



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería de Química

**DISEÑO DE UN PLAN DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE
GASES REFRIGERANTES INSTALADOS EN SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN EN CONTENEDORES
UBICADOS EN LA ADUANA DE PUERTO QUETZAL, ESCUINTLA, GUATEMALA**

Mercedes Sara María Corado Barillas

Asesorado por el Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz

Guatemala, noviembre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN PLAN DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE
GASES REFRIGERANTES INSTALADOS EN SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN EN CONTENEDORES
UBICADOS EN LA ADUANA DE PUERTO QUETZAL, ESCUINTLA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MERCEDES SARA MARÍA CORADO BARILLAS
ASESORADO POR EL ING. NICOLÁS DE JESÚS GUZMÁN SÁENZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA AMBIENTAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Carlos Vinicio Godínez Miranda
EXAMINADORA	Inga. María Alejandra Ma Villatoro
EXAMINADORA	Licda. Ingrid Lorena Benítez Pacheco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE UN PLAN DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA EL MANEJO AMBIENTAL
DE GASES REFRIGERANTES INSTALADOS EN SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN EN
CONTENEDORES UBICADOS EN LA ADUANA DE PUERTO QUETZAL, ESCUINTLA,
GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química con fecha 7 de febrero de 2020.



Mercedes Sara María Corado Barillas



Guatemala, 31 de agosto de 2021

Ingeniero
MSc. Ing. Químico. Williams Guillermo Alvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
USAC

Estimado Ingeniero Álvarez:

Le saludo cordialmente, deseándole éxitos en sus actividades. Por medio de la presente hago constar que he revisado y aprobado el Informe Final del trabajo de graduación titulado: **“DISEÑO DE UN PLAN DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE GASES REFRIGERANTES INSTALADOS EN SISTEMAS DE REFRIGERACION EN CONTENEDORES UBICADOS EN LA ADUANA DE PUERTO QUETZAL, ESCUINTLA, GUATEMALA”**, elaborado por la estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental, **Mercedes Sara María Corado Barillas**, quien se identifica con el registro académico **2014-03883** y con el CUI **2977 38593 0601**.

Agradeciendo la atención a la presente, me suscribo de usted,

Atentamente,



Nicolas de Jesús Guzmán Sáenz
ASESOR
Ingeniero Civil
Colegiado activo no. 4540

MSc. Nicolás Guzmán
Ingeniería civil y Sanitaria, Col. 4540





Guatemala, 28 de octubre de 2021.
Ref. EIQ.TG-IF.032.2021.

Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el registro de evaluación, correlativo **071-2019**, le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL

Solicitado por el estudiante universitario: **Mercedes Sara María Corado Barillas**.
Identificado con número de carné: **2977385930601**.
Identificado con registro académico: **201403883**.
Previo a optar al título de la carrera: **Ingeniería Ambiental**.
En la modalidad: **Informe Final, Seminario de Investigación**.

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

DISEÑO DE UN PLAN DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE GASES REFRIGERANTES INSTALADOS EN SISTEMAS DE REFRIGERACION EN CONTENEDORES UBICADOS EN LA ADUANA DE PUERTO QUETZAL, ESCUINTLA, GUATEMALA

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por:

Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz, profesional de la Ingeniería Civil

Habiendo encontrado el referido trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Jaime Domingo Carranza Ochoa
Colegiado No. 449
Jaime Domingo Carranza Ochoa
profesional de la Ingeniería Química
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo



Guatemala, 10 de noviembre de 2021
Ref. EIQ.243.2021

Aprobación del informe final del trabajo de graduación

Ingeniera
Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Revisado el INFORME FINAL DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN (TESIS), DENOMINADO **DISEÑO DE UN PLAN DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE GASES REFRIGERANTES INSTALADOS EN SISTEMAS DE REFRIGERACION EN CONTENEDORES UBICADOS EN LA ADUANA DE PUERTO QUETZAL, ESCUINTLA, GUATEMALA** del(la) estudiante Mercedes Sara María Corado Barillas, se conceptúa que el documento presentado, reúne todas las condiciones de calidad en materia administrativa y académica (rigor, pertinencia, secuencia y coherencia metodológica), por lo tanto, se procede a la autorización del mismo, para que el(la) estudiante pueda optar al título de Ingeniería Ambiental.

“Id y Enseñad a Todos”



Ing. Williams G. Alvarez Mejía, M.I.Q., M.U.I.E.
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química

Cc. Archivo
WGAM/wgam



Agencia Centroamericana de Acreditación de
Programas de Arquitectura y de Ingeniería



Formando Ingenieros Químicos en Guatemala desde 1939

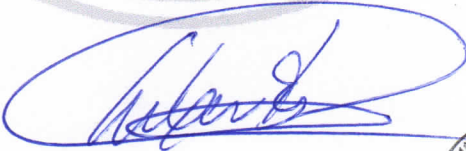


**NO SALGAS
QUÉDATE EN
CASA**

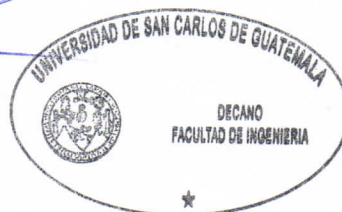
DTG.651.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE UN PLAN DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE GASES REFRIGERANTES INSTALADOS EN SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN EN CONTENEDORES UBICADOS EN LA ADUANA DE PUERTO QUETZAL, ESCUINTLA, GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria: **Mercedes Sara María Corado Barillas**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, noviembre de 2021

ACE/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres

Mayra Barillas y Guillermo Corado, por su cariño y paciencia a lo largo de mi vida. Este también es su logro.

Mis amigos

Julio Alvarez, Pablo Girón, Sofía Cap, Mercedes Dardón, María Rivas, Alejandro Rodríguez, Roberto Garrido, Laura Herrera y Nancy Morales, por ser una guía y apoyo en este largo camino hasta la meta.

Ing. Nicolás Guzmán

Por tener paciencia conmigo y brindarme su apoyo y conocimiento para finalizar este proceso.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por formarme como profesional y ser mi segundo hogar, así como brindarme la oportunidad de adquirir los conocimientos necesarios para ser una profesional de éxito.
Mis padres	Mayra Barillas y Guillermo Corado, por su apoyo en todo el proceso.
Mis hermanos	Giovanni y Alyson Corado Barillas.
Mis amigos de la Facultad	Julio Alvarez, Pablo Girón, Sofía Cap, Mercedes Dardón, María Rivas, Alejandro Rodríguez, Roberto Garrido, Laura Herrera, Nancy Morales, Ángel Ávila y Eric Chew.
Mi asesor	Ing. Nicolás Guzmán, por el apoyo y guía durante la elaboración de este proyecto.
MARN	Por el apoyo brindado durante la recolección de datos para la elaboración de este trabajo de graduación. Principalmente a Katherine Pérez, por su apoyo y tiempo brindado durante las visitas.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES	1
1.1. Gases refrigerantes	1
1.2. Contenedores refrigerados	2
1.3. Puerto Quetzal.....	3
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Gases refrigerantes	5
2.1.1. Clasificación.....	5
2.1.2. Tipología.....	8
2.1.3. Características.....	11
2.1.4. Aplicación de los gases refrigerantes	12
2.1.5. Efectos al medio ambiente	13
2.1.6. Recuperación, regeneración, reciclaje y destrucción	19
2.2. Marco legislativo.....	32
2.2.1. Marco legislativo nacional.....	33
2.2.2. Marco legislativo internacional.....	34
2.3. Contenedores	37

2.3.1.	Características	37
2.3.2.	Tipos	38
2.3.3.	Partes de los contenedores refrigerados.....	39
2.4.	Pruebas para identificar gases refrigerantes.....	41
2.4.1.	Identificador de gases refrigerantes	41
2.4.2.	Análisis por cromatografía.....	42
2.4.3.	Detección de fugas de refrigerante	43
2.5.	Plan de procedimientos para el manejo ambiental de contaminantes.....	45
3.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	57
3.1.	Variables	57
3.2.	Delimitación de campo de estudio	57
3.3.	Recursos humanos disponibles	58
3.4.	Recursos materiales disponibles.....	58
3.4.1.	Materia prima	58
3.4.2.	Instrumentos de medición	58
3.5.	Técnicas cuantitativas	58
3.5.1.	Identificar los puntos de contaminación potencial ...	59
3.5.2.	Muestreo aleatorio.....	59
3.5.3.	Identificar las muestras.....	61
3.5.4.	Inventario.....	61
3.5.5.	Caracterización	61
3.5.6.	Diagnóstico.....	61
3.5.7.	Transporte	61
3.5.8.	Almacenamiento temporal.....	62
3.5.9.	Disposición final	62
3.6.	Recolección y ordenamiento de la información.....	62
3.7.	Análisis estadístico.....	63

3.7.1.	Número de muestras	63
3.7.2.	Medidas de tendencia central	64
3.8.	Plan de análisis de los resultados	65
3.8.1.	Métodos y modelos de los datos, según tipo de variables	65
3.8.2.	Programas para análisis de datos	65
4.	RESULTADOS	67
4.1.	Diseño del plan de procedimientos técnicos para el manejo ambiental de gases refrigerantes instalados en sistemas de refrigeración en contenedores	77
4.1.1.	Datos generales y papelería complementaria de la empresa que desarrolle el plan	77
4.1.2.	Resumen ejecutivo	78
4.1.3.	Marco legal	78
4.1.4.	Introducción	79
4.1.5.	Política ambiental	79
4.1.6.	Objetivos.....	80
4.1.7.	Descripción del área de influencia	81
4.1.8.	Manejo ambiental de los gases refrigerantes contaminados	82
4.1.9.	Administración del plan de manejo ambiental.....	88
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	91

CONCLUSIONES.....95
RECOMENDACIONES97
BIBLIOGRAFÍA.....99
APÉNDICES.....109
ANEXOS.....115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Clasificación por composición química.....	7
2.	Clasificación por pureza	8
3.	Proceso de formación del ozono	15
4.	Proceso de destrucción del ozono	16
5.	Efecto invernadero	17
6.	Fase de recuperación de refrigerantes desde la fuente	20
7.	Componentes de un cilindro para recuperar refrigerante	21
8.	Recuperación por método <i>push/pull</i>	23
9.	Recuperación en fase gaseosa	24
10.	Recuperación en conexión líquido y vapor.....	25
11.	Elementos básicos durante el proceso de recuperación	26
12.	Proceso de regeneración de gases refrigerantes.....	27
13.	Fases del proceso de reciclaje	29
14.	Elementos básicos durante el proceso de reciclaje	30
15.	Diagrama de proceso con máquina de paso simple	31
16.	Diagrama de proceso con máquina de pasos múltiples	32
17.	Partes del contenedor	40
18.	Partes del sistema de refrigeración del contenedor reefer	41
19.	Identificador de refrigerantes Neutronic Ultima ID 2004HV	42
20.	Esquema de cromatografía de gas-líquido.....	43
21.	Ejemplos de indicadores visuales de fuga	44
22.	Ejemplos de exposición de marco legal relacionado con los recursos naturales	49

23.	Interfaz del generador de números aleatorios	59
24.	Muestreo aleatorio generado por el sistema	60
25.	Gráfica de tránsito de contenedores refrigerados en la Aduana de Puerto Quetzal, Escuintla	73
26.	Gráfica de clasificación de gases refrigerantes muestreados por generación.....	74
27.	Gráfica de lectura del identificador por tipo de gas refrigerante muestreado.....	75
28.	Gráfica de toneladas de dióxido de carbono equivalente por tipo de gas refrigerante en los contenedores muestreados	76
29.	Ubicación de cristales en el sistema de refrigeración	83
30.	Identificador de gases refrigerantes.....	84

TABLAS

I.	Clasificación por características de seguridad	6
II.	Gases refrigerantes empleados por sector	12
III.	Causas y consecuencias de la contaminación por gases refrigerantes.....	14
IV.	Potencial de agotamiento de la capa de ozono, potencial de calentamiento global y tiempo de vida en la atmósfera de los refrigerantes.....	18
V.	Tipos de contenedores y sus especificaciones.....	39
VI.	Métodos de detección de fugas	45
VII.	Descripción de las variables cuantificables.....	57
VIII.	Muestreo aleatorio generado por el sistema	60
IX.	Toma de datos durante el inventario.....	62
X.	Toma de datos durante la caracterización	63
XI.	Toma de datos durante el inventario.....	67

XII.	Toma de datos durante la caracterización	69
XIII.	Tránsito de contenedores refrigerados en la Aduana de Puerto Quetzal, Escuintla	73
XIV.	Clasificación de gases refrigerantes muestreados por generación	74
XV.	Lecturas del identificador según tipo de gas refrigerante muestreado	75
XVI.	Toneladas de dióxido de carbono equivalente por tipo de gas refrigerante en los contenedores muestreados	76
XVII.	Características de objetivos generales y específicos	81

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
CO₂	Dióxido de carbono
Kg	Kilogramo
Km	Kilómetro
KPa	Kilopascal
m	Metro
Pa	Pascales
%	Porcentaje
tCO₂eq	Toneladas de dióxido de carbono equivalente

GLOSARIO

Azeotrópico	Mezcla de gas refrigerante que se comporta como compuesto puro, liberándose de forma homogénea.
Cambio climático	Alteraciones a los parámetros climáticos establecidos por largos periodos de tiempo.
Capa de ozono	Se localiza en la estratosfera, (10–50) [km] de la superficie de la Tierra, y que ha servido de escudo durante millones de años para proteger a la Tierra del 97 al 99 % de la radiación ultravioleta.
CFC	Clorofluorocarbonos. Compuestos altamente estables debido a su composición química basada, principalmente en moléculas de cloro, flúor y carbono; dañan la capa de ozono.
Contenedor	Recipiente de carga con la función de transportar mercaderías por vía terrestre, marítima o aérea.
Efecto invernadero	Aumento de la temperatura de la atmósfera causado por la concentración de gases de efecto invernadero.

Gas refrigerante	Fluido capaz de transportar el calor de un lado al otro en cantidades suficientes para desarrollar una transferencia de calor, estos fluidos de trabajo en los sistemas de refrigeración, aire acondicionado de bombas de calor.
Gas refrigerante puro	Aquellos que tienen componentes químicos puros y se comportan según sus propiedades termodinámicas.
GEI	Gases de efecto invernadero, causantes del efecto invernadero, capaces de absorber y emitir radiación.
HC	Hidrocarburos. Sustancias con buena capacidad de refrigeración y de termodinámicamente aceptables para ser utilizadas en refrigeración, aire acondicionado y como espumante de poliuretano y poliestireno, así como propelentes en la industria del aerosol.
HCFC	Hidroclorofluorocarbonos. Compuestos estables de composición química similar a los CFC's, pero con menos contenido de cloro en su molécula que provoca menos potenciales de agotamiento de la capa de ozono.
HFC	Hidrofluorocarbonos. Compuestos químicos libres de cloro que tiene cero potenciales de agotamiento global a la capa de ozono, pero continúan teniendo altos índices de potencial de calentamiento global.

HFO	Hidrofluoroolefinas. Sustancias compuestas por hidrógeno, fluorina y carbono, con potencial de agotamiento del ozono igual a cero y bajo potencial de calentamiento global.
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Entidad del sector público, especializada en materia ambiental y servicios naturales en Guatemala.
Ozono (O₃)	Compuesto de moléculas de ozono que consiste en tres átomos de oxígeno (O ₃), el oxígeno diatómico (O ₂) reacciona en la estratosfera para formar ozono y a la vez el ozono reacciona para formar oxígeno diatómico.
PAO	Potencial de agotamiento del ozono. Habilidad que tienen las sustancias para agotar la capa de ozono, se le asigna un PAO respecto a una sustancia de referencia: R-11 (PAO=1).
PCG	Potencial de calentamiento global. Habilidad de un gas de absorber radiación infrarroja, esta unidad se estima referenciándose el calentamiento atmosférico generado por el dióxido de carbono (CO ₂).
PMA	Plan de Manejo Ambiental. Conjunto de actividades orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

Protocolo de Montreal	Convenio internacional sobre la protección de la capa de ozono.
Reciclaje	Limpieza del gas refrigerante para reuso, separando los contaminantes por medio de un secador de filtro reemplazable.
Recuperación	Remoción del gas refrigerante del sistema de refrigeración, almacenándolo en un cilindro externo.
Refrigeración	Proceso en el cual se baja o mantiene el nivel de calor de un cuerpo o un espacio.
Refrigerante natural	Productos químicos producidos por procesos bioquímicos de la naturaleza.
Regeneración	Reprocesar el gas refrigerante para que regrese a sus especificaciones originales.
SAO	Sustancias agotadoras del ozono. Aquellas que tienen el potencial para reaccionar con las moléculas de ozono, esta solo es dañina si es fluorada y contiene cloro o bromo.
Sistemas de refrigeración	Arreglos mecánicos que emplean las propiedades termodinámicas de la materia para trasladar energía térmica en forma de calor entre dos o más cuerpos o espacios.

Sustancia controlada Aquellas que controla, reduce o elimina el Protocolo de Montreal y sus enmiendas.

Zeotrópico Mezcla de gas refrigerante que varía su comportamiento en el sistema de refrigeración, liberándose de forma heterogénea.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo diseñar un plan de procedimientos técnicos para el manejo ambiental de gases refrigerantes instalados en sistemas de refrigeración en contenedores ubicados en la Aduana de Puerto Quetzal, Escuintla.

Se inició con la caracterización en conjunto con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales la identificación de los gases refrigerantes en los sistemas de refrigeración en los contenedores, con el 100 % gases refrigerantes de tercera generación; siendo estos R134a y R404A.

Luego se realizó un diagnóstico visual de los sistemas de refrigeración, el cual justificó las causas probables de la contaminación de los gases refrigerantes en ellos; dando un resultado del 17,78 % de sistemas que presentaron contaminación.

Después se determinó el potencial de contaminación a la atmósfera y al personal de la aduana, causado por fugas en los sistemas de refrigeración, a través del cálculo de la huella de carbono equivalente producida por los gases refrigerantes; dando 918,99 tCO₂eq por los 90 contenedores muestreados.

Finalmente se elaboró el diseño de un plan de procedimientos técnicos para el manejo ambiental de gases refrigerantes instalados en sistemas de refrigeración en contenedores ubicados en la aduana de Puerto Quetzal, el cual explica la gestión de los gases refrigerantes.

OBJETIVOS

General

Diseñar un plan de procedimientos técnicos para el manejo ambiental de gases refrigerantes instalados en sistemas de refrigeración en contenedores ubicados en la Aduana de Puerto Quetzal, Escuintla, Guatemala.

Específicos

1. Caracterizar los gases refrigerantes instalados en sistemas de refrigeración en contenedores.
2. Diagnosticar los gases refrigerantes instalados en sistemas de refrigeración en contenedores.
3. Determinar el potencial dióxido de carbono equivalente, producido por los gases refrigerantes con potencial de calentamiento global.
4. Elaborar el diseño de un plan de procedimientos técnicos para el manejo ambiental de gases refrigerantes, instalados en sistemas de refrigeración en contenedores.

Hipótesis

Hipótesis de estudio:

H₂: Al menos el 75 % de los contenedores emplean gases refrigerantes con alto potencial de calentamiento global (PCG).

Hipótesis nula:

- H_{n,1}: Ninguno de los contenedores emplean gases refrigerantes con alto potencial de calentamiento global (PCG).
- H_{n,2}: Más del 25 % de los contenedores emplean gases refrigerantes con alto potencial de calentamiento global (PCG).

Hipótesis alternativa:

- H_{a,1}: Todos los contenedores emplean gases refrigerantes con alto potencial de calentamiento global (PCG).
- H_{a,2}: Menos del 25 % de los contenedores emplean gases refrigerantes con alto potencial de calentamiento global (PCG).

INTRODUCCIÓN

Los gases refrigerantes han sido una gran herramienta para la mejora en la climatización de ambientes y conservación de mercaderías perecederas, principalmente alimentos. A pesar de que, inicialmente se tuvo malas experiencias con los gases refrigerantes naturales debido a la deficiencia en el control de fugas de los sistemas de refrigeración; las cuales causaban muertes por fallas respiratorias.

A partir de 1982 se empezó a emplear gases refrigerantes sintéticos; clorofluorocarbonos, hidroclofluorocarbonos e hidrofluorocarbonos, no reaccionaban con el organismo, pero producían graves daños a la atmósfera.

Los clorofluorocarbonos (CFC) poseen un alto potencial de agotamiento del ozono debido a que el cloro que poseen estos gases tiene la capacidad de destruir 1 000 000 de moléculas de ozono con 1 de cloro; y por su tiempo de vida en la estratosfera es de 1 000 años.

Los hidroclofluorocarbonos (HCFC) y los hidrofluorocarbonos (HFC) poseen un bajo potencial de agotamiento del ozono, porque los HCFC contienen menos moléculas de cloro y los HFC carecen de cloro; pero estos tienen altos potenciales de calentamiento global, ya que en la atmósfera reaccionan aumentando el efecto de los gases de efecto invernadero.

A partir de 1987, gracias a la ratificación mundial del Protocolo de Montreal se han restringido estas sustancias; controlando las cantidades importadas por cada sector, reduciendo su consumo de las sustancias dañinas y eliminando

todas aquellas; denominadas como sustancias controladas. Relativo a la enmienda se han añadido más gases refrigerantes a la lista de sustancias controladas por este convenio.

Los contenedores refrigerados son la evolución del transporte marítimo más importante para el manejo de mercadería, ya que algunos están equipados con un sistema de refrigeración que permite mantener a temperaturas bajas mercaderías que lo requieran. Estos recipientes de carga por la manipulación constante en países variados pueden deteriorarse por el intemperismo al que están expuestos, lo que puede derivar en fugas de gases refrigerantes instalados en los sistemas.

En Guatemala, Puerto Quetzal está ubicado en el departamento de Escuintla, es la salida al océano Pacífico y ha estado funcionando desde 1980. Dicho puerto posee varias certificaciones por normas de control marítimo, gestión de seguridad y gestión ambiental, las cuales lo avalan como un puerto apto para mitigar cualquier impacto producido por fugas en los sistemas de refrigeración. A pesar de estas certificaciones, no cuenta con ningún plan de procedimientos técnicos para el manejo ambiental de gases refrigerados, los cuales pueden afectar desde la eficiencia en el trabajo del personal hasta en pérdidas de vidas humanas.

1. ANTECEDENTES

1.1. Gases refrigerantes

Los gases refrigerantes hidrocarburos y naturales, referidos como de primera generación, fueron la primera opción para el sector de refrigeración y la mejor para el planeta debido a que no afectan la atmósfera, pero son tóxicos o inflamables.

El propano al mezclarse con el oxígeno durante la respiración provoca dificultad para respirar hasta asfixiar a la persona, LC50 y LD50. El amoníaco es un gas altamente tóxico e irritante; en concentraciones desde cien partes por millón. Al aumentar la concentración produce asfixia y quemaduras en la mucosa nasal.

En 1892, en Bélgica sintetizaron por primera vez los clorofluorocarbonos (CFC); referidos como de segunda generación, fue un gran avance para la refrigeración debido a que no eran gases que reaccionaban de forma tóxica o inflamable; comparado con el propano o el amoníaco.

A pesar de la utilidad de estos gases, en 1990 se descubrió que provocan destrucción a la capa de ozono por su estabilidad a elevadas altitudes, de este modo en la estratosfera solo un cloro es capaz de destruir 1 000 000 moléculas de ozono y tiene un tipo de vida de hasta 1 000 años.

El Protocolo de Montreal fue firmado por 197 países, ha sido el único convenio internacional ratificado universalmente, este acordó la eliminación

racional de los CFC para reducir el agujero de la capa de ozono, proponiendo alternativas para evitar problemas a nivel industrial.

Se fueron empleando los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) y los hidrofluorocarbonos (HFC); referidos como de tercera generación, para sustituir a los CFC. Estos refrigerantes no agotan la capa de ozono, pero tienen un alto potencial de calentamiento global; lo que quiere decir que producen dióxido de carbono equivalente aumentando la concentración de los gases de efecto invernadero.

La exposición a altas concentraciones de cualquier gas refrigerante produce dificultad para respirar, mareos, desorientación, hasta llegar a la pérdida de conciencia. Asimismo, si se emplean estos gases sin el equipo de protección adecuado existen posibilidades de quemaduras por frío.

1.2. Contenedores refrigerados

En 1953, el empresario estadounidense Malcolm MacLean invirtió en una pequeña empresa de transporte marítimo que manipulaban remolques. Iniciando con el transporte de los camiones completos; luego se implementó el método de embarcar únicamente los contenedores para aprovechar el espacio. Con el tiempo estos contenedores fueron evolucionando para convertirse en lo que son actualmente.

En sus inicios los contenedores refrigerados empleaban R11 y R12; los cuales al ser CFC agotan la capa de ozono, derivado de los cambios aplicados por el Protocolo de Montreal y sus enmiendas estos han variado a R134a y R404A; estos al ser HCFC y HFC propician calentamiento global.

Algunos contenedores trabajan con R717 (amoníaco) y R744 (dióxido de carbono), los cuales se deben manejar adecuadamente para evitar perjudicar al personal encargado.

Las condiciones ambientales son claves para el deterioro de contenedores; si no se les da mantenimiento cada 3 meses. Las altas temperaturas; de (70–80) [°C], pueden llegar a abrir la válvula de presión del sistema y liberar el gas refrigerante, produciendo contaminación atmosférica o deterioro en la salud del personal que manipula los sistemas.

1.3. Puerto Quetzal

En 1979 se declaró de urgencia nacional la construcción de un puerto con salida al océano Pacífico, esto derivado de las necesidades portuarias prevaletentes en el país. En ese año, también se creó la Unidad Ejecutora del Complejo Portuario en el litoral Pacífico (UNECPA), por medio del Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas; denominada así en esa época.

En 1980 se inició la construcción del puerto. En marzo de 1983, a pesar de sus limitadas condiciones por encontrarse en la etapa inicial de construcción, arrancaron los servicios portuarios.

En noviembre de 1985 finalizó la construcción de la primera fase y concluyó la etapa de UNECPA. En ese momento se nombró al nuevo puerto como Puerto Quetzal, en honor al ave nacional, y la nueva entidad encargada de la administración del puerto pasó a ser Empresa Portuaria Quetzal.

En septiembre de 2008 iniciaron los procesos de certificaciones de Puerto Quetzal, primero se certificó con la Norma BASC (Sistema de Gestión en Control

y Seguridad) y la Norma ISO 28000 (Sistema de Gestión de la Seguridad para la Cadena de Suministro). Luego, en diciembre de 2009 se certificó con la Norma ISO 18001 (Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional. Después se certificó con la Norma ISO 14001 (Sistema de Gestión Ambiental).

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Gases refrigerantes

Son fluidos que tienen una función de agentes enfriadores, los cuales en sistemas de refrigeración transportan el calor del interior de un área al exterior en cantidades suficientes para que se desarrolle una transferencia de calor.

En su mayoría, estos fluidos son seguros para las personas que los manipulan; cuando se toman las medidas adecuadas, pero tienen un alto impacto negativo al medio ambiente debido a que tienen potencial de agotamiento de la capa de ozono y propician el calentamiento global.

2.1.1. Clasificación

Los gases refrigerantes tienden a clasificarse en tres clases; por características de seguridad, sus componentes químicos y su pureza; los cuales identifican aspectos a tomar en cuenta para emplearse o manejarse.

2.1.1.1. Por características de seguridad

En esta se toman en cuenta los aspectos de toxicidad e inflamabilidad (o explosividad) para identificar las medidas de seguridad a tomar en su manipulación o empleo en un sistema de refrigeración.

Según la Norma ISO 817:2014 para la toxicidad se clasifican como A, estos teniendo una baja toxicidad; o B, estos teniendo una alta toxicidad. Para la

inflamabilidad se clasifican como 1, considerados no inflamables; 2L, baja inflamabilidad; 2 moderada inflamabilidad; y 3, alta inflamabilidad.

Tabla I. **Clasificación por características de seguridad**

	Baja toxicidad	Alta toxicidad
Inflamabilidad nula	A1	B1
Baja inflamabilidad	A2L	B2L
Moderada inflamabilidad	A2	B2
Alta inflamabilidad	A3	B3

Fuente: PNUMA, *Normas internacionales de refrigeración y aire acondicionado*. p. 21.

2.1.1.2. Por composición química

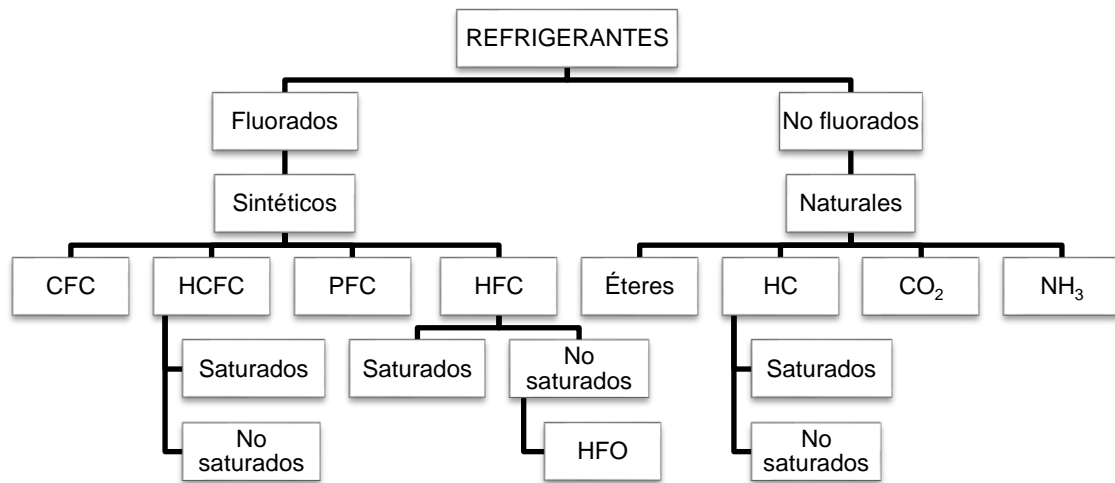
En esta se toman en cuenta los componentes químicos de los cuales se encuentra formado el gas refrigerante; así como la estructura química que posea. Estos se clasifican en no fluorados, naturales y fluorados sintéticos.

Los naturales son todos aquellos gases refrigerantes que provienen de la naturaleza; como los hidrocarburos, el dióxido de carbono, el amoníaco y los éteres. Estos no tienen graves repercusiones sobre la atmósfera, pero pueden causar daños a la salud si no se cuenta con el equipo adecuado al momento de manipularlos.

Los sintéticos son aquellos que fueron creados por el hombre; como los clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC), hidrofluorocarbonos (HFC) y hidrofluoroolefinas (HFO). Aquellos que contienen

moléculas de cloro tienen potencial de agotamiento de la capa de ozono; y los que tienen hidrógeno y carbono tienen alto potencial de calentamiento global.

Figura 1. **Clasificación por composición química**



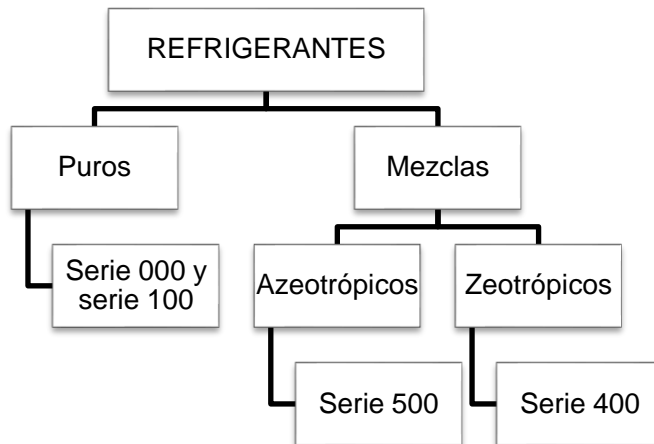
Fuente: MARN. Folleto informativo. *Refrigerantes*. p. 2.

2.1.1.3. Por pureza

En esta se clasifican los gases refrigerantes en puros; solo tiene componentes químicos y se comportan según sus propiedades termodinámicas, y mezclas; formados por dos o más tipos de gas refrigerante, pero no combinados químicamente y se dividen en dos grupos.

Los tipos de mezclas son azeotrópicos, estas son mezclas que se comportan como un gas refrigerante puro y se liberan homogéneamente y zeotrópicos; estas son mezclas que tienen variaciones de temperatura durante un cambio de fase y se liberan heterogéneamente.

Figura 2. **Clasificación por pureza**



Fuente: elaboración propia, con información del PNUMA. *Normas internacionales de refrigeración y aire acondicionado*. p. 17.

2.1.2. Tipología

Los tipos de gases refrigerantes se agrupan según su generación, la cual identifica aquellos que se usaron por cierta temporada que marcó un cambio en los sistemas de refrigeración.

2.1.2.1. Primera generación

Los gases refrigerantes pertenecientes a esta generación fueron los empleados por el hombre para los sistemas de refrigeración por compresión de vapor, se conocen como refrigerantes naturales, ya que todos son de origen natural. Estos dejaron de utilizarse debido a las muertes que resultaban por fugas provocadas por las malas prácticas aplicadas.

Los principales gases refrigerantes que se relacionan con esta generación son:

- Dióxido de azufre (R764)
- Amoníaco (R717)
- Dióxido de carbono (R744)
- Agua (R718)
- Aire (R729)

Algunas de sus propiedades son las bajas temperaturas y presiones de saturación, químicamente estables y poseen buenas características térmicas. A pesar de que tiene muy buena eficiencia energética, algunos son altamente tóxicos o inflamables.

2.1.2.2. Segunda generación

Esta generación de gases refrigerantes empezó a emplearse en 1982, se caracterizaron por ser sintéticos; por medio de la alteración de las moléculas de los hidrocarburos los científicos de la época crearon refrigerantes más seguros, estos son conocidos como clorofluorocarbonos.

Los principales gases refrigerantes que se relacionan con esta generación son:

- Diclorodifluoro metano (R12)
- Tricloromonofluoro metano (R11)
- Monoclorodifluoro metano (R22)

Algunas de sus propiedades son los bajos puntos de ebullición y fusión, y las altas presiones críticas. A pesar de que no son tóxicos o inflamables, tienen alto potencial de agotamiento de la capa de ozono.

2.1.2.3. Tercera generación

Esta generación nació con el fin de resolver la problemática que generaron los clorofluorocarbonos (CFC) con el agotamiento de la capa de ozono, estos se conocen como hidroclofluorocarbonos (HCFC) e hidrofluorocarbonos (HFC), al eliminar el cloro de la molécula.

Los principales gases refrigerantes que se relacionan con esta generación son:

- Tetrafluoro etano (R134a)
- Mezcla 23 % R32, 25 % R-125 y 52 % R-134a (R407C)
- Mezcla 44 % pentafluoroetano (R125), 52 % trifluoroetano (R-143a) y 4 % tetrafluoroetano (R-134a) (R404A)

Algunas de sus propiedades son los bajos puntos de ebullición y fusión, las altas presiones críticas y mejor enfriamiento. A pesar de que no son tóxicos o inflamables y tienen bajo potencial de agotamiento de la capa de ozono, poseen alto potencial de calentamiento global.

2.1.2.4. Cuarta generación

Esta generación está compuesta de los gases refrigerantes fluorados sintéticos, como las hidrofluoroolefinas (HFO), poseen una eficiencia energética

menor en comparación con sus antecesores; hidrofluorocarbonos (HFC), siguen siendo menos peligrosos.

Los principales gases refrigerantes que se relacionan con esta generación son:

- R1234yf
- R1234ze

Algunas de sus propiedades son los bajos puntos de ebullición y fusión, las altas presiones críticas y mejor poder de enfriamiento. A pesar de que no son tóxicos o inflamables, tienen bajo potencial de agotamiento de la capa de ozono y tienen bajo potencial de calentamiento global, poseen bajo poder de enfriamiento.

2.1.3. Características

Todos los fluidos refrigerantes deben cumplir con las siguientes características; según David Enríquez, en su tesis *Sistemas de recuperación de refrigerantes* menciona:

- Calor latente de evaporación alto: minimiza la cantidad de gas refrigerante necesario para el proceso de refrigeración.
- Presión de evaporación superior a la atmosférica: evita la entrada de aire y humedad por fugas.
- Punto de ebullición bajo: lo suficientemente bajo para que sea menor a la temperatura del trabajo del evaporador.
- Temperatura y presión de condensación baja: evita que se trabajen con las presiones altas en el condensador y reduce el gasto energético.

- Inercia química: no debe reaccionar con los materiales del equipo de refrigeración.
- Soluble en el aceite del compresor: evita problemas en el evaporador.
- Soluble en agua: evita que la humedad forme cristales de hielo.
- Químicamente estable: no debe ser inflamable o explosivo, tanto puro como en mezclas.
- Baja toxicidad: para evitar que reaccione en el organismo de quien manipula estas sustancias.
- Bajo impacto ambiental: minimiza el potencial agotamiento a la capa de ozono o potencial calentamiento global.
- Olor descriptible: en caso de que existieran fugas en el sistema facilita su detección por medio del olfato.
- Bajo costo: evita inversiones grandes por estas sustancias.

2.1.4. Aplicación de los gases refrigerantes

Las principales aplicaciones de los gases refrigerantes son para refrigeración, congelación, aire acondicionado y aislamiento. En los sectores, principalmente empleados son en refrigeración doméstica, refrigeración comercial, aplicaciones médicas y laboratorios de investigación.

Tabla II. Gases refrigerantes empleados por sector

Sectores	Gases refrigerantes							
	CFC	HCFC	HFC		HFO		HC	Naturales
Refrigeración doméstica	R12		R134a		R1234yf	R450A	R600a	
Refrigeración comercial	R12 R502	R22	R134a R404A R455A	R407A R407F	R1234yf R1234ze R444B	R448A R449A R450A	R600a R290	CO2 NH3

Continuación de la tabla II.

Refrigeración de transporte		R22	R134a R407C	R410A	R1234yf R444B R448A	R449A R450A	R290 R1270	CO2
Refrigeración industrial		R22		R1234yf R444B R448A	R449A R450A	R290 R1270		CO2 NH3
Calentadores de agua		R22	R134a R410A	R407C	R1234yf R1234ze R444B	R448A R449A R450A	R600a R290	CO2 NH3
Aire acondicionado		R22	R134a R32	R410A R407C	R1234yf R444B R448A	R449A R450A	R290	CO2
Chillers	R12 R11	R22 R123	R134a R404A	R410A R407C	R1234yf R1234ze R1233zd	R448A R449A R450A	R290 R1270	CO2 NH3
Aire acondicionado móvil	R12		R134a R410A	R407C	R1234yf	R450A		CO2

Fuente: MARN. Folleto informativo. *Refrigerantes*. p. 3.

2.1.5. Efectos al medio ambiente

Actualmente, la evaluación en el campo de la refrigeración está optando por emplear gases refrigerantes de primera generación o cuarta generación; teniendo un especial cuidado en el control de fugas para los primeros que provocan pérdidas humanas, debido a son los que poseen menos características negativas para el ambiente, además de que algunos elevan la eficiencia en los equipos.

Según Vanessa Ávila, Miguel Castillo y Jacqueline Gómez, en su libro *Análisis del uso de gases refrigerantes por empresas pymes del sur de Guayaquil*, los gases refrigerantes en general tienen sus ventajas como sus desventajas, en la tabla III se muestran algunas causas y consecuencias del uso de estos.

Tabla III. **Causas y consecuencias de la contaminación por gases refrigerantes**

Causas	Consecuencias
Uso de gases contaminantes	Destrucción de capa de ozono
Sustancias que agotan el ozono	Efecto invernadero
Sistemas obsoletos	Contaminación ambiental
Emisión de gases refrigerantes	Calentamiento global
Erradicación de sustancias contaminantes	Conservación del medio ambiente
Falta de conciencia ambiental	Aumento de contaminación
Escasez de asesoría técnica	Incremento de errores
Elaboración de leyes ambientales	Parar abusos de empresas
Ausencia de información	Errores en procesos
Proceso de tratamiento de gases	Evitar contaminación

Fuente: ÁVILA BECERRA, Vanessa, CASTILLO CEDEÑO, Miguel y GÓMEZ ASTUDILLO, Jacqueline. *Análisis del uso de gases refrigerantes por empresas pymes del sur de Guayaquil*. p. 5.

Los gases refrigerantes tienen altos potenciales de dañar las primeras capas de la atmósfera, la troposfera y la estratosfera. Según Juan Pablo Plazas en su libro *Manual de buenas prácticas en refrigeración*, los principales efectos al medio ambiente de los gases refrigerantes son:

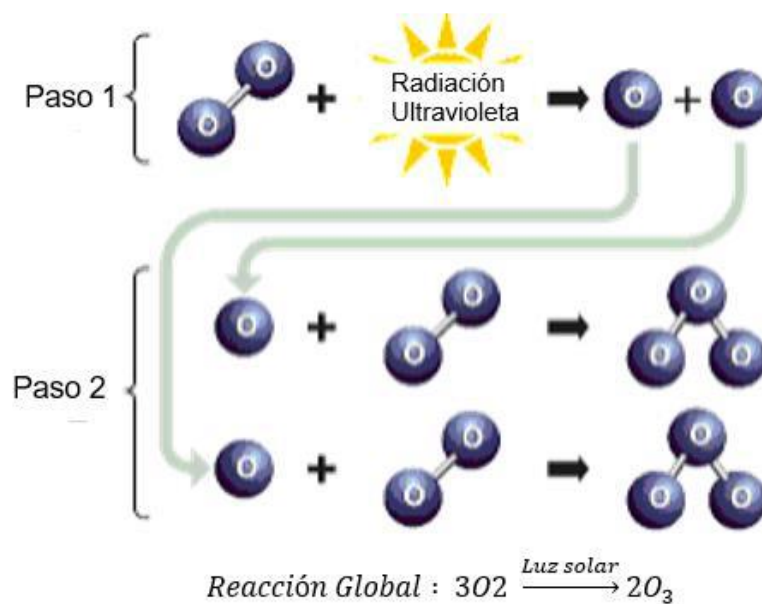
- Agotamiento de la capa de ozono

La capa de ozono es el escudo protector de la radiación ultravioleta; UV-A y UV-B, la cual se ubica en la estratosfera, (10 – 50) [km] sobre la superficie de

la Tierra, si no existiera vida en el planeta derivado a la esterilización por la radiación.

El ozono es un compuesto molecular formado por tres átomos de oxígeno (O_3), se forma por la reacción del oxígeno diatómico (O_2) y oxígeno monoatómico (O). Esta reacción se rompe por la radiación y vuelve a unirse por la atracción molecular.

Figura 3. **Proceso de formación del ozono**

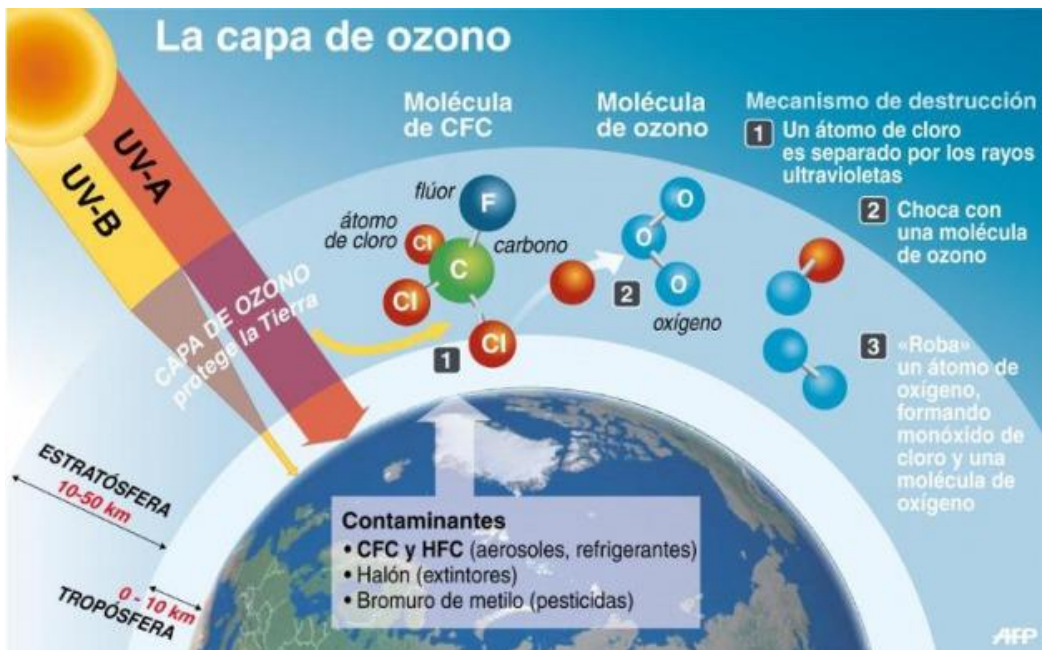


Fuente: MARN. Folleto informativo. *Capa de ozono y Protocolo de Montreal*. p. 2.

Los gases refrigerantes de segunda generación (CFC) son los principales causantes del agotamiento de la capa de ozono; están denominadas como sustancias agotadoras del ozono (SAO) debido a que las moléculas de cloro que se encuentra en su estructura al llegar a la estratosfera destruyen los enlaces del

ozono y reaccionan rápidamente con el oxígeno monoatómico; el cual se pierde y no puede volver a formar ozono.

Figura 4. **Proceso de destrucción del ozono**



Fuente: MARN. Folleto informativo *Capa de ozono y Protocolo de Montreal*. p. 3.

- Aumento del calentamiento global

El efecto invernadero es el causante de que la Tierra mantenga una temperatura apta para la formación de vida; sin este efecto la temperatura decrecería hasta el punto de congelamiento. Este efecto inicia cuando la radiación solar; de onda corta, incide en la superficie de la Tierra, cuando esta se calienta regresa la energía que no empleo a la atmósfera.

Los gases de efecto invernadero (GEI), los principales gases que producen este efecto son: dióxido de carbono, metano, vapor de agua y óxidos de

nitrógeno, retienen parte de esta energía liberada para mantener la temperatura en la superficie.

Figura 5. Efecto invernadero



Fuente: BAUTISTA SULVARÁN, Lorena del Carmen. *La temperatura*. http://lafisica-lafisica.blogspot.com/2010/06/la-temperatura_06.html. Consulta: 9 de agosto de 2020.

Cuando la cantidad de GEI existentes en la atmósfera aumenta, esto deriva en mayor retención de la energía que saldrá de la Tierra, propiciando el calentamiento global. Hay además en la atmósfera una serie de gases de efecto invernadero (GEI) creados íntegramente por el ser humano, como los halocarbonos (compuestos que contienen cloro, bromo o flúor y carbono; estos compuestos pueden actuar como potentes gases de efecto invernadero en la atmósfera y son también una de las causas del agotamiento de la capa de ozono en la atmósfera, regulados por el Protocolo de Montreal.

Los gases refrigerantes no fluorados (o naturales) no tienen repercusiones graves a estos procesos, ya que por su origen no producen alteraciones que puedan afectar a largo plazo.

Los gases refrigerantes fluorados (o sintéticos), principalmente los HCFC y los HFC, poseen altos potenciales de calentamiento global; esto debido a las moléculas de hidrógeno y las moléculas de carbono. Este se compara su efecto con el producido por el dióxido de carbono.

La tabla IV muestra el valor del PCG de algunos gases refrigerantes, este se multiplica por la cantidad (Kg) de gas refrigerantes empleado en un sistema o emitido a la atmósfera y luego se convierte en toneladas métricas (ton/m), con esto se determina el valor del dióxido de carbono equivalente emitido a la atmósfera.

Tabla IV. Potencial de agotamiento de la capa de ozono, potencial de calentamiento global y tiempo de vida en la atmósfera de los refrigerantes

Gases refrigerantes	PAO	PCG	Tiempo de vida
Dióxido de carbono (R744)	0	1	--
CFC – 11	1	4 600	45
CFC – 12	1	10 600	100
CFC – 115	0,6	7 200	1 700
HCFC – 22	0,055	1 700	11,9
HFC – 134a	0	1 430	13,8
HCFC – 141b	0,11	700	9,3

Continuación de la tabla IV.

Amoniaco (R717)	0	0	--
Isobutano (HC – 600a)	0	3	>1
Propano (HC – 290)	0	3	>1
Ciclopentano	0	3	>1

Fuente: RÍOS HERNÁNDEZ, Juan Carlos. *Diferencia entre sistemas de refrigeración que utilizan refrigerantes convencionales y los que utilizan refrigerantes ecológicos y análisis de la estructura molecular de los refrigerantes.* p. 74.

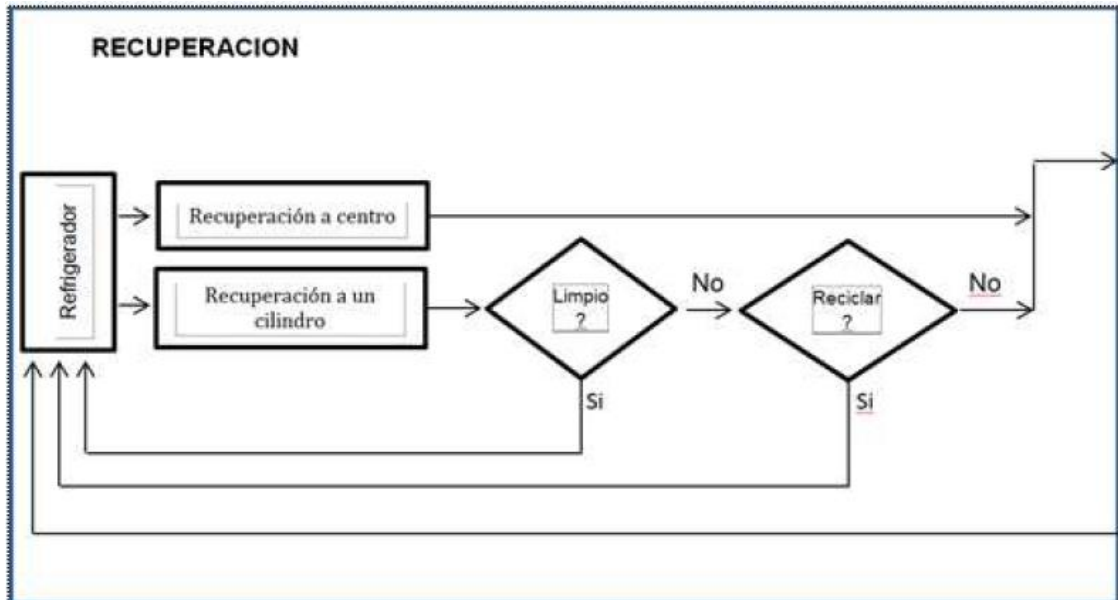
2.1.6. Recuperación, regeneración, reciclaje y destrucción

En esta sección se describen los procesos de recuperación, regeneración, reciclaje y destrucción de los gases refrigerantes cuando presentan contaminación.

2.1.6.1. Recuperación

La recuperación de gases refrigerantes es la etapa inicial para reparar o darle mantenimiento a un equipo de refrigeración. Consiste en transferir el gas refrigerante, desde el equipo de refrigeración a un cilindro apto para el proceso.

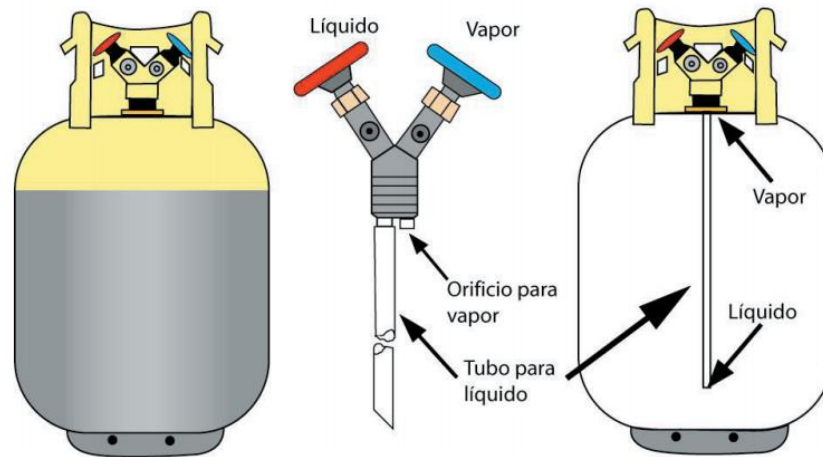
Figura 6. Fase de recuperación de refrigerantes desde la fuente



Fuente: GONZÁLEZ RUÍZ, Juan Carlos. *Estudio de impacto ambiental para el centro de regeneración de refrigerantes de la Universidad de Pontificia Bolivariana*. p. 78.

Estos cilindros deben cumplir con las especificaciones DOT; en la figura 7 se muestran los componentes con los que debe constar estos cilindros. Los pequeños (13,6-22,0 [Kg]) deben estar pintados de amarillo en el área del hombro del tanque (guarda de la válvula Y). El resto del cilindro debe ser de color gris.

Figura 7. Componentes de un cilindro para recuperar refrigerante



Fuente: YÁÑEZ, Gildardo. *Recuperación de gases refrigerantes*.

<https://es.slideshare.net/ingenierogildardo/sesin-5-internet>. Consulta: 24 de octubre de 2019.

2.1.6.1.1. Procedimiento de recuperación de gas

Según Roberto Aira Vázquez, en su publicación *Procedimiento para recuperar gas refrigerante*, antes de iniciar con la recuperación se deben tomar en cuenta los siguientes pasos:

- El vertido del refrigerante en el tanque recuperador se debe realizar mediante el método recomendado por el fabricante del refrigerante.
- No se debe llenar el cilindro demasiado.
- No se deben mezclar gases refrigerantes de diferente graduación.
- No se debe poner gas refrigerante de un tipo en un cilindro etiquetado con otro tipo de gas.
- Emplear cilindros correctamente limpios, libres de contaminación.

- Comprobar de forma ocular el cilindro previamente.
- Verificar que el cilindro disponga de válvulas separadas para gas y líquido, y dispongan de sistema de alivio de presión.
- Conservar el recuperador frío a lo largo del proceso, para acelerar el proceso.

Según Antonio Nieto, en su publicación *Recuperación, reciclado y regeneración de gas refrigerante*, existen cuatro formas de recuperación de gases refrigerantes, las cuales son:

- Recuperar el gas refrigerante en fase líquida.

El refrigerante líquido se recupera por técnicas de decantación, separación o *push/pull*, con el consiguiente arrastre de aceite. Este proceso se lleva a cabo usando vapor del cilindro para empujar el refrigerante líquido fuera del equipo.

Se conecta una manguera desde el puerto de líquido de la unidad, cuyo refrigerante se requiere extraer, a la válvula de líquido en el cilindro recuperador. Otra manguera desde la válvula de vapor del cilindro recuperador a la entrada de la succión de la máquina recuperadora y, finalmente, una tercera manguera desde la salida o la descarga de la máquina recuperadora al puerto de vapor del equipo.

El cilindro recuperador succionará el refrigerante líquido del equipo de refrigeración, cuando la máquina recuperadora haga disminuir la presión del cilindro. El vapor succionado del tanque recuperador por la recuperadora será entonces empujado de vuelta.

Cuando la mayoría del refrigerante haya sido cargado del equipo al cilindro recuperador, la recuperadora comenzará a ciclar, controlada por su presostato de baja presión de succión, removiendo el resto del refrigerante en forma de vapor. Cuando la recuperadora ya no continúe ciclando y se detenga por completo, se habrá recuperado todo el refrigerante posible.

Figura 8. **Recuperación por método *push/pull***



Fuente: NIETO, Antonio. *Recuperación, reciclado y regeneración de gas refrigerante*.
<https://www.mundohvacr.com.mx/2008/07/recuperacion-reciclado-y-regeneracion-de-gas-refrigerante>. Consulta: 23 de septiembre de 2020.

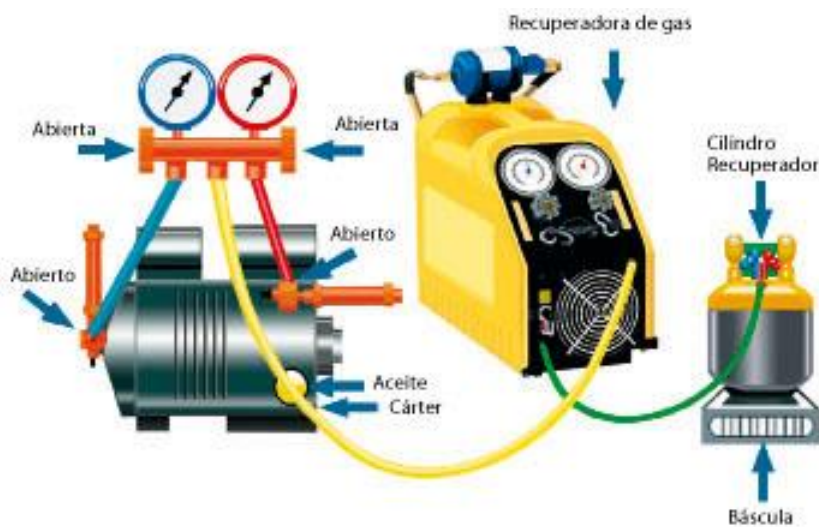
- Recuperar el gas refrigerante en fase gaseosa

La carga de refrigerante, también se puede recuperar en forma de gas. En los grandes sistemas de refrigeración, esto exigirá más tiempo que cuando se transfiere líquido, esto se debe a que el flujo de gas refrigerante es menor en fase gaseosa.

Las mangueras de conexión entre las unidades de recuperación, los sistemas y los cilindros de recuperación deben ser de la longitud mínima posible, así como del diámetro máximo posible, a los fines de aumentar el rendimiento del proceso.

El refrigerante, en fase de vapor, es normalmente aspirado por la succión de la máquina recuperadora y, una vez condensado, es enviado al tanque recuperador.

Figura 9. **Recuperación en fase gaseosa**



Fuente: NIETO, Antonio. *Recuperación, reciclado y regeneración de gas refrigerante*.
<https://www.mundohvacr.com.mx/2008/07/recuperacion-reciclado-y-regeneracion-de-gas-refrigerante>. Consulta: el 23 de septiembre de 2020.

- Recuperación líquido y vapor

Con grandes cantidades de refrigerante, es mejor utilizar el método *push/pull*, ya que es tres veces más rápido que hacerlo directamente. Cuando

sea posible, es recomendable recuperar gas del lado de alta y del lado de baja presión del sistema y utilizando mangueras cortas para el servicio. Mangueras largas aumentan el tiempo del proceso.

Siempre debe hacerse la recuperación del lado de vapor en el tanque recuperador, esto reduce la posibilidad de la presencia de refrigerante líquido remanente en las líneas.

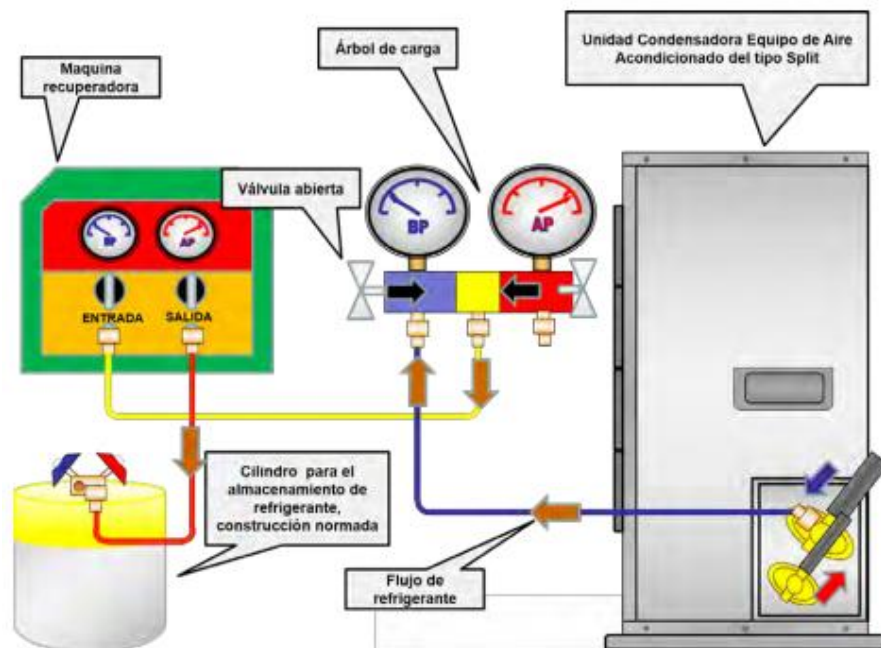
El utilizar un filtro deshidratador en todos los procesos descritos, es una protección para la recuperadora.

Figura 10. **Recuperación en conexión líquido y vapor**



Fuente: NIETO, Antonio. *Recuperación, reciclado y regeneración de gas refrigerante*.
<https://www.mundohvacr.com.mx/2008/07/recuperacion-reciclado-y-regeneracion-de-gas-refrigerante>. Consulta: 23 de septiembre de 2020.

Figura 11. Elementos básicos durante el proceso de recuperación



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente de Chile. *Proyecto diseño del programa de regeneración para la implementación de centros de regeneración, reciclaje y acopio de gases refrigerantes en Chile.* p. 22.

2.1.6.2. Regeneración

La regeneración consiste en darle mantenimiento a un gas refrigerante para llevarlo al grado de pureza correspondiente a las especificaciones del refrigerante original, mediante procesos de filtración, secado y destilación.

Posterior a la regeneración se debe hacer una serie de análisis para corroborar que el gas refrigerante regenerado pueda satisfacer las especificaciones correspondientes al gas refrigerante virgen.

Figura 12. **Proceso de regeneración de gases refrigerantes**



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente. *Unidad de ozono*. <https://ozono.mma.gob.cl/proyectos/regeneracion/>. Consulta: 4 de septiembre de 2020.

Los procesos que se pueden realizar para la regeneración de un gas refrigerante, según el Ministerio de Medio Ambiente de Chile, son los siguientes:

- Destilación

Proceso de calentar un líquido hasta que los componentes volátiles pasan a la fase de vapor, luego se enfría el vapor para recuperar estos componentes en forma líquida por condensación.

Su objetivo principal es separa una mezcla de componentes con distintas volatilidades, de modo de obtener el componente mas volátil en forma pura.

- Adsorción/desorción

Se basa en lechos de materiales adsorbentes para separar un refrigerante desde otros componentes. Dentro del sistema, el gas refrigerante es adsorbido en un lecho de adsorbente, en la segunda cámara se descargan las impurezas y contaminantes, y por último se desorbe el gas refrigerante en el lecho por medio de activación de calor.

La principal ventaja que posee este proceso es que el gas refrigerante regenerado se extrae sin necesidad de utilizar numerosos dispositivos; y la desventaja es que el material adsorbente debe emplearse con gases refrigerantes específicos.

- Subenfriamiento criogénico

En estos sistemas el gas refrigerante contaminado se enfría en tres etapas hasta llegar a $-73,3$ °C. Luego, el gas se envía a un sistema de filtros coalescentes, que eliminan el 100 % de las partículas de un tamaño mayor a 0,1 micras y el 93 % de las partículas de un tamaño menor a 0,1 micras. En el último paso, un dispositivo de purga controlada por microprocesador libera los gases no condensables.

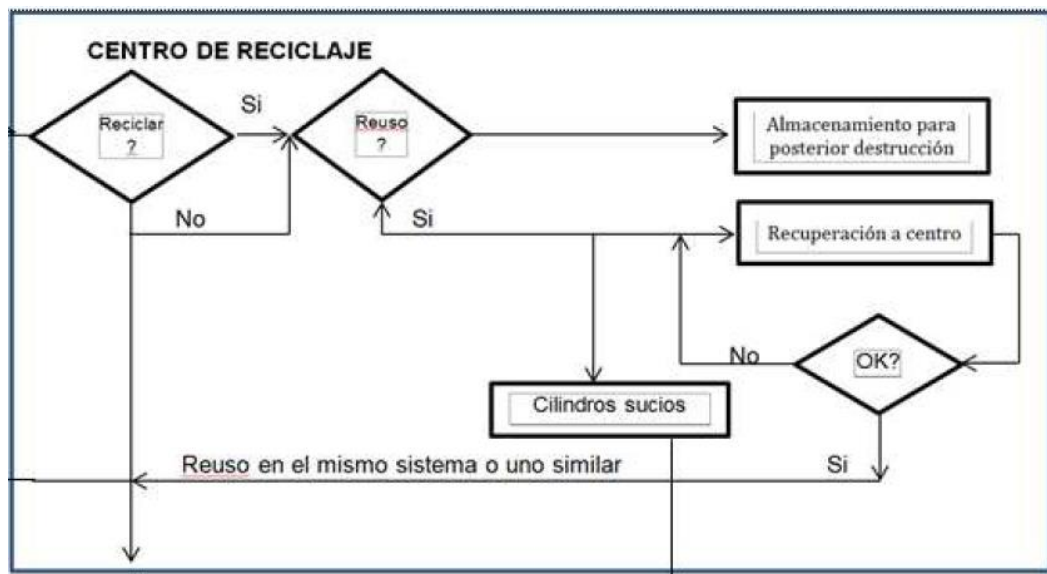
Las principales ventajas de esta tecnología es que se puede utilizar con cualquier tipo de gas refrigerante, la pureza del refrigerante que ingresa al sistema no es significativa, y el funcionamiento a baja presión. Sin embargo, la energía necesaria para enfriar el líquido a $-73,3$ °C es el factor principal de que esta tecnología no sea comúnmente utilizada en la industria.

Las tecnologías anteriormente descritas deben trabajar en conjunto con elementos secundarios; como lo son los filtros y sistemas de purga para gases no condensables.

2.1.6.3. Reciclaje

El objetivo principal de este proceso es limpiar el gas refrigerante para volverlo a utilizar, retirándole el aceite o haciéndolo pasar por múltiples dispositivos, tales como filtros deshidratadores, que reducen la humedad, la acidez y la presencia de sólidos.

Figura 13. Fases del proceso de reciclaje

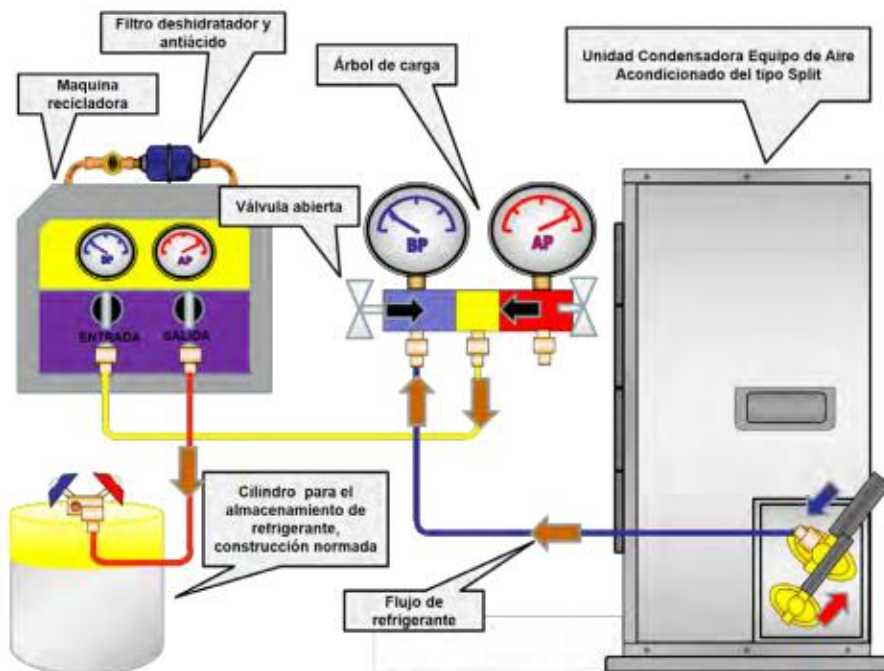


Fuente: GONZÁLEZ RUÍZ, Juan Carlos. *Estudio de impacto ambiental para el centro de regeneración de refrigerantes de la Universidad de Pontificia Bolivariana*. p. 79.

El proceso de reciclaje, a pesar de contar con métodos adicionales, no garantiza el grado de pureza óptimo del gas refrigerante y el resultado estará en

función de factores tales como el grado de contaminación inicial del refrigerante, calidad del equipo para reciclaje, filtros utilizados y conocimiento del técnico para realizar el procedimiento.

Figura 14. Elementos básicos durante el proceso de reciclaje



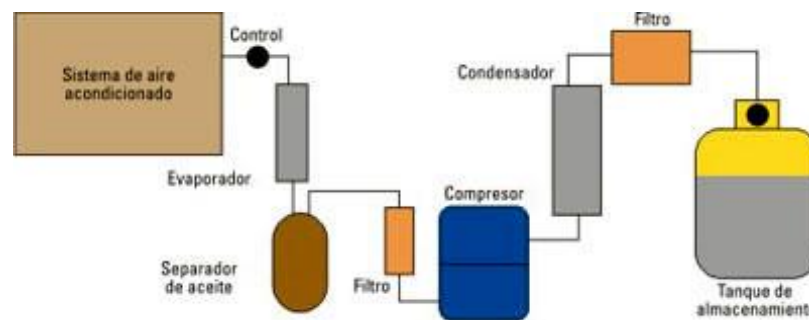
Fuente: Ministerio de Medio Ambiente de Chile. *Proyecto diseño del programa de regeneración para la implementación de centros de regeneración, reciclaje y acopio de gases refrigerantes en Chile.* p. 27.

Según Antonio Nieto, en su publicación *Recuperación, reciclado y regeneración de gas refrigerante*, existen dos tipos de equipos en el mercado para el reciclaje de gases refrigerantes, los cuales son:

- Máquina de paso simple

Estos aparatos procesan el refrigerante a través de filtros secadores o mediante destilación; siendo en muchos casos la separación mejor que la destilación. En este método se pasa de una vez del proceso de reciclaje a la máquina y de ésta al cilindro de depósito.

Figura 15. Diagrama de proceso con máquina de paso simple

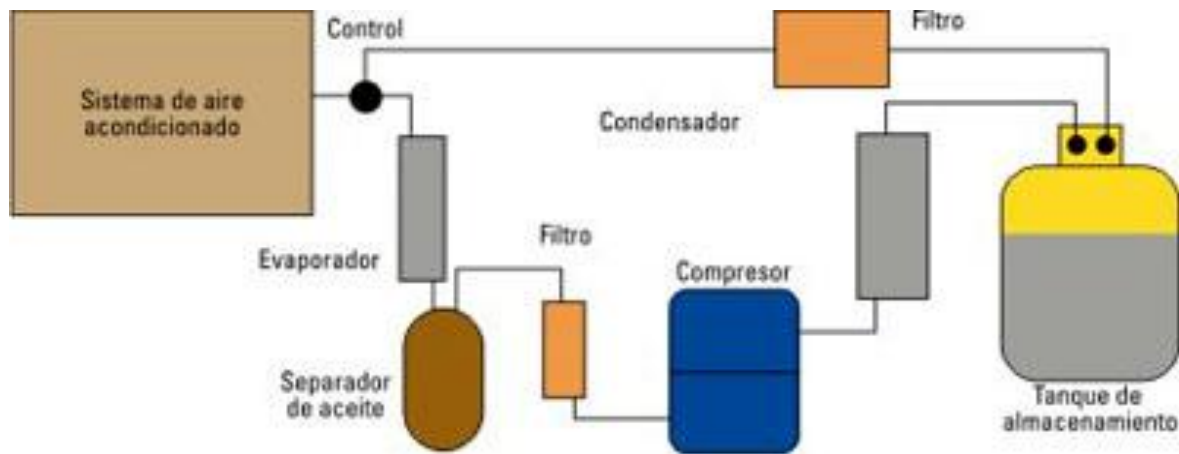


Fuente: NIETO, Antonio. *Recuperación, reciclado y regeneración de gas refrigerante*.
<https://www.mundohvacr.com.mx/2008/07/recuperacion-reciclado-y-regeneracion-de-gas-refrigerante>. Consulta: 23 de septiembre de 2020.

- Máquina de pasos múltiples

En esta recirculan el refrigerante recuperado muchas veces a través de filtros secadores. Después de cierto tiempo o de cierto número de ciclos, el refrigerante se transfiere a un cilindro de almacenamiento. El tiempo no constituye una medida fiable para determinar en qué grado el refrigerante ha sido bien reacondicionado, debido a que el contenido de humedad puede variar.

Figura 16. Diagrama de proceso con máquina de pasos múltiples



Fuente: NIETO, Antonio. *Recuperación, reciclado y regeneración de gas refrigerante*.
<https://www.mundohvacr.com.mx/2008/07/recuperacion-reciclado-y-regeneracion-de-gas-refrigerante>. Consulta: 23 de septiembre de 2020.

2.2. Marco legislativo

En Guatemala, actualmente, la legislación sobre gases refrigerantes es aplicada con base en el Protocolo de Montreal sobre la reducción y eliminación de sustancias agotadoras del ozono (SAO) generadas por el hombre.

Para aplicar adecuadamente este tratado, el Gobierno de Guatemala asignó al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), a través del Área del Protocolo de Montreal, que es parte del Departamento para el Manejo Ambiental Racional de Productos Químicos y Desechos Peligrosos, como encargado de controlar la importación de sustancias, reducir las cuotas; según lo dictado en las enmiendas, y llevar el registro de técnicos frigoristas y empresas frigoristas.

2.2.1. Marco legislativo nacional

Actualmente, Guatemala no consta con ninguna ley o reglamento que dicte la regulación y eliminación de gases refrigerantes.

2.2.1.1. Artículo 97 de la Constitución Política de La República de Guatemala

Este artículo dicta que el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico.

2.2.1.2. Artículo 14, Decreto 68–86 Ley de Protección y Mejoramiento de Medio Ambiente

Este artículo dicta las medidas de prevención de la contaminación atmosférica y mantener la calidad del aire. El Gobierno emitirá los reglamentos correspondientes y dictará las disposiciones que sean necesarias.

2.2.1.3. Acuerdo Ministerial No. 340–2018 Crear el registro de técnicos frigoristas, empresas frigoristas y entidades capacitadoras

Tiene como objetivo la definición de los procedimientos técnicos, administrativos y requisitos aplicables para la inscripción y conformación del registro de técnicos frigoristas, empresas frigoristas y entidades capacitadoras, formados con buenas prácticas ambientales y buenas prácticas en refrigeración.

2.2.2. Marco legislativo internacional

Describe brevemente los convenios internacionales ratificados por Guatemala en materia de control de gases refrigerantes.

2.2.2.1. Convenio de Viena-1985

El primer intento de proporcionar un marco de cooperación para las actividades orientadas a la protección de la capa de ozono se firmó por 21 estados en marzo de 1985.

Las partes acordaron colaborar en la información científica para entender mejor los procesos atmosféricos para poner en marcha medidas preventivas para controlar las emisiones de SAO.

2.2.2.2. Protocolo de Montreal-1987

Se adoptó para reducir y eliminar las emisiones de SAO generadas por el hombre, entró en vigor el 1 de enero de 1989 y, actualmente, ha alcanzado la ratificación universal (197 estados) comprometidos. Las sustancias controladas son cinco CFC y tres halones, este protocolo controla aproximadamente 100 SAO específicas.

- Decisiones

Estas significan prohibiciones para los países que forman parte y otras para control del comercio de las SAO. Se llevó a tener un control de dispositivos que usan SAO y métodos de recuperación, reciclado y regeneración de estas para evitar que sean liberadas.

- Principios precautorios y evaluaciones del tratado

Este principio permite tomar acciones para atender un problema ambiental global importante, las partes del protocolo han acordado un procedimiento que les permita que el tratado en sí mismo evolucione en el tiempo.

El protocolo especifica que cada cuatro años las partes evaluarán las medidas de control previstas, teniendo en cuenta la información científica, ambiental, técnica y económica que se disponga.

2.2.2.3. Enmiendas y ajustes del Protocolo de Montreal

Se han adoptado cuatro enmiendas y cinco ajustes, con el fin de garantizar que el protocolo continúe reflejando el avance científico y el entendimiento técnico.

- Enmienda de Londres-1990

Se incluyen en el protocolo algunos CFC, tetracloruro de carbono (TCC) y metilcloroformo en la categoría de sustancias controladas.

- Fondo Multilateral-1992

Este fue creado para ayudar a los países en desarrollo a financiar los costos que implica el cumplimiento de las disposiciones del protocolo y promover una eliminación acelerada de la producción y consumo de SAO.

- Países que operan y no al amparo del artículo 5

Los países del artículo 5 son los clasificados como países en desarrollo, utilizan menos de 0,3 Kg per cápita anualmente de las SAO, los demás fuera del artículo son países industrializados.

- Enmienda de Copenhague-1992

En esta se incluyeron el bromuro de metilo, HBFC y HCFC como sustancias controladas.

- Ajuste de Viena-1995

Se introdujeron medidas de control para el bromuro de metilo; para ambas categorías de países y control de consumo y producción de HCFC y HBFC.

- Enmienda de Montreal-1997

Se introdujeron medidas de control adicionales para el bromuro de metilo en países en desarrollo, así como disposiciones para establecer un sistema de licencias para regular la importación/exportación de sustancias controladas.

- Enmienda y ajuste de Beijing-1999

Se incluyó el bromoclorometano como sustancia controlada, así como medidas de control para la producción y consumo de estas.

- Ajuste de Montreal-2007

Revisión de medidas de control para HCFC y el acuerdo de eliminación para el 2030.

- Enmienda de Kigali-2016

Se incluyó los hidrofluorocarbonos como sustancia controlada, así como medidas de control para la producción y consumo de estas.

2.3. Contenedores

Son recipientes de carga con la función de transportar mercaderías por vía terrestre, marítima o aérea, sus dimensiones son variadas, según sea la mercadería contenida; estas dimensiones se encuentran reguladas por la Norma ISO 668:2.

2.3.1. Características

Según MAITSA, en su publicación *Principales tipos y características de contenedor*, y Johanan en su publicación *Características principales de los contenedores marítimos*, todo contenedor debe contar con las siguientes características; para cumplir con las necesidades de transporte de mercadería:

- Estar fabricados de acero, aluminio o madera reforzada con fibra de vidrio.
- Constar con enganches en cada esquina, para ser conectados a grúas y ser trincados barcos o camiones.
- Soportar su peso junto con el de otros contenedores apilados sobre él.
- Paredes endurecidas, techo y suelo reforzados.

- Tener una de sus caras libres para el acceso al interior de este.
- Ser aislados de las inclemencias del exterior para prevenir que estas afecten la mercadería.
- Identificados con un código alfanumérico; cuatro letras y siete números, para ubicación y seguimiento.

2.3.2. Tipos

Según Xarxa Europea, en su publicación *Contenedores marítimos ¿qué tipos existen y cuándo usarlos?*, los tipos de contenedores y sus situaciones de aplicación son los siguientes:

- Dry van

Los más comunes en el mercado, son contenedores cerrados herméticamente sin sistema de refrigeración, empleados para cargas secas.

- Reefer

Estos contenedores constan de un sistema de refrigeración, transportan cargas que requieren mantenerse a una temperatura adecuada; generalmente alimentos. Este será objeto de este estudio.








- Cisterna

Tanques dentro de la estructura del contenedor, en los cuales se transporta líquidos o gases a granel.

- Open top/side o flat rock

Aquellos contenedores que se abren por la parte superior, un lateral o sin paredes laterales diseñados para cargas pesadas o de gran tamaño.

Tabla V. Tipos de contenedores y sus especificaciones

Equipo	Tamaño	Apertura puertas		Dimensiones internas			Peso			Volumen	Material
	Pies/pulgadas	mm pies/ pulgadas		mm pies/ pulgadas			Kilogramos / libras			m3/Pies cúbicos	
		Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto	Max. Bruto	Tara	Max. Neto	Capacidad	
	20' Estándar	2 340	2 280	5 898	2 352	2 393	30 480	2 300	28 180	33,2	Acero
	20' x 8' x 8' 6"	7' 8"	7' 6"	19' 4"	19' 4"	7' 10"	67 200	5 070	62 130	1 172	
	40' High cube	2 340	2 585	12 032	2 352	2 698	32 500	3 940	28 560	76,4	Acero
	40' x 8' x 9' 6"	7' 8"	8' 6"	39' 6"	7' 9"	8' 10"	71 650	8 685	62 965	2 700	
	45' High cube	2 340	2 585	13 556	2 352	2 698	32 680	4 820	27 860	86	Acero
	45' x 8' x 9' 6"	7' 8"	8' 6"	44' 6"	7' 9"	8' 10"	71 650	10 625	61 025	3 045	
	40' High cube	2 276	2 501	11 571	2 268	2 553	34 000	4 850	29 150	67	Acero
	40' x 8' x 9' 6"	7' 5"	8' 2"	37' 11"	7' 5"	8' 4"	74 960	10 690	64 270	2 366	
	20' Flat rack	--	--	5 610	2 228	2 233	63 647	2 530	61 117	--	Acero
	20' x 8' x 8' 6"	--	--	18' 5"	7' 3"	7' 4"	33 002	5 280	27 722	--	
	40' Flat rack	--	--	12 060	2 228	2 233	44 397	5 479	38 918	--	Acero
	40' x 8' x 9' 6"	--	--	39' 7"	7' 3"	7' 4"	97 881	12 081	85 800	--	
	20' Open top	2 300	2 215	5 889	2 345	2 346	30 480	2 360	28 120	32,4	Acero
	20' x 8' x 8' 6"	7' 8"	7' 6"	19' 4"	7' 9"	7' 9"	72 400	5 200	67 200	1 144	

Fuente: Trans Universal Consolidators. *Contenedores y los tipos que existen.*
<http://transuniversal.com.sv/contenedores>. Consulta: 6 de agosto de 2019.

2.3.3. Partes de los contenedores refrigerados

En la figura 17 se muestran los componentes de todos los tipos de contenedores, en los reefer el sistema de refrigeración se encuentra en la parte posterior.

Este sistema se encuentra ubicado en la parte posterior del contenedor, para el transporte terrestre se conecta al camión para abastecerlo de energía eléctrica y hacer funcionar al sistema, del mismo modo se conecta durante el transporte marítimo.

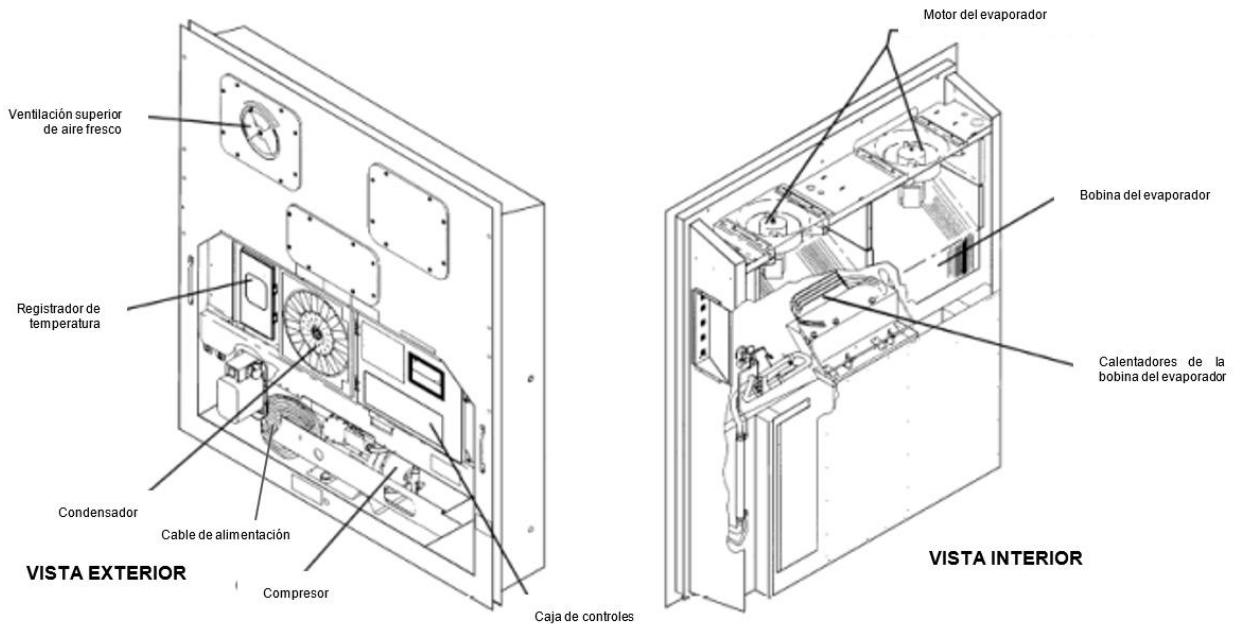
Cuando se encuentra en el puerto de desembarque, el mismo consta con zonas destinadas al abastecimiento de energía eléctrica.

Figura 17. **Partes del contenedor**



Fuente: SAY GARCÍA, Gustavo Alejandro. *Edificaciones habitacionales con contenedores marítimos*. p. 12.

Figura 18. Partes del sistema de refrigeración del contenedor reefer



Fuente: RENEDO, Carlos. *Transporte frigorífico*. p. 27.

2.4. Pruebas para identificar gases refrigerantes

La identificación de gases refrigerantes es una fase primordial para la gestión de estas emisiones, debido a que identificando el tipo y la calidad de los gases se puede definir el tratamiento adecuado o su disposición final. Además, son métodos empleados para detección de fugas en sistemas de refrigeración o cilindros.

2.4.1. Identificador de gases refrigerantes

Son dispositivos portátiles, los cuales permiten identificar de forma confiable los tipos de gases refrigerantes contenidos en cilindros de gas o sistemas de refrigeración.

Estos equipos pueden identificar tipos de gases refrigerantes; CFC, HCFC, HFC y HC, pureza, composición de mezclas y contenido de humedad. Este incluye todo el equipamiento para conectarse directamente a los cilindros o sistemas de refrigeración.

Figura 19. **Identificador de refrigerantes Neutronic Ultima ID 2004HV**



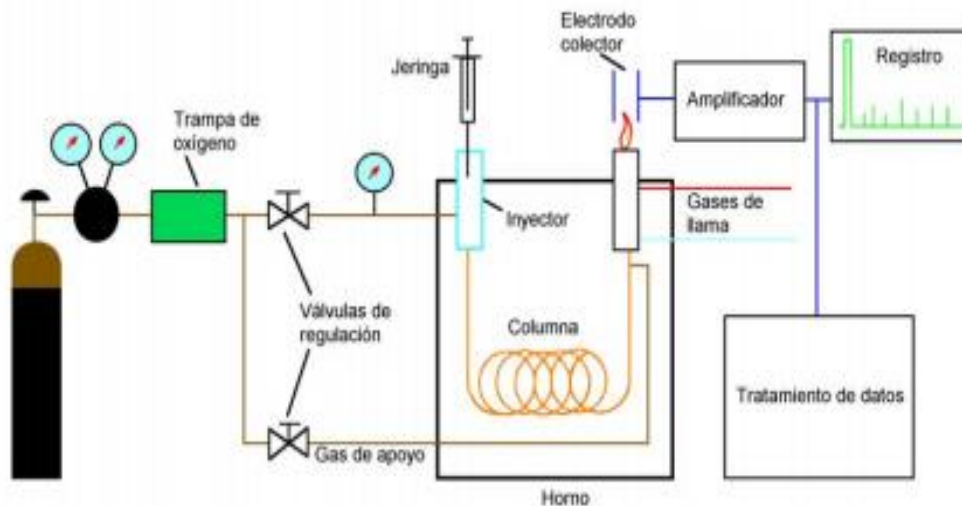
Fuente: PNUD. *Manual de buenas prácticas en refrigeración*. p. 30.

2.4.2. Análisis por cromatografía

La cromatografía de gases es un método de análisis químico, en este se vaporiza una muestra de la sustancia de estudio, se inyecta en una cabeza de una columna cromatográfica; por medio de una sustancia gaseosa inerte.

Este análisis permite la identificación de los compuestos que forman parte de la muestra de gas expuesta, para los gases refrigerantes el tipo de cromatografía empleada es la gas-líquido.

Figura 20. **Esquema de cromatografía de gas-líquido**



Fuente: Museo Nacional de Ciencias Naturales. *Cromatografía de gases*. p. 3.

2.4.3. **Detección de fugas de refrigerante**

Según La Real Alternatives Europe, en su publicación *Contención y detección de fugas*, los métodos más eficientes para la detección de gases de gas refrigerante en los sistemas son los siguientes:

- Inspección visual

Estos regularmente se identifican por las manchas en las tuberías o aislantes causadas por fuga de aceite; estas fugas derivan también en fugas de gases refrigerantes. Así como suciedad adherida a las tuberías por el aceite, corrosión, desgaste excesivo o daño en las piezas.

Figura 21. **Ejemplos de indicadores visuales de fuga**



Fuente: Real Alternatives. *Contención y detección de fugas*. p. 13.

- **Inspección de olores**

Esta es empleada, principalmente, para los gases refrigerantes naturales, debido a que los gases sintéticos no despiden olor alguno. Estos pueden ser muy leves; como es el caso del propileno (R1270), hasta muy fuertes e irritantes, como el amoníaco (R717).

- **Otros métodos**

En la tabla VI se muestran otros tipos de métodos de detección de fugas para distintos tipos de gases refrigerantes.

Tabla VI. **Métodos de detección de fugas**

Refrigerantes	Aerosol detector de fugas	Detector de fugas electrónico	Aditivo fluorescente	Ultrasonido	Agua jabonosa
Naturales	Apto para cualquier gas refrigerante.	Apto para cualquier gas refrigerante, verificando que el dispositivo sea sensible a cada tipo.	Apto para cualquier gas refrigerante, excepto el amoníaco.	Apto para cualquier gas refrigerante.	Apto para cualquier gas refrigerante.
CFC, HCFC y HFC					
HC					
HFO					

Fuente: Real Alternatives. *Contención y detección de fugas*. p. 14.

Para el amoníaco existen otros métodos de reacción empleados para la detección de fugas en sistemas de refrigeración, de acuerdo con Orlando Murillo, en su libro *Diseño de un sistema automatizado de detección y neutralización del gas amoníaco*, para el control de fugas en barcos atuneros, son:

- Fenolftaleína
- Astilla de azufre
- Ácido clorhídrico (HCl)

2.5. Plan de procedimientos para el manejo ambiental de contaminantes

Los procedimientos para el manejo ambiental de contaminantes son el conjunto de herramientas de carácter técnico-administrativo, que permiten

coordinar y controlar los procesos, actividades o servicios a fin de minimizar el impacto negativo al ambiente.

“Un plan de manejo ambiental es el conjunto detallado de actividades, que producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad”¹.

Según Edwin M. Dickson, en su publicación *Manejo ambiental de los gases refrigerantes (SAO)*, estos procedimientos se componen de cuatro fases:

- Prevención y minimización de la generación

En esta fase se controla el consumo de los contaminantes, evitando su uso excesivo que podría derivar en impactos negativos al ambiente.

- Aprovechamiento y valorización

En esta fase se identifican los métodos de aprovechamiento de los contaminantes para poder colocarles un valor y aprovecharlos en el mercado.

- Tratamiento y transformación

En esta fase se les da un tratamiento o transformación adecuada a los contaminantes para poder aprovecharlos lo más que se pueda.

¹ MARTÍNEZ GIRALDO, Diana Marcela. *Guía técnica para la elaboración de planes de manejo ambiental (PMA)*. p. 2.

- Disposición final

Esta es la fase final del manejo, se deriva en la eliminación de los desechos que quedan posterior al tratamiento.

En relación con la *Guía técnica para la elaboración de planes de manejo ambiental (PMA)* de Diana Martínez, la estructura de un plan de manejo ambiental debe incluir; la cuales pueden omitirse en relación con la naturaleza del proyecto, obra, industria o actividad:

- Datos generales del proyecto, actividad, obra o industria
 - Nombre de la empresa o de la organización.
 - Representante legal.
 - Departamento de la organización responsable del PMA.
 - Nombre completo, puesto y firma de la persona responsable del PMA.
 - Dirección de la sede principal.
 - Croquis de localización.
 - Ubicación geográfica.
 - Relación de autorizaciones, licencias, permisos y similares en materia ambiental con que cuenta la organización.
 - Fecha de inicio de operaciones.
 - Personal (número de empleados, obreros en planta y turnos de trabajo).
 - Actividad de la empresa.

En el caso de este estudio se omitirá toda la información o papelería legal de la organización, debido a que se realizará únicamente el diseño de un plan de

manejo para las sustancias y que sea empleado con mayor facilidad durante la ejecución de un estudio de impacto ambiental.

- Resumen ejecutivo

El objetivo de este apartado es permitir que el lector visualice de forma general el documento, describiendo las acciones a realizar y los resultados esperados. El principal punto para tomar en cuenta son las medidas de mitigación o eliminación de impactos ambientales negativos que el proyecto, actividad, obra o industria produzca.

Además de describir programas, cronogramas e información correspondiente a la implementación propia del plan de manejo ambiental.

- Marco legal

Este apartado contiene la base legal que complementa el PMA, debe estar actualizado de las disposiciones legales de carácter ambiental. Se debe analizar la legislación vigente en el lugar donde se ejecutará el proyecto.

Es recomendable citar los artículos legales aplicables al proyecto, obra, industria o actividad; un ejemplo que sugiere el autor se muestra a continuación.

Figura 22. **Ejemplos de exposición de marco legal relacionado con los recursos naturales**

	NORMA	DISPOSICION	OBSERVACIONES
RECURSO HIDRICO	Acuerdo 58 de 1987	Por la cual se establecen disposiciones sobre Vertimientos	En concordancia con el decreto reglamentario 1594 de 1984 Los usuarios que produzcan vertimientos, deberán registrarlos ante la autoridad competente para el otorgamiento del permiso de vertimientos
	Resolución 1558 de 1998 DAMA	Por medio de la cual se adoptan las metas de reducción de carga Contaminante para Bogotá	Es deber de toda persona que realice vertimientos líquidos, contribuir con el cumplimiento y el alcance de las metas de reducción de carga contaminante establecidas, de acuerdo con las normas vigentes.
	Resolución DAMA 1596 de 2001 (19 Diciembre).	Por medio de la cual se modifica la resolución 1074 de 1997.	Establece Estándares Ambientales en materia de Vertimientos (Solicitud de Permiso de Vertimientos Industriales, Solicitud de Permiso de Vertimientos para Estaciones de Servicio y Establecimientos Similares).
	Resolución D.A.M.A. 1074 de 1997	Por la cual se establecen los estándares ambientales en materia de vertimientos	Regula concentraciones máximas permisibles para verter a un cuerpo de agua y o red de alcantarillado público y fija las correspondientes sanciones.

Fuente: MARTÍNEZ, Diana. *Guía técnica para la elaboración de planes de manejo ambiental*.
p. 7.

- **Introducción**

Este consiste en describir de forma breve las acciones del ente que ejecutará el impacto; debe contener como mínimo:

- Principales características
- Actividades productivas
- Objetivos
- Proyecciones

Resaltando los requerimientos ambientales para la actividad; siendo estas las metodologías aplicadas el cumplimiento de los objetivos y metas del plan de

manejo ambiental, además, como estos ayudarán posteriormente para la definición de las metas para el plan de manejo ambiental del proyecto, obra, industria o actividad.

- Política ambiental

Acciones que el proyecto, obra, industria o actividad que toma para proteger o conservar el ambiente y conseguir un desarrollo sostenible.

Esta se da a consecuencia de los resultados de la autoevaluación ambiental inicial del proyecto, obra, industria o actividad. Puede ser de varios tipos:

- Orientada al cumplimiento de la legislación ambiental.
- Orientada a la protección ambiental y el uso sostenible de los recursos naturales.
- Orientadas al mejoramiento continuo.

En relación con el estudio realizado se concluyó que la política ambiental que debe seguirse es tanto orientada al cumplimiento de la legislación ambiental; en este caso a los convenios internacionales ratificados en Guatemala, como orientada al mejoramiento continuo; prevención de incidente con el personal del puerto e impactos ambientales negativos.

- Objetivos ambientales

Estos objetivos y metas ambientales; según Diana Martínez, en su libro *Guía técnica para la elaboración de planes de manejo ambiental (PMA)*, deberán dirigirse a:

- Enfocar con dirección a las prioridades de reducción de riesgos y responsabilidades.
- Expresar clara y directamente.
- Ser cuantificables.
- Mostrar un compromiso con el mejoramiento ambiental continuo.
- Orientar la reducción en la formación de contaminantes y residuos peligrosos y no peligrosos.
- Tener periodos específicos de cumplimiento.

Para su mejor cumplimiento, estos objetivos deben ser conocidos por todo el personal; tanto el que se encuentre involucrado en el área o etapa de la generación del impacto ambiental negativo como los que no, así como mantenerlos actualizados con relación a las modificaciones de estos.

En este apartado también se deben definir la misión, visión y valores del proyecto, obra, industria o actividad, con el fin de orientar mejor sus acciones desde un punto de vista ambiental.

- Descripción del área de influencia

Las zonas de influencia se delimitarán con respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción. Los recursos que deben ser tomados en cuenta para este son los siguientes:

- Recurso agua
 - Subterráneas
 - Superficiales

- Recurso atmosférico
 - Clima
 - Calidad del aire

- Recurso suelo
 - Subsuelo
 - Superficie
 - Topografía

- Flora y fauna
 - Vegetación y flora terrestre y acuática
 - Fauna silvestre terrestre y acuática

- Paisaje
 - Sitios de especial interés por características físicas, biológicas o culturales.
 - Sitios de interés por su valor turístico.

- Aspectos sociales, culturales y económicos
 - Utilización de terrenos y zonificación actual
 - Planes de uso de los terrenos
 - Características de la población
 - Características socioculturales
 - Recursos visuales

- Recursos históricos y arqueológicos

Todos estos, igualmente se verán afectados por la naturaleza del proyecto, obra, industria o actividad; debido a que si él mismo no afecta cierto recurso natural no debe ser tomado en cuenta para el plan de manejo ambiental; siempre y cuando se justifique por qué no se ve afectado.

- Manejo ambiental para los impactos

- Mitigación

Un programa de mitigación incluye el diseño y ejecución de obras, actividades o medidas dirigidas a moderar, atenuar, o disminuir los impactos negativos que un proyecto pueda generar sobre el entorno humano y natural.

- Medidas compensatorias

En los casos que se generen impactos ambientales significativos que no pueden mitigarse, es necesario diseñar medidas o acciones mediante las cuales se propende restituir los impactos ambientales irreversibles generados por una acción o grupo de ellas en un lugar determinado, a través de la creación de un escenario similar al deteriorado, en el mismo lugar o en un lugar distinto al primero, con el propósito de producir o generar un impacto positivo alternativo y equivalente a un impacto adverso.

- Contingencias y riesgos

Contiene las medidas de primera respuesta ante posibles situaciones de emergencia que podrían suscitarse durante las diferentes etapas del proyecto,

obra, industria o actividad que puedan poner en peligro al ambiente o la seguridad del personal, su propósito es compilar las acciones y los procedimientos de primera respuesta a aplicarse para prevenir y responder a las posibles emergencias durante las actividades del proyecto.

Los principales factores para tomar en cuenta para este programa son:

- Identificación
 - Manejo de sustancias y materiales peligrosos
 - Prevención y respuesta
 - Medidas de seguridad
-
- Seguimiento, evaluación y control

El programa de seguimiento, evaluación y control ambiental tiene por función básica garantizar el cumplimiento de las indicaciones y de las medidas de protección contenidas en el plan de manejo ambiental.

El seguimiento y la evaluación del cumplimiento del PMA consiste en la correcta cuantificación, evaluación, reporte y comunicación de información ambiental apropiada sobre la efectividad de las formas de organización del trabajo, de las tecnologías ambientales utilizadas, de las capacidades del personal y del sistema de administración utilizado para lograr el desempeño eficiente, limpio, seguro y sostenible de los trabajos ejecutados.

El control es requisito para que la aplicación de las medidas no se separe de las metas originales y se desvíen de los objetivos ambientales. Este es el marco necesario para evaluar los resultados obtenidos y mejorar las decisiones de gestión.

- Capacitación

Definir las necesidades de capacitación de los integrantes de la organización (incluso contratistas) y definirla por calendario. Es recomendable que se identifiquen las necesidades de capacitación, principalmente de aquel personal cuyo trabajo pueda crear un impacto significativo sobre el medio ambiente.

Igualmente se recomienda que el responsable de la administración del PMA vigile las actividades de capacitación del personal.

Estos, igualmente se verán afectados por la naturaleza del proyecto, obra, industria o actividad; debido a que si él mismo genere algún aspecto que se debe tomar en cuenta de los anteriormente mencionados solo se deberá justificar por qué no se ve afectado y omitirlo.

- Administración del plan de manejo ambiental

Establecer un sistema de administración ambiental procurando que no genere costos, que no requiera de una infraestructura de recursos adicionales de difícil consecución y que sea de fácil aplicación al ser incorporado como parte de su sistema total de administración.

El sistema de administración ambiental no debe concebirse como un instrumento en sí mismo, sino como un medio indispensable para la conducción del PMA. Se puede utilizar cualquier sistema de administración ambiental que le permita sistematizar, registrar, documentar, conducir, evaluar y comunicar las actividades que realiza en favor del medio ambiente y que un tercero verifique y reporte su cumplimiento.

Es conveniente que el director del proyecto establezca las responsabilidades administrativas correspondientes y que cuide de que se defina, se documente y se comunique con claridad.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Variables

Las variables que influyeron en el estudio son cuantitativas. Estas tuvieron efectos directos sobre los resultados finales del objeto de estudio del trabajo de investigación de tesis y se enlistan en la tabla VII.

Tabla VII. Descripción de las variables cuantificables

No.	Variable	Unidad	Tipo de variable		
			Independiente	Dependiente	Fija
1	Contenedores	unidad	X		
2	Gas refrigerante	kg		X	

Fuente: elaboración propia.

3.2. Delimitación de campo de estudio

- Campo de estudio: plan de gestión ambiental y manejo adecuado de emisiones atmosféricas.
- Área de investigación: residuos peligrosos.
- Línea de investigación: plan de procedimientos técnicos para el manejo ambiental.
- Localización: el estudio se realizará en las instalaciones de la aduana de Puerto Quetzal.

- Objeto de estudio: el desarrollo del estudio se centrará en reducir, prevenir y controlar los impactos ambientales generados por los gases refrigerantes instalados en sistemas de refrigeración en contenedores.

3.3. Recursos humanos disponibles

- Investigador: Mercedes Sara María Corado Barillas
- Asesor: Ing. Civil. Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz

3.4. Recursos materiales disponibles

De acuerdo con la metodología experimental propuesta, se requirió de los siguientes recursos materiales:

3.4.1. Materia prima

- Gases refrigerantes
- Sistemas de refrigeración en contenedores

3.4.2. Instrumentos de medición

- Identificador de refrigerantes Neutronic Ultima ID 2004HV (las especificaciones técnicas se detallan en el anexo 3).

3.5. Técnicas cuantitativas

Debido a la naturaleza del objeto de estudio, las variables que se manipularon en la investigación utilizan parámetros cuantitativos.

El proceso de elaboración del diseño de un plan de procedimientos técnicos para el manejo ambiental de gases refrigerantes consistirá en:

3.5.1. Identificar los puntos de contaminación potencial

Se realizó un mapeo de las ubicaciones donde existan mayor cantidad de contenedores refrigerados.

3.5.2. Muestreo aleatorio

Para esto se realizó un análisis estadístico para determinar el tamaño de una muestra significativa; la cual se estableció en el punto 3.7.1. número de muestras.

Para definir las muestras se empleó un sistema de generación de números aleatorios, el proceso se muestra en las figuras 23 y 24, así como en la tabla VIII.

Figura 23. Interfaz del generador de números aleatorios

Números Aleatorios y Números al Azar

Generador de números Enteros sin repetición:

Datos a ingresar:

Cantidad de números a generar: 90 (max. 9999)

Generar números entre 1 y 515 (min. 1 - max. 99999)

Opciones:

Enviar Limpiar

Fuente: ALAZAR. *Números aleatorios y números al azar*. de <http://www.alazar.info/generador-de-numeros-aleatorios-sin-repeticion>. Consulta: 21 de abril de 2021.

Figura 24. **Muestreo aleatorio generado por el sistema**

Números Aleatorios y Números al Azar				
Resultados:				
433	240	278	395	301
282	69	195	149	464
46	443	376	492	37
352	498	462	474	248
361	224	201	399	191
210	463	373	136	297
188	387	161	126	287
457	107	12	51	340
27	246	459	400	366
353	80	309	35	230
199	276	175	506	435
113	322	488	56	33
28	155	254	135	92
38	23	167	118	329
119	204	171	502	358
144	354	426	233	182
432	394	151	452	378
228	21	438	421	313

Fuente: ALAZAR. *Números aleatorios y números al azar*. <http://www.alazar.info/generador-de-numeros-aleatorios-sin-repeticion>. Consulta: 21 de abril de 2021.

Tabla VIII. **Muestreo aleatorio generado por el sistema**

12	21	23	27	28	33	35	37	38	46	51	56	69
80	91	107	113	118	119	126	135	136	144	149	151	155
161	167	171	175	182	188	191	195	199	201	204	210	221
228	230	233	240	246	248	254	276	278	282	287	297	301
309	313	322	329	340	352	353	354	358	361	366	373	376
378	387	394	395	399	400	421	426	432	433	435	438	443
452	457	459	462	463	464	474	488	492	498	502	506	

Fuente: ALAZAR. *Números aleatorios y números al azar*. <http://www.alazar.info/generador-de-numeros-aleatorios-sin-repeticion>. Consulta: 21 de abril de 2021.

3.5.3. Identificar las muestras

Se identificaron las muestras por medio de identificador de refrigerantes Neutronic Ultima ID 2004HV, conectándolo directamente en los contenedores seleccionados para muestrear.

3.5.4. Inventario

La información sobre la calidad de los gases refrigerantes en contenedores se detalló y ordenó.

3.5.5. Caracterización

Se identificó con etiquetas, las cuales contenían la información que registre el comprobante emitido por el identificador de refrigerantes Neutronic Ultima ID 2004HV, y se dividió entre dos categorías: contaminado y no contaminado.

3.5.6. Diagnóstico

Se identificó el estado de los sistemas de refrigeración por medio de una inspección visual, para diagnosticar el motivo de la posible contaminación del gas refrigerante contenido en ellos.

3.5.7. Transporte

Se elaboró un procedimiento que incluye especificaciones de recuperación, regeneración, reciclaje, transporte y medidas de seguridad que se deberán implementar.

3.5.8. Almacenamiento temporal

Se realizó el diseño de procedimiento para un almacén temporal para los gases refrigerantes contaminados, que incluyeron las especificaciones de los cilindros adecuados para el acopio de gases contaminados. Así como medidas de seguridad a tomar en cuenta durante el procedimiento.

3.5.9. Disposición final

Se especificaron las medidas que se deben tener durante el reciclaje, regeneración o eliminación de los gases refrigerantes contaminados.

3.6. Recolección y ordenamiento de la información

En la tabla IX se describen las características de los contenedores que se muestrearán y la lectura del identificador de gases refrigerantes; y en la tabla X se caracterizarán los gases refrigerantes según la lectura del identificador.

Tabla IX. Toma de datos durante el inventario

No.	No. Identificación	Longitud (m)	Estado del sistema de refrigeración ⁽¹⁾					Tipo de gas refrigerante empleado	Cantidad de gas refrigerante (Kg)	Presión del sistema (KPa)	Lectura del identificador
			O	A	M. S.	D	Otros				
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

(1) O = oxidado, A = abollado, M. S. = mangueras sueltas, D = deteriorado

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Toma de datos durante la caracterización**

No.	No. Identificación	Estado del sistema de refrigeración ⁽¹⁾					Tipo de gas refrigerante empleado	Cantidad de gas refrigerante (Kg)	Presión del sistema (KPa)	Caracterización ⁽²⁾		Observaciones
		O	A	M. S.	D	Otros				C	N.C.	
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

(1) O = oxidado, A = abollado, M.S. = mangueras sueltas, D = deteriorado
(2) C = contaminado, N.C. = no contaminado

Fuente: elaboración propia.

3.7. **Análisis estadístico**

En esta sección se describen los cálculos realizados para determinar los datos necesarios para el desarrollo del muestreo.

3.7.1. **Número de muestras**

Se determinaron con el objetivo de definir una cantidad de elementos que fueran representativos del total, de modo que el error no afecte significativamente los datos.

Para definir el número de contenedores necesarios a identificar para este proyecto, se empleó un nivel de confiabilidad del 95 %, una probabilidad de éxito de 0,5; debido a que no se conoce el valor, y un límite de error del 5 %; este debe estar entre 1 y 9 %. El número de muestras se determinó a partir de la siguiente ecuación, esto debido a que no se conoce la población:

$$n = \frac{z^2 * p * (1 - p)}{d^2}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

z = nivel de confiabilidad

p = probabilidad de éxito

d = límite de error

Por lo que:

$$n = \frac{0,95^2 * 0,5 * (1 - 0,5)}{0,05^2} = 90,25 \cong 90 \text{ contenedores}$$

Esto indica que son necesarios 90 contenedores para desarrollar la etapa experimental del presente trabajo de graduación, asegurando un mínimo error. Se aplicó este método por la escasez de datos proporcionados por la Aduana de Puerto Quetzal durante el diseño de investigación.

3.7.2. Medidas de tendencia central

Estas son mediciones estadísticas que resumen en un único valor un conjunto de datos, representando la relación central de todos esos datos.

3.7.2.1. Moda

Representa el valor con mayor frecuencia en una serie de datos.

3.8. Plan de análisis de los resultados

En esta sección se definen los métodos de análisis para la investigación y programas que se utilizarán para el procesamiento de los datos.

3.8.1. Métodos y modelos de los datos, según tipo de variables

El método de análisis para la investigación fue el descriptivo, mediante este se examinaron las características de los distintos tipos de gases refrigerantes.

3.8.2. Programas para análisis de datos

El programa designado para la manipulación estadística de los datos fue Microsoft Office Excel 2013, debido al conocimiento previo del programa y la agradable interacción con el usuario.

4. RESULTADOS

A continuación, se muestra la tabulación de los datos recolectados en campo, en la tabla XI.

Tabla XI. Toma de datos durante el inventario

No.	No. de identificación	Longitud (m)	Estado del sistema de refrigeración ⁽¹⁾					Tipo de gas refrigerante empleado ⁽²⁾	Cantidad de gas refrigerante (Kg)	Presión del sistema (KPa)	Lectura del identificador
			O	A	M. S.	D	Otros				
1	DFIU4209707	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
2	DFIU7221394	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
3	DFIU8002071	12,192	x					R404A	3,98	1 711	Contaminado
4	SZLU9927985	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
5	TEMU9428485	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
6	CBFU3461227	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
7	CBFU8007027	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
8	CBFU8008342	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
9	CXRU1319770	12,192				x		R134a	4,50	2 400	Contaminado
10	SEGU9636055	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
11	SILU7014555	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
12	TEMU9632035	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
13	BMOU9826166	12,192				x		R134a	4,45	2 400	Contaminado
14	CXRU1482303	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
15	DFIU2104163	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
16	DFIU3310929	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
17	DFIU3312201	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
18	DFIU3314713	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
19	DFIU3314919	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
20	DFIU3323530	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
21	DFIU3331726	12,192	x					R404A	3,87	1 710	Contaminado
22	DFIU3331753	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
23	DFIU3334807	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
24	DFIU3336271	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
25	DFIU3336693	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
26	DFIU3340970	12,192		x				R134a	4,50	2 400	Contaminado
27	DFIU3342886	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
28	DFIU4201814	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
29	DFIU4204140	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
30	DFIU4205569	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado

Continuación de la tabla XI.

31	DFIU4207900	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
32	DFIU4221718	12,192		x				R134a	4,52	2 423	Contaminado
33	DFIU4222714	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
34	DFIU4224168	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
35	DFIU4225138	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
36	DFIU4225971	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
37	DFIU4230089	12,192		x				R134a	3,99	2 401	Contaminado
38	DFIU4230957	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
39	DFIU4235141	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
40	DFIU4236256	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
41	DFIU4236997	12,192				x		R134a	4	2 401	Contaminado
42	DFIU4237972	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
43	DFIU4241102	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
44	DFIU4242840	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
45	DFIU4255003	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
46	DFIU4260123	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
47	DFIU4271576	12,192		x				R134a	4,20	2 408	Contaminado
48	DFIU4271719	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
49	DFIU4280665	12,192	x					R134a	4,30	2 400	Contaminado
50	DFIU4281830	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
51	DFIU7102625	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
52	DFIU7104567	12,192		x				R134a	4,52	2 401	Contaminado
53	DFIU7107268	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
54	DFIU7107972	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
55	DFIU7109471	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
56	DFIU7111550	12,192		x				R134a	4,50	2 400	Contaminado
57	DFIU7201269	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
58	DFIU7220206	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
59	DFIU7220356	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
60	DFIU7220401	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
61	DFIU7221516	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
62	DFIU7221774	12,192		x				R134a	4,50	2 400	Contaminado
63	DFIU7230170	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
64	DFIU7231155	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
65	DFIU7231480	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
66	DFIU8000850	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
67	DFIU8101813	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
68	DFIU8111513	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
69	DFIU8111658	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
70	DFIU8122924	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
71	DTPU2135290	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
72	DTPU4292180	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
73	DTPU4292180	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
74	DTPU7210708	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
75	SEGU9127546	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
76	SEGU9129050	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
77	SEGU9466160	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado

Continuación de la tabla XI.

78	SZLU9899538	12,192		x				R134a	4,51	2 400	Contaminado
79	TEMU9429603	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
80	TTNU8390855	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
81	TTNU8392020	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
82	BMOU9299450	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
83	CAIU5561855	12,192				x		R134a	3,99	2 401	Contaminado
84	CAIU5569500	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
85	CXRU1307980	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
86	SILU7002723	12,192					Nada	R134a	4,53	2 413	No contaminado
87	SILU7024830	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
88	SILU7047311	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
89	TEMU9423170	12,192					Nada	R404A	4	1 724	No contaminado
90	TEMU9446869	12,192	x					R134a	4	2 405	Contaminado
Medidas de tendencia central											
Moda						R134a					
(1) O = oxidado, A = abollado, M.S. = mangueras sueltas, D = deteriorado (2) R134a = tetrafluoreetano, R404A = pentafluoreetano (R125) (44 %) + tetrafluoreetano (R134a) (4 %) + trifluoreetano (R243a) (52 %), mayor detalle en el numeral 2.1.2. Tipología del marco teórico.											

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XII. Toma de datos durante la caracterización

No.	No. de identificación	Estado del sistema de refrigeración ⁽¹⁾					Tipo de gas refrigerante empleado ⁽³⁾	Cantidad de gas refrigerante (Kg)	Presión del sistema (KPa)	Caracterización ⁽²⁾		Observaciones
		O	A	M. S.	D	Otros				C	N.C.	
1	DFIU4209707					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
2	DFIU7221394					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
3	DFIU8002071	x					R404A	3,98	1 711	x		Leves muestras de óxido en el sistema de refrigeración
4	SZLU9927985					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
5	TEMU9428485					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
6	CBFU3461227					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
7	CBFU8007027					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
8	CBFU8008342					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
9	CXRU1319770				x		R134a	4,50	2 400	x		Leve muestra de deterioro en el sistema de refrigeración
10	SEGU9636055					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
11	SILU7014555					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante

Continuación de la tabla XII.

12	TEMU9632035					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
13	BMOU9826166				x		R134a	4,45	2 400	x		Leve muestra de deterioro en el sistema de refrigeración
14	CXRU1482303					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
15	DFIU2104163					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
16	DFIU3310929					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
17	DFIU3312201					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
18	DFIU3314713					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
19	DFIU3314919					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
20	DFIU3323530					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
21	DFIU3331726	x					R404A	3,87	1 710	x		Leves muestras de óxido en el sistema de refrigeración
22	DFIU3331753					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante.
23	DFIU3334807					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
24	DFIU3336271					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
25	DFIU3336693					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
26	DFIU3340970		x				R134a	4,50	2 400	x		Leves abolladuras en el sistema de refrigeración
27	DFIU3342886					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
28	DFIU4201814					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
29	DFIU4204140					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
30	DFIU4205569					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
31	DFIU4207900					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
32	DFIU4221718		x				R134a	4,52	2 423	x		Leves abolladuras en el sistema de refrigeración
33	DFIU4222714					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
34	DFIU4224168					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
35	DFIU4225138					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
36	DFIU4225971					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
37	DFIU4230089		x				R134a	3,99	2 401	x		Leves abolladuras en el sistema de refrigeración.
38	DFIU4230957					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante

Continuación de la tabla XII.

39	DFIU4235141					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
40	DFIU4236256					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
41	DFIU4236997				x		R134a	4	2 401	x		Leve muestra de deterioro en el sistema de refrigeración
42	DFIU4237972					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
43	DFIU4241102					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
44	DFIU4242840					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
45	DFIU4255003					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
46	DFIU4260123					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
47	DFIU4271576		x				R134a	4,20	2 408	x		Leves abolladuras en el sistema de refrigeración
48	DFIU4271719					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
49	DFIU4280665	x					R134a	4,30	2 401	x		Leves muestras de óxido en el sistema de refrigeración
50	DFIU4281830					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
51	DFIU7102625					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
52	DFIU7104567		x				R134a	4,52	2 401	x		Leves abolladuras en el sistema de refrigeración
53	DFIU7107268					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
54	DFIU7107972					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
55	DFIU7109471					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
56	DFIU7111550		x				R134a	4,50	2 400	x		Leves abolladuras en el sistema de refrigeración
57	DFIU7201269					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
58	DFIU7220206					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
59	DFIU7220356					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
60	DFIU7220401					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
61	DFIU7221516					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
62	DFIU7221774		x				R134a	4,50	2 400	x		Leves abolladuras en el sistema de refrigeración
63	DFIU7230170					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
64	DFIU7231155					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
65	DFIU7231480					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante

Continuación de la tabla XII.

66	DFIU8000850					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
67	DFIU8101813					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
68	DFIU81111513					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
69	DFIU81111658					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
70	DFIU8122924					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
71	DTPU2135290					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
72	DTPU4292180					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
73	DTPU4292180					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
74	DTPU7210708					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
75	SEGU9127546					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
76	SEGU9129050					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante.
77	SEGU9466160					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
78	SZLU9899538		x				R134a	4,51	2 400	x		Leve abolladuras en el sistema de refrigeración
79	TEMU9429603					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
80	TTNU8390855					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
81	TTNU8392020					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
82	BMOU9299450					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
83	CAIU5561855				x		R134a	3,99	2 401	x		Leve muestra de deterioro en el sistema de refrigeración
84	CAIU5569500					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
85	CXRU1307980					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
86	SILU7002723					Nada	R134a	4,53	2 413		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
87	SILU7024830					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
88	SILU7047311					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante
89	TEMU9423170					Nada	R404A	4	1 724		x	Sin alteraciones en la composición del gas refrigerante

Continuación de la tabla XII.

90	TEMU9446869	x				R134a	4	2 405	x		Leves muestras de óxido en el sistema de refrigeración
(1) O = oxidado, A = abollado, M.S. = mangueras sueltas, D = deteriorado (2) C = contaminado, N.C. = no contaminado (3) R134a = tetrafluoreetano, R404A = pentafluoreetano (R125) (44 %) + tetrafluoreetano (R134a) (4 %) + trifluoreetano (R243a) (52 %), mayor detalle en el numeral 2.1.2. Tipología del marco teórico.											

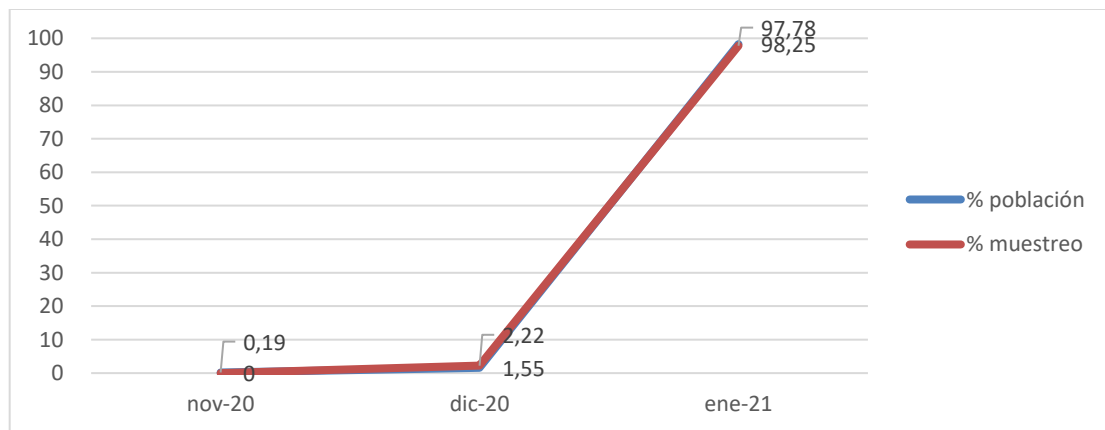
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XIII. **Tránsito de contenedores refrigerados en la Aduana de Puerto Quetzal, Escuintla**

Fecha	Población	% Población	Muestreo	% Muestreo
Noviembre 2020	1	0,19	0	0
Diciembre 2020	8	1,55	2	2,22
Enero 2021	506	98,25	88	97,78

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 25. **Gráfica de tránsito de contenedores refrigerados en la Aduana de Puerto Quetzal, Escuintla**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

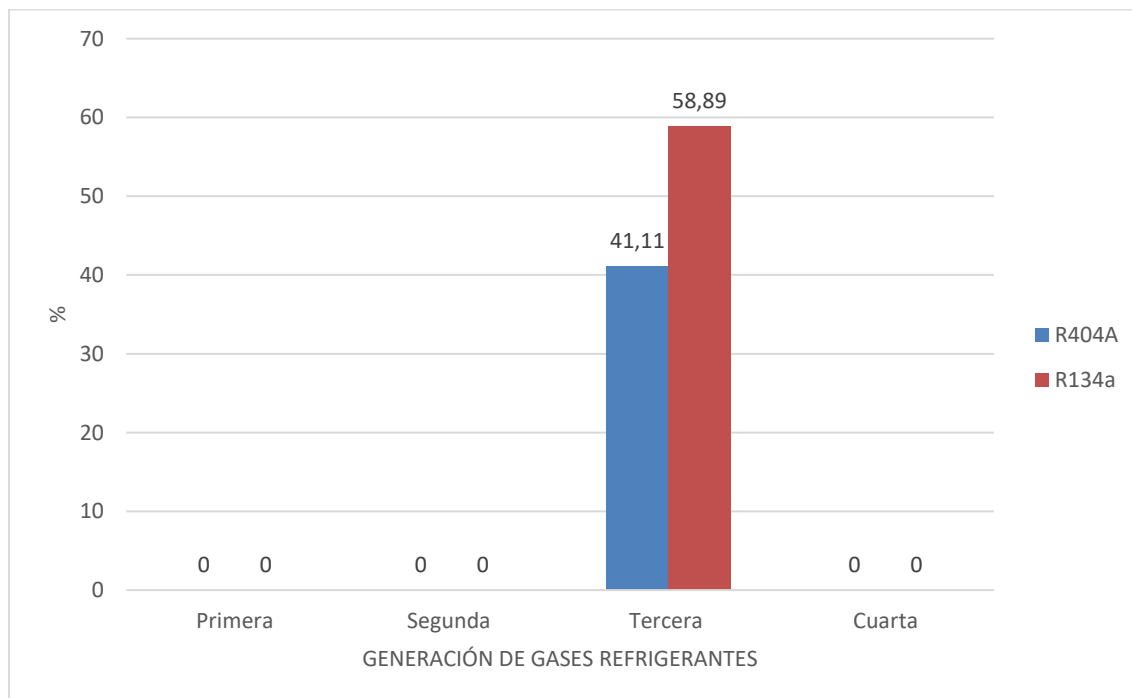
Tabla XIV. **Clasificación de gases refrigerantes muestreados por generación**

Generación		Cantidad	%
Primera		0	0
Segunda		0	0
Tercera	R134a	53	58,89
	R404A	37	41,11
Cuarta		0	0

Nota: mayor detalle sobre generaciones o clasificaciones de gases refrigerantes se presentan en el numeral 2.1.2. Tipología del marco teórico

Fuente: elaboración propia, empleando en Microsoft Excel.

Figura 26. **Gráfica de clasificación de gases refrigerantes muestreados por generación**



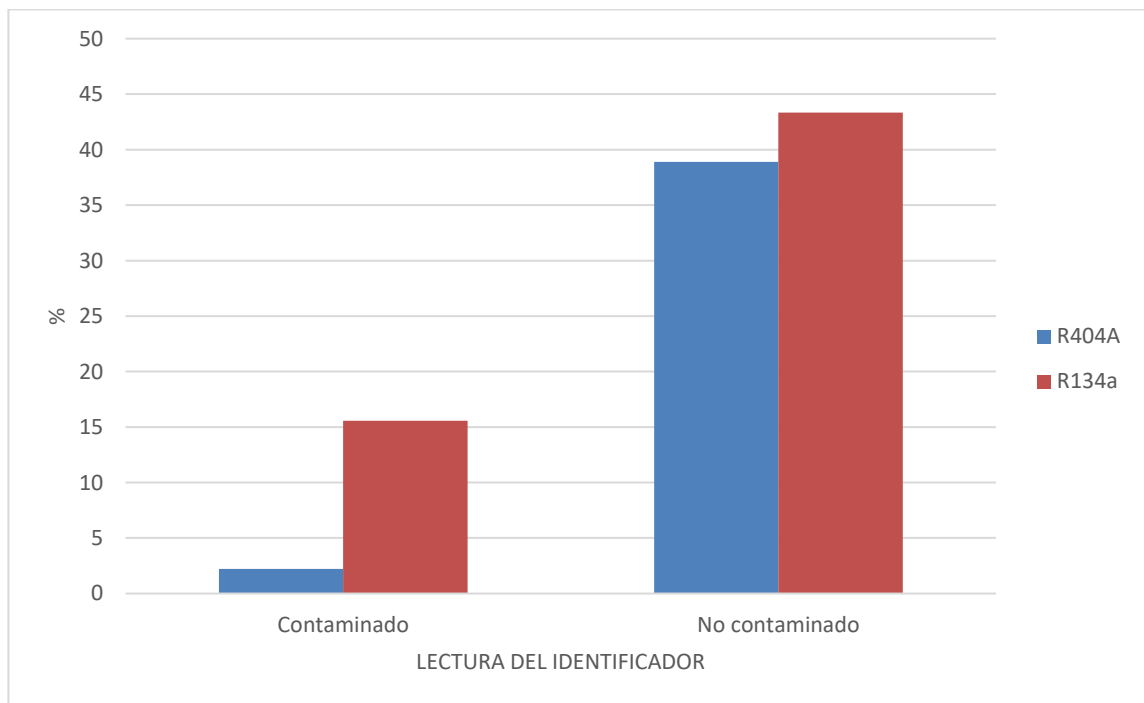
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XV. **Lecturas del identificador según tipo de gas refrigerante muestreado**

Lectura del identificador	Gas refrigerante				Total
	R134a		R404A		
	Unidades	%	Unidades	%	
Contaminado	14	15,56	2	2,22	16
No contaminado	39	43,33	35	38,89	74

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 27. **Gráfica de lectura del identificador por tipo de gas refrigerante muestreado**



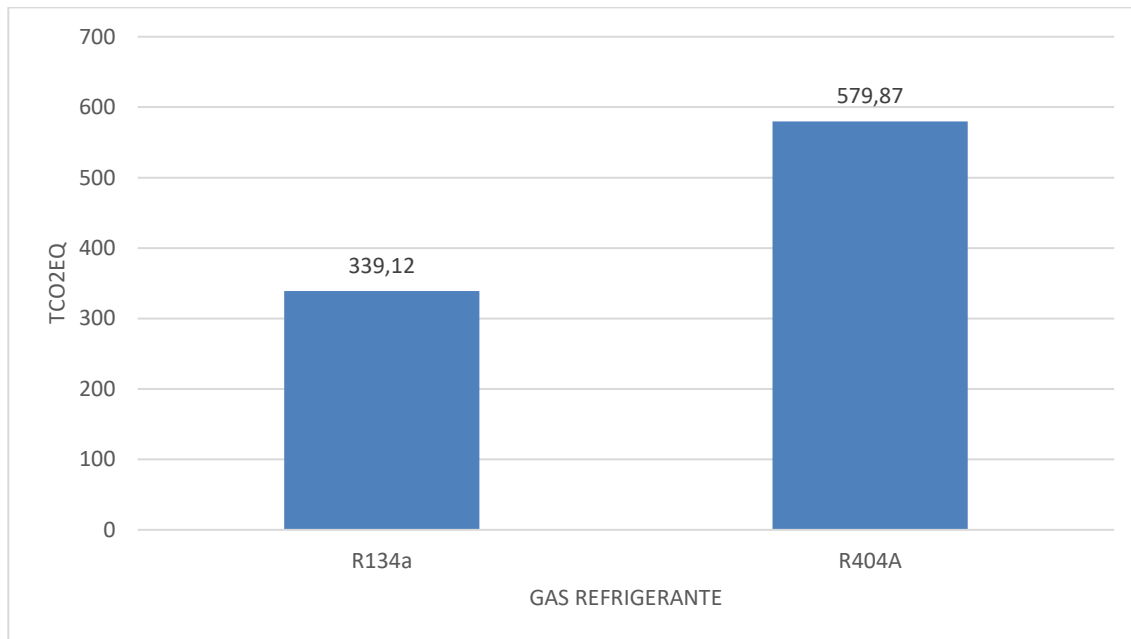
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XVI. **Toneladas de dióxido de carbono equivalente por tipo de gas refrigerante en los contenedores muestreados**

Gas refrigerante	PCG	tCO ₂ eq
R134a	1 430	339,12
R404A	3 922	579,87
Mayor detalle sobre PCG de gases refrigerantes se presentan en el numeral 2.1.5. Efectos al medio ambiente del marco teórico.		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 28. **Gráfica de toneladas de dióxido de carbono equivalente por tipo de gas refrigerante en los contenedores muestreados**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

4.1. Diseño del plan de procedimientos técnicos para el manejo ambiental de gases refrigerantes instalados en sistemas de refrigeración en contenedores

El objetivo principal del diseño de un plan de procedimientos técnicos para el manejo ambiental de gases refrigerantes es brindar elementos claves referentes al manejo y disposición final de gases refrigerantes contaminados al Área del Protocolo de Montreal del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, y de este modo dirijan a las empresas propietarias de contenedores refrigerados y la Aduana de Puerto Quetzal para reducir los impactos ambientales y riesgos al bienestar de la salud de los trabajadores.

4.1.1. Datos generales y papelería complementaria de la empresa que desarrolle el plan

- Datos generales
 - Nombre de la empresa o de la organización
 - Representante legal
 - Datos del responsable del PMA
 - Dirección de la sede principal
 - Fecha de inicio de operaciones
 - Personal (núm. de empleados, obreros en planta y turnos de trabajo)
 - Actividad de la empresa

- Papelería complementaria
 - Nombramiento del representante legal

- Nombramiento del responsable del PMA
 - Croquis de localización
 - Ubicación geográfica
 - Relación de autorizaciones, licencias, permisos y similares en materia ambiental con que cuenta la organización
-
- Licencias de técnicos en refrigeración por parte del Área del Protocolo de Montreal

4.1.2. Resumen ejecutivo

El objetivo de este apartado es permitir que el lector visualice de forma general el documento, describiendo las medidas de mitigación o eliminación de impactos ambientales negativos que el proyecto, actividad, obra o industria produzca.

Además de describir programas, cronogramas e información correspondiente a la implementación propia del plan de manejo ambiental.

4.1.3. Marco legal

Este apartado contiene la base legal que complementa el PMA, debe estar actualizado de las disposiciones legales de carácter ambiental. Analizar la legislación vigente en el lugar donde se ejecutará el proyecto.

A pesar de que, Guatemala, actualmente no posee ninguna ley o reglamento que dicte la regulación y eliminación de gases refrigerantes, algunas de las leyes y artículos que se pueden mencionar en este apartado son:

- Artículo 97 de la Constitución Política de La República de Guatemala.
- Artículo 14 del Decreto 68–86 Ley de protección y mejoramiento de medio ambiente.
- Decreto No. 34–89 Acepta el Protocolo de Montreal relativo a las subsustancias agotadoras de la capa de ozono. Suscrito en Montreal el 16-09-87.
- Acuerdo Ministerial No. 340–2018 Crear el registro de técnicos frigoristas, empresas frigoristas y entidades capacitadoras.

4.1.4. Introducción

Este consiste en describir de forma breve las acciones del ente que ejecutará el impacto; debe contener como mínimo:

- Principales características
- Actividades productivas
- Objetivos
- Proyecciones

4.1.5. Política ambiental

Tomando en cuenta el estudio que se realizó para este trabajo de tesis, se puede concluir que las políticas ambientales a seguir son:

- Orientada al cumplimiento de la legislación ambiental; en este caso a los convenios internacionales ratificados en Guatemala.
- Orientada al mejoramiento continuo; prevención de incidentes con el personal del puerto e impactos ambientales negativos.

4.1.6. Objetivos

Estos objetivos ambientales son el fin al que se desea llegar en materia ambiental y lo que impulsa al individuo a tomar decisiones; según Diana Martínez, en su libro *Guía técnica para la elaboración de planes de manejo ambiental (PMA)*, deberán contener los siguientes aspectos:

- Expresar clara y directamente
- Ser cuantificables
- Mostrar un compromiso con el mejoramiento ambiental continuo
- Tener periodos específicos de cumplimiento

A continuación, se describen los objetivos generales y específicos, así como una tabla que muestra sus características y ejemplos.

4.1.6.1. Objetivo general

Es la misión en materia ambiental de la empresa o proyecto, debiendo presentar la idea central del plan de manejo ambiental; ampliando la misión de prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos negativos generados por el proyecto.

4.1.6.2. Objetivos específicos

Deben ser la sumatoria que dé como resultado el objetivo general, en estos se presentan de forma detallada los resultados que se pretenden alcanzar en el plan de manejo ambiental y describir las etapas del plan de manejo ambiental.

Tabla XVII. **Características de objetivos generales y específicos**

	Objetivo general	Objetivos específicos
Función	Resumir y presentar la idea central del plan de manejo ambiental.	Presentar de forma detallada los resultados que se pretenden alcanzar a través del plan de manejo ambiental.
Sentido	Más amplio	Más detallado
Elementos	Contener el impacto ambiental que será prevenido, mitigado, corregido o compensado.	Describir las etapas del plan de manejo ambiental en la secuencia de ejecución. Relacionar el objetivo general con mayor delimitación.
Ejemplo	Mitigar progresivamente los potenciales impactos ambientales causados por fugas de gases refrigerantes o contaminación de estos en sistemas de refrigeración.	Registrar el mantenimiento de los sistemas de refrigeración en los contenedores. Dar tratamiento adecuado a los gases refrigerantes contaminados.

Fuente: ARIAS, Eliza. *Objetivos generales y objetivos específicos*.

<https://www.diferenciador.com/objetivos-generales-y-objetivos-especificos/>. Consulta: 13 de agosto de 2021.

4.1.7. Descripción del área de influencia

Debido a la naturaleza de las actividades de las empresas para este plan de manejo ambiental, se debe tomar con mayor interés los siguientes recursos:

- Recurso atmosférico

- Clima
- Calidad del aire

Los aspectos sobrantes se deben describir de manera breve debido a que forman parte del área de influencia, pero las actividades no producen ninguna alteración sobre ellos.

4.1.8. Manejo ambiental de los gases refrigerantes contaminados

Este tipo de manejo se caracterizó por ser de contingencias y riesgos, debido a que no se ha presentado ningún tipo de incidente por contaminación por gases refrigerantes.

Por lo tanto, en este apartado se explican los procedimientos técnicos para el manejo ambiental de gases refrigerantes en sistema de refrigeración en contenedores ubicados en la Aduana de Puerto Quetzal, Escuintla, Guatemala.

4.1.8.1. Diagnóstico y caracterización de los contaminantes

Este apartado tiene como objetivo definir los pasos iniciales de identificación de los gases refrigerantes que puedan estar contaminados. Para lo cual se emplearán algunos métodos de diagnóstico para establecer si las muestras que se tomen están contaminadas; estos métodos son los siguientes:

- Método visual

Este método consiste en visualizar la calidad del gas refrigerante por medio de unos pequeños cristales; los cuales si se encuentran limpios significa que el gas refrigerante está limpio; y si se encuentran sucios, significa que el gas refrigerante puede estar contaminado.

Figura 29. **Ubicación de cristales en el sistema de refrigeración**



Fuente: elaboración propia, fotografía de bahía de contenedores, Aduana de Puerto Quetzal, Escuintla, 2021.

Este método únicamente refleja si existe contaminación por suciedad; tal como polvo, aceites, humedad, entre otros, pero no refleja ningún tipo de contaminación por variaciones en el porcentaje de los gases refrigerantes que componen una mezcla.

- Método por dispositivo

Este método consiste en emplear un identificador de gases refrigerantes, el cual se emplea en conjunto con una válvula especial para conectar directamente al sistema de refrigeración.

Figura 30. **Identificador de gases refrigerantes**



Fuente: RefriApp. *Neutronics*. <http://refriapp.es/productos/analizadores-de-gases/>. Consulta: 20 de agosto de 2019.

El dispositivo toma una muestra de aproximadamente 5 g de gas para analizar y en la pantalla de este se muestra el resultado de pureza o alteración de la composición del gas refrigerante.

Este es preferible emplearse con mezclas de gases refrigerantes, debido a que da una lectura de las variaciones de los porcentajes de los gases refrigerantes que componen la mezcla.

4.1.8.1.1. Diagnóstico

Consiste en identificar, por alguno de los métodos explicados anteriormente, la calidad de los gases refrigerantes en los sistemas de refrigeración de los contenedores muestreados.

Este proceso es preferible hacerlo de forma aleatoria periódicamente, cuando exista una cantidad significativa de contenedores refrigerados en las instalaciones de la Aduana de Puerto Quetzal.

4.1.8.1.2. Caracterización

Resaltar los contenedores que presenten algún tipo de contaminación en los gases refrigerantes, para notificar a las empresas del estado de los gases refrigerantes.

Las empresas propietarias de estos contenedores serán las únicas responsables de darles un tratamiento adecuado a estas sustancias para evitar contaminación ambiental o perjudicar al personal de la aduana o predio donde se encuentren.

4.1.8.2. Tratamiento de los gases refrigerantes que presenten contaminación

Este apartado tratará, principalmente, el manejo ambiental de gases refrigerantes de tercera generación; tales como R134a y R404A, esto debido a que en los resultados se vieron que en su totalidad fueron gases de esta generación.

Estos procedimientos se deben realizar por técnicos capacitados y con equipo adecuado para evitar incidentes y problemas con la maquinaria. Del mismo modo se puede solicitar apoyo a los técnicos del INTECAP para la recuperación, regeneración y reciclaje de los gases refrigerantes.

Para el manejo ambiental de estas sustancias se inicia con la recuperación de los gases refrigerantes de los sistemas de refrigeración, los pasos de este proceso son:

- Identificar y analizar el gas refrigerante.
- Conectar una toma de la recuperadora al sistema de refrigeración y la otra al cilindro adecuado para este proceso.
- La recuperadora succiona el gas del sistema de refrigeración.
- El gas refrigerante condensa dentro de la recuperadora.
- El gas refrigerante condensado es enviado al cilindro recuperador.
- Este gas refrigerante recuperado se almacena hasta su tratamiento.

Posterior a la recuperación se procede a la aplicación de alguno de los siguientes tratamientos, cualquiera se aplica en relación con el tipo de contaminación que presente el gas refrigerante recuperado en el paso anterior:

4.1.8.2.1. Regeneración

Este tratamiento es empleado cuando los gases refrigerantes contaminados presentan una alteración en la composición de la mezcla de la que está formado. Los pasos que se deben seguir son:

- Identificar y analizar el gas refrigerante.
- Recuperar en cilindros adecuados.
- Colocar el cilindro de recuperación en la máquina de regeneración.
- Realizar un control de calidad para verificar que se hizo la regeneración correctamente.
- Almacenar el gas refrigerante regenerado en cilindros adecuados.
- Almacenar o emplear nuevamente el gas.

4.1.8.2.2. Reciclaje

Este tratamiento es empleado cuando los gases refrigerantes contaminados presentan alguna clase de suciedad; humedad, aceites o polvo. Los pasos que se deben seguir son:

- Identificar y analizar el gas refrigerante
- Recuperar en cilindros adecuados
- Colocar el cilindro de recuperación en la máquina de reciclaje
- Almacenar el gas refrigerante reciclado en cilindros adecuados
- Almacenar o emplear nuevamente el gas

4.1.8.3. Disposición final de gases refrigerantes que presenten contaminación

Este apartado explica el proceso de disposición final de gases refrigerantes que tienen un grado de contaminación tan alto, que no pueden ser regenerados o reciclados, por lo cual se deberá aplicar un proceso de destrucción.

4.1.8.3.1. Almacenamiento temporal

Igual que a cualquier gas refrigerante contaminado se inicia con la recuperación en cilindros adecuado por técnicos capacitados para ello, y se almacena temporalmente en un espacio con condiciones adecuadas.

4.1.8.3.2. Disposición final

En el caso de Guatemala, la disposición final de estas sustancias permitidas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales es la entrega de los cilindros de recuperación con gas refrigerante contaminado en los centros de acopio de talleres refrigeración de INTECAP.

4.1.9. Administración del plan de manejo ambiental

Este apartado describe las actividades que permitan sistematizar, registrar, documentar, conducir, evaluar y comunicar las actividades que realiza en favor del medio ambiente, estas actividades pueden ser el registro del estado de ingreso a la Aduana de Puerto Quetzal, Escuintla del sistema de refrigeración de los contenedores y registro de mantenimiento del sistema de refrigeración de los contenedores por parte de las empresas propietarias.

Siendo los responsables de estas actividades los siguientes:

- Área del Protocolo de Montreal del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales la responsable de dirigir a las empresas propietarias de contenedores y personal de la Aduana de Puerto Quetzal.
- Gerencia de Seguridad Integral de la Aduana de Puerto Quetzal, Escuintla la responsable de desarrollar el manejo ambiental de estas sustancias.
- Área de Refrigeración de la Aduana de Puerto Quetzal, Escuintla y encargados de predios donde se parqueen contenedores refrigerados, los responsables de darles mantenimiento a los equipos que se encuentren en sus instalaciones.
- Talleres de refrigeración de INTECAP el responsable de recuperar y almacenar los gases refrigerantes contaminados en los centros de acopio.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Según el análisis y caracterización de los gases refrigerantes instalados en sistemas de refrigeración en contenedores, se determinó que en su totalidad son de tercera generación; los cuales son R134a (refrigerante puro) y R404A (mezcla zeotrópica), siendo ambos hidrofluorocarbonos (HFC).

Estos gases refrigerantes tienen como ventaja la eliminación de las moléculas de cloro; lo cual indica que no genera ninguna degradación a la capa de ozono, mejor poder de enfriamiento y no poseen propiedades tóxicas o inflamables, pero su desventaja es que poseen altos potenciales de calentamiento global (PCG).

En relación con la legislación nacional e internacional, se cumple parcialmente los convenios internacionales ratificados por Guatemala, debido a que no se emplean clorofluorocarbonos (CFC); los cuales dañan la capa de ozono, pero no se está reduciendo el uso de hidrofluorocarbonos (HFC); los cuales aumentan el calentamiento global.

Según Lina Duque, en su libro *Impacto ambiental de los refrigerantes ecológico, los principales gases refrigerantes empleados en transporte refrigerado son R12, R502, R22, R134a, R404A, R507A, R410A, R407C y pequeñas cantidades de amoníaco, hidrocarburos y dióxido de carbono*, que en relación con los resultados se observa que si encuentran ambos gases refrigerados muestreados en este listado.

Con los resultados obtenidos durante el muestreo, se confirmó una de las hipótesis alternativas; la cual afirma que todos los contenedores emplean gas refrigerante con alto potencial de calentamiento global (PCG), esto debido a que el R134a es de las primeras alternativas a los gases refrigerantes con altos potenciales de agotamiento del ozono y se emplean en la mayoría de los sectores de refrigeración, y el R404A es de los mejores sustitutos para los HCFC y se emplean en varios sectores de refrigeración; principalmente para mantener cargas hasta a -40 °C.

El diagnóstico de los gases refrigerantes instalados en sistemas de refrigeración en contenedores realizado determinó que un 17,78 % de gases refrigerantes presentaron contaminación, esto relacionado con el mal estado de los sistemas de refrigeración, según la inspección visual realizada durante el muestreo.

De la muestra que presentó contaminación, un 87,5 % de los gases refrigerantes contaminados fue de R134a; siendo este un gas refrigerante puro se puede deducir que la contaminación presente es derivada a suciedad (polvo, humedad, aceite, entre otros) y el 12,5 % restante fue de R404A; dado que este gas refrigerante es una mezcla se puede deducir que la contaminación se deriva de una alteración en la composición de la mezcla.

Según resultados del Sistema Español de Inventario de Emisiones, el porcentaje de R134a es algo elevado; 4,17 % mayor, para sector de aplicación, así como Vanessa Ávila, Miguel Castillo y Jacqueline Gómez, en su libro *Análisis del uso de gases refrigerantes por empresas pymes del sur de Guayaquil*. Diseño de un manual de responsabilidad social empresarial, dicen que la principal causa de contaminación son los sistemas obsoletos o con desperfectos, son las fugas.

Por lo que es importante implementar planes de manejo ambientales para mitigar los impactos relacionados con la contaminación o liberación por fugas de estos contaminantes, los cuales deben centrarse en el mantenimiento de los sistemas de refrigeración, la supervisión constante de la calidad de los gases refrigerantes y el tratamiento de estos cuando presenten contaminación.

Se realizó también un cálculo de las toneladas de dióxido de carbono equivalente; el cual es una medida utilizada para indicar en términos de dióxido de carbono (CO₂) el equivalente de cada uno de los gases de efecto invernadero con respecto a su potencial de calentamiento global (PCG), de la cantidad de gas refrigerante total de la muestra tomada de los 90 contenedores, dando como resultado 918,99 tCO₂eq. Este cálculo se realizó únicamente para identificar el potencial daño generado por estos contaminantes.

Esta cantidad de dióxido de carbono equivalente; según el calculador de equivalencias de gases de efecto invernadero de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) representa un impacto de 180 vehículos de pasajeros conducidos durante un año o 3 329 280,51 kilómetros recorridos por un vehículo de pasajeros promedio; equivalente a 83 076,25 vueltas al planeta Tierra aproximadamente.

Debido a que los gases refrigerantes que se emplean en este sector son de tercera generación producen un aumento significativo en el efecto invernadero; por coincidente un aumento en el calentamiento global, siendo el valor de PCG de los gases refrigerantes de 1 430 para el R134a y de 3 922 para el R404A.

Con los resultados obtenidos en el diagnóstico se procedió a la elaboración el diseño de un plan de procedimientos técnicos para el manejo ambiental de gases refrigerantes instalados en sistemas de refrigeración en contenedores,

tomando como referencia los parámetros de la *Guía técnica para la elaboración de planes de manejo ambiental* de Diana Martínez y *El manual de buenas prácticas en refrigeración* de Jorge Puebla.

En este diseño se definieron las acciones que se deben tomar para prevenir y mitigar los impactos negativos al ambiente por los gases refrigerantes contaminados, con este se busca la mejora continua en las actividades de las empresas propietarias de contenedores refrigerados y gerencia de la Aduana de Puerto Quetzal, Escuintla, Guatemala.

CONCLUSIONES

1. Se caracterizaron los gases refrigerantes instalados en sistemas de refrigeración en contenedores; siendo el 100 % de gases de tercera generación; gases de primera, segunda y cuarta generación no se encontraron durante el muestreo, lo cual revela que se incumplen parcialmente las ratificaciones de las enmiendas del Protocolo de Montreal, dado que para el presente año ya no se deben utilizar los CFC, reducir el uso de HCFC o HFC y cambiar las tecnologías para emplear HFO, hidrocarburos o gases naturales.
2. Se realizó un diagnóstico de los gases refrigerantes instalados en sistemas de refrigeración en contenedores, con un porcentaje de 17,78 % sistemas que presentaron contaminación, la principal causa de la contaminación por gases refrigerantes son los sistemas obsoletos o con desperfectos.
3. Se determinó que el potencial dióxido de carbono equivalente producido por los gases refrigerantes con potencial de calentamiento global en los contenedores refrigerados muestreados fue de 918,99 tCO₂eq, que según el calculador de equivalencias de gases de efecto invernadero de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), esto equivale a 3 329 280,51 kilómetros recorridos por un vehículo de pasajeros promedio conducido durante un año.

4. Se diseñó un plan de procedimientos técnicos para el manejo ambiental de gases refrigerantes instalados en sistemas de refrigeración en contenedores, tomando como referencia los parámetros de la *Guía técnica para la elaboración de planes de manejo ambiental* de Diana Martínez y *El manual de buenas prácticas en refrigeración* de Jorge Puebla, relacionado con la hipótesis alternativa confirmada de que todos los contenedores emplean gases refrigerantes con alto potencial de calentamiento global (PCG).

RECOMENDACIONES

1. Concientizar a las empresas que emplean contenedores refrigerados y Gerencia de Seguridad Integral de la Aduana de Puerto Quetzal, en cuanto al mantenimiento y control que se le debe brindar a los equipos de refrigeración para prevención de accidentes y control de desechos o residuos generados por estas sustancias.
2. Desarrollar y emplear programas ambientales de concientización provistos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, para el control de estas sustancias. Así como designar una autoridad en la portuaria que apoye en los asuntos de esta índole a la Gerencia de Seguridad Integral.
3. Realizar un monitoreo periódico a los equipos de refrigeración que cuando entren a las instalaciones de la portuaria, esto con el fin de verificar el estado en el que se encuentran al llegar y tomar las medidas pertinentes si se encontraran con algún desperfecto que altere la calidad de los gases refrigerantes que contengan cada equipo.
4. Implementar el plan de procedimientos técnicos para el manejo ambiental de gases refrigerantes instalados en sistemas de refrigeración en contenedores de la Aduana de Puerto Quetzal, para mantener un control y prevenir incidentes provocados por la contaminación de estas sustancias.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACAIRE. *Guía de buenas prácticas de ingeniería. Manejo seguro de refrigerantes*. Bogotá : Asociación colombiana del acondicionamiento de aire y de la refrigeración -ACAIRE, 2010. 144 p.
2. Agencia de Protección Ambiental (EPA). *Calculador de equivalencias de gases de efecto invernadero*. [en línea]. <<https://espanol.epa.gov/la-energia-y-elmedioambiente/calculador-de-equivalencias-de-gases-de-efecto-invernadero>>. [Consulta: 28 de octubre de 2020].
3. AGUILAR-BAROJAS, Saraí. *Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud*. [en línea]. <<https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>>. [Consulta: 21 de octubre de 2019].
4. AIRA VÁZQUEZ, Roberto. *Procedimiento para recuperar gas refrigerante*. [en línea]. <<https://www.certicalia.com/blog/procedimiento-recuperar-gas-refrigerante#pasos-para-recuperar-el-gas-refrigerante>>. [Consulta: 23 de septiembre de 2020].
5. ARIAS, Eliza. *Objetivos generales y objetivos específicos*. [en línea] <<https://www.diferenciador.com/objetivos-generales-y-objetivos-especificos/>>. [Consulta: 13 de agosto de 2021].
6. ÁVILA BECERRA, Vanessa del Carmen, CASTILLO CEDEÑO, Miguel Andrés; GÓMEZ ASTUDILLO, Jacqueline Alexandra. *Análisis del*

uso de gases refrigerantes por empresas pymes del sur de Guayaquil. Diseño de un manual de responsabilidad social empresarial. [en línea]. <<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20106/1/TESIS%20FINAL%20ANALISIS%20DE%20REFRIGERANTES%20Y%20RSE%2012.pdf>>. [Consulta: 28 de octubre de 2020].

7. BOGADO, Christian. *Relatorio de impacto ambiental preliminar.* [en línea]. <http://archivo.seam.gov.py/sites/default/files/users/control/imaq_christian_b.pdf>. [Consulta: 27 de octubre de 2019].
8. CENTRALAMERICADATA. *Nuevas normas sobre contenedores en Guatemala.* [en línea]. <https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Nuevas_normas_sobre_contenedores_en_Guatemala>. [Consulta: 5 de octubre de 2019].
9. CIRIANO VICENTE, María Valeriana. *Auditoría forense, para la detección del fraude de una entidad que presta servicios de mantenimiento de contenedores refrigerados.* Trabajo de graduación de Contadora Pública y Auditora. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 2013. 217 p.
10. Congreso de la República de Guatemala. *Decreto 68-86 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.* Guatemala: 1986. 13 p.
11. DE LARAUCEA, Jaime Rodrigo, SAGARRA, Ricard y MALLOFRÉ, Joan Martín. *Transporte en contenedor.* [en línea].

<<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=-UKIAQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=historia+de+contenedores+refrigerados&ots=1Bz9fH8YcX&sig=nbwUd9kO05wTBfpD81qO2oyQpic#v=onepage&q&f=false>>. [Consulta: 20 de septiembre de 2019].

12. DICKSON, Edwin M. *Manejo ambiental de los gases refrigerantes (SAO)*. [en línea]. <<http://www.agriculturayganaderia.com/memorias-2017/07.pdf>>. [Consulta: 27 de octubre de 2019].
13. DUQUE GUZMÁN, Lina Marcela. *Impacto ambiental de los refrigerantes ecológicos*. Escuela de Ciencias Estratégicas. Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín: 2008. 222 p.
14. Empresa Portuaria Quetzal. *Historia*. [en línea]. <<http://www.puerto-quetzal.com/quienes-somos/>>. [Consulta: 26 de septiembre de 2019].
15. ENRIQUEZ GÓMEZ, David. *Sistemas de recuperación de refrigerante*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 2009. 167 p.
16. FERRER, Vicent. *Contenedor marítimo*. [en línea]. <<https://vicentferrer.com/contenedor-maritimo/>>. [Consulta: 27 de septiembre de 2019].
17. GAMERO TEJEDA, Carlos Alberto. *Implementación de un proceso de regeneración de gas 1, 1, 1, 2 tetrafluoroetano en equipos con defectos en el sistema frigorífico para una empresa de refrigeración comercial*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Facultad de

Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 2015. 253 p.

18. GONZÁLEZ RUÍZ, Jaime Diego. *Estudio de impacto ambiental para el centro de regeneración de refrigerantes de la Universidad de Pontificia Bolivariana*. Escuela de Ciencias Estrategicas. Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín: 2012. 247 p.
19. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos; BAPTISTA LUCIO, Pilar. *Metodología de la investigación*. 4a ed. México: McGraw-Hill. 634 p.
20. HFCVILLE. *Potencial de calentamiento global*. [en línea]. <https://www.ccacoalition.org/hfcville/es/global-warming-potentials_es>. [Consulta: 9 de octubre de 2019].
21. JOHANAN. *Características principales de los contenedores marítimos*. [en línea]. <<https://www.armultiservicios.com/2018/04/19/caracteristicas-principales-de-los-contenedores-maritimos/>>. [Consulta: 19 de octubre de 2019].
22. LEZAMA, Tatiana. *Gases refrigerantes y la salud humana*. [en línea]. <<https://www.refrigeracioncyc.com/gases-refrigerantes-y-la-salud-humana/#Efectos>>. [Consulta: 17 de octubre de 2019].
23. LINDE. *Gases Industriales*. [en línea]. <https://www.abellolinde.es/es/processes/refrigeration_and_air_conditioning/transport_refrigeration/index.html>. [Consulta: 27 de septiembre de 2019].

24. LÓPEZ, José Francisco. *Medidas de tendencia central*. [en línea]. <<https://economipedia.com/definiciones/medidas-de-tendencia-central.html>>. [Consulta: 20 de octubre de 2019].
25. MAITSA. *Principales tipos y características de contenedor*. [en línea]. <<https://www.maitsa.com/transitario/que-es-un-container-contenedor-tipos-caracteristicas>>. [Consulta: 19 de octubre de 2019].
26. MARTÍNEZ GIRALDO, Diana Marcela. *Guía técnica para la elaboración de planes de manejo ambiental (PMA)*. Tunjuelito, Colombia: Oficinas de Gestión Ambiental Alcaldía local de Tunjuelito, 2009. 26 p.
27. MENDOZA, Henry. *Gases refrigerantes*. [en línea]. <<https://es.slideshare.net/herameca/gases-refrigerantes-24366917>>. [Consulta: 17 de octubre de 2019].
28. Ministerio de Medio Ambiente de Chile. *Proyecto diseño del programa de regeneración para la implementación de centros de regeneración, reciclaje y acopio de gases refrigerantes en Chile*. [en línea]. <<https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/01/08-Anexo-6-Informe-Final-Proyecto-diseno-del-programa-de-regeneracion-1.pdf>>. [Consulta: 24 de septiembre de 2020].
29. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Acuerdo Ministerial No. 340-2018 Crear el registro de técnicos frigoristas, empresas frigoristas y entidades capacitadoras*. [en línea] <<chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.marn.gob.gt%2FMultimedios%2F13537.p>>

df&clen=783347&chunk=true>. [Consulta: 28 de septiembre de 2019].

30. _____. *Protocolo de Montreal*. [en línea]. <<http://www.marn.gob.gt/s/viena-montreal>>. [Consulta: 26 de septiembre de 2019].
31. _____. *Términos de referencia; plan de gestión ambiental*. [en línea]. <<http://marn.gob.gt/Multimedios/8909.docx>>. [Consulta: 26 de octubre de 2019].
32. Ministerio de Trabajo y Previsión Social. *Acuerdo Gubernativo No. 229-2014 Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional*. Guatemala, 2014. 82 p.
33. MURILLO NARANJO, Orlando Alexander. *Diseño de un sistema automatizado de detección y neutralización del gas amoníaco, para el control de fugas en barcos atuneros*. [en línea]. <<http://192.188.52.94:8080/bitstream/3317/7730/1/T-UCSG-PRE-TEC-IECA-54.pdf>>. [Consulta: 19 de octubre de 2019].
34. NIETO, Antonio. *Recuperación, reciclado y regeneración de gas refrigerante*. [en línea]. <<https://www.mundohvacr.com.mx/2008/07/recuperacion-reciclado-y-regeneracion-de-gas-refrigerante/#:~:text=La%20recuperaci%C3%B3n%20del%20gas%20refrigerante,refrigeraci%C3%B3n%2C%20hasta%20un%20cilindro%20recuperado r>>. [Consulta: 23 de septiembre de 2020].

35. PLAZAS MONROY, Juan Pablo. *Los refrigerantes y el medio ambiente*. [en línea]. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/16336/Memoria_PFC_Plazas_Monroy_Juan_Pablo.pdf>. [Consulta: 18 de octubre de 2019].
36. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. *Manual de buenas prácticas en refrigeración*. [en línea]. <<http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/Manual-Buenas-Practicas-Refrigeraci%C3%B3n.pdf>>. [Consulta: 19 de octubre de 2019].
37. Programa de las Naciones Unidas por el Medio Ambiente. *Manual acción por el ozono para la capacitación de autoridades de aduana y otros oficiales de aplicación de la ley*. París: 2013. 236 p.
38. _____. *Normas internacionales de refrigeración y aire acondicionado*. París: 2013. 68 p.
39. _____. *Uso de HFC y PFC en refrigeración doméstica, comercial e industrial, transporte refrigerado y aire acondicionado estacionario*. [en línea]. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/060502_2f1_refrigerac_tcm30-445439.pdf>. [Consulta: 1 de marzo de 2021].
40. _____. *Uso seguro de alternativas a los HCFC en la refrigeración y el aire acondicionado*. París: 2013. 76 p.

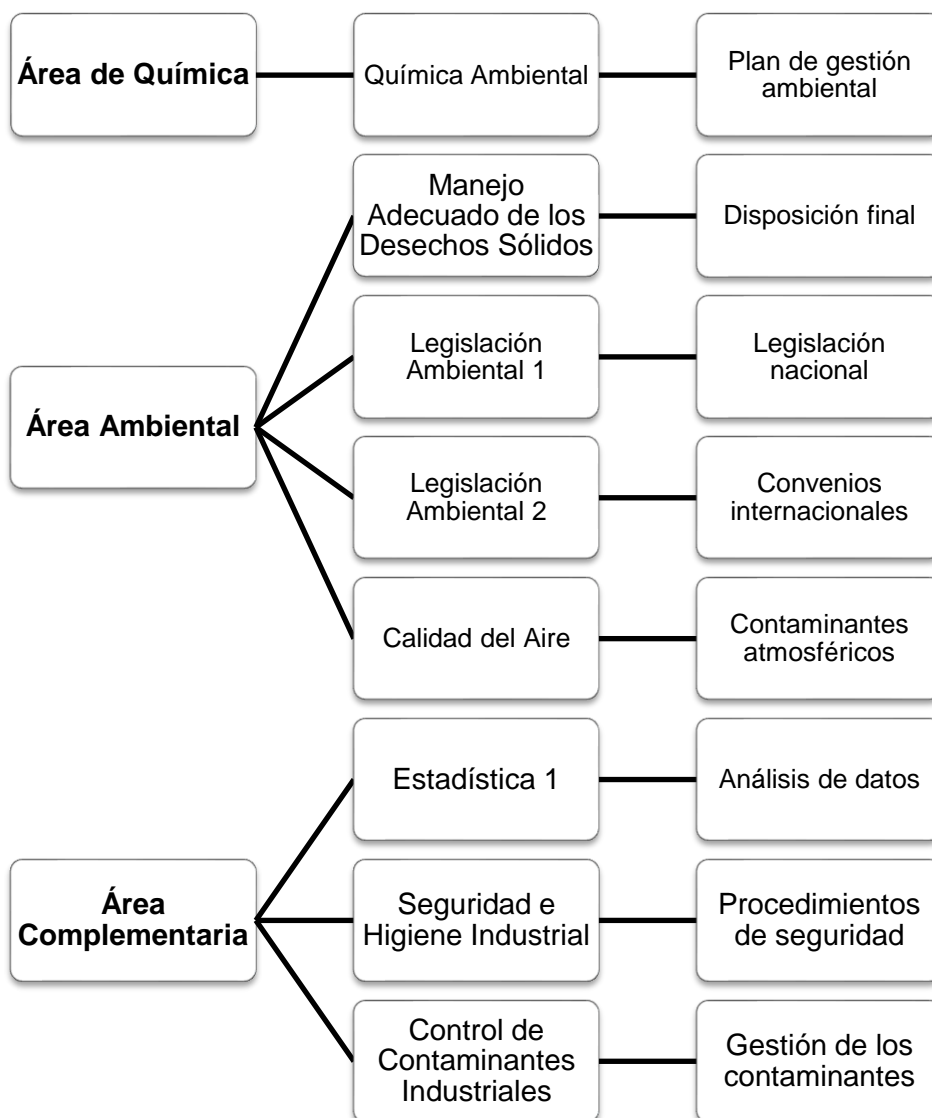
41. PUEBLA, Jorge Alberto. *Manual de buenas prácticas en refrigeración*. Venezuela: Fondo de Reconversión Industrial FONDOIN, 2009. 156 p.
42. REAL ALTERNATIVES EUROPE. *Contención y detección de fugas*. [en línea]. <https://www.realalternatives.eu/app/images/documents/Topica-3-Contencion_ES2017.pdf>. [Consulta: 27 de octubre de 2019].
43. RÍOS HERNÁNDEZ, Juan Carlos. *Diferencia entre sistemas de refrigeración que utilizan refrigerantes convencionales y los que utilizan refrigerantes ecológicos y análisis de la estructura molecular de los refrigerantes*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 2004. 155 p.
44. ROVIRA MONGE, Josep Oriol. *Transporte de mercancías perecederas en contenedor frigorífico*. [en línea]. <<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/26089/TRANSPORTE%20MERCANCIAS%20PERECEDERAS%20EN%20CONTENEDOR%20FRIGOR%C3%8DFICO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. [Consulta: 6 de octubre de 2019].
45. SIERRA VARGAS, Martha Patricia. *Los refrigerantes y los daños a la salud*. [en línea]. <<https://0grados.com.mx/los-refrigerantes-los-danos-la-salud/#comments>>. [Consulta: 3 de octubre de 2019].
46. Sistema de Gestión Indura S. A. *Hoja de datos de seguridad - Propano*. [en línea]. <<http://www.indura.cl/Descargar/Propano?path=%2>>

Fcontent%2Fstorage%2Fcl%2Fbiblioteca%2F04c1354cea364747a3e502dbe1748f4b.pdf>. [Consulta:3 de octubre de 2019].

47. TWENERGY. *¿Qué es un plan de gestión ambiental?* [en línea]. <<https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/medio-ambiente/que-es-un-plan-de-gestion-ambiental-498/>>. [Consulta: 26 de octubre de 2019].
48. XARXA Europea. *Contenedores marítimos: ¿qué tipos existen y cuándo usarlos?* [en línea]. <<https://xarxaeuropea.com/tipos-contenedores-maritimos/>>.[Consulta: 19 de octubre de 2019].
49. ZAMORA ARENALES, Jennifer Waleska. *Plan de manejo ambiental de desechos sólidos del municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango*. Trabajo de graduación de maestra en Ciencias en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental. Facultad de Arquitectura. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2013. 143 p.

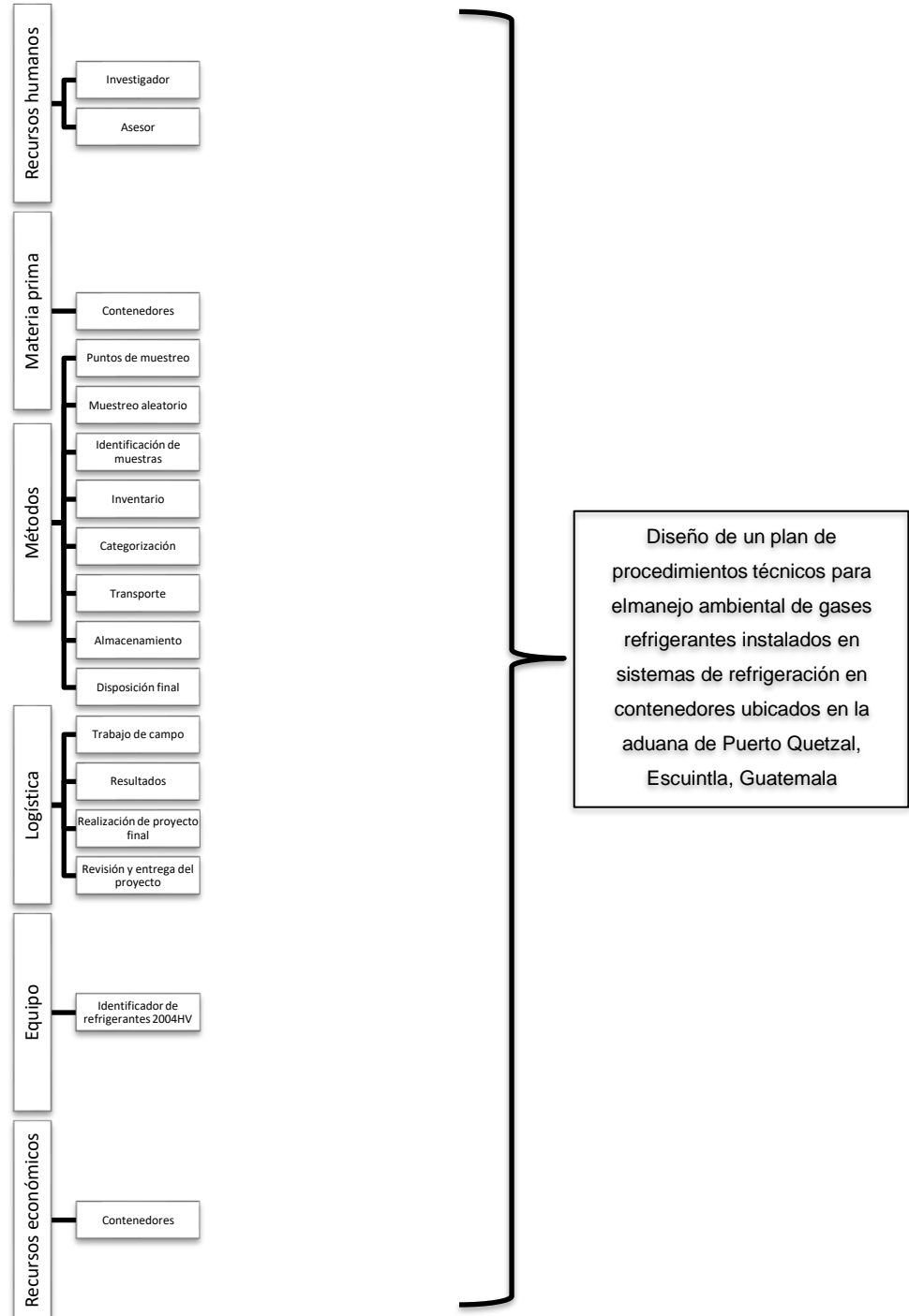
APÉNDICES

Apéndice 1. **Tabla de requisitos académicos**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Visita a la Aduana de Puerto Quetzal, Escuintla**



Fuente: elaboración propia, fotografía de bahía de contenedores, Aduana de Puerto Quetzal, Escuintla, 2021.

Apéndice 4. **Contenedores refrigerados en la Aduana de Puerto Quetzal, Escuintla**



Fuente: elaboración propia, fotografía de bahía de contenedores, Aduana de Puerto Quetzal, Escuintla, 2021.

Apéndice 5. Inspección de contenedores refrigerados



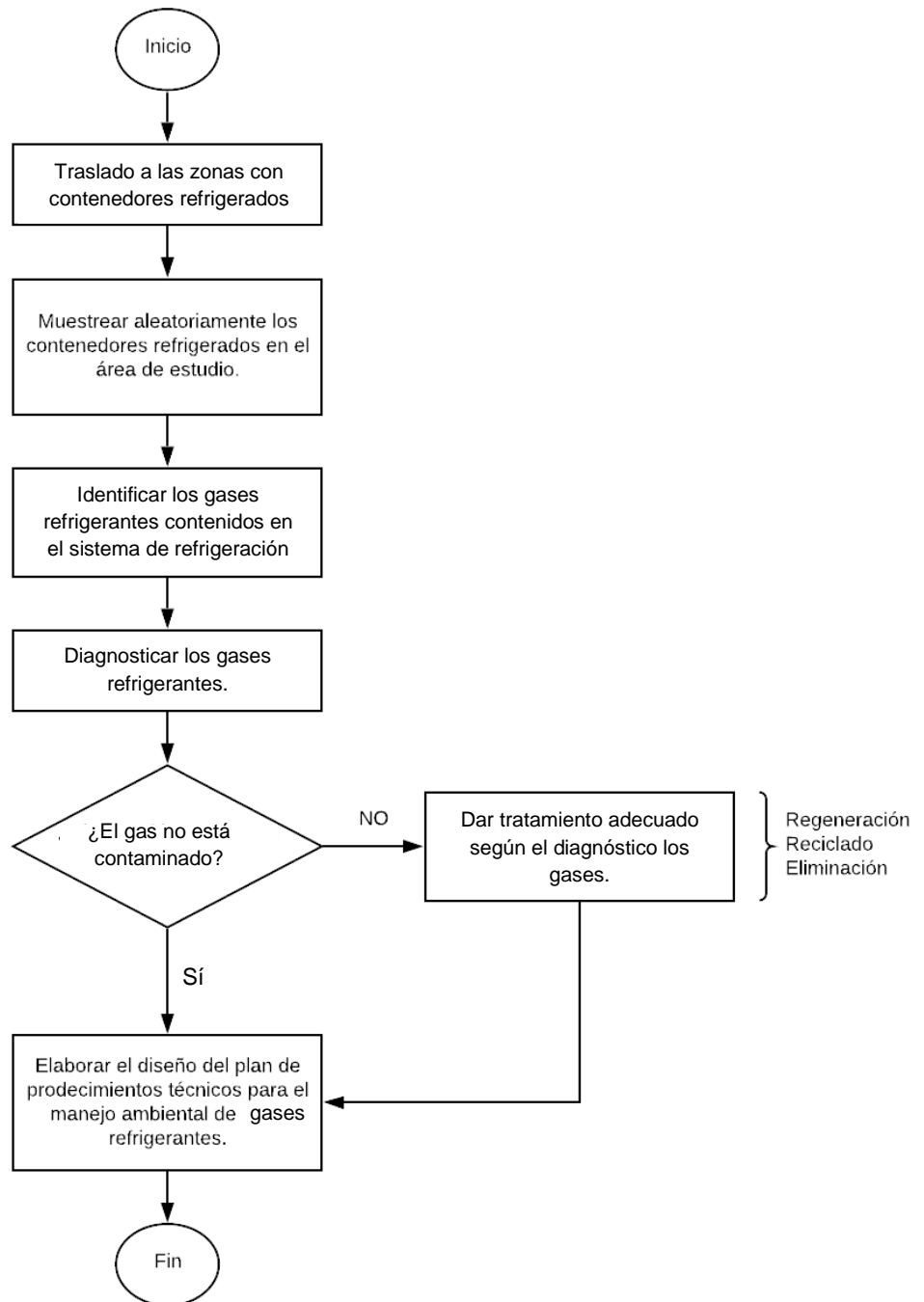
Fuente: elaboración propia, fotografía de bahía de contenedores, Aduana de Puerto Quetzal, Escuintla, 2021.

Apéndice 6. Etiquetas de identificación del sistema de refrigeración para R134a y R404A



Fuente: elaboración propia, fotografía de bahía de contenedores, Aduana de Puerto Quetzal, Escuintla, 2021.

Apéndice 7. Metodología de investigación



Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Zonificación en Puerto Quetzal



- Zona 1: recinto portuario o depósito aduanero temporal
- Zona 2: administración
- Zona 3: comercio
- Zona 4: recinto portuario o depósito aduanero temporal
- Zona 5: almacenamiento
- Zona 6: industria
- Zona 7: servicios diversos
- Zona 8: colonia Portuaria – vivienda
- Zona 9: protección ecológica
- Zona 10: granel líquido y carga peligrosa

Fuente: Empresa Portuaria Quetzal. *Zonificación*. <http://www.puerto-quetzal.com/zonificacion/>.

Consulta: 10 de agosto de 2019.

Anexo 2. **Ubicación de los contenedores**



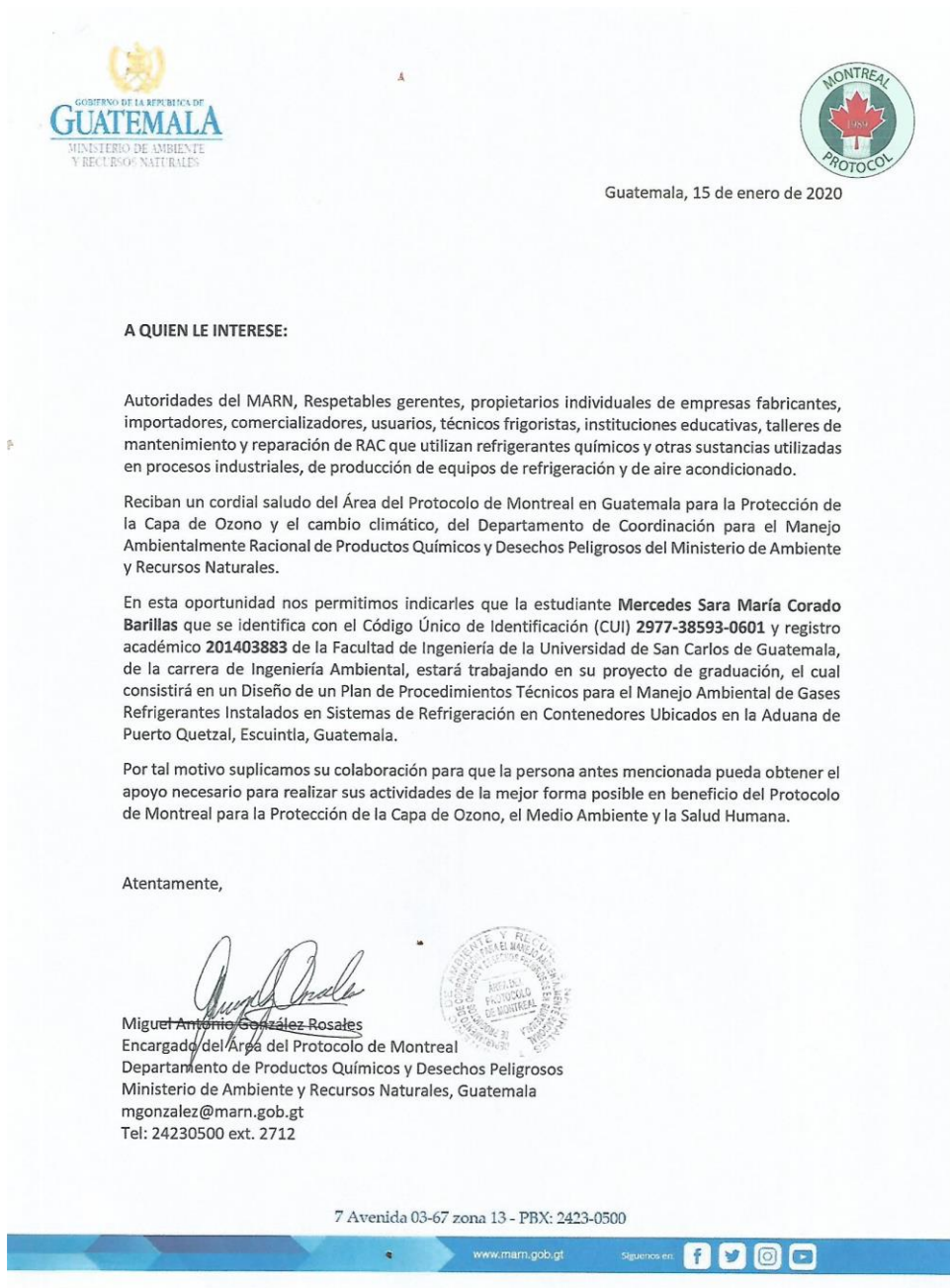
Fuente: Empresa Portuaria Quetzal. *Zonificación*. <http://www.puerto-quetzal.com/zonificacion/>.
Consulta: 10 de agosto de 2019.

Anexo 3. **Especificaciones técnicas del Identificador de refrigerantes
Neutric Ultima ID 2004HV**

Característica	Valor
Peso	4,5 Kg
Refrigerantes identificados	R12, R134a, R404A, R1234yf, R408A, R417A, R421A, R421B, R422A, R422B, R427A, hidrocarburos, entre otros.
Precisión	±2 % o mayor, de los gases indicados
Alimentación	12 VDC a 2ª a través del adaptador 110/220 V AC, 50 – 60 Hz
Aprobaciones	CE, UL y CUL
Interfaz de usuario	Pantalla gráfica, teclas de función, impresora
Extracción de gas de la muestra	Presión desde la botella o el sistema
Rango de temperatura	10–49 °C
Humedad	0–95 % de humedad relativa sin condensación
Tamaño de la muestra de prueba	5 g por prueba
Presión	3,5 a 3,55 bar

Fuente: RefriApp. *Hoja técnica*. <http://refriapp.es/productos/analizadores-de-gases/>. Consulta:
26 de agosto de 2019.

Anexo 4. Carta de autorización del proyecto por parte del Área del Protocolo de Montreal



Fuente: Área del Protocolo de Montreal, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, enero 2020.

Anexo 5. **Inventario de contenedores refrigerados que ingresaron de noviembre de 2020 a enero 2021, los contenedores seleccionados para el muestreo se encuentran resaltados**

OF-500-EPQ-DCF1-079-2021

Puerto Quetzal,
Enero 25 de 2021.

Licenciada,
GLADYS DEL CARMEN JIMENEZ DE LEÓN.
Coordinadora Unidad de Información Pública
Empresa Portuaria Quetzal
Su Despacho

Estimada Licenciada Jiménez:

En referencia a la providencia **PROV-500-PQ-SGOP-033-2021**, de fecha 21 de Enero del presente año, derivada de su solicitud según oficio **OF. UIP-25-2021**, de fecha 21 de Enero de 2021; donde remite fotocopia de Correo Electrónico de información requerida por la señora **Ana Mercedes Sara Corado Barillas**, quien solicita Inventario de Contenedores Refrigerados existentes, además la empresa o individuos encargados, y periodos de mantenimiento de los sistemas de refrigeración en los contenedores refrigerados.

Derivado de lo anterior me permito adjuntar la existencia de contenedores refrigerados hasta la fecha. Asimismo le informo que respecto a la empresa o individuos encargados de mantenimiento de los sistemas de refrigeración; Empresa Portuaria Quetzal cuenta con técnicos especializados que brindan mantenimiento constante a nuestro sistema de energía eléctrica del Patio de Contenedores Refrigerados y nuestro sistema de operaciones lleva el registro de conexión y desconexión de cada contenedor y por ende su respectivo consumo, el monitoreo de los mismos lo realizan técnicos asignados por cada Agencia Naviera. Los Predios Privados que operan dentro del DAT EPQ, cuentan con técnicos y tienen sus propios programas de mantenimiento de los Sistemas de refrigeración en sus contenedores.

Sin otro particular me suscribo de usted,
Atentamente.

HUGO GREGORIO CUTZAN SOSA
JEFE DEPTO. DE CONTENEDORES

Vo.Bo. LIC. FRANCISCO JOSÉ ESCOBAR SALAZAR
GERENTE DE OPERACIONES

c.c. Archivo (adjunto lo indicado)
Gerencia de Operaciones
HGCS/F.JES



EMPRESA PORTUARIA QUETZAL
OFICINAS PUERTO QUETZAL KM. 102, CARRETERA SAN JOSE-IZTAPA-ESCUINTLA
TELEFONO PBX 782835-00 Ext. 317-538-537
OFICINAS CIUDAD DE GUATEMALA 4ª. CALLE 7-53 ZONA 9 EDIFICIO TORRE AZUL, 1ER. NIVEL
TELEFONOS: 23611370 Y PBX 23125000 FAX 23611327. APARTADO POSTAL 2005-A
PAGINA WEB: www.puerto-quetzal.com GUATEMALA, C.A.

RECEBIDO
26 ENE 2021
A LAS: 15:14 Gladys (1)

Continuación del anexo 5.

CONTENEDOR	CLASE	linea	naviera	fecha_ingreso2	peso_net_o_ba	Area	ING
BMOU9826058	RF40	DOL	AG	21/01/2021 09:20	19.25	S1	G
BMOU9826593	RF40	DOL	AG	21/01/2021 01:17	20.13	S1	G
BMOU9827516	RF40	DOL	AG	21/01/2021 22:54	15.94	S1	G
CXRU1484034	RF40	DOL	AG	22/01/2021 09:07	24.16	S1	G
DFIU2101061	RF40	DOL	AG	21/01/2021 22:31	19.98	S1	G
DFIU2102480	RF40	DOL	AG	21/01/2021 22:18	24.17	S1	G
DFIU2600097	RF40	DOL	AG	23/01/2021 09:30	19.87	S1	G
DFIU3311904	RF40	DOL	AG	21/01/2021 20:03	21.14	S1	G
DFIU3312433	RF40	DOL	AG	21/01/2021 23:14	21.6	S1	G
DFIU3312536	RF40	DOL	AG	20/01/2021 22:38	20.31	S1	G
DFIU3321559	RF40	DOL	AG	22/01/2021 14:36	20.45	S1	G
DFIU4209707	RF40	DOL	AG	22/01/2021 14:10	24.14	S1	G
DFIU4222648	RF40	DOL	AG	20/01/2021 23:37	19.02	S1	G
DFIU4225919	RF40	DOL	AG	22/01/2021 19:11	19.93	S1	G
DFIU4233262	RF40	DOL	AG	21/01/2021 11:15	20.04	S1	G
DFIU4260550	RF40	DOL	AG	21/01/2021 14:45	21.36	S1	G
DFIU4263360	RF40	DOL	AG	22/01/2021 21:36	19.96	S1	G
DFIU4270796	RF40	DOL	AG	21/01/2021 00:12	20.87	S1	G
DFIU7105218	RF40	DOL	AG	22/01/2021 19:06	19.67	S1	G
DFIU7110831	RF40	DOL	AG	21/01/2021 14:53	19.63	S1	G
DFIU7221394	RF40	DOL	AG	22/01/2021 12:00	23.53	S1	G
DFIU8001727	RF40	DOL	AG	21/01/2021 23:05	20.67	S1	G
DFIU8002071	RF40	DOL	AG	20/01/2021 23:00	20.07	S1	G
DTPU2132161	RF40	DOL	AG	22/01/2021 19:09	19.45	S1	G
SEGU9464017	RF40	DOL	AG	20/01/2021 22:09	19.45	S1	G
SEGU9832891	RF40	DOL	AG	21/01/2021 22:44	19.4	S1	G
SZLU9927985	RF40	DOL	AG	20/01/2021 23:10	20.74	S1	G
TEMU9428485	RF40	DOL	AG	20/01/2021 20:49	24.03	S1	G
TEMU9428607	RF40	DOL	AG	20/01/2021 23:40	19.36	S1	G
TEMU9697340	RF40	DOL	AG	20/01/2021 22:08	19.77	S1	G
BMOU9304623	RF40	CHB	CLS	23/01/2021 09:36	21.34	S1	G
BMOU9304670	RF40	CBI	CLS	24/01/2021 20:00	19.25	S1	G
CBFU3461227	RF40	CBI	CLS	24/01/2021 10:34	19.31	S1	G
CBFU3463981	RF40	CBI	CLS	16/12/2019 17:07	0	S1	G
CBFU3483479	RF40	CBI	CLS	24/01/2021 09:12	19.61	S1	G
CBFU3486713	RF40	CBI	CLS	11/12/2019 19:02	0	S1	G
CBFU3487561	RF40	CBI	CLS	12/12/2019 18:23	0	S1	G
CBFU3491108	RF40	CBI	CLS	08/08/2014 00:00		P7	G
CBFU8000296	RF40	CBI	CLS	15/12/2019 17:20	0	S1	G
CBFU8007027	RF40	CBI	CLS	16/12/2020 02:29	0	S1	G
CBFU8007578	RF40	CBI	CLS	23/01/2021 12:01	0	S1	G
CBFU8008342	RF40	CBI	CLS	19/01/2021 18:22	0	S1	G
CXRU1319770	RF40	CBI	CLS	23/01/2021 21:15	19.8	S1	G
CXRU1361277	RF40	CBI	CLS	24/01/2021 15:57	21.3	S1	G
CXRU1377669	RF40	CBI	CLS	18/12/2020 08:18	0	S1	G
OTPU6068837	RF40	CBI	CLS	23/01/2021 09:38	21.95	S1	G
OTPU6069197	RF40	CBI	CLS	24/01/2021 21:49	0	S1	G
SEGU9544832	RF40	CBI	CLS	23/01/2021 17:03	19.63	S1	G
SEGU9546413	RF40	CBI	CLS	22/01/2021 16:43	20.57	S1	G
SEGU9599202	RF40	CBI	CLS	22/01/2021 09:25	25.08	S1	G
SEGU9636055	RF40	CHB	CLS	23/01/2021 08:03	21.7	S1	G

2

Continuación del anexo 5.

SILU7000607	RF40	CBI	CLS	24/01/2021 10:42	20.91	S1	G
SILU7002087	RF40	CBI	CLS	23/01/2021 14:38	0	S1	G
SILU7008510	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 12:40	0	S1	G
SILU7013538	RF40	CBI	CLS	23/01/2021 10:35	0	S1	G
SILU7014555	RF40	CBI	CLS	19/01/2021 20:03	0	S1	G
TEMU9441912	RF40	CBI	CLS	23/01/2021 21:03	19.46	S1	G
TEMU9462617	RF40	CBI	CLS	22/01/2021 19:13	0	S1	G
TEMU9599132	RF40	CBI	CLS	20/01/2021 19:56	0	S1	G
TEMU9631532	RF40	CBI	CLS	23/01/2021 08:33	0	S1	G
TEMU9632035	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 22:37	0	S1	G
TEMU9633767	RF40	CBI	CLS	24/01/2021 12:11	19.77	S1	G
TEMU9634824	RF40	CBI	CLS	23/01/2021 21:31	19.45	S1	G
TEMU9640133	RF40	CBI	CLS	24/01/2021 11:07	19.3	S1	G
TENY9438713	RF40	CBI	CLS	30/12/2020 00:36	0	S1	G
UBCU3421283	RF40	CHB	CLS	13/12/2017 00:00		S1	G
UBCU3424699	RF40	CHB	CLS	13/12/2017 00:00		S1	G
MSDU9004727	RF40	MSC	PSG	20/01/2021 08:47	0	P1	G
TCLU1387588	RF40	NYK	TRM	06/07/2019 06:37	20.17	P2	G
BMOU9256720	RF40	DOL	AG	19/01/2021 00:00	0	S1	M
BMOU9258066	RF40	DOL	AG	19/01/2021 00:00	0	S1	M
BMOU9322519	RF40	DOL	AG	19/01/2021 00:00	0	S1	M
BMOU9324044	RF40	DOL	AG	19/01/2021 00:00	0	S1	M
BMOU9325117	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
BMOU9325483	RF40	DOL	AG	19/01/2021 00:00	0	S1	M
BMOU9325816	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
BMOU9826166	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
BMOU9840842	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
BMOU9885512	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
BMOU9885662	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
BMOU9885791	RF40	DOL	AG	19/01/2021 00:00	0	S1	M
BMOU9887027	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
BMOU9887367	RF40	DOL	AG	19/01/2021 00:00	0	S1	M
BMOU9887536	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
BMOU9888424	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
BMOU9888717	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
CXRU1482237	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
CXRU1482303	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
CXRU1482643	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
CXRU1482962	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
CXRU1483090	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
CXRU1483676	RF40	DOL	AG	19/01/2021 00:00	0	S1	M
CXRU1613023	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU2100018	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU2101930	RF40	DOL	AG	19/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU2103059	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU2103362	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU2103531	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU2103589	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU2104163	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU2104630	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU2104841	RF40	DOL	AG	05/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU2104857	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M

3

Continuación del anexo 5.

DFIU2104923	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU2150657	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU2150744	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU2151057	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU2600991	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3300089	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3301629	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3310111	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3310132	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3310512	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3310826	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3310929	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3310934	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3311376	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3311479	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3311822	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3312006	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3312201	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3312388	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3312515	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3312639	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3312963	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3314713	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3314919	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3315134	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3315685	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3321203	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3321918	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3322982	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3323361	RF40	DOL	AG	25/11/2020 00:00	0	S1	M
DFIU3323530	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3323593	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3324054	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3324183	RF40	DOL	AG	05/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3324500	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3324780	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3331222	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3331393	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3331557	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3331726	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3331752	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3332173	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3332208	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3332872	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3333307	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3333328	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3334031	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3334052	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3334807	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3334915	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3335125	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3335423	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M

4

Continuación del anexo 5.

DFIU3335906	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3336271	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3336332	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3336693	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3337452	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3340040	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3340409	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3340970	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3341299	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3341473	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3341513	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3341534	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3341914	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU3342886	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4200037	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4200206	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4201183	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4201368	RF40	DOL	AG	19/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4201373	RF40	DOL	AG	25/11/2020 00:00	0	S1	M
DFIU4201814	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4201898	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4202507	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4203231	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4204140	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4205208	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4205321	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4205492	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4205569	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4205738	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4205888	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4205907	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4205996	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4206400	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4206478	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4207900	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4208547	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4208594	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4209420	RF40	DOL	AG	19/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4221180	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4221430	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4221718	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4222078	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4222123	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4222714	RF40	DOL	AG	05/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4223618	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4223726	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4223876	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4224168	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4224260	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4224281	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4224487	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4225138	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M

(5)

Continuación del anexo 5.

DFIU4225210	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4225971	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4229133	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4229200	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4230089	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4230113	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4230160	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4230514	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4230767	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4230807	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4230957	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4231275	RF40	DOL	AG	05/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4231594	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4232029	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4232266	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4232570	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4232944	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4233431	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4234171	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4234253	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4234485	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4234628	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4235060	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4235100	RF40	DOL	AG	05/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4235141	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4235368	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4235460	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4236148	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4236256	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4236277	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4236997	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4237150	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4237777	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4237972	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4238731	RF40	DOL	AG	19/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4238942	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4239403	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4239677	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4239698	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4240699	RF40	DOL	AG	05/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4241102	RF40	DOL	AG	05/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4241150	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4241648	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4242310	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4242496	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4242623	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4242840	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4250911	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4255003	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4255359	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4255662	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4256231	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M

6

Continuación del anexo 5.

DFIU4256329	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4260015	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4260123	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4260139	RF40	DOL	AG	05/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4260930	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4261454	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4261460	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4261808	RF40	DOL	AG	05/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4261834	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4262276	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4262553	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4262609	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4262640	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4262701	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4263246	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4263713	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4264134	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4264788	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4270081	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4270522	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4270604	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4270646	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4271344	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4271350	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4271576	RF40	DOL	AG	22/12/2020 00:00	0	S1	M
DFIU4271690	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4271719	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4271920	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4280182	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4280304	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4280665	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4281105	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4281255	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4281661	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4281682	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4281830	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4281933	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU4300695	RF40	DOL	AG	15/12/2020 00:00	0	S1	M
DFIU7100406	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7100622	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7100807	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7100978	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7101070	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7101824	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7102287	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7102625	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7102672	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7102986	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7103684	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7104567	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7105096	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7105476	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M

7

Continuación del anexo 5.

DFIU7105814	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7106127	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7106301	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7106549	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7106847	RF40	DOL	AG	05/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7107268	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7107761	RF40	DOL	AG	05/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7107870	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7107925	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7107972	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7108109	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7108114	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7108222	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7108285	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7108407	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7108428	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7108449	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7108639	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7109471	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7109609	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7109738	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7109851	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7109975	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7110148	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7110425	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7111550	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7111740	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7112053	RF40	DOL	AG	19/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7200133	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7200154	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7200302	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7200494	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7200827	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7201021	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7201090	RF40	DOL	AG	05/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7201206	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7201269	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7201778	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7202080	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7202218	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7202250	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7202347	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7202476	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7202814	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7202882	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7203127	RF40	DOL	AG	05/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7220058	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7220084	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7220206	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7220356	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7220401	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7220572	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M

2

Continuación del anexo 5.

DFIU7220799	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7220802	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7221516	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7221692	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7221753	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7221774	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7222111	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7222301	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7222425	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7230020	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7230170	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7230586	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7230708	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7230734	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7230800	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7230987	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7231073	RF40	DOL	AG	05/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7231155	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7231237	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7231242	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7231480	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU7231520	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8000850	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8001244	RF40	DOL	AG	15/12/2020 00:00	0	S1	M
DFIU8001780	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8002092	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8002106	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8002580	RF40	DOL	AG	05/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8100503	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8100838	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8101032	RF40	DOL	AG	05/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8101813	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8102996	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8110040	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8110245	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8110348	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8110667	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8110688	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8111513	RF40	DOL	AG	05/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8111658	RF40	DOL	AG	05/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8121379	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8121785	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8122288	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8122924	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8122930	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8123140	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8124249	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DFIU8124320	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU2131904	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU2132330	RF40	DOL	AG	19/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU2132536	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU2132639	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M

9

Continuación del anexo 5.

DTPU2132808	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU2132900	RF40	DOL	AG	05/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU2133147	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU2133152	RF40	DOL	AG	05/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU2133229	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU2133260	RF40	DOL	AG	19/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU2133450	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU2133466	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU2133933	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU2134009	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU2134380	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU2135068	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU2135089	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU2135290	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU2135303	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU4290567	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU4290757	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU4290891	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU4292180	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU4292214	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU4292425	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU7210101	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU7210307	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU7210570	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
DTPU7210708	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
SEGU9127546	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
SEGU9128310	RF40	DOL	AG	05/01/2021 00:00	0	S1	M
SEGU9129050	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
SEGU9463833	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
SEGU9464655	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
SEGU9466160	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
SEGU9831679	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
SEGU9832572	RF40	DOL	AG	19/01/2021 00:00	0	S1	M
SEGU9832799	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
SZLU9898819	RF40	DOL	AG	19/01/2021 00:00	0	S1	M
SZLU9899538	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
SZLU9927100	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
SZLU9927769	RF40	DOL	AG	05/01/2021 00:00	0	S1	M
SZLU9928322	RF40	DOL	AG	19/01/2021 00:00	0	S1	M
TEMU9167252	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
TEMU9167294	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
TEMU9428253	RF40	DOL	AG	19/01/2021 00:00	0	S1	M
TEMU9429440	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
TEMU9429537	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
TEMU9429603	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
TEMU9696678	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
TEMU9697490	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
TEMU9697756	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
TEMU9697843	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
TTNU8390855	RF40	DOL	AG	17/01/2021 00:00	0	S1	M
TTNU8391297	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
TTNU8392020	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M

10

Continuación del anexo 5.

TTNU8392117	RF40	DOL	AG	12/01/2021 00:00	0	S1	M
BMOU9256783	RF40	CBI	CLS	09/12/2020 00:00	0	S1	M
BMOU9299450	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	19.64	S1	M
CAIU5561855	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	19.79	S1	M
CAIU5569500	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	20.06	S1	M
CBFU3463298	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
CBFU3481178	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
CBFU3482148	RF40	CHB	CLS	16/12/2020 00:00	18.11	S1	M
CBFU3484182	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
CBFU3485384	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
CBFU3486185	RF40	CHB	CLS	13/02/2014 00:00	0	P7	M
CBFU3490689	RF40	CHB	CLS	13/02/2014 00:00	0	P7	M
CBFU3502943	RF40	CHB	CLS	12/06/2014 00:00	0	P7	M
CBFU3505074	RF40	CHB	CLS	13/02/2014 00:00	0	P7	M
CBFU3600913	RF40	CBI	CLS	23/06/2016 00:00	18.86	P7	M
CBFU8009668	RF40	CHB	CLS	13/02/2014 00:00	0	P7	M
CBFU8010416	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
CBFU8010740	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
CBFU8013457	RF40	CHB	CLS	13/02/2014 00:00	0	P7	M
CXRU1087799	RF40	CHB	CLS	08/12/2015 00:00	15.2	P2	M
CXRU1305170	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
CXRU1306963	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
CXRU1307980	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
CXRU1325747	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
CXRU1326595	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
CXRU1376805	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
OTPU6067790	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
SEGU9022519	RF40	CHB	CLS	29/11/2018 00:00	19.91	P	M
SEGU9241672	RF40	CHB	CLS	13/01/2021 00:00	0	P1	M
SEGU9242350	RF40	CBI	CLS	08/01/2021 00:00	0	S1	M
SEGU9598633	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
SEGU9601608	RF40	CHB	CLS	13/01/2021 00:00	0	P1	M
SEGU9604865	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
SEGU9605060	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
SEGU9607226	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
SEGU9633502	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
SEGU9635357	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
SILU7002723	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	19.62	S1	M
SILU7007670	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
SILU7019599	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
SILU7020075	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	19.92	S1	M
SILU7024830	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	19.58	S1	M
SILU7027341	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
SILU7031721	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
SILU7033196	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
SILU7037062	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
SILU7044652	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
SILU7047311	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
SILU7048088	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
TEMU9416144	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
TEMU9421393	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
TEMU9423170	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	19.52	S1	M

11

Continuación del anexo 5.

TEMU9441229	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
TEMU9442360	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
TEMU9442626	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
TEMU9446869	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
TEMU9461307	RF40	CHB	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
TEMU9596410	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	19.98	S1	M
TEMU9610334	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
TEMU9613190	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	19.51	S1	M
TEMU9615491	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
TEMU9616986	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
TEMU9619352	RF40	CBI	CLS	21/01/2021 00:00	0	S1	M
CAIU5657345	RF40	CMA	CMA	16/01/2021 00:00	0	S1	M
MNBU3338762	RF40	MSK	MSK	23/02/2017 00:00	0	P2	M
MSWU9080467	RF40	MSK	MSK	03/05/2010 00:00	0	P2	M
MVVCU7000965	RF40	MSK	MSK	06/11/2011 00:00	0	P7	M
HLBU9309382	RF40	HLL	OMA	18/01/2021 00:00	0	S1	M
AMCU9260001	RF40	CMA	TRC	09/10/2017 00:00	0	S1	M

Fuente: Oficina de Información Pública, Aduana de Puerto Quetzal, Escuintla, enero 2021.