberías y soportes).

Comprobar regularmente las condiciones de funcionamiento y el rendimiento del sistema.

Conectar una vez por semana las bombas de aceite auxiliares para mantener lubricado el interior de los retenes mecánicos, los cojinetes y las prensaestopas, de modo que estén preparadas para una emergencia. En caso contrario, inspeccionar y lubricar cada elemento antes de conectar el sistema.

Después del servicio, reponer y ajustar las tapas protectoras de todas las válvulas, incluidas las de los filtros y secadores, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Seguir el procedimiento estipulado de detección de fugas, tales como una prueba de succión corriente, sirviéndose siempre de herramientas y equipos diseñados para tal fin.

Utilizar el método de las burbujas con nitrógeno seco para las pruebas de fuga.

Instalar sistemas de detección permanente de fugas, situando los sensores en las zonas pertinentes.

Recopilar los resultados de las inspecciones, de manera que sirvan para tomar medidas preventivas, tal como programar las operaciones de mantenimiento más importantes. Mantener un registro actualizado con los resultados de las inspecciones.

7.6.2 Acciones no permitidas

Proceder al mantenimiento de un sistema, sin antes comprobar el tipo de aceite y de refrigerante que contiene.

Añadir aceite lubricante a un sistema sin averiguar qué clase de lubricante usa y el grado de acidez del sistema.

Reponer repetidamente o puentear elementos de seguridad como presostatos, relés térmicos u otros.

NOTA - Al actuar un elemento de seguridad se debe investigar para detectar y subsanar el problema que lo causa.

Rellenar completamente un sistema con cualquier refrigerante sin comprobar antes posibles fugas o visualizar manchas de aceite.

NCh3241

Recargar un sistema de refrigeración y/o climatización, cuando existan dudas sobre su resistencia a las presiones de trabajo y reposo.

Abrir una sección del sistema donde exista refrigerante, si no es indispensable. En caso de efectuarlo, antes de abrir, aislar los componentes que requieren servicio y evacuar previamente los refrigerantes.

Usar cualquier refrigerante como gas de comprobación en una prueba de detección de fuga.

Poner en funcionamiento un equipo con alguna fuga, sin determinar y rectificar primero el origen del problema.

Enfriar cojinetes, partes de ensamblajes o enfriamiento de piezas o motores, rociándolos directamente con un refrigerante.

Utilizar herramientas metálicas o punzantes para retirar el hielo del evaporador o de los compartimentos de congelación.

Usar el condensador como secador, ya que repercute en la correcta transferencia de calor.

Conectar el compresor inmediatamente después de un corte de corriente.

Intervenir el tablero de control y/o de fuerza en un equipo de refrigeración, sin antes cortar el suministro de energía.

Calentar con fuego directo cilindros o recipientes con refrigerante para aumentar su presión, bajo ninguna circunstancia.

8 Prácticas de recuperación y reciclaje

La retención del refrigerante durante las operaciones de servicio y reparación, y su posterior reutilización, reciclaje o regeneración, es un método muy eficaz para reducir al mínimo las emisiones y bajar la adquisición de cualquier refrigerante.

Al abordar un procedimiento de recuperación, reciclaje y regeneración, se debe contar con las herramientas y equipos necesarios para una manipulación adecuada y segura, además de los contenedores aprobados para tal operación.

Siempre se debe rotular correctamente el contenedor o recipiente de los refrigerantes, indicando claramente el tipo de refrigerante y su estado de contaminación o impureza, para evitar un uso accidental.

Para transferir el refrigerante de un contenedor a otro por diferencia de presión, es necesario que exista una diferencia de temperatura entre el sistema o depósito del cual se va extraer el refrigerante y el sistema o depósito al cual se va a transferir, debiendo tener este último una temperatura menor. El refrigerante residual del sistema o depósito de origen, se debe retirar mediante un equipo de recuperación, teniendo siempre presente evitar el sobrellenado del sistema o depósito receptor del refrigerante.

NCh3241

Para transferir el refrigerante a otro contenedor por medio de un equipo de recuperación y/o recuperación y reciclaje, se requiere de máxima precaución debido al riesgo de sobrellenado, por lo que el depósito receptor se debe pesar constantemente o debe contar con un interruptor de nivel. También es importante monitorear constantemente la presión del depósito receptor y su temperatura, ya que se trata de refrigerante sobrecalentado. En el caso de equipo de recuperación y reciclaje, se debe tener presente que estos equipos cuentan con un separador de aceite y de que dicho aceite se debe extraer y rotular como contaminado. (Ver cláusula 11).

8.1 Acciones a seguir

Si los cilindros se rellenan con una mezcla de refrigerante y aceite, evitar superar el límite volumétrico de seguridad, ya que la densidad de la mezcla es inferior a la del refrigerante solo.

Almacenar los cilindros en posición vertical y segura, en una zona bien ventilada, alejados de fuentes directas de calor o sustancias inflamables.

Inspeccionar los cilindros que almacenan refrigerantes para que no tengan fugas y asegurarse que las empaquetaduras de las tapas sean seguras.

Inspeccionar los contenedores de refrigerantes después de su uso, por si hubiera señales de corrosión; si provienen de terceros, recomendarles que lo verifiquen.

La manipulación, transporte y almacenamiento de refrigerantes nuevos, usados, contaminados y reciclados se debe realizar bajo condiciones seguras.

8.2 Acciones no permitidas

Liberar refrigerantes a la atmósfera.

Manipular los refrigerantes mediante métodos distintos a los establecidos para recuperación y reciclaje, regeneración, reutilización, almacenamiento o destrucción.

Exceder la presión máxima de operación o la capacidad indicada en el cilindro del refrigerante.

Mezclar refrigerantes de distinto tipo.

9 Procedimientos de reconversión

Se debe analizar la posibilidad de reconversión de los sistemas que contienen refrigerantes SAOs. En la medida que sea técnica y económicamente factible, se debe cambiar a un refrigerante con nulo PAO, bajo GWP y alta eficiencia energética. En los casos en que no exista una alternativa técnica y económicamente factible de implementar, se debe optar por las alternativas de reconversión de bajo potencial de agotamiento de la capa de ozono.

Es de suma importancia analizar las características de operación del sistema a reconvertir, analizando sus temperaturas de trabajo y las características técnicas de sus componentes, siendo relevante respetar los parámetros y rangos de operación definidos por los fabricantes para cada compresor, los cuales se deben mantener estrictamente para lograr una adecuada vida útil del compresor y una operación confiable y segura del sistema de refrigeración y/o climatización a reconvertir.

9.1 Reconversión a refrigerantes HCFC

Este tipo de reconversión es la menos compleja, pues el lubricante que se utiliza sigue siendo lubricante mineral, por lo que no es necesario realizar una limpieza profunda al interior del sistema.

Para realizar una reconversión de refrigerantes CFC a refrigerante HCFC se deben seguir al menos los pasos siguientes:

- Poner en marcha el sistema, verificar los parámetros operativos y el rendimiento del sistema en uso, antes de comenzar la reconversión.
- Emplear siempre medidas de seguridad y conservación de los refrigerantes.
- Contar con las herramientas y equipos necesarios para una adecuada y segura manipulación.
- Acumular el refrigerante CFC en su estanque acumulador de líquido.
- Evacuar refrigerante CFC del sistema utilizando los procedimientos de recuperación y reciclaje indicados en cláusula 8.
- Cambiar filtro deshidratador de la línea de líquido.
- Cambiar el aceite del compresor, limpiar el filtro de aspiración de la bomba de aceite y si el tipo de compresor lo permite, limpiar su cárter. Utilizar gas inerte seco, como nitrógeno, para la presurización de los sistemas y para la calibración previa de los dispositivos de control.
- Al cambiar de refrigerante, se debe seleccionar la válvula de expansión de acuerdo a las nuevas condiciones de trabajo.
- Si en la reconversión varían los rendimientos, probablemente sea necesario incorporar algún componente corrector de la condición de trabajo, tal como la válvula de arranque o reguladora de presión de cárter, con el fin de limitar la presión de alta. Estos y otros accesorios deben ser definidos antes del proceso de reconversión, de acuerdo a los catálogos de los fabricantes y, de ser necesario, deben ser instalados para garantizar una operación segura y confiable.
- Luego de intervenir el compresor y cambiar la válvula de expansión y la eventual incorporación de válvulas reguladoras de flujo adicionales, se debe proceder a rearmar con prolijidad el circuito de refrigeración, incorporando eventualmente algunos

NCh3241

accesorios que pudieran facilitar el posterior servicio y probar la hermeticidad del circuito mediante alta presión de nitrógeno, verificando, si es posible, que la presión no varíe durante un período de 24 h.

- Cargar de aceite del sistema, evitando el sobrellenado. Para ello se debe utilizar la indicación de nivel del visor, si el compresor lo tiene, o mediante el procedimiento de carga por volumen según las especificaciones del fabricante del compresor. Este procedimiento se debe realizar de manera rápida, ya que los lubricantes de refrigeración son altamente higroscópicos, esto es, absorben con mucha facilidad y rapidez la humedad ambiental.
- Realizar el vacío al circuito de refrigeración utilizando una bomba de vacío de doble etapa o con el procedimiento de triple vacío, logrando al menos 250 micras u otro valor de vacío de acuerdo a lo especificado por el fabricante del equipamiento.
- Cargar el refrigerante HCFC al sistema hasta una presión ligeramente superior a la presión atmosférica, reemplazando en este momento el filtro secador del circuito y luego continuar con el proceso de carga de refrigerante.
- Verificar el correcto funcionamiento del calefactor de cárter, si lo tuviera. Poner en marcha el sistema de refrigeración y/o climatización, y completar la carga de refrigerante del sistema mediante el procedimiento o la utilización de diagramas o tablas de presión y temperatura de saturación, con el árbol de carga y termómetros pertinentes, según el sistema o mediante el procedimiento de pesaje de la carga, si existen antecedentes concretos sobre la cantidad de refrigerante del circuito. También es factible realizar la carga de refrigerante del sistema, mediante el sistema verificación del nivel del visor de la línea de líquido, el cual debe estar lleno o con escasa burbuja. Es importante no sobrecargar un sistema de refrigeración y/o climatización, puesto que esto puede provocar el trabajo con presiones elevadas.
- Ajustar todos los elementos de control y protección (presostatos, termostatos, protecciones eléctricas, otros) a la nueva condición de trabajo y dejar registrados los nuevos parámetros de funcionamiento del sistema.
- Rotular, indicando de manera clara y visible el nuevo refrigerante del sistema, para no inducir a errores a terceros que puedan intervenir a futuro este sistema.

NOTA - En los casos en que el aceite del refrigerante actual es compatible con el refrigerante de reemplazo, aplica el procedimiento que se establece en 9.1.

9.2 Reconversión a refrigerantes HFC

Este tipo de reconversión es la más compleja, ya que se debe eliminar sobre un 95% del lubricante mineral que se encuentra en todo el circuito de refrigeración, que debe ser reemplazado por el nuevo lubricante tipo polioléster (POE) apto para trabajar con refrigerantes HFC.

Para realizar una reconversión de refrigerante CFC a refrigerante HFC se deben seguir al menos los pasos siguientes:

- Poner en marcha el sistema, verificar los parámetros operativos y el rendimiento del sistema en uso, antes de comenzar la reconversión.
- Emplear siempre medidas de seguridad y conservación de los refrigerantes.
- Contar con las herramientas y equipos necesarios para una adecuada y segura manipulación.
- Acumular el refrigerante CFC en su estanque acumulador de líquido.
- Evacuar el refrigerante CFC del sistema utilizando los procedimientos de recuperación y reciclaje indicados en esta norma.
- Limpiar completamente el circuito de refrigeración, abordando aspectos como la limpieza del cárter del compresor, destapándolo para ello. También se debe limpiar interiormente el estanque acumulador de aceite, el separador de aceite, el colector del evaporador y el acumulador de succión, así como también cualquier otro sector de la instalación, en el cual exista alguna trampa o sifón de acumulación de aceite en la línea de succión, para evitar que una nueva carga de refrigerante y aceite se puedan contaminar y degradar, producto de los residuos acumulados por una falla anterior. En el caso de los compresores semiherméticos y abiertos, es muy importante realizar una limpieza profunda al filtro malla de la bomba de aceite ubicada en el cárter, si el equipo está equipado con bomba de aceite.
- Al cambiar de refrigerante, se debe seleccionar la válvula de expansión de acuerdo a las nuevas condiciones de trabajo.
- En una reconversión de refrigerantes, utilizando refrigerantes del mismo rango de presión y si no varían las condiciones de trabajo, generalmente no se deben incorporar componentes de corrección de la condición de trabajo.
- Cargar con aceite el sistema, evitando el sobrellenado. Para ello se debe utilizar la indicación de nivel del visor si el compresor lo tuviera o mediante el procedimiento de carga por volumen según las especificaciones del fabricante del compresor. Este procedimiento se debe realizar de manera rápida, ya que el lubricante tipo POE es muy higroscópico.
- Realizar el vacío al circuito de refrigeración utilizando una bomba de vacío de doble etapa o con el procedimiento de triple vacío, logrando al menos 250 micras u otro valor de vacío de acuerdo a lo especificado por el fabricante del equipamiento.
- Cargar el nuevo refrigerante tipo HFC al sistema hasta una presión ligeramente superior a la presión atmosférica, reemplazando en este momento el filtro secador del circuito y luego continuar con el proceso de carga de refrigerante. Esta carga, para el caso de refrigerantes de mezclas zeotrópicas (refrigerantes de la serie R-4XX), siempre se debe realizar en fase líquida.

NCh3241

- Verificar el correcto funcionamiento del calefactor de cárter, si lo tuviera. Poner en marcha el sistema de refrigeración y/o climatización, y completar la carga de refrigerante del sistema mediante el procedimiento o la utilización de diagramas o tablas de presión y temperatura de saturación, con el árbol de carga y termómetros pertinentes, según el sistema o mediante el procedimiento de pesaje de la carga, si existen antecedentes concretos sobre la cantidad de refrigerante del circuito. También es factible realizar la carga de refrigerante del sistema, mediante el sistema verificación del nivel del visor de la línea de líquido, el cual debe estar lleno o con escasa burbuja. Es importante no sobrecargar un sistema de refrigeración y/o climatización, puesto que esto puede provocar el trabajo con presiones elevadas.
- Ajustar todos los elementos de control y protección (presostatos, termostatos, protecciones eléctricas, otros) a la nueva condición de trabajo y dejar registrados los nuevos parámetros de funcionamiento del sistema.
- Rotular, indicando de manera clara y visible el nuevo refrigerante del sistema, para no inducir a errores a terceros que puedan intervenir a futuro este sistema de refrigeración y/o climatización.
- Para minimizar aún más la concentración de aceite mineral residual en un sistema reconvertido, es conveniente realizar después de la puesta en marcha del sistema, al menos dos cambios de aceite transcurridas algunas horas y el cambio de filtros secadores transcurridos algunos días, verificando que el aceite que se extraiga del circuito sea desde el primer momento transparente, incoloro y sin olor.
- Realizar un análisis de laboratorio a la última muestra extraída, con el fin de verificar que su grado de pureza es mayor que 95%, única forma de garantizar la confiable y duradera operación del sistema reconvertido.

9.3 Consideraciones generales

9.3.1 Acciones a seguir

Además de los costos directos de reconversión, se debe considerar el coeficiente de consumo y rendimiento, y el costo operativo del sistema a reconvertir.

Tener en cuenta las propiedades del refrigerante alternativo: inflamabilidad, toxicidad y corrosión, ya que su uso podría exigir medidas de seguridad especiales.

Consultar con el fabricante del sistema de refrigeración y/o climatización por refrigerante o lubricante alternativo, así como los componentes del sistema (compresor, filtros, secadores, otros) que requieren ser cambiados para realizar la reconversión.

Consultar con el fabricante el procedimiento de reconversión más pertinente, ya que, generalmente, hay un método específico para cada equipo.

Antes de reconvertir, verificar los parámetros operativos y el rendimiento del sistema en uso.

NCh3241

Renovar el marcado del sistema reconvertido y de sus componentes, especificando los cambios de refrigerante y lubricante, al igual que las condiciones de servicio futuras.

Insertar los detalles del proceso de reconversión en el libro de servicio.

Cuando no sea rentable o factible el reciclaje o la regeneración de refrigerantes contaminados o ya mezclados y no reutilizables, se debe disponer de ellos de forma adecuada, conforme a la normativa vigente.

9.3.2 Acciones no permitidas

Proceder a una reconversión sin haber analizado completamente cada uno de los componentes del circuito de refrigeración por su compatibilidad de trabajo con el nuevo refrigerante.

Proceder a una reconversión sin haber analizado completamente si el compresor puede trabajar con el nuevo refrigerante en el rango de trabajo que se desea operar.

Proceder a una reconversión sin haber verificado si las nuevas condiciones de rendimiento del compresor son equivalentes a los rendimientos de los evaporadores y condensadores existentes.

Proceder a una reconversión sin tener el tiempo y los medios pertinentes para asegurar una excelente limpieza interior del circuito de refrigeración cuando se trata de reconversión a refrigerantes HFC.

10 Almacenamiento y disposición final de los refrigerantes

10.1 Presentación del refrigerante

Los contenedores de refrigerantes nuevos se deben aceptar marcados en su envoltorio y recipiente, mediante una identificación fácil de su designación.

10.2 Manipulación y almacenamiento de refrigerantes

La manipulación de refrigerantes se debe realizar siempre en áreas abiertas y ventiladas.

Los cilindros de refrigerantes se deben almacenar en un lugar fresco, limpio y ventilado, de preferencia bajo techo.

Las áreas de almacenamiento de los cilindros de refrigerantes se deben delimitar, colocando la identificación de los mismos.

Las áreas de almacenamiento de los cilindros de refrigerantes deben contar con extintores Clases A, B, y C.

NCh3241

La manipulación de los cilindros de refrigerantes requiere de cuidado especial; son recipientes a presión, fabricados expresamente a los efectos y están sujetos a condiciones de seguridad e inspecciones imperativas.

Si se trata de cilindros de refrigerantes mayores que 12 cm de diámetro y 30 cm de longitud, deben poseer válvula de seguridad o alivio.

Siempre que exista riesgo de exposición con refrigerantes, se debe usar equipo de protección personal que contenga, al menos, los elementos siguientes:

- Lentes de seguridad con protección lateral.
- Guantes de carnaza.
- Ropa de manga larga.
- Zapato con casquillo de acero (cuando se manejen cilindros grandes) - Casco (cuando el área de trabajo así lo requiera).

Los cilindros de 1,5 t se deben transportar con montacargas.

Los cilindros de 1,5 t se deben calzar cuando estén en el lugar diseñado para el almacenamiento.

Los cilindros de refrigerantes se deben transportar en estiba en la cantidad determinada y segura.

Los cilindros medianos de 57 kg, 60 kg y 66 kg se deben almacenar de manera vertical y amarrarse, colocando los protectores de válvulas respectivos (capuchones).

Los cilindros medianos de 57 kg, 60 kg y 66 kg se deben transportar en forma vertical y trasladar rodando sobre la base del cilindro.

Los cilindros de refrigerantes no se deben calentar por encima de 52°C (125°F), ni almacenarlos en lugares donde esta temperatura pueda ser mayor.

Los cilindros de refrigerantes no se deben rellenar con algún producto para el cual no haya sido diseñado.

Los cilindros desechables no se deben rellenar.

Cuando se realicen operaciones de carga o descarga de refrigerante, no debe haber presencia de algún tipo de llama.

10.3 Disposición final de los refrigerantes

La disposición final de los refrigerantes no reutilizables, se debe realizar de acuerdo a la normativa vigente sobre residuos peligrosos.

10.4 Acciones no permitidas

Conectar los contenedores de refrigerantes a otros recipientes o sistemas con mayor presión, temperatura o altura. Esto podría provocar un reflujo capaz de desbordar los contenedores llenos de líquido y provocar una explosión.

Calentar con fuego directo cilindros o recipientes con refrigerante para aumentar su presión, bajo ninguna circunstancia.

Enfriar los cilindros receptores liberando el refrigerante a la atmósfera.

Evacuar el contenido de los conductos de carga a la atmósfera.

Utilizar refrigerante para la limpieza de utensilios, bobinas o maquinaria, ni como disolvente para limpiar los compresores.

Exponer al aire libre los residuos de refrigerante, tras el vaciado de cilindros, tanques, contenedores, otros.

Dejar caer los cilindros, ya que se podrían dañar las válvulas.

11 Rotulado

11.1 Identificación de la instalación

Todo sistema de refrigeración montado *in situ* debe tener rotulado en forma permanente, de manera legible y fija en un lugar de fácil acceso, la información siguiente:

- a) nombre y dirección del instalador;
- b) tipo y carga inicial de refrigerante; y
- c) presión que se debe aplicar para la prueba *in situ*.

11.2 Rotulado de los componentes

Cada sistema y cada unidad de condensación individual, compresor o unidad de compresión adquirida por separado, para montaje en su punto de destino en un sistema de refrigeración y climatización, deben tener una placa de identificación que contenga el nombre del fabricante o marca comercial, el número de identificación, las presiones de diseño y el refrigerante para el cual se ha diseñado. El refrigerante se debe identificar según la clasificación de seguridad de los refrigerantes que se establece en esta norma.

NCh3241

11.3 Identificación de los dispositivos de regulación de la tubería

Los sistemas que contengan más de 50 kg de refrigerante, deben tener una inscripción permanente, cuya letra no puede ser menor que 12,7 mm de altura, que indique:

- a) Las válvulas o interruptores que controlan el flujo de refrigerantes, la ventilación y el (los) compresor(es).
- b) El tipo de refrigerante que contiene la tubería cuyo recorrido es por fuera de la sala de maquinaria. La identificación de la tubería debe estar de acuerdo con ASME A 13.1 u otras directrices reconocidas por la industria. En los esquemas que indiquen la dirección de los flujos, la función, la temperatura o la presión se deben aplicar las prácticas vigentes.

11.4 Rotulado por cambio de refrigerante

Siempre que se cambie el refrigerante, se debe colocar la información pertinente al cambio realizado, tanto el tipo de refrigerante como de aceite.

12 Registros del sistema de refrigeración y/o climatización

- Se debe llevar un libro de registro de funcionamiento del equipo y/o instalación, que contenga la información sobre fallas, modificaciones y mantenimiento del sistema de refrigeración y/o climatización. Los datos que se deben incluir son los siguientes:
 - fecha de inicio de funcionamiento de la instalación;
 - fechas de mantenimiento preventivo y correctivo;
 - temperaturas y presiones de trabajo;
 - tipo y cantidad de refrigerante;
 - tipo y cantidad de lubricante;
 - tipo y orificio del dispositivo de expansión;
 - tipo de filtro deshidratador;
 - consumos eléctricos;
 - ajuste del recalentamiento del dispositivo de expansión; y
 - nombre prestador del servicio.

NCh3241

Si luego de operar el sistema de refrigeración y/o climatización se realiza una reconversión, se debe indicar:

- tipo y cantidad de refrigerante y del de reemplazo;
- tipo y cantidad de lubricante de reemplazo;
- ajuste o modificación al dispositivo de expansión;
- tipo de filtros de reemplazo;
- fecha de reconversión; y
- prestador del servicio de reconversión.

NCh3241

Anexo A
(Informativo)

Características de seguridad y ambientales de los refrigerantes históricos, actuales y propuestos

Tabla A.1 - Características físicas

N°	Número de refrigerante	Nombre químico	Fórmula química - Nombre común	Datos físicos			Datos de seguridad			Datos ambientales			Controlado por
				Masa molecular	Punto de ebullición [°C]	Temperatura crítica [°C]	GMA-PPT [PPM]	Límite de inflamabilidad inferior [%]	Grupo de seguridad según ASHRAE 34	Vida atmosférica [años]	PAO	PCG 100 años	
1	CFC-11	Triclorofluorometano	CCl_3F	137.37	23.7	198.0	1 000	ninguna	A1	45	1.000	4 750	M
2	BCFC-12B1	Bromoclorodifluorometano	$CBrcClF_2$ - halon 12B1	165.36	-4.0	154.0	-	ninguna	-	16	7.100	1 890	M
3	CFC-12	Diclorodifluorometano	CCl_2F_2	120.91	-29.8	112.0	1 000	ninguna	A1	100	1.000	10 890	M
4	BFC-13B1	Bromoclorotrifluorometano	$CBrcF_3$ - halon 1301	148.91	-58.7	67.1	1 000	ninguna	A1	65	16.000	7 140	M
5	CFC-13	Clorotrifluorometano	$CClF_3$	104.46	-81.5	28.9	1 000	ninguna	A1	640	1.000	14 420	M
6	FC-13I1	Trifluorodimetano	CF_3I - trifluoroiodometano	195.91	-21.9	123.3	-	ninguna	-	-0.01	0.018	-1	-
7	FC-14	Tetrafluoro de carbono	CF_4 - carbón tetrafluoride	88.00	-128.00	-45.6	-	ninguna	A1	50 000	0.000	7 390	K
8	HCFC-22	Clorodifluorometano	$CHClF_2$	86.47	-40.8	96.1	1 000	ninguna	A1	12	0.050	1 810	M
9	HFC-23	trifluorometano	CHF_3 - fluorotrim	70.01	-82.0	26.1	1 000	ninguna	A1	270	0.000	14 760	K
10	HFC-32	Difluorometano	CH_2F_2 - methylene fluoride	52.02	-51.7	78.1	1 000	14.4	A2	4.9	0.000	675	K
11	CFC-113	Triclorotrifluoroetano	CCl_3CFCF_3	187.38	47.6	214.1	1 000	ninguna	A1	85	1.000	6 130	M
12	CFC-114	Diclorotetrafluoroetano	$CClF_2CCF_2$	170.92	3.6	145.7	1 000	ninguna	A1	300	1.000	10 040	M
13	CFC-115	Cloropentafluoroetano	$CClF_2CF_3$	154.47	-38.9	80.0	1 000	ninguna	A1	1 700	0.440	7 370	M
14	FC-116	Perfluoroetano	CF_3CF_3 - perfluoroethane	138.01	-78.1	19.9	1 000	ninguna	A1	10 000	0.000	12 200	K
15	HCFC-123	Diclorotrifluoroetano	$CHCl_2CF_3$	152.93	27.8	183.7	50	ninguna	B1	1.3	0.020	77	M

(continúa)

NCh3241

(continuación)

N°	Número de refrigerante	Nombre químico	Fórmula química - Nombre común	Datos físicos			Datos de seguridad			Datos ambientales			Controlado por
				Masa molecular	Punto de ebullición [°C]	Temperatura crítica [°C]	CMA-PPT [PPM]	Límite de inflamabilidad inferior [%]	Grupo de seguridad según ASHRAE 34	Vida atmosférica [años]	PAO	PCG 100 años	
16	HCFC-124	Clorotetrafluoroetano	$CHClFCF_3$	136.48	-12.0	122.3	1 000	ninguna	A1	5.8	0.020	609	M
17	HFC-125	Pentafluoroetano	CHF_2CF_3	120.02	-48.1	66.0	1 000	ninguna	A1	29	0.000	3 500	K
18	HFC-134a	1,1,1,2-Tetrafluoroetano	CH_2FCF_3	102.03	-26.1	101.1	1 000	ninguna	A1	14	0.000	1 430	K
19	HCFC-142b	1-cloro-1,1-difluoroetano	CH_2CClF_2	100.50	-9.1	137.1	1 000	6	A2	17.9	0.070	2 310	M
20	HFC-143a	1,1,1-trifluoroetano	CH_3CF_3	84.04	-47.2	72.7	1 000	7	A2	52	0.000	4 470	K
21	HFC-152a	1,1-difluoroetano	CH_3CHF_2	66.05	-24.0	113.3	1 000	4.8	A2	1.4	0.000	124	K
22	HFC-161	Fluoruro de etilo	CH_3CH_2F - ethyl fluoride	48.06	-37.6	102.2		3.8	-	0.21	0.000	12	K
23	HC-170	Etanol	CH_3CH_3 - ethane	30.07	-88.6	32.2	1 000	3.1	A3	0.21	0.000	-20	-
24	HE-E170		CH_3-O-CH_3 - DME	46.07	-24.8	127.2	1 000	3.3	A3	0.015	0.000	1	-
25	FC-218	Perfluoropropano	$CF_3CF_2CF_3$ - perfluoropropane	188.02	-36.8	71.9	1 000	ninguna	A1	2 600	0.000	8 830	K
26	HFC-227ea		CF_3CHFCF_3	170.03	-16.4	102.8	1 000	ninguna	A1	42	0.000	3 220	K
27	HFC-236ea		CHF_2CHFCF_3	152.04	6.2	139.3	-	ninguna	-	10.7	0.000	1 370	K
28	HFC-236fa		$CF_3CH_2CF_3$	152.04	-1.4	124.9	1 000	ninguna	A1	240	0.000	9 810	K
29	HFC-245fa		$CHF_2CH_2CF_3$	134.05	15.1	154.0	300	ninguna	B1	7.6	0.000	1 030	K
30	HFE-E245cb1		$CH_3-O-CF_2-CF_3$	150.05	5.9	133.7	-	flam	-	5.1	0.000	708	-
31	HC-290	Propano	$CH_3CH_2CH_3$ - propane	44.10	-42.1	96.7	2 500	2.1	A3	0.041	0.000	-20	-
32	FC-C318		$-CF_2-CF_2-CF_2-CF_2-$	200.03	-6.0	115.2	1 000	ninguna	A1	3 200	0.000	10 250	K
33	R-400 (50/50)		R-12/114 (50.0/50.0)	141.63	-20.8	129.1	1 000	ninguna	A1	-	1.000	10 000	M

(continúa)

NCh3241

(continuación)

N°	Número de refrigerante	Nombre químico	Fórmula química - Nombre común	Datos físicos			Datos de seguridad			Datos ambientales			Controlado por
				Masa molecular	Punto de ebullición [°C]	Temperatura crítica [°C]	CMA-PPT PPM	Límite de inflamabilidad inferior (%)	Grupo de seguridad según ASHRAE 34	Vida atmosférica [años]	PAO	PCG 100 años	
34	R-401A		R-22/152a/124 (53,0/13,0/34,0)	94,44	-32,9	107,3	1 000	ninguna	A1	-	0,033	1 200	M
35	R-401B		R-22/152a/124 (61,0/11,0/28,0)	92,84	-34,5	105,6	1 000	ninguna	A1	-	0,036	1 300	M
36	R-401C		R-22/152a/124 (33,0/15,0/52,0)	101,03	-28,3	111,7	-	ninguna	A1	-	0,027	930	M
37	R-402A		R-125/290/22 (60,0/2,0/38,0)	101,55	-48,9	75,9	1 000	ninguna	A1	-	0,019	2 800	M
38	R-402B		R-125/290/22 (38,0/2,0/60,0)	94,71	-47,0	82,9	1 000	ninguna	A1	-	0,030	2 400	M
39	R-403A		R-290/22/218 (5,0/75,0/20,0)	91,99	-47,7	87,0	1 000	13	A1	-	0,038	3 100	M
40	R-403B		R-290/22/218 (5,0/56,0/39,0)	103,26	-49,2	79,6	1 000	ninguna	A1	-	0,028	4 500	M
41	R-404A		R-125/143a/134a (44,0/52,0/4,0)	97,60	-46,2	72,0	1 000	ninguna	A1	-	0,000	3 900	K
42	R-405A		R-22/152a/142b/C318 (45,0/7,0/5,5/42,5)	111,91	-32,6	106,1	1 000	ninguna	d	-	0,026	5 300	M
43	R-406A		R-22/600a/142b (55,0/4,0/41,0)	89,86	-32,5	116,9	1 000	8,2	A2	-	0,056	1 900	M
44	R-407A		R-32/125/134a (20,0/40,0/40,0)	90,11	-45,0	81,8	1 000	ninguna	A1	-	0,000	2 100	K
45	R-407B		R-32/125/134a (10,0/70,0/20,0)	102,94	-46,5	74,3	1 000	ninguna	A1	-	0,000	2 800	K
46	R-407C		R-32/125/134a (23,0/25,0/52,0)	86,20	-43,6	85,8	1 000	ninguna	A1	-	0,000	1 800	K
47	R-407D		R-32/125/134a (15,0/15,0/70,0)	90,96	-39,2	91,2	1 000	ninguna	A1	-	0,000	1 600	K
48	R-407E		R-32/125/134a (25,0/15,0/60,0)	83,78	-42,7	88,3	1 000	ninguna	A1	-	0,000	1 600	K

(continúa)

NCh3241

(continuación)

N°	Número de refrigerante	Nombre químico	Fórmula química - Nombre común	Datos físicos			Datos de seguridad			Datos ambientales			Controlado por
				Masa molecular	Punto de ebullición [°C]	Temperatura crítica [°C]	CMA-PPT [PPM]	Límite de inflamabilidad inferior [%]	Grupo de seguridad según ASHRAE 34	Vida atmosférica [años]	PAO	PCG 100 años	
49	R-408A		R-125/143a/22 (7,0/46,0/47,0)	87,01	-44,6	83,1	1 000	ninguna	A1	-	0,024	3 200	M
50	R-409A		R-22/124/142b (60,0/26,0/16,0)	97,43	-34,4	109,3	1 000	ninguna	A1	-	0,046	1 600	M
51	R-409B		R-22/124/142b (66,0/26,0/10,0)	96,67	-35,6	106,9	-	ninguna	A1	-	0,045	1 600	M
52	R-410A		R-32/125 (50,0/50,0)	72,58	-51,4	70,5	1 000	ninguna	A1	-	0,000	2 100	K
53	R-411A		R-1270/22/152a (1,5/87,5/11,0)	82,36	-39,5	99,1	1 000	5,5	A2	-	0,044	1 600	M
54	R-411B		R-1270/22/152a (3,0/94,0/3,0)	83,07	-41,6	96,0	1 000	7	A2	-	0,047	1 700	M
55	R-412A		R-22/218/142b (70,0/5,0/25,0)	92,17	-38,0	107,2	1 000	8,7	A2	-	0,053	2 300	M
56	R-413A		R-218/134a/600a (9,0/88,0/3,0)	103,95	-33,4	96,6	-	8,8	A2	-	0,000	2 100	K
57	R-414A		R-22/124/600a/142b (51,0/28,5/4,0/16,5)	96,93	-33,0	112,7	1 000	ninguna	A1	-	0,043	1 600	K
58	R-414B		R-22/124/600a/142b (50,0/39,0/1,5/9,5)	101,59	-32,9	111,0	-	ninguna	A1	-	0,039	1 400	M
59	R-415A		R-22/152a (82,0/18,0)	81,91	-37,2	102,0	-	5,6	A2	-	0,041	1 500	M
60	R-415B		R-22/152a (25,0/75,0)	70,19	-26,9	111,4	1 000	VCF	A2	-	0,013	550	M
61	R-416A		R-134a/124/600 (59,0/39,5/1,5)	111,92	-24,0	107,0	-	ninguna	A1	-	0,008	1 100	M
62	R-417A		R-125/134a/600 (46,6/50,0/3,4)	106,75	-39,1	87,3	1 000	ninguna	A1	-	0,000	2 300	K
63	R-418A		R-290/22/152a (1,5/96,0/2,5)	84,60	-41,7	96,2	-	8,9	A2	-	0,048	1 700	M
64	R-419A		R-125/134a/E170 (77,0/19,0/4,0)	109,34	-42,6	79,3	-	ninguna	A2	-	0,000	3 000	K

(continúa)

NCh3241

(continuación)

N°	Número de refrigerante	Nombre químico	Fórmula química - Nombre común	Datos físicos			Datos de seguridad			Datos ambientales			Controlado por
				Masa molecular	Punto de ebullición [°C]	Temperatura crítica [°C]	CMA-PPT PPM	Límite de inflamabilidad inferior [%]	Grupo de seguridad según ASHRAE 34	Vida atmosférica [años]	PAO	PCG 100 años	
65	R-420A		R-134a/142b (88,0/12,0)	101,84	-24,9	104,8	1 000	ninguna	A1	-	0,008	1 500	M
66	R-421A		R-125/134a (58,0/42,0)	111,75	-40,7	82,9	1 000	ninguna	A1	-	0,000	2 600	K
67	R-421B		R-125/134a (85,0/15,0)	116,93	-45,6	72,5	1 000	ninguna	A1	-	0,000	3 200	K
68	R-422A		R-125/134a/600a (85,1/11,5/3,4)	113,60	-46,5	71,8	1 000	ninguna	A1	-	0,000	3 100	K
69	R-422B		R-125/134a/600a (55,0/42,0/3,0)	108,52	-41,3	83,4	1 000	ninguna	A1	-	0,000	2 500	K
70	R-422C		R-125/134a/600a (82,0/15,0/3,0)	113,40	-45,9	73,2	1 000	ninguna	A1	-	0,000	3 100	K
71	R-422D		R-125/134a/600a (65,1/31,5/3,4)	109,93	-43,2	79,8	1 000	ninguna	A1	-	0,000	2 700	K
72	R-423A		R-134a/227ea (52,5/47,5)	125,96	-24,1	99,5	1 000	ninguna	A1	-	0,000	2 300	K
73	R-424A		R-125/134a/600a/600/601a (50,5/47,0/0,9/1,0/0,6)	108,41	-39,7	86,3	1 000	ninguna	A1	-	0,000	2 400	K
74	R-425A		R-32/134a/227ea (18,5/69,5/12,0)	90,31	-38,1	93,9	1 000	ninguna	A1	-	0,000	1 500	K
75	R-426A		R-125/134a/600/601a (5,1/83,0/1,3/0,6)	101,56	-28,5	100,2	990	ninguna	A1 r	-	0,000	1 500	K
76	R-427A		R-32/125/143a/134a (15,0/25,0/10,0/50,0)	90,44	-43,0	85,1	1 000	ninguna	A1 r	-	0,000	2 100	K
77	R-428A		R-125/143a/290/600a (77,5/20,0/0,6/1,9)	107,53	-48,4	68,9	1 000	ninguna	A1 r	-	0,000	3 600	K
78	R-500		R-12/152a (73,8/26,2)	99,30	-33,6	102,1	1 000	ninguna	A1	-	0,738	8 100	M
79	R-502		R-22/115 (48,8/51,2)	111,63	-45,2	80,2	1 000	ninguna	A1	-	0,250	4 700	M
80	R-503		R-23/13 (40,1/59,9)	87,25	-87,8	18,4	1 000	ninguna		-	0,599	15 000	M

(continúa)

NCh3241

(continuación)

N°	Número de refrigerante	Nombre químico	Fórmula química - Nombre común	Datos físicos			Datos de seguridad			Datos ambientales			Controlado por
				Masa molecular	Punto de ebullición [°C]	Temperatura crítica [°C]	CMA-PPT [PPM]	Límite de inflamabilidad inferior [%]	Grupo de seguridad según ASHRAE 34	Vida atmosférica [años]	PAD	PCG 100 años	
81	R-507A		R-125/143a (50,0/50,0)	98,86	-46,7	70,5	1 000	ninguna	A1	-	0,000	4 000	K
82	R-508A		R-23/116 (39,0/61,0)	100,10	-87,6	10,2	1 000	ninguna	A1	-	0,000	13 000	K
83	R-508B		R-23/116 (46,0/54,0)	95,39	-87,6	11,2	1 000	ninguna	A1	-	0,000	13 000	K
84	R-509A		R-22/218 (44,0/56,0)	123,96	-49,7	68,4	1 000	ninguna	A1	-	0,022	5 700	M
85	R-600	Butano	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	58,12	-0,5	152,0	800	1,5	A3	0,018	0,000	-20	-
86	R-600a	Isobutano	$CH(CH_3)_2-CH_3$	58,12	-11,7	134,7	800	1,7	A3	0,019	0,000	-20	-
87	R-601	Pentano	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	72,15	36,1	196,6	600	1,4	-	0,01	0,000	-20	-
88	R-601a	Isopentano	$(CH_3)_2CH-CH_2-CH_3$	72,15	27,8	187,2	600	1	A3	0,01	0,000	-20	-
89	R-702	Hidrógeno	H_2	2,02	-252,9	-240,0	-	4	A3	-	0,000	-	-
90	R-704	Helio	He	4,00	-268,9	-268,0	-	ninguna	A1	-	0,000	-	-
91	R-717	Amoniaco	NH_3	17,03	-33,3	132,3	25	15	B2	0,01	0,000	< 1	-
92	R-718	Agua	H_2O	18,02	100,0	373,9	-	ninguna	A1	-	0,000	< 1	-
93	R-729	Aire (78% N_2 , 21% O_2 , 1% Aire +)	Aire - 78% N_2 , 21% O_2 , 1% Aire +	28,97	-194,2	-140,4	-	ninguna	-	-	0,000	0	-
94	R-744	Dióxido de carbono	CO_2	44,01	-78,4	31,0	5 000	ninguna	A1	> 50	0,000	1	-
95	R-764		SO_2	64,06	-10,0	157,5	2	ninguna	B1		0,000	300	-
96	HC-1150	Etileno	$CH_2=CH_2$ - ethylene	28,05	-103,8	9,2	1 000	2,7	A3	0,004	0,000	-	-
97	HC-1270	Propileno	$CH_3CH=CH_2$ - propylene	42,08	-47,7	92,4	660	2,0	A3	0,001	0,000	-20	-

CMA-PPT: Índice de concentración máxima admisible - promedio temporal ponderado, a menos que sea precedido por el "C" para los valores del techo, o el límite de exposición crónica constante (por ejemplo, límite de exposición permitido del OSHA, PEL); Límite de inflamabilidad inferior (1% volumen en aire); "vict" significa que en el peor caso de fraccionamiento podría ser inflamable; PAD = Potencial de Agotamiento de la Capa de Ozono; PCG = Potencial de Calentamiento Global; Controlado por Protocolo de Kyoto "K" y Controlado por Protocolo de Montreal "M".

(continúa)

NCh3241

(conclusión)

N°	Número de refrigerante	Nombre químico	Fórmula química - Nombre común	Datos físicos			Datos de seguridad			Datos ambientales			Controlado por
				Masa molecular	Punto de ebullición [°C]	Temperatura crítica [°C]	GMA-PPT [PPM]	Límite de inflamabilidad inferior [%]	Grupo de seguridad según ASHRAE 34	Vida atmosférica (años)	PAO	PCG 100 años	
<p>Sufijos en la clasificación de grupo de seguridad según ASHRAE 34, indican cambios que no han sido definidos aún ("d" para eliminarlo o "r" para revisión o adición) o "p" asignado para clasificaciones provisionales: "d" indica que una clasificación previa fue suprimida.</p> <p>Fuente de datos está identificada en la hoja de datos de los refrigerantes, ante de usar los datos verifique los datos y limitaciones en las hojas de seguridad.</p> <p>The data presented, from left to right in the table are:</p> <ul style="list-style-type: none"> - refrigerant number, if assigned, in accordance with ASHRAE Standard 34 /ASHO4a, ASHO6a, ASHO6b, and ASHO6c/: An international standard is in preparation, but not yet final, as the primary document for designation and safety criteria /ISO06/, but the proposed designation systems are essentially consistent. - chemical formula, in accordance with the IUPAC convention /IUP79/ or, for blends, the blend composition in accordance with ASHRAE Standard 34 /ASHO4a, ASHO6a, ASHO6b, and ASHO6c/ - molecular mass calculated /CaIO7/ based on the updated IUPAC atomic weights /Los03 and IUPO5/. - normal boiling point (NBP) or, for blends, the bubble point temperature at 101.325 kPa. - critical temperature (Tc) in °C or, for blends, the calculated pseudo-critical temperature. - Threshold Limit Value - Time Weighted Average (TLV-TWA) in ppm v/v assigned by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) or a consistent occupational exposure limit lower flammability limit (LFL) in % concentration ambient air, determined in accordance with ASHRAE Standard 34 /ASHO4a, ASHO6a, ASHO6b, and ASHO6c/. - safety classification, if assigned, in accordance with ASHRAE Standard 34 /ASHO4a, ASHO6a, ASHO6b, and ASHO6c/: The proposed ISO 817 draft /ISO06/ further splits flammability group 2 ("lower flammability") into "2" and "2L" even though not shown in Table 2-1. Some of the classifications are followed or replaced by lower case letters that indicate: d indicates that a prior classification was deleted and that the refrigerant no longer has a safety classification p indicates a classification assigned on a provisional basis r signifies that ASHRAE 34 has recommended revision or addition of the classification as shown, but final approval and/or publication is still pending Future changes to some classifications are possible with development of the international standard /ISO06/ mentioned above. - atmospheric lifetime (atm) in years: Note that atm normally is not indicated for blends since it is ambiguous whether the time indicated pertains to the blend as formulated, a modified formulation as some components decompose more rapidly than others, or the most enduring component. - ozone depletion potential (ODP) relative to CFC-11 based on the semi-empirical values adopted in the Scientific Assessment /WMDO6/ or, for blends, the massweighted averages /CaIO7/ based on the IUPAC atomic weights /Los03 and IUPO5/ of the component ODPs: The ODP indicates the relative ability of refrigerants (and other chemicals) to destroy stratospheric ozone. - global warming potential (GWP) relative to CO₂ for 100-year integration based on the values adopted in the IPCC-TEAP special report /PCCO5/ and the Scientific Assessment /WMDO6/ or, for blends, the mass-weighted average based on the IUPAC atomic weights /Los03 and IUPO5/ of the component GWPs. The values shown are direct GWPs; indirect and net GWPs are discussed in references PCCO5 and WMDO6. The GWP values shown as " -20" in Table 1 for hydrocarbons reflect uncertainty in calculation, for which there is no scientific consensus at this time. The approximation shown lies in the range of uncertainty. Further study is needed using three-dimensional (3D) models for a range of release scenarios to determine representative GWPs for chemicals with very short atmospheric lifetimes /PCCO5/, including most saturated and unsaturated hydrocarbons. - status: Refrigerants restricted (production limitations, phase-out, or measures to reduce releases) for environmental reasons are noted as follows: M controlled (or for blends one or more components is controlled) under the Montreal Protocol K controlled (or for blends one or more components is controlled) under the Kyoto Protocol. 													

Anexo B (Informativo)

Recomendaciones para el trabajo con equipos de refrigeración

B.1 Generalidades

Los técnicos e instaladores de equipos de refrigeración y climatización deben conocer las características y desempeños de las tecnologías aplicadas en refrigeración.

En este anexo se recomiendan los criterios que se deben aplicar en el trabajo con sistemas de refrigeración por compresión de gas refrigerante, entendiéndose que la operación de un refrigerador o aire acondicionado doméstico, tiene el mismo principio que las grandes instalaciones de refrigeración o climatización comercial o industrial.

B.1.1 Tipo de refrigerante

Los equipos trabajan con tres tipos de refrigerantes; CFC denominados de término, HCFC denominados de transición, HFC denominados de largo término. Las tres categorías se denominan *sustancias sintéticas puras*. Ya que estos carburos halogenados se pueden mezclar entre sí, de estos tres tipos se elaboran las mezclas de refrigerantes azeotrópicos, las cuales se comportan como una *sustancia sintética pura*, es decir, que con los continuos cambios de estado en el interior del sistema de refrigeración y/o climatización, como la condensación y la evaporación, no se alteran sus comportamientos termodinámicos. Por otro lado, se encuentran las mezclas zeotrópicos, sustancias que debido a cambios de estado en el sistema de refrigeración y climatización, sí sufren alteraciones termodinámicas, como por ejemplo, tener una temperatura de saturación variable a una presión constante, o tener diferencias en los porcentajes tanto en estado líquido y vapor, de acuerdo a los refrigerantes con los cuales se fabricó esta sustancia.

Se debe tener en cuenta que la mayoría de estos refrigerantes y los de transición son del tipo zeotrópico, y los técnicos se deben familiarizar con su comportamiento y evaluar su trabajo en los gráficos de presión-entalpía.

B.1.2 Tipo de lubricante

Los lubricantes que se utilizan en los sistemas de refrigeración y climatización por compresión de vapor refrigerante, sólo se requieren para la lubricación del motocompresor, sin embargo, no existe dispositivo que evite totalmente que este lubricante recorra el interior del sistema de refrigeración y climatización. El problema es que el lubricante necesita retornar al compresor y la única manera de lograrlo es siendo miscible con el refrigerante. La mayoría de los refrigerantes CFC y HCFC son miscibles con lubricantes nafténicos o minerales, sin embargo, los refrigerantes del tipo HFC sólo son miscibles con lubricantes sintéticos.

NCh3241

Los lubricantes sintéticos son en promedio 10 veces más higroscópicos que los lubricantes minerales, motivo por el cual, su utilización se debe hacer con prolija severidad, ya que esta situación puede desencadenar una reacción hidrolítica que puede contaminar con ácidos todo el sistema, deteriorando el lubricante y el refrigerante.

B.1.3 Tipo de bomba de vacío

La importancia del vacío en el interior del sistema de refrigeración y climatización por compresión de gas refrigerante, radica en que si se realiza bien este procedimiento, se logra reducir la totalidad de los gases no condensables en el interior del sistema de refrigeración y/o climatización y toda la humedad en estado de vapor; la condensada en el interior y la adherida al lubricante. Para lograr este objetivo es necesario contar con una bomba de vacío de doble etapa o vacío profundo y un vacuómetro por termistor o electrónico. La recomendación de los fabricantes de equipos de refrigeración y climatización, es obtener lecturas de vacío de 250 micras de columna de mercurio. Con este valor se asegura la eliminación total de humedad y de gases no condensables. Además, al permanecer en vacío por un tiempo mínimo de 15 min se asegura la hermeticidad total del sistema.

B.1.4 Tipo de dispositivo de expansión, deshidratador y filtros

Los equipos de refrigeración y climatización, como un todo, generalmente integran el dispositivo de expansión de fábrica, ya sea en el caso de un refrigerador o climatizador, sin embargo, en la categoría de los equipos split (divididos), el instalador debe seleccionar el dispositivo de expansión, deshidratador y filtros de líneas. Generalmente, para la categoría de refrigerantes CFC y HCFC los elementos citados son muy similares, pero en el caso de utilizar refrigerantes sin cloro, el dispositivo de expansión debe tener un orificio más pequeño, que evite una gran inundación con refrigerante líquido en el evaporador, lo cual daña por migración de líquido al motocompresor.

En el caso de los filtros de líneas y del filtro deshidratador para refrigerantes CFC y HCFC, éstos deben retener partículas más pequeñas. Para los refrigerantes sin cloro, se recomienda que el elemento deshidratador sea de esferas compactadas, el cual logra capturar la humedad de mejor forma que un filtro deshidratador con esferas de sílica, el cual logra retener gran parte de la humedad en los sistemas de refrigeración.

B.1.5 Procedimiento de carga del refrigerante

Las instalaciones se deben cargar considerando la masa de refrigerante que debe utilizar el sistema de refrigeración y/o climatización. Generalmente, la mayoría de los equipos traen su carga de refrigerante y especifican también la cantidad utilizada de fábrica, sin embargo, en muchos casos esta carga se debe completar o incorporarla por completo, utilizando los métodos de carga por el lado de baja o alta presión. Estos métodos deben estar siempre actualizados de acuerdo al tipo de refrigerantes a cargar, específicamente con los refrigerantes del tipo mezcla zeotrópica, los cuales siempre deben salir del cilindro de almacenaje en estado líquido, debiéndose tomar las medidas de seguridad necesarias para evitar dañar el motocompresor.

B.2 Sistemas de refrigeración y climatización montados *in situ*

Para la selección del sistema se debe tener en consideración lo que se establece en ANSI/ASHRAE 15:2007, Tabla 2, respecto de la cantidad de refrigerante por espacio ocupado según su aplicación, la clasificación de los refrigerantes de acuerdo a su seguridad según se establece en cláusula 5 de esta norma y los requisitos para la instalación y operación de sistemas y equipos de refrigeración y climatización que se establece en cláusula 7 de esta norma.

En los sistemas de refrigeración montados en *in situ* se deben aplicar las recomendaciones siguientes:

B.2.1 Refrigerantes

En Figura 1 de esta norma se establece la clasificación de los refrigerantes de acuerdo a su seguridad, en ANSI/ASHRAE 15:2007, Tabla 2, se indica la cantidad de refrigerante para un espacio determinado, más allá de la cual se requiere de una sala de maquinaria. En Anexo A de esta última, se indica los elementos que permiten determinar las concentraciones permitidas. Con excepción del amoníaco (R-717), todos los demás refrigerantes comúnmente utilizados, son más pesados que el aire. Conviene evitar que se formen bolsas de vapor de los refrigerantes pesados, colocando correctamente las aberturas de entrada y salida de ventilación. En adelante las salas de maquinarias deben poseer ventilación mecánica y una alarma que indique un déficit de oxígeno o un exceso de vapor refrigerante.

NOTA - Para información sobre materiales, diseño e instalación de sistemas frigoríficos con amoníaco, ver ANSI/IIAR-2.

B.2.2 Materiales

Todos los materiales utilizados en los sistemas de refrigeración y climatización, deben ser los diseñados para el tipo de refrigerante que se utilice. El material no se debe deteriorar por efecto del refrigerante, el lubricante o una combinación de ellos, en presencia de aire o humedad, hasta el punto de representar un peligro para la salud. Por ejemplo, el cobre y sus aleaciones no se pueden utilizar en contacto con el amoníaco.

B.2.3 Presión de diseño (alta presión)

La presión de diseño no puede ser menor a la presión que se produce en las condiciones máximas de funcionamiento, reposo o transporte del sistema de refrigeración o climatización. Al seleccionar la presión de diseño, se debe dejar un margen pertinente para colocar los dispositivos de limitación o de descompresión, a fin de evitar que el mecanismo se detenga y se pierda refrigerante.

NCh3241

B.2.4 Recipientes presurizados para el refrigerante

Los recipientes de dimensiones interiores menores o iguales que 152 mm (6 pulgadas) y de cualquier longitud, deben cumplir con los requisitos de diseño, fabricación y ensayos según Código ASME. Además deben estar protegidos por un dispositivo de seguridad o un fusible.

Los recipientes de dimensiones interiores mayores que 152 mm (6 pulgadas) deben cumplir con los requisitos de diseño, fabricación, inspección y comprobación durante la construcción de recipientes no sometidos a fuego, según Código ASME.

Los recipientes de líquido, cuando se usan, o las piezas de un sistema diseñado para recibir la carga de refrigerante durante una operación de vaciado, han de tener la capacidad suficiente para recibir dicha carga. El líquido no puede ocupar más del 90% del volumen bajo la temperatura ambiental más alta.

NOTA - Esto no significa que el volumen del receptor tenga que contener la carga total del sistema, sino sólo la cantidad que se transfiere.

B.2.5 Almacenamiento del refrigerante

El refrigerante almacenado en una sala de máquinas, no puede pesar más que 150 kg de la carga que contenga el sistema, y se debe almacenar en un depósito fijo permanente y únicamente en contenedores de almacenamiento homologados. Dichos contenedores deben estar rotulados de acuerdo a su contenido.

Los contenedores de refrigerantes nuevos se deben aceptar marcados en su envoltorio y recipiente, mediante una identificación fácil de su designación.

B.2.6 Tuberías, válvulas, uniones y otras piezas en contacto con refrigerante

Deben cumplir con ASME B31.5.

Utilizar válvulas de seguridad, para evitar que el exceso de presión dañe el equipo.

Utilizar dispositivos duales de descompresión con piezas de recambio, para facilitar la reparación o el cambio de las válvulas de presión, sin afectar la seguridad de la planta.

Asegurarse de que no se puede exceder la presión máxima de funcionamiento cuando se combina la acción del disco de seguridad con la de una válvula de escape, para evitar la pérdida de refrigerante. El diseño ha de prevenir cualquier restricción a la entrada de la válvula de seguridad, incluso en caso de ruptura del disco de seguridad.

Evitar que el refrigerante líquido se pueda estancar entre dos puntos de un sistema donde no exista un dispositivo de escape de presión, como una válvula aliviadora de derivación, que desvíe el líquido a una zona de baja presión del sistema.

Instalar sistemas de alarma para detectar el exceso de presión en la maquinaria, durante la operación y/o detención del equipo.

38

NCh3241

Los medidores de nivel de líquido mediante columna de vidrio han de tener válvulas de corte con cierre automático, y dichas columnas tienen que estar protegidas.

Respetar las normas de seguridad para sistemas readaptados con refrigerantes alternativos, inflamables o tóxicos, como hidrocarburos o amoníaco.

B.2.7 Graduación de los manómetros

Es conveniente verificar la precisión de los manómetros antes de una prueba e inmediatamente después de cada subida de presión anormal que implique lecturas de alto rango. Esta verificación se puede hacer, ya sea, comparando con manómetros patrones o de referencia o mediante un ajuste de agujas con un medidor de manómetros de presión cero, debidamente calibrados.