

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA



**“Estudio técnico económico para la instalación de una planta para el
tratamiento, y disposición final de las sustancias agotadoras de la capa de
ozono en Nicaragua”**

TRABAJO DE DIPLOMA PRESENTADO POR:

Br. Oscar Danilo Morales Villarreal

Br. Manuel Israel Quintero Arauz

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

TUTOR:

Msc. Sergio Enrique Álvarez García

Managua, Nicaragua. Marzo de 2023

Agradecimientos

Agradezco, primeramente; a Dios, nuestro señor Jesucristo y al espíritu santo, por ser los que sostienen mi vida y hacen todo posible, por su protección, su voluntad y todas sus bendiciones.

A toda mi familia y en especial a mis padres que siempre me brindan su apoyo y su gran amor.

A la Universidad Nacional de Ingeniería y la facultad de Ingeniería química por darme la oportunidad de hacer mis estudios y concluirlos con éxito.

A nuestro tutor Sergio Enrique Álvarez García y cada uno de los profesores que nos brindaron su ayuda para culminar nuestros estudios.

A todos las amistades y conocidos que nos motivaron y nos dieron palabra de aliento para continuar.

Manuel Israel Quintero Arauz.

Quiero expresar mi gratitud a Dios, sin el nada de esto sería posible y agradezco no solamente por dejarme alcanzar este gran logro, sino que también por haber permitido que mi familia este con completa y con salud para disfrutar conmigo este triunfo.

A mi madre Juana Beatriz Villarreal Miranda que desde que era un niño me motivo a estudiar y se esforzó para que siempre pudiera seguir adelante como estudiante.

A mi padre Domingo Morales Palacios que creyó en mí y con sus manos trabajo para brindarme los requerimientos necesarios para cumplir con mi meta de ser un Ingeniero Químico.

A mi tío Félix Ramon Villarreal Miranda que desde el inicio de mi carrera estuvo conmigo, brindándome su apoyo en todo lo que necesite.

También quiero agradecer a mi tía Martha Rojas por toda su ayuda incondicional.

Agradezco también a la señora Yamileth Talavera, su ayuda y hospitalidad ha sido muy especial, siempre nos brindó su apoyo en todo lo que estaba a su alcance.

Finalmente, pero con mucha especialidad doy gracias a los profesores que he tenido a lo largo de mi vida estudiantil y que con dedicación me han transmitido sus valiosos conocimientos.

Oscar Danilo Morales Villarreal

Dedicatoria

Dedico este trabajo monográfico a Dios, por su amor, las fuerzas, y todas sus bendiciones en mi vida, sin él no sería posible terminar mis estudios.

A mis padres, Manuel de Jesús Quintero Mendoza y Victoria Arauz Canales por su amor y su esfuerzo en todo momento, por su dedicación y su entrega para que yo pueda alcanzar mis metas.

A mis abuelos; María Elvia Quintero Mendoza por su amor y cariño en todo tiempo, y José Dolores Quintero Cruz (Q.E.P.D) por su ejemplo y dedicación en su vida y todos los valores y conocimiento que adquirí de él.

Manuel Israel Quintero Arauz.

El presente trabajo lo dedico principalmente a mis padres por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años de aprendizaje, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer a las adversidades, porque Dios siempre está conmigo.

A mi madre Juana Beatriz Villarreal Miranda, quiero dedicar con mucha especialidad este logro, porque he llegado hasta aquí gracias a su dedicación y empeño, lo que un día era un anhelo, hoy se vuelve una realidad.

Oscar Danilo Morales Villarreal

Resumen

El presente documento se estructuró en doce acápite, iniciando con los conceptos básicos referente a las sustancias que agotan la capa de ozono, clasificación, aplicaciones, sus efectos, consecuencias, aspectos generales de los indicadores económicos para valorar proyectos relacionados a la regeneración de refrigerantes, pasando directamente a la metodología que se empleó para analizar los factores indispensables para la evaluación técnico económica del proyecto, posteriormente avanzamos al marco legal regulatorio para las sustancias agotadoras de ozono, resumiendo la ley general del medio ambiente, decreto presidencial, el protocolo de Montreal y los derechos sociales. También se tomó en cuenta el análisis de información que describe las alternativas técnico económicas en Estados Unidos de Norte América y países latinoamericanos, como; México, Colombia, Brasil, y Argentina, que dan a conocer sus modelos de negocios y que nos permitió entender el procedimiento necesario para ejecutar este proyecto.

Continuando con el desarrollo de esta investigación se realizó el estudio técnico económico para la instalación de la planta regeneradora de refrigerantes, se clasificaron y se determinaron las inversiones para establecer el capital de trabajo para seis meses. Se analizó el financiamiento, su estructura y tabla de amortización para valorar el escenario en base al préstamo, procedimos con los cálculos de presupuestos, costos y gastos, y para finalizar con el resultado para este proyecto, obtuvimos que para ambos escenarios el proyecto es rentable, en el análisis se concluyó que el escenario con financiamiento es el adecuado, ya que este es más robusto, puesto que la TIR es del 46.93% y supera por mucho la tasa propuesta del 25% del inversionista y el 8% del BCIE.

Tabla de contenido

I. Introducción.....	1
II. Objetivos	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
III. Marco Teórico	4
3.1. La capa de Ozono	4
3.2. Agujero de ozono	5
3.3. Efectos del agotamiento de la capa de ozono en la salud de los seres humanos y en el medio ambiente.	5
3.4. Sustancias que agotan la capa de ozono.....	6
3.5. Uso de las SAO	7
3.6. El agotamiento del ozono y el cambio climático	9
3.7. Liberación de SAO a la estratosfera.....	10
3.8. Recuperación de la capa de Ozono.	11
3.9. La vigilancia tecnológica.....	12
3.10. Metodologías de la vigilancia tecnológica	12
3.11. Fases del proceso de vigilancia tecnológica.	13
3.12. Indicadores económicos para la selección de alternativas	14
IV. Metodología	16
4.1. Métodos y procedimientos para la identificación y análisis del marco legal ambiental, que regula la gestión de las SAO en el país.....	17
4.2. Métodos y procedimientos para la caracterización de las alternativas técnico-económicas implementadas a nivel internacional en plantas para tratamiento y disposición final de SAO.	17
4.3. Métodos y procedimientos para la evaluación de la viabilidad técnica de la instalación de plantas para tratamiento y disposición final de SAO.	17
4.4. Métodos y procedimientos para la determinación de la rentabilidad del proyecto de instalación de la planta para tratamiento y disposición final de SAO.	19
V. Marco Legal regulatorio de la gestión de sustancias agotadora de la capa de ozono en el país.....	21
5.1. Regulación de la gestión de SAO en Nicaragua	21
5.2. Requisitos para Importación y exportación de SAO en Nicaragua.....	22
5.2.1. Requisitos de licencia	22
5.3. Constitución política de Nicaragua (Arto 60)	24

5.3.1. Derechos sociales.....	24
5.3.2. Ley General del medio ambiente y recursos naturales	25
5.3.3. Decreto presidencial 09-2022	25
5.3.4. Protocolo de Montreal.....	26
VI. Caracterización de las alternativas técnico-económicas implementadas a nivel internacional en plantas para tratamiento y disposición final de sustancias agotadoras de la capa de ozono.....	27
6.1. México	27
6.1.1. Equipamiento Utilizado por centro	29
6.1.2. Problemas informados	29
6.1.3. Costos operativos centro de regeneración.	31
6.2. Colombia	31
6.2.1. Modelo de Negocios.	32
6.2.2. Equipamiento Utilizado	32
6.2.3. Problemas encontrados	33
6.3. Brasil	33
6.3.1. Modelo de Negocios	34
6.3.2. Problemas encontrados	34
6.4. Argentina.....	34
6.4.1. Modelo de Negocios	35
6.5. Estados Unidos	35
6.5.1. Modelo de Negocios	36
6.5.2. Problemas encontrados	36
VII. Evaluación de la viabilidad técnica del proyecto de instalación de una planta de tratamiento y disposición final de SAO.	37
7.1. Localización.....	37
7.2. Capacidad de la planta.....	38
7.3. Tamaño	39
7.4. Análisis de tecnologías disponibles para el tratamiento de gases y disposición final de SAO	40
7.4.1. Tecnologías para la regeneración de gases refrigerantes.....	40
7.4.2. Tecnología disponible para el proceso de recuperación	40
7.4.3. Tecnología disponible para el proceso de reciclaje	44
7.4.4. Tecnología disponible para el proceso de regeneración.....	45

7.4.5.	Selección del proceso de tratamiento y disposición final de SAO. ...	47
7.4.6.	Diagrama de flujo-Regeneración de refrigerante por destilación.	48
7.4.7.	Operaciones y equipos	49
VIII.	Estudio económico financiero para la instalación de una planta de tratamiento de refrigerantes	50
8.1.	Supuestos de la evaluación económica financiera de la planta	50
8.2.	Inversión estimada del proyecto	51
8.2.1.	Inversión Fija.	51
8.2.2.	Inversión diferida.....	53
8.2.3.	Capital de trabajo.....	53
8.2.4.	Inversión total y resumen de Inversiones.....	55
8.3.	Financiamiento.....	55
8.3.1.	Estructura financiera del Proyecto	55
8.3.2.	Depreciaciones de activos fijos y amortizaciones de activos diferidos. 56	
8.4.	Presupuesto de operación.....	56
8.4.1.	Presupuesto de ingreso	56
8.4.2.	Presupuesto de egresos.	57
8.4.3.	Costos operacionales de producción	57
8.4.4.	Gastos de administración y venta.	58
8.4.5.	Gastos financieros.	58
8.5.	Resultados de evaluación	58
8.5.1.	Análisis de sensibilidad	59
IX.	Conclusiones.....	60
X.	Recomendaciones.....	61
XI.	Bibliografía.....	62
XII.	Cronograma de actividades	63
Anexos	i	
Anexos I.....	iii	
Anexos II.....	viii	
Anexo III.....	ix	
Anexos IV.....	xv	

Índice de Figuras

Figura 1 Composición de la Atmosfera Terrestre (Utopista, 2019).....	4
Figura 2 Aplicaciones de las SAO	7
Figura 3 Proceso destructivo de la molécula de Ozono (Utopista, 2019)	11
Figura 4 Disposición básica y elementos involucrados en la recuperación de refrigerante	42
Figura 5 Flujograma de recuperación de refrigerante.....	43
Figura 6 Proceso de reciclaje	44
Figura 7 Diagrama del proceso de regeneración.....	48

Indica de Tablas

Tabla 1 Potencial de agotamiento de ozono de las SAO	7
Tabla 2 Clasificación de las SAO según su uso	9
Tabla 3 Listado de Equipamiento utilizado en Centros de Regeneración en México	29
Tabla 4 Costos operativos empresa Mexicana.....	31
Tabla 5 Equipos de operación de la Planta - Colombia.....	32
Tabla 6 Rangos de Capacidades en Equipos de Recuperación	41
Tabla 7 Operaciones de la planta.....	49
Tabla 8 Costos generales de equipos y complementos de procesos	52
Tabla 9 Costos de equipos de transporte	52
Tabla 10 Salarios de personal de la planta	54
Tabla 11 Pagos de servicios mensual en la planta.....	54
Tabla 12 Resumen de inversiones	55
Tabla 13 Programa de amortización del préstamo de la inversión, a ser otorgado por el BCIE.	56
Tabla 14 Costos de mano de obra.	57
Tabla 15 Costos operacionales de producción anual	57
Tabla 16 Presupuesto de egresos.....	58
Tabla 17 Resumen de resultados de evaluación económico-financiera de la alternativa planta de tratamiento de refrigerantes.	58
Tabla 18 Análisis de sensibilidad.....	59

Abreviaturas

PAO:	Potencial de agotamiento del ozono.
PCG:	Potencial de calentamiento global
SAO:	Sustancias agotadoras de ozono
UV:	Ultra violeta
CFC:	Clorofluorocarbonos
HCFC:	Hidroclorofluorocarbonos
HBFC:	Hidrobromofluorocarbonos
UV-B:	Ultravioleta nociva
ADN:	Ácido desoxirribonucleico
BCIE:	Banco Centroamericano de Integración Económica
DGI:	Dirección General de Ingresos
INSS:	Instituto Nicaragüense del Seguro Social
AHRI:	Air-Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute
VPN:	Valor presente neto
TIR:	Tasa interna de retorno
FNE:	Flujo neto de efectivo
B/C:	Relación Beneficio-Costo
PRI:	Periodo de Recuperación
CNRCST:	Comisión nacional de registro y control de sustancias toxicas
MARENA:	Ministerio del ambiente y los recursos naturales
SICA:	Sistema de integración centroamericana
DGA:	Dirección General de aduanas
CAS:	Chemical Abstracts Service (Nº de registro de sustancias químicas)
HST:	Higiene y seguridad del trabajo
EPA	Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos

I. Introducción

En este trabajo monográfico se abordó el tema de las sustancias agotadoras de la capa de ozono, tales como los clorofluorocarbonos CFC y los Hidroclorofluorocarbonos HCFC que actúan como la principal problemática a nivel mundial y que afectan de manera directa a la capa de ozono debilitando su espesor por la reacción fotoquímica al entrar en contacto con estas sustancias.

En Nicaragua como en muchos países de Latinoamérica no hay métodos para el tratamiento eficaz de estas sustancias y por esta razón surge la necesidad de proponer una solución a este problema que nos afecta a todos.

A través de este estudio se pretende definir un método de tratamiento para estos productos y determinar mediante un estudio técnico económico la factibilidad de instalar la planta encargada de este proceso y seleccionar la alternativa de inversión más conveniente, conocer el consumo nacional para calcular el porcentaje y la capacidad de la planta para el tratamiento, reducir el índice de contaminación y proponer métodos para coordinar las acciones con las autoridades correspondientes y los consumidores.

Actualmente en el país se cuenta con el reglamento para el control de las sustancias agotadoras de la capa de ozono y tiene como objetivo establecer normas y procedimientos para el registro, control, disminución y sustitución de estas. Nicaragua es parte de los 197 países adheridos al protocolo de Montreal y considerado como región de bajo consumo de SAO lo que le da cierta flexibilidad en cuanto al cumplimiento del protocolo con respecto a los países desarrollados.

El protocolo de Montreal tiene como objetivo reducir el consumo y producción de las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAOs).

Desde 1985 Nicaragua está suscrito al convenio de Viena para la protección de la capa de ozono y forma del protocolo de Montreal desde el 1 de febrero de 1993, para alcanzar estos objetivos se emitió un reglamento para el control de sustancia que agotan la capa de ozono publicado en la gaceta el 13 de septiembre del 2000.

En 1970 los Clorofluorocarbonos CFC y los Hidroclorofluorocarbonos HCFC, tuvieron gran demanda a partir de esta década con la aparición de los primeros refrigeradores.

Este proyecto se realizó con el fin de valorar una alternativa para la instalación de una planta de regeneración de sustancias que agotan la capa de ozono, como son los refrigerantes. En este, se establecieron todos los aspectos y lineamientos que comprenden el marco legal vigente en Nicaragua, con respecto al reglamento para el control de estas sustancias y del cual el país no ejecuta adecuadamente para lograr el cumplimiento de las leyes para controlar el uso de dichas sustancias.

Se establecieron las características y especificaciones técnicas de diferentes equipos para este fin y se hizo la selección de la tecnología a implementar en este proceso. Así mismo, se especificaron los indicadores ambientales que definen la característica del entorno para medir el impacto ambiental. Se revisó la tecnología y capacidad de otros proyectos a nivel latinoamericano para la obtención de datos que sirvieron para entender y desarrollar este trabajo.

Se estructuró un flujograma de proceso de reneración de la planta y se determinó la localización, el tamaño, y operatividad en base a la capacidad de los equipos seleccionado y una estimación aproximada del uso de los refrigerantes a nivel nacional. Se cuantificaron los costos de producción, mano de obra, terreno, gastos administrativos, financieros y todos los factores importantes para el estudio técnico económico.

Con los resultados obtenidos y sus correspondientes análisis, se obtuvo la información básica para seleccionar la mejor alternativa económica para instalar la planta, y el óptimo aprovechamiento de las sustancias que agotan la capa de ozono.

Se valoraron dos alternativas de inversión, con financiamiento y otra sin financiamiento o con capital propio o del inversionista solamente, tomando en cuenta la tasa mínima aceptable del inversionista y la tasa impuesta por el banco para tomar las decisiones correspondientes, también se evaluaron tres escenarios más, asumiendo fluctuaciones porcentuales en ventas y costos, para identificar los límites de operatividad de la planta y hacer un análisis de sensibilidad.

Se recomendó, que para la disposición final y regeneración de los refrigerantes se debe contar con instalaciones y tecnología adecuada, es necesario desarrollar centros de recolección, hacer campañas de conciencia y capacitar a los técnicos de refrigeración para evitar que liberen los refrigerantes al medio ambiente.

II. Objetivos

2.1. Objetivo general

Desarrollar la evaluación técnico-económica de alternativas de procesos de tratamiento y disposición final de sustancias agotadoras de la capa de ozono en el país.

2.2. Objetivos específicos

1. Establecer el marco legal ambiental que regula la gestión de las sustancias agotadoras de la capa de ozono en el país.
2. Caracterizar las alternativas técnico-económicas implementadas a nivel internacional en plantas para tratamiento y disposición final de SAO.
3. Evaluar la viabilidad técnica de la instalación de plantas para tratamiento y disposición final de SAO.
4. Determinar la rentabilidad del proyecto de instalación de las plantas para tratamiento y disposición final de SAO.

III. Marco Teórico

3.1. La capa de Ozono

El ozono es un gas compuesto por tres átomos de oxígeno, cuya molécula es O_3 . Las moléculas de oxígeno contenidas en el aire que respiramos están compuestas por dos átomos de oxígeno solamente (O_2).

La capa de ozono es un término que se usa para describir la presencia de moléculas de ozono en la estratosfera. La capa se expande alrededor del globo completo de la Tierra como una burbuja y actúa como filtro de la radiación ultravioleta nociva (UV-B). En la Figura 1 se presentan las diferentes capas que componen la atmósfera terrestre.

La estratosfera es aquella parte de la atmósfera que se encuentra a continuación de la troposfera. Comienza a una distancia comprendida entre 10 a 20 km. por encima de la superficie de la tierra y continúa hasta una altura aproximada de 40 a 50 km.

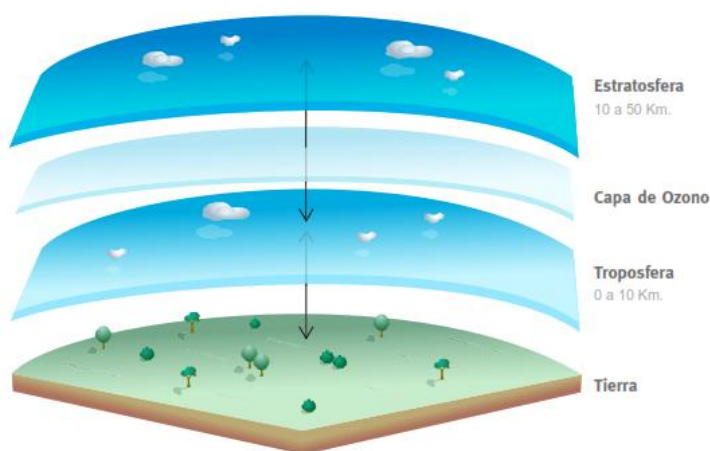


Figura 1 Composición de la Atmósfera Terrestre (Utopista, 2019)

La capa de ozono es fundamental para la vida en la superficie del planeta. Actúa como filtro e impide que la radiación ultravioleta nociva (UV-B) llegue a la Tierra.

Los científicos clasifican la radiación UV en tres tipos o bandas: UV-A, UV-B y UV-C. La banda UV-C no llega a la superficie de la Tierra. La banda UV-B es filtrada parcialmente por la capa de ozono. La banda UV-A no es filtrada por la capa de ozono en absoluto. No obstante, la radiación UV-B es la responsable principal de los daños en la salud y de los impactos negativos en el medio ambiente.

3.2. Agujero de ozono

En los años 70 los científicos descubrieron que hay sustancias químicas que al ser liberadas agotan la capa de ozono. La concentración de ozono sobre la Antártida disminuyó entre los años 70 y 90 hasta en un 70% comparada con la concentración que normalmente se encuentra en la Antártida. Este fenómeno de gran escala se llama habitualmente agujero de ozono. Los científicos han observado concentraciones de ozono decrecientes sobre todo el globo.

Cuando el agotamiento de las moléculas de ozono es más rápido que la producción natural de nuevas moléculas para reemplazarlas, se produce lo que se conoce como déficit de ozono. El agotamiento de la capa de ozono llevará a la reducción de su capacidad protectora y consecuentemente a una mayor exposición a la radiación UV-B.

El equilibrio dinámico entre la creación y la descomposición de las moléculas de ozono depende de la temperatura, la presión, las condiciones energéticas y la concentración de las moléculas. El equilibrio se puede perturbar, por ejemplo, por reacción de las moléculas de sustancias que agotan la capa de ozono con las moléculas de ozono, produciendo la consecuente destrucción de estas últimas. Si este proceso de destrucción es rápido y la creación de nuevas moléculas de ozono es demasiado lenta como para reponer las moléculas de ozono destruidas, se perderá el equilibrio. Como resultado, disminuirá la concentración de las moléculas de ozono.

3.3. Efectos del agotamiento de la capa de ozono en la salud de los seres humanos y en el medio ambiente.

El incremento de la exposición a la radiación UV-B produce efectos sobre:

Salud de los seres humanos

- Supresión del sistema inmunológico por daño al ADN. Esto resulta en un aumento en la frecuencia y en el número de casos de enfermedades infecciosas.
- Cáncer de piel. Se sabe que la radiación UV-B produce cáncer de piel, tanto del tipo no melanoma (el menos peligroso) como melanoma virulento maligno cutáneo. El aumento de la radiación UV-B también daña los ojos, incluyendo cataratas, que en muchos países es una de las causas principales de ceguera.

Plantas y Árboles

- Reduce la calidad de la producción agrícola. El aumento de la radiación UV-B reduce la calidad de ciertos tipos de tomates, papas, remolachas dulces y soja.
- Daña los bosques. Las pruebas han mostrado que las semillas de las coníferas también se ven afectadas adversamente.

Organismos Acuáticos

- Afecta la red alimentaria acuática y marina. Daña el plancton, plantas acuáticas, larvas de peces, camarones y cangrejos.
- Daña la industria pesquera.

Materiales

- Pérdida de calidad en los materiales empleados en la edificación. Las pinturas, gomas, madera y plásticos pierden calidad por la radiación UV-B, particularmente los plásticos y las gomas que se usan a la intemperie.
- Daños severos en las regiones tropicales. Los efectos se ven aumentados por las altas temperaturas y por los altos niveles de luz solar. Estos daños podrían ascender a miles de millones de dólares por año.

3.4. Sustancias que agotan la capa de ozono.

Las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO) son sustancias químicas que tienen el potencial de reaccionar con las moléculas de ozono de la estratosfera.

El poder destructivo de estas sustancias es enorme porque reaccionan con las moléculas de ozono en una reacción fotoquímica en cadena. Una vez destruida una molécula de ozono, la SAO está disponible para destruir otras más.

La duración de la vida destructiva de una SAO puede extenderse entre los 100 y 400 años, dependiendo del tipo de SAO. Por consiguiente, una molécula de SAO puede destruir cientos de miles de moléculas de ozono.

En el marco del Protocolo de Montreal se identificó un número de sustancias que agotan la capa de ozono (SAO) y se controla la producción y la utilización de las mismas.

Las SAO son básicamente hidrocarburos clorinados, fluorinados o brominados e incluyen:

- Clorofluorocarbonos (CFC)
- Hidroclorofluorocarbonos (HCFC)
- Halones
- Hidrobromofluorocarbonos (HBFC)
- Bromoclorometano
- Metilcloroformo
- Tetracloruro de carbono
- Bromuro de metilo

La habilidad que estas sustancias químicas tienen para agotar la capa de ozono se conoce como potencial de agotamiento del ozono (PAO).

A cada sustancia se le asigna un PAO relativo al CFC-11, cuyo PAO por definición tiene el valor 1. En la Tabla siguiente, se presentan algunas SAO, con su respectivo PAO.

Tabla 1 Potencial de agotamiento de ozono de las SAO

Sustancias	Valor de PAO
CFC-12	1.0
Halon-1301	10.0
Tetracloruro de carbono	1.1
Metilcloroformo	0.1
HCFC-22	0.055
HBFC-22B1	0.74
Bromoclorometano	0.12
Bromuro de metilo	0.6

3.5. Uso de las SAO

En la mayoría de los países en desarrollo, el sector más grande que aún sigue empleando SAO es el de mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado, donde los CFC y HCFC se utilizan como refrigerantes en los circuitos de enfriamiento. Las SAO se emplean como refrigerantes en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado y en los de bombas de calor. En la Figura 2 se presentan algunos usos típicos de las SAO.

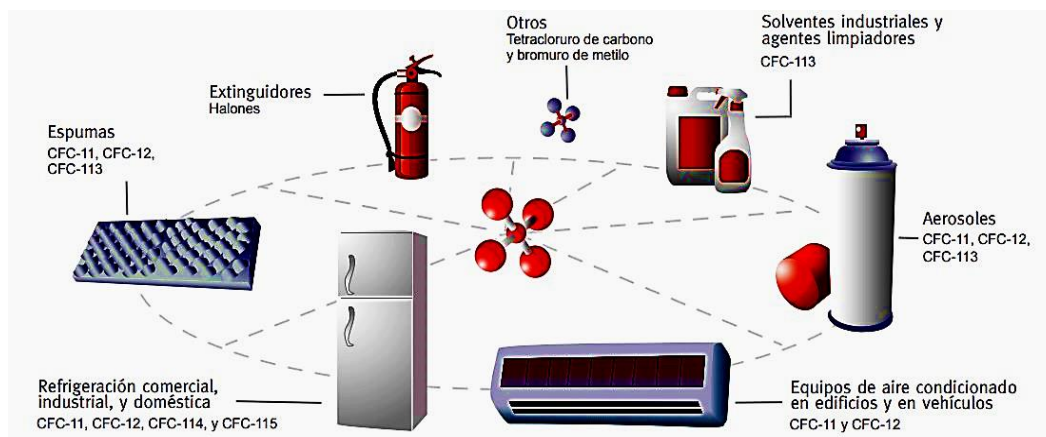


Figura 2 Aplicaciones de las SAO

En general las SAO también se emplean como:

- **Agentes espumantes.** Con anterioridad a los controles regulatorios, el CFC-11 era el agente espumante más común en la fabricación de espumas de poliuretano, fenólicas, de poliestireno y poliolefínicas. Las espumas se emplean en una amplia variedad de productos y para el aislamiento. El CFC-11 se está reemplazando

progresivamente con HCFC-141b o con sustancias alternativas que no agotan la capa de ozono.

- Solventes de limpieza. El CFC-113 se ha usado ampliamente como solvente de limpieza en los procesos de producción en los que se arman productos electrónicos, en la limpieza de precisión y en el desengrase general de metales durante la fabricación. También se emplea en la industria textil para la limpieza en seco y para la limpieza de manchas. Otros solventes que agotan la capa de ozono incluyen el metilcloroformo y el tetracloruro de carbono.

- Propulsores. El CFC-11 y el CFC-12 fueron usados ampliamente como propulsores de aerosoles porque no son inflamables, no son explosivos y no tienen propiedades tóxicas. El CFC-14 se ha usado para distribuir productos que contienen alcohol. CFC-113 se ha usado y se usa en aerosoles destinados a la limpieza. Se pueden producir en forma altamente pura y son buenos solventes.

Los productos que vienen en aerosol incluyen lacas, desodorantes, espumas de afeitar, perfumes, insecticidas, limpiavidrios, limpiahornos, productos farmacéuticos, productos veterinarios, pinturas, gomas, lubricantes y aceites a mediados de los años 70, la utilización de propulsores CFC en productos en aerosol representaba el 60 por ciento de todo el CFC-11 y CFC-12 usado en el mundo. A finales de los años 70, los países comenzaron a prohibir o restringir la utilización de los CFC en los productos en aerosol.

- Esterilizantes. Las mezclas de CFC-12 y óxido de etileno se usan en la esterilización médica. El compuesto de CFC reduce la inflamabilidad y el riesgo de explosiones que presenta el óxido de etileno. La mezcla más común contiene 88 por ciento en peso de CFC-12 y se conoce comúnmente como 12/88. El óxido de etileno es particularmente útil para esterilizar objetos que son sensibles al calor y a la humedad, como por ejemplo catéteres y equipos médicos, que usan fibra óptica.

- Extintores de incendio. Los halones y los HBFC fueron usados ampliamente como extintores de incendio y en la mayoría de los casos se los reemplaza por espumas o dióxido de carbono.

- Fumigantes. El bromuro de metilo ha sido y es usado extensamente como plaguicida para la fumigación del suelo con el propósito de proteger las cosechas y prevenir pestes. También se emplea en las aplicaciones exentas para cuarentena y preembarque, tal como veremos en el punto correspondiente a las exenciones para el uso y la producción de SAO.

- Materias primas. El HCFC y el tetracloruro de carbono se emplean comúnmente como materias primas en síntesis químicas. El tetracloruro de carbono se usa como agente de proceso para la producción de otros productos químicos. Las

SAO que se usan como materias primas no suelen liberarse a la atmósfera y por ende no contribuyen al agotamiento de la capa de ozono. (Utopista, 2019)

Tabla 2 Clasificación de las SAO según su uso

Refrigerantes	Refrigerantes domésticos, comerciales y para transporte; sistemas de aire acondicionado y bombas de calor, acondicionadores de aire para vehículos
Agentes espumantes	Agente espumante CFC-11 para fabricar espumas de poliuretano, fenólicas, de poliestireno y poliolefínicas.
Solventes de limpieza	CFC-113, metilcloroformo, tetracloruro de carbono en producción de productos electrónicos, limpieza de precisión y desengrasado general de metales. También en la industria textil para limpieza en seco y limpieza de manchas.
Propulsores	CFC-11, -12, -113, -114 para aerosoles tales como de desodorantes, espuma de afeitar, perfumes, limpiavidrios, lubricantes, y aceites.
Esterilizantes	Mezclas de CFC-12 y óxido de etileno en esterilización médica.
Extintores de incendios	Halones y HBFC.
Fumigantes	Bromuro de metilo, plaguicida para la fumigación del suelo y en aplicaciones exceptuadas para cuarentena y previas al envío.
Materia prima	HCFC y tetracloruro de carbono se emplean como materias primas en síntesis química.

3.6. El agotamiento del ozono y el cambio climático

El calentamiento global de la atmósfera y cambio climático, es producido por la emisión de gases de efecto invernadero que atrapan el calor que sale de la Tierra, haciendo que la temperatura de la atmósfera aumente. Los gases de efecto invernadero incluyen: dióxido de carbono, metano, CFC, HCFC y halones.

El potencial de calentamiento global de la atmósfera (PCG) es la contribución de cada uno de los gases de efecto invernadero en el calentamiento global de la atmósfera, relativa a la del dióxido de carbono cuyo PCG tiene por definición el valor 1. Normalmente se refiere a un intervalo de tiempo de 100 años (PCG 100).

Los impactos producidos por el cambio climático mundial pueden incluir un aumento en el nivel del mar, resultando en una pérdida valiosa de áreas costeras y en una mayor intrusión del agua de mar tierra adentro, así como efectos impredecibles en los ecosistemas y desastres naturales.

Algunas SAO son también gases de efecto invernadero. El agotamiento del ozono no es lo mismo que el cambio climático y el calentamiento global de la atmósfera. Son procesos relacionados, pero obedecen a distintas causas.

3.7. Liberación de SAO a la estratosfera

Las SAO se liberan en la atmósfera de varias formas incluyendo las siguientes:

- Uso tradicional de solventes de limpieza, pinturas, equipos para combatir el fuego y latas de aerosoles;
- Despresurización y purga durante el mantenimiento de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado;
- Uso del bromuro de metilo en la fumigación del suelo y en las aplicaciones para cuarentena y preembarque;
- Eliminación de productos y de equipos que contienen
- Sao, como por ejemplo espumas o refrigeradores; y
- Circuitos de refrigeración que presentan fugas.

Una vez liberadas a la atmósfera las SAO se diluyen en el aire ambiental y pueden alcanzar la estratosfera mediante las corrientes de aire, los efectos termodinámicos y la difusión. Debido a su larga vida, la mayoría de las SAO alcanzarán la estratosfera en algún momento.

Debemos tener presente que lo que hoy se libera a la atmósfera se verá reflejado dentro de diez años. Por eso debemos comprometernos en el cuidado del medio ambiente, evitando y controlando el uso y la comercialización de las SAO.

En la siguiente figura se presenta el mecanismo de destrucción de la capa de Ozono por CFC.

Destrucción del ozono causada por los CFC
(el CFC es una de las sustancias que agotan la capa de ozono)

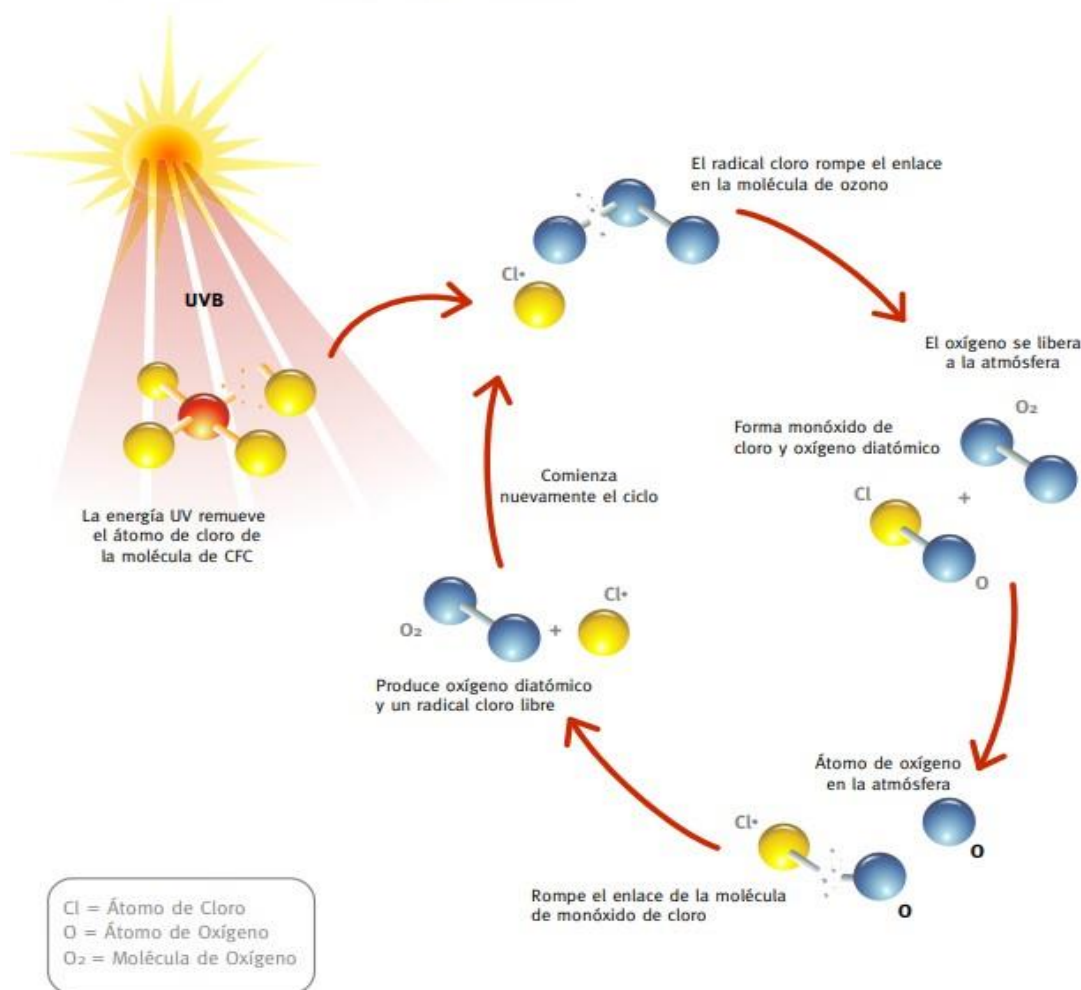


Figura 3 Proceso destructivo de la molécula de Ozono (Utopista, 2019)

3.8. Recuperación de la capa de Ozono.

No existen previsiones exactas de cuándo se recuperará la capa de ozono. Los científicos presumen que la concentración de las moléculas de ozono en la estratosfera va a alcanzar niveles “normales” a mediados de este siglo, si todas las Partes en el Protocolo de Montreal y sus enmiendas cumplen con sus obligaciones de eliminación. Esto se debe parcialmente a la larga vida de las SAO y al tipo de reacción en cadena que destruye las moléculas de ozono.

Se anticipa que las incidencias de cáncer de piel y de cataratas van a demorar unos 20 a 50 años en disminuir hacia niveles “normales”, los cuales alcanzarán para finales de siglo. Independientemente del tipo de piel, los individuos se deberían aplicar una protección efectiva para la piel, así como para los ojos para evitar daños en la salud. Esto es especialmente importante para los bebés y para los niños.

Es posible que los efectos del calentamiento global de la atmósfera vayan a retardar el proceso de recuperación de la capa de ozono. Por lo tanto, se debe prestar atención también a las emisiones de gases de efecto invernadero. Las investigaciones recientes sugieren que el hielo que se está derritiendo en la Antártida va a liberar cantidades significativas de SAO y de gases de efecto invernadero.

3.9. La vigilancia tecnológica

La vigilancia tecnológica es un proceso organizado, selectivo y sistemático, para captar información del exterior y de la propia organización sobre ciencia y tecnología, seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, para convertirla en conocimiento con el fin de tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios. (Palop 1999). La vigilancia tecnológica tiene como objetivo la obtención continuada y el análisis sistemático de información de valor estratégico sobre tecnologías y sus tendencias previsibles, para la toma de decisiones empresariales.

3.10. Metodologías de la vigilancia tecnológica

La vigilancia tecnológica es una herramienta indispensable para la competitividad en las organizaciones, y debe tenerse en cuenta que para realizarla se necesita una metodología a seguir.

La aplicación de dicha metodología requiere el establecimiento de un proceso de planeación, seguimiento, medición, análisis y mejora, en el cual se determinen las acciones necesarias para optimizar su desempeño. Al respecto, Sánchez y Palop (2002), plantean una metodología de vigilancia que comprende a toda la organización y su entorno. Esta metodología incluye cinco etapas: planeación, búsqueda y captación, análisis y organización, inteligencia y comunicación.

La etapa de planeación comprende la identificación de necesidades y fuentes de información. El objetivo de la etapa de búsqueda y captación es la identificación y determinación de los recursos disponibles, la cual contiene actividades como: observar, descubrir, buscar, detectar, recolectar y captar. En la siguiente etapa, se analiza, trata y almacena la información. Luego se le da un valor añadido a la información, buscando incidir en la estrategia de la organización; y, por último, se comunica a los directivos de la organización, se difunde la información y se transfiere el conocimiento.

Los volúmenes de datos, informaciones y conocimientos que se almacenan en grandes bases permiten una exploración mediante diferentes opciones de búsqueda. En tal sentido hay que hablar de:

Minería de datos: Es un mecanismo de explotación, consistente en la búsqueda de información valiosa en grandes volúmenes de datos.

Minería de texto: se refiere al examen de una colección de documentos y el descubrimiento de información no contenida en ningún documento individual de la colección; en otras palabras, trata de obtener información sin haber partido de algo.

La Minería de texto consiste en la búsqueda a partir de técnicas de aprendizaje automático de regularidades patrones que se encuentran dentro de un texto. Las aplicaciones de la minería de textos se utilizan principalmente para:

- Extraer información relevante de un documento.
- Agregar y comparar información automáticamente.
- Clasificar y organizar documentos según su contenido.
- Organizar depósitos para búsqueda y recuperación.
- Clasificar textos e indizarlos en el Web.

Una buena vigilancia tecnológica debe permitir conocer:

- Las tecnologías en que se está investigando (publicando o patentando) en una determinada área
- Las soluciones tecnológicas disponibles
- Las tecnologías emergentes que están apareciendo
- La dinámica de las tecnologías (qué tecnologías se están imponiendo y cuáles se están quedando obsoletas)
- Las líneas de investigación y las trayectorias tecnológicas de las principales empresas que compiten en el área
- Los centros de investigación, equipos y personas líderes en la generación de nuevas tecnologías, capaces de transferir tecnología.

3.11. Fases del proceso de vigilancia tecnológica.

Fase I: Planeación e Identificación de necesidades.

Fase II: Identificación, Búsqueda y Captación de información.

Fase III: Organización, Análisis y Depuración de la información.

Fase IV: Procesos de Comunicación y Toma de Decisiones. Uso de resultados.

También debemos tener en cuenta que tipo de vigilancia pretendemos tener y según sean Ocasional o Permanente las fases van a cambiar:

Fases de una vigilancia ocasional.

- Definición del problema.
- Identificación de las fuentes.

- Búsqueda.
- Análisis.
- Validación de la Información.
- Elaboración de un Informe.

Fases de una vigilancia permanente.

- Definición de los factores críticos de vigilancia.
- Identificación de las fuentes de información.
- Identificación de las personas/grupos receptores de esa vigilancia.
- Búsqueda periódica y análisis.
- Envío de la información o elaboración de informes si es necesario.

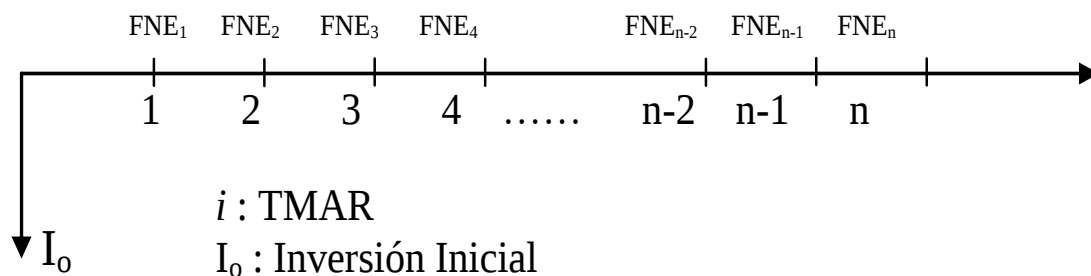
3.12. Indicadores económicos para la selección de alternativas

Los indicadores económicos en un proyecto facilitan y guían el proceso de toma de decisiones para seleccionar entre las diferentes alternativas de un proyecto, recogen e incluyen las dimensiones económicas y financieras. (Baca Urbina, 2015)

Los indicadores de rentabilidad son:

Valor Presente Neto – VPN

$$VPN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FNE_t}{(1+i)^t} \quad (1)$$



Criterios para toma de decisiones con VPN:

Si:	$VPN > 0$	Se acepta el proyecto
	$VPN = 0$	Se acepta, pero la decisión depende del inversionista
	$VPN < 0$	Se rechaza el proyecto

Cuando se comparan diferentes alternativas de proyectos, se acepta el proyecto cuyo valor de VPN sea mayor, siempre y cuando sea mayor de cero.

Tasa Interna de Retorno

La tasa interna de retorno (TIR) de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto (VPN) es igual a cero. El VPN es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente.

La Tasa Interna de Retorno es el tipo de descuento que hace igual a cero el VPN:

$$VPN = -I_0 + \sum_{n=1}^{n=n} \frac{FNE_n}{(1 + TIR)^n} = 0 \quad (2)$$

Donde FNE_n es el Flujo de Caja en el periodo n .

La TIR es una herramienta de toma de decisiones de inversión utilizada para comparar la factibilidad de diferentes opciones de inversión. Generalmente, la opción de inversión con la TIR más alta es la preferida.

Plazo de recuperación

La metodología del Periodo de Recuperación (PR), es otro índice utilizado para medir la viabilidad de un proyecto. La medición y análisis de este le puede dar a las empresas el punto de partida para cambiar sus estrategias de inversión frente al VPN y a la TIR.

El Método Periodo de Recuperación basa sus fundamentos en la cantidad de tiempo que debe utilizarse, para recuperar la inversión, sin tener en cuenta los intereses. Es decir, que, si un proyecto tiene un costo total y por su implementación se espera obtener un ingreso futuro, en cuanto tiempo se recuperará la inversión inicial, es por ello que dependiendo del tiempo es aceptado o rechazado. (Baca Urbina , Evaluacion de proyectos 7ma Ed, 2015)

Este parámetro orienta la liquidez de una inversión, es decir, sobre la facilidad o rapidez de conversión en dinero. Se calcula mediante la siguiente igualdad:

$$P = \sum_{t=1}^k \frac{At}{(1+i)^t} \quad (3)$$

Desde $t = 1$ hasta $t = k$.

Se determina k de tal manera que satisfaga la ecuación donde:

- P: inversión inicial
- At: flujo neto de caja de cada año
- i: tasa de interés
- t: período
- k: año en que se piensa recuperar la inversión

IV. Metodología

La presente investigación, relacionada con la elaboración de una propuesta de un **“ Estudio técnico económico para la instalación de una planta para el tratamiento y disposición final de las sustancias agotadoras de la capa de ozono en Nicaragua”**, ha estado conformada por un conjunto de estudios, análisis y procedimientos de cálculos, establecidos para la identificación, formulación y evaluación de proyectos, por tal razón se emplean los métodos y procedimientos desarrollados para este fin por Baca (2010) y Sapag & Sapag (2008), que establecieron como resultados finales la viabilidad técnica, la factibilidad económica de la alternativa de tratamiento y disposición final de SAO seleccionada.

Este trabajo monográfico, en correspondencia con el planteamiento del problema formulado y los objetivos a alcanzar, ha sido una investigación de tipo descriptiva, orientada a analizar el comportamiento de las variables que determinan el tamaño, localización y tecnología del proyecto. Estas variables a su vez inciden en la determinación los montos económicos necesarios para la inversión y su rentabilidad que generara el proyecto.

De igual manera, este trabajo es una investigación proyectiva, ya que permite dar respuesta a varias problemáticas simultáneas de carácter socio-económica y ambiental relacionadas con la restauración y preservación de la capa de ozono, la mitigación y adaptación al cambio climático.

La estrategia general para la recolección y desarrollo de la información en función de los objetivos propuestos está dirigida a un diseño de campo, no experimental, transeccional, descriptivo. En función de lo expuesto, el estudio de las variables que describen el comportamiento y control del proceso para su diseño se realiza sin intervenir en el comportamiento de dicha variable ni sobre los factores que la conforman, es decir, sin manipulación intencional.

La investigación, estuvo enfocada en el estudio del comportamiento de las variables que gobiernan el tamaño de la planta de tratamiento y disposición final de SAO, su localización óptima y los montos económicos de la inversión, por lo que la recolección de datos se realizó una vez en el periodo de tiempo evaluado en el horizonte del proyecto. Por estas razones, el diseño de la presente investigación, también se orienta a un diseño no experimental, transeccional, descriptivo.

A continuación, se detallan los métodos y procedimientos a desarrollados en la formulación del estudio técnico-económico para la instalación de una planta plantas para tratamiento y disposición final de SAO.

4.1. Métodos y procedimientos para la identificación y análisis del marco legal ambiental, que regula la gestión de las SAO en el país.

Se identificaron las normas legales ambientales, que regulan la gestión de las sustancias agotadoras de la capa de ozono en el país, empleando las técnicas de la investigación documental, esta se centró en los siguientes documentos:

- **Legislación Nacional**
 - Constitución Política de Nicaragua
 - Ley General del Medio Ambiente, su reglamento y modificaciones
 - Ley General de Salud, su reglamento y modificaciones
 - Decreto 09-2022
 - Reglamento de sustancia agotadoras de la capa de ozono
- **Convenios Internacionales**, relacionadas con la gestión de las sustancias agotadoras de la capa de ozono en el país.

Seguidamente, se analizaron cada una de estas leyes, decretos, resoluciones y convenios internacionales, estableciendo todas aquellas disposiciones relacionadas con el manejo, tratamiento y disposición final de SAO y su gestión ambiental integral.

4.2. Métodos y procedimientos para la caracterización de las alternativas técnico-económicas implementadas a nivel internacional en plantas para tratamiento y disposición final de SAO.

Se analizó el estado del arte de las alternativas técnico-económicas implementadas a nivel internacional en plantas para tratamiento y disposición final de SAO.

Se aplicaron, las técnicas, procedimientos y herramientas de la vigilancia tecnológica, realizando búsqueda de experiencias desarrolladas en distintos países del continente americano. Se analizaron los modelos de negocios aplicados para la gestión integral de las SAO, específicamente los aplicados en: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Estados Unidos y México.

4.3. Métodos y procedimientos para la evaluación de la viabilidad técnica de la instalación de plantas para tratamiento y disposición final de SAO.

La evaluación de la viabilidad técnica, ha sido la parte medular en el diseño de esta planta, dado que a partir de la capacidad de procesamiento de sustancia SAO, se determina los requerimientos técnicos relacionados con equipos mayores, menores, infraestructura y demás recursos físicos, humanos, económicos y financieros del proyecto, que se traducen en montos de las

inversiones y de los costos de operación pertinentes a esta área. En este estudio se realizaron las siguientes actividades:

- **Localización del proyecto**, valorando la incidencia de los siguientes factores del lugar propuesto : ubicación el mercado demandante del servicio, , disponibilidad de materia prima, accesibilidad al transporte y vías de comunicación adecuadas, infraestructura, costos y disponibilidad de terrenos, disponibilidad, costos y características de la mano de obra, disponibilidad y acceso a energía eléctrica, agua y combustible, facilidades legales , fiscales y uso de suelo industrial, impacto social y ambiental en la zona del emplazamiento. La alternativa de emplazamiento se estableció en los Brasiles, Municipio de Managua.
- **Determinación del tamaño de la planta:** El tamaño de la planta, está relacionado con los inventarios de SAO, actualmente en existencia en el país. Se estableció una capacidad de procesamiento de 50 T/año, sobre las proyecciones del uso de equipos y aparatos del sector de aire acondicionado y refrigeración en distintos sectores como: Transporte, Industria de alimentos y bebidas, sector estatal y otras áreas del sector privado.
- **Selección del proceso de tratamiento y disposición final de SAO.**

Se inició con la identificación de las etapas del proceso **de tratamiento y disposición final de SAO**. y las operaciones unitarias involucradas en el proceso, seguidamente se determinaron los equipos, maquinas, accesorios, instrumentos de control del proceso, estableciendo sus requerimientos en base a sus características técnicas más importantes como consumo energético, productividad, vida útil y costos, todo en correspondencia con las necesidades de los programas de producción, los resultados de los balances de materia, las necesidades y disponibilidad de mano de obra, así como el acceso a la tecnología. Obteniéndose como resultado los diagramas de flujo del proceso. En este contexto, se realizaron consulta a proveedores nacionales e internacionales para la adquisición de máquinas, equipos y accesorios para la instalación de la planta. A nivel nacional no existen fabricantes de equipos o maquinaria industrial para este tipo de producción, por lo tanto, deberán adquirirse en el extranjero.

Se realizo la distribución de la planta, teniendo en consideración las necesidades de áreas de producción, servicios, administrativas y otras y su interacción para evitar interferencias durante la ejecución de las operaciones del proceso productivo, presentados en el plan maestro de la planta. Así mismo, se elaboró el organigrama de funcionamiento de la empresa, por áreas de actividad, los niveles jerárquicos del personal, además de la planificación y programación de las actividades del proyecto en la etapa de inversión, para la administración adecuada del uso de los recursos del proyecto.

4.4. Métodos y procedimientos para la determinación de la rentabilidad del proyecto de instalación de la planta para tratamiento y disposición final de SAO.

La determinación de la rentabilidad del proyecto, inició con la determinación de los costos de producción, tomando como base el programa de producción de la planta incluyendo también los requerimientos de insumos y envases – recipientes metálicos - para tal fin se establecieron de previo por medio de cálculos los costos de la materia prima, costos de mano de obra, costos de energía eléctrica, costos de agua, combustible, mantenimiento y la depreciación de los activos fijos y amortizaciones correspondientes.

Se determinaron además los costos administrativos, costos de ventas que en conjunto con los costos de producción constituyen los costos de operación de la planta. Se determinaron los precios unitarios (USD/Kg) SAO procesado y precio de venta de (USD/Kg) de SAO regenerado. (Alvarez Garcia, 2017)

La inversión financiera de la planta, incluyó los costos de adquisición tanto de los activos fijos tangibles y diferidos o intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la empresa. En los activos fijos se incluyeron los costos monetarios de todos los equipos, mobiliarios y equipos de oficina, terrenos y los costos incurridos por la ejecución de obras civiles de la planta.

Se determinaron los costos en inversión, ingeniería del proyecto, obras civiles, supervisión de construcción, administración del proyecto e imprevistos. El capital de trabajo se determinó como la cantidad necesaria de los costos de operación en que incurre la planta para funcionar al menos durante seis meses.

Los ingresos anuales de la planta se calcularon en base a las ventas anuales del servicio de regeneración de SAO y ventas de SAO regenerados, y a partir de estos se realizó la proyección de ingresos en el horizonte de evaluación del proyecto.

La evaluación financiera del proyecto consistió en determinar el estado de resultado del proyecto, estableciendo el flujo neto anual en el horizonte de evaluación del proyecto orientado a diez años, restándole a los ingresos anuales, los gastos anuales de operación de la planta, los impuestos, agregándole la depreciación anual de los activos fijos y el valor de salvamento de los activos.

Seguidamente se aplicaron los criterios de evaluación considerando el valor del dinero en el tiempo como son el VPN y la TIR determinando la viabilidad financiera y rentabilidad del proyecto. Se evaluaron los escenarios (i) de inversión pura y (ii) con financiamiento externo.

En el análisis de sensibilidad, se analizaron los comportamientos de los parámetros financieros, VPN, TIR y B/C, para establecer su viabilidad económica-financiera en los siguientes escenarios:

- i. Disminución de ingresos, relacionados con la disminución de los volúmenes de prestación de servicios de regeneración de SAO y venta de SAO regenerado.
- ii. Aumento de los costos de producción, administrativos y/o ventas. Considerando:
 - El aumento de los costos de materia prima, insumos, empaques, energía, agua, etc.
 - El aumento de salarios del personal, impuestos, seguridad social, etc.

V. Marco Legal regulatorio de la gestión de sustancias agotadora de la capa de ozono en el país.

Nicaragua forma parte de los países firmante del protocolo de Montreal, debido a esto adquirió responsabilidades ambientales internacionales para ayudar a cumplir con el objetivo de eliminar las sustancias agotadoras de la capa de ozono. Como parte del cumplimiento de estos compromisos a lo largo de los años se han emitido varios decretos siendo el más actualizado el decreto presidencial N° 09-2022. El cual detalla las regulaciones necesarias para el ingreso de las SAO al país.

El alcance legal de las regulaciones que actualmente existen en el país están dedicadas al control de estas sustancias en la importación y exportación, exigiendo que toda persona que desee comercializar o ingresar estas sustancias al país deba cumplir con ciertos tramites como gestión de permisos y licencia, las autoridades asignadas para el cumplimiento de estas regulaciones, tienen la autoridad para decomisar o denegar el acceso de estos productos al país, emitiendo multas para los responsables de infringir el reglamento.

Sin embargo, la estructura legal actual carece de herramientas para el control de dichas sustancias en el campo de trabajo principalmente en el manejo de estas como residuos cuando son extraídas de los circuitos de refrigeración.

Para cumplir el reglamento y tomar acciones en todo lo relacionado con las SAO trabajan sinérgicamente MARENA a través de la oficina de ozono, la comisión nacional de registro y control de sustancias toxicas, dirección general de aduanas, entre otras instituciones como policía nacional en casos que sea necesario.

5.1.Regulación de la gestión de SAO en Nicaragua

El papel de Nicaragua en la gestión para el control de las sustancias que agotan la capa de ozono es de gran importancia para regular la actividad de estos productos en el ambiente y bajar los índices destructivos del ozono en la estratosfera, existe un reglamento que ejecuta el procedimiento para este fin, vinculado al cumplimiento del protocolo de Montreal que prohibió la entrada de estos productos a los países firmantes desde el 1 de enero del 2010, en el cual Nicaragua forma parte.

La participación del país en actividades como capacitaciones masivas de los puestos fronterizos y funcionarios aduaneros del país, equipándolos con detectores digitales de SAO y la sensibilización en esta problemática ambiental es parte del seguimiento y cumplimiento del protocolo.

El reglamento en Nicaragua consiste en la actualización del marco jurídico en cuanto a la regulación de las sustancias que agotan la capa de Ozono, incluye la

importación, exportación, uso y distribución de las sustancias que agotan la capa de ozono.

5.2. Requisitos para Importación y exportación de SAO en Nicaragua

Para que una sustancia controlada por el protocolo de Montreal se importe o exporte deberá contar con la autorización de la comisión nacional de registro y control de sustancias tóxicas CNRCST y será inspeccionado en los puestos de control de fronteras, sin dejar de cumplir con los demás requisitos y formalidades establecidas en la legislación arancelaria y aduanera vigente.

A demás de lo mencionado anteriormente se establece el cumplimiento de otros requisitos, tales como poseer licencia de importación o exportación para sustancias agotadoras de la capa de ozono y cuota de importación, la cual es asignada por la oficina técnica de ozono, para ser considerados en la asignación de cuotas, toda persona natural o jurídica debe registrarse en la dirección general de calidad ambiental del MARENA (**ver requisitos en Anexo II Tabla 1**), en esa misma instancia también podemos conseguir la carta de no objeción para importar. (MARENA, 2021)

5.2.1. Requisitos de licencia

1. Carta de solicitud de licencia dirigida a la CNRCST.
2. Formulario de solicitud de licencia.
3. Fotocopia de cedula del propietario y/o representante legal.
4. Razón de fotocopia de acta constitutiva personas jurídicas.
5. Razón de fotocopia poder del representante legal personas jurídicas.
6. Copia de licencia HST o constancia del Ministerio del trabajo.
7. Lista de productos a importar, detallar nombre comercial y componentes químicos con su respectivo número CAS.
8. Hoja de datos de seguridad de los productos con detalles de la composición química al 100 %.
9. Descripción de las instalaciones, manejo y almacenamiento de los productos.
10. Copia de la autorización o permiso ambiental, que le ha otorgado el MARENA, o aval de la unidad de gestión ambiental de la alcaldía correspondiente. (CNRCST, 2018)

Si se trata de una sustancia que ha alcanzado su límite de eliminación se otorgara permiso únicamente para usos esenciales con estricto apego a los siguientes criterios:

1. Haber sido aprobado por la reunión de las partes del protocolo previo a la autorización.
2. La sustancia controlada deberá ser necesaria para la salud y la seguridad básica para el funcionamiento de la sociedad.
3. No exista otra sustancias o producto sustituto que sea técnica y económicamente viable y aceptable para el medio ambiente y la salud.

El MARENA tomara las medidas que considere pertinente para asegurar que las sustancias no se destinen a otro uso que no sea el esencial o critico declarado.

La CNRCST podrá denegar la licencia en un plazo no mayor de treinta días hábiles, sino se reúnen los requisitos antes mencionados. Así, como podrá suspender o cancelar la licencia cuando incurra en acciones que vayan en detrimento de lo establecido en el reglamento de control de sustancias agotadoras de la capa de ozono y las normativas complementarias que dicta el MARENA. Las licencias otorgadas tienen una vigencia de cinco años, sujetas a renovación.

También las sustancias controladas por el protocolo de Montreal para que puedan ingresar al país deben cumplir con una normativa de etiquetado donde presenten en sus envases y contenedores la siguiente información de forma clara y legible:

- Nombre del fabricante y país de origen del producto.
- Nombre químico y formula química.
- Nombre comercial y común del producto.
- Si la sustancia forma parte de una mezcla, los envases deberán mostrar en forma clara y legible el nombre comercial de la mezcla y sus componentes, indicando el nombre químico y formula química, nombre común de cada uno y su participación porcentual en la mezcla.
- Pictogramas de seguridad, así como las advertencias relativas al cuidado de la capa de ozono.

En caso de que, al momento de realizar la inspección de los productos en frontera, se encontrase que no cumple con la normativa de etiquetado descrita anteriormente, las sustancias serán retenidas por la CNRCST. Si se determina que el incumplimiento tiene manera de ser solucionado, se coordina con la Dirección General de Aduanas (DGA) el traslado hacia el depósito aduanero, el cual también debe presentar condiciones adecuadas para el manejo de este tipo de productos, los cuales permanecerán resguardados hasta que la CNRCST valide el cumplimiento de las condiciones requeridas de información. (CNRCST, 2018)

Si el importador, no declara alguna sustancia controlada y esta es encontrada al momento del despacho aduanero, la DGA no autorizara la salida de estos productos del almacén y notificara a la CNRCST quien posteriormente le informara al MARENA, en este caso los hallazgos no subsanados darán lugar al rechazo total de las mercancías declaradas y la CNRCST emitirá acta de rechazo en la cual ordenara la salida de estos productos a su país de procedencia u origen.

El permiso de importación es válido solamente para un solo cargamento y tiene un tiempo de vigencia de treinta días. En caso de sustancias puras se expedirá solamente para una de ellas de igual manera con las mezclas de sustancias reguladas, solamente se otorga permiso para una. Los requisitos para obtener un permiso son:

1. Formato de solicitud
2. Fotocopia de factura o proforma.
3. Hoja de datos de seguridad de acuerdo al origen del producto.

5.3. Constitución política de Nicaragua (Arto 60)

5.3.1. Derechos sociales

Los nicaragüenses tienen derecho de habitar en un ambiente saludable, así como la obligación de su preservación y conservación. El bien común supremo y universal, condición para todos los demás bienes, es la madre tierra; ésta debe ser amada, cuidada y regenerada. El bien común de la Tierra y de la humanidad nos pide que entendamos la Tierra como viva y sujeta de dignidad. Pertenecer comunitariamente a todos los que la habitan y al conjunto de los ecosistemas.

La Tierra forma con la humanidad una única identidad compleja; es viva y se comporta como un único sistema autorregulado formado por componentes físicos, químicos, biológicos y humanos, que la hacen propicia a la producción y reproducción de la vida y que, por eso, es nuestra madre tierra y nuestro hogar común.

Debemos proteger y restaurar la integridad de los ecosistemas, con especial preocupación por la diversidad biológica y por todos los procesos naturales que sustentan la vida.

La nación nicaragüense debe adoptar patrones de producción y consumo que garanticen la vitalidad y la integridad de la madre tierra, la equidad social en la humanidad, el consumo responsable y solidario y el buen vivir comunitario.

El Estado de Nicaragua asume y hace suyo en esta Constitución Política el texto íntegro de la Declaración Universal del Bien Común de la Tierra y de la Humanidad.

5.3.2. Ley General del medio ambiente y recursos naturales

Esta ley tiene por objeto establecer las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales que lo integran, asegurando su uso racional y sostenible, de acuerdo a lo señalado en la Constitución Política.

5.3.3. Decreto presidencial 09-2022

De acuerdo a las siguientes consideraciones se ha decretado el siguiente reglamento para el control de las sustancias que agotan la capa de Ozono:

- Que de conformidad al artículo 60 de la Constitución Política de la República de Nicaragua, que expresa "Los nicaragüenses tienen derecho de habitar en un ambiente saludable, así como la obligación de su preservación y conservación" y continúa: "La nación nicaragüense debe adoptar patrones de producción y consumo que garanticen la vitalidad y la integridad de la madre tierra, la equidad social en la humanidad, el consumo responsable y solidario y el buen vivir comunitario". (La Gaceta Diario oficial, 2022)
- El estado de Nicaragua ha definido en sus prioridades las políticas de conservación, protección de la salud humana, del medio ambiente y sus recursos naturales, reconoce la importancia de la preservación de la capa de ozono para la vida, la economía y la sociedad; por lo que ha encaminado diversos esfuerzos hacia la reducción de las sustancias agotadoras de la capa de ozono, en el marco de los compromisos internacionales ambientales ratificados en la Convención de Viena y el Protocolo de Montreal y sus Enmiendas.
- Que en la Decimonovena Reunión de las Partes del Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que agotan la capa de ozono, se decidió adoptar ajustes y reducciones de la producción y el consumo de sustancias controladas en el Anexo C Grupo I del Protocolo Montreal.
- Que en la Vigésima Octava Reunión de las Partes del Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la capa de ozono, celebrada en la ciudad de Kigali, Ruanda, se decidió adoptar una enmienda para el control y reducción de las sustancias contenidas en el Anexo F del Protocolo Montreal.
- Que con la ratificación de la Enmienda de Kigali para el Protocolo de Montreal el 30 de septiembre del 2020, Nicaragua demuestra su compromiso para la reducción de los gases de efecto invernadero, mediante el control de las

sustancias descritas en el Protocolo de Montreal, eliminando de manera definitiva los Clorofluorocarbonos (CFC), en proceso de reducción los Hidroclorofluorocarbono (HCFC) y el consumo de los gases fluorados Hidrofluorocarbono (HFC).

- Que la legislación ambiental nacional debe ser actualizada en función de los cambios sociales, legales y económicos, atendiendo las enmiendas realizadas en los instrumentos internacionales ambientales, por lo que se hace necesario que Nicaragua actualice el Decreto Ejecutivo No. 91-2000, Reglamento para el Control de las Sustancias que agotan la capa de ozono, a fin de fortalecer las condiciones ambientales, capacidades jurídicas y administrativas para su cumplimiento.

5.3.4. Protocolo de Montreal

Este tiene sus comienzos en el Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono, que fue aprobado y firmado por 28 países, primeramente, el 22 de marzo de 1985.

En septiembre de 1987, esto condujo a la redacción del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono y desde que se acordó internacionalmente en esa fecha, eliminar gradualmente las SAO, 197 países han firmado el Protocolo de Montreal, ratificando Nicaragua el 5 de marzo de 1993.

El Protocolo de Montreal entró en vigor el 1 de enero de 1989 y solo controlaba 8 sustancias químicas, cinco CFC y tres halones. En virtud del Protocolo se controla la producción y el consumo de las sustancias que agotan la capa de ozono que tienen mayor importancia desde el punto de vista comercial y ambiental.

El propósito de este reglamento formal es de proteger y fortalecer la integridad de la capa de ozono mediante la toma de medidas para controlar la producción total mundial y el consumo de sustancias que la agotan, con el objetivo final de eliminarlas, sobre la base del progreso de los conocimientos científicos e información tecnológica.

Este protocolo está constituido en base a la clasificación de sustancias destructoras del ozono. Los grupos de sustancias químicas se clasifican de acuerdo a la familia química y se enumeran en los anexos al texto del Protocolo de Montreal. Exige el control de casi 100 sustancias químicas en varias categorías. Para cada grupo o anexo de sustancias químicas, el Tratado establece un calendario para la eliminación gradual de la producción y el consumo de esas sustancias, con el objetivo de eventualmente eliminarlas por completo. (PNUMA Secretaría del Ozono, 2000)

VI. Caracterización de las alternativas técnico-económicas implementadas a nivel internacional en plantas para tratamiento y disposición final de sustancias agotadoras de la capa de ozono.

Seleccionar la alternativa optima de modelos de negocios de funcionamiento de una planta (centros de acopio, recuperación, reciclaje, regeneración de los refrigerantes) de tratamiento y disposición final de SAO en el país y la identificación de los modelos de negocios para el funcionamiento de centros de 3R constituye un escenario de comparación de las diferentes realidades analizadas y de análisis de aquellos modelos que pudieran asimilarse al país. Por ello, el objetivo central de este acápite es conocer tales experiencias de centros de 3R y rescatar cifras y estadísticas que den cuenta de su funcionamiento sostenible en el tiempo.

Adicionalmente, el conocimiento de dichas experiencias permite, además, revisar la sostenibilidad como unidad de negocio de estos centros, toda vez que para el caso de Nicaragua se requiere la mayor cantidad de elementos y variables con el objeto de someterlo a una evaluación económica que de certezas para un proceso de licitación de al menos un centro de regeneración, en una primera etapa.

Cabe consignar que la obtención de información para cada país resultó ser un proceso donde la escasez de información fue un elemento central. Esto último puede haber sido motivado por el resguardo comercial de información considerada relevante por parte de las empresas consultadas, como así mismo, por tratarse de una actividad nueva, especialmente en países latinoamericanos. Por tal razón, la comparación entre las empresas de los países consultados puede llevar a errores, dadas las carencias de información solicitada.

En términos de metodología de obtención de la información, se elaboró un cuestionario tipo, y en otros casos, se realizaron conferencias telefónicas.

6.1. México

En México existen 14 Centros de Regeneración en funcionamiento y más de 100 centros de acopio, con una capacidad para reciclar y regenerar 1.300 ton/año de refrigerantes. La producción de refrigerantes en México es de aproximadamente 6.000 ton/año de HCFC-22 y 7.000 ton/año HFC-134a. (GISMA, 2014)

El programa para regeneración de refrigerantes surgió en México bajo el programa para recambio de refrigeradores que implementó el Ministerio de Energía "Programa FIDE Fideicomiso para el Ahorro de Energía" El programa entregaba un bono gratuito que se destina para cubrir el precio del electrodoméstico y de los costos de transporte al centro de acopio y destrucción del equipo. El programa consiste en un crédito a tasa preferencial, aun plazo de 4 años y que se cobrará a través del recibo de energía eléctrica

En este programa se retiraron los equipos antiguos, exigiendo su desmantelamiento, lo cual incluía la recuperación y posterior regeneración del refrigerante resultado del proceso. Modelo de Negocios.

Los centros de regeneración operan bajo la administración de empresas privadas del rubro refrigeración y climatización. Su operación ha permitido procesar aproximadamente 20 ton/año de refrigerante (CFC-12 recuperado y reciclado, y HCFC-22 regenerado).

Participan del modelo los 14 centros de regeneración y más de 8.000 técnicos capacitados en “Buenas Prácticas en Refrigeración”, los cuales recibieron un total de 2.100 equipos de recuperación.

El rol de técnicos y servicios técnicos es llevar el refrigerante recuperado a los centros de regeneración para ser procesado. El técnico paga por el servicio de regeneración un valor aproximado entre los 3 y 7 dólares por kg.

Los criterios para localizar centros de regeneración en México, corresponden a:

- Cobertura Nacional: Promoverla existencia de centros de regeneración y acopio otorgando la mayor cobertura nacional. Actualmente dichos centros se ubican desde Mexicali, B.C. hasta Oaxaca, OAX por el sur.
- Población: Localizarlos centros de regeneración en las zonas que concentran la población.
- Climas áridos. De preferencia en zonas de climas más áridos, donde hay mayor consumo de gases refrigerantes.
- Zonas que tengan personal capacitado en “Buenas Prácticas en Refrigeración”.
- Zonas turísticas.
- Empresas con experiencia en manejo de refrigerantes (5años).
- Empresas interesadas en formar parte de la red de centros de regeneración y acopio de refrigerantes.

6.1.1. Equipamiento Utilizado por centro

La Tabla 3 muestra el equipamiento utilizado en los centros de regeneración:

Tabla 3 Listado de Equipamiento utilizado en Centros de Regeneración en México

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	CANTIDAD
Máquina regeneradora para gases CFC, HCFC y HFC	1
Bomba de vacío	1
Identificador de refrigerantes	1
Manifold de servicio para CFC-12, HCFC-22 y CFC-502, incluye mangueras	1
Manifold de servicio para R-134a, R404A y R-407, incluye mangueras	1
Cilindro para recuperar refrigerantes con sistema de sobrellenado	10
Cilindro para recuperar refrigerantes sin sistema de sobrellenado	10
Tanque para almacenar refrigerantes reciclados (aprox. 350 kg)	3
Juego de refacciones para el equipo, marca RTI	1
Máquina recuperadora TST RR12A-110V	1
Kit para transferir refrigerante líquido RBB-43	1
Báscula electrónica programable para recargar refrigerante STK-M15060	1
Filtro deshidratador TD-162	10
Válvula BPV-31	2
Balanza digital TST-080	1
Detector electrónico de fugas HLD-100	1
Kit para detectar refrigerante contaminado- Checkmate	1

Fuente: (SEMARNAT, 2014)

6.1.2. Problemas informados

El principal problema detectado es la obtención de permisos para el funcionamiento de centros para regeneración, los cuales deben estar autorizados como instalaciones para el manejo de residuos peligrosos.

Experiencia del Centro Grupo Refrigerantes, Refrigeración y Aire Acondicionado del Bajío S.A. de C.V.

El centro opera desde el año 2005 en una empresa cuyo negocio principal es la distribución de refrigerantes vírgenes y equipamiento frigorífico. Son beneficiarios del Programa Ozono

de SEMARNAT, quienes proporcionaron capacitación y equipamiento para la implementación del centro de regeneración.

Tiene una superficie de 1000 m² totales, los cuales son distribuidos en 500 m² destinados a los implementos para regenerar refrigerante y 500 m² para el almacenamiento de refrigeradores y equipos de refrigeración comercial. La cantidad de refrigerante promedio regenerado de HFC-134^a es aproximadamente 4,8kg/día, proveniente de 42 equipos de refrigeración doméstica.

El inicio de las operaciones del centro de regeneración fue paulatino, por las mínimas cantidades de refrigerante recibidas. Al iniciar actividades en el programa “FIDEIDEICOMISO para el Ahorro de Energía”, se realizó la sustitución de equipos domésticos antiguos (algunos sobre los 10años) por equipos nuevos. Los equipos antiguos fueron desmantelados, recuperando el refrigerante principalmente HCFC-22 y HFC-134a, para su posterior regeneración. Además, el proceso comprende el reciclaje de material metálico y aislamiento térmico utilizado en la construcción de los refrigeradores.

El centro de regeneración inició la entrega de servicios a empresas distribuidoras de bebidas, las que utilizan equipos de refrigeración comercial. De manera más concreta, estas empresas informan al centro de regeneración la renovación de sus equipos (debido a que las políticas de las empresas distribuidoras de bebidas fomentan la renovación de equipos de acuerdo con su antigüedad).

Entonces, es el centro de regeneración verifica que los gases refrigerantes de los equipos antiguos tienen factibilidad de regeneración. Ello, lo hacen mediante un identificador portátil. Luego, realizan el retiro de equipos para llevárselos a las instalaciones del centro de regeneración.

Los costos los asume la empresa de bebidas (transporte, recuperación y reciclaje de los gases refrigerantes), los cuales asciende a unos 7 USD/kg. Posteriormente, el refrigerante ya regenerado en el centro es entregado a la empresa de bebidas para su reincorporación en procedimientos de mantención y reparación

Otro modelo de negocio utilizado por el centro de regeneración, tiene relación con los técnicos capacitados en “Buenas Prácticas en Refrigeración”, los cuales entregan refrigerante recuperado de distintos procedimientos de servicio al centro, contenidos en cilindros de recuperación apropiados. La primera medida es verificar la calidad del refrigerante, analizando el tipo y pureza. Si el grado de pureza es >98% existe factibilidad de regenerarlo, en caso contrario el refrigerante es almacenado en cilindros especiales para refrigerante contaminado y su almacenamiento es indefinido a la espera de su disposición final. A la fecha, el centro tiene más de 5 toneladas de refrigerantes almacenados para eliminación.

El principal incentivo para el funcionamiento del centro de regeneración corresponde a fines de lucro. Los clientes pagan por servicio de regeneración, además el centro genera recursos producto de la venta de materiales generados por el desmantelamiento de los equipos, ampliando sus horizontes comerciales.

Referente a los costos operativos del centro de regeneración, relacionados con el universo de sus actividades comerciales, se indica que estos alcanzan los 7.541USD/mes. El valor se estructura según los siguientes ítems:

6.1.3. Costos operativos centro de regeneración.

Tabla 4 Costos operativos empresa Mexicana

ITEM	USD/MES
Mano de Obra (7 personas)	2.000
Energía	100
Transporte	2.000
Equipo de Seguridad (Equipo protección personal, overol, guantes)	100
Otros Costos Operativos (Teléfono, Alarma, Bodegas)	3.341

En la Tabla 4, los restantes 3.341USD/mes se distribuyen entre: Mantenimiento de equipos, Arriendo del recinto, otros costos operativos (Teléfono, Alarma, Bodegas). En relación a los costos de los refrigerantes vírgenes, se informan los siguientes valores:

- HCFC-22= 9,72USD/Kg
- HFC-134a=10,78USD/kg

6.2. Colombia

En Colombia existen 5 centros de regeneración y 18 centros de acopio. Los centros de regeneración se ubican en las ciudades de Bogotá, Cali, Medellín, Pereira y Barranquilla. No es un país productor de refrigerantes, importando anualmente aprox.1.100 toneladas de HCFC, principalmente R-22, y 1.200 toneladas de HFC, distribuidos en R-134^a y R-404A. (GISMA, 2014)

A la fecha no existe información oficial respecto a las cantidades de refrigerantes regenerados en los centros. No obstante, se estima que los centros recibirán en promedio 600kg/mes (cada uno) de refrigerantes.

Con relación a la calidad de los refrigerantes para regeneración, se han realizado pruebas en aquellos refrigerantes almacenados por los técnicos, obteniéndose como resultado que un 60% del refrigerante almacenado estaría en condiciones de ser regenerado.

6.2.1. Modelo de Negocios.

Recientemente, se inauguró el centro de regeneración de refrigerantes en la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), con el apoyo del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Las Universidades deben cumplir con los siguientes requisitos para ser consideradas como centro de acopio o regeneración:

- Certificados en “Buenas Prácticas en Refrigeración”.
- Permiso ambiental o en trámite (Como Planta de Tratamiento de Residuos Peligrosos).
- Superficie para equipos y almacenamiento mínimo de 50 m².
- Autorizados para transporte de residuos peligrosos.

Los centros de acopio o de regeneración pagarán a los técnicos o servicios técnicos 0,5 USD/kg por el refrigerante recuperado factible de ser regenerado. Para asegurar la calidad del proceso, los centros de regeneración cuentan con un profesional encargado de los refrigerantes ingresados y entregados.

6.2.2. Equipamiento Utilizado

La Tabla 5 muestra el equipamiento utilizado en los centros de regeneración.

Tabla 5 Equipos de operación de la Planta - Colombia

Descripción	Cant
Cilindros estándar de 25-30 lb	50
Cilindros estándar de 30 lb con sistema de protección de sobrellenado over fill protectionOFP	10
Tanques de 57-66 kg para almacenamiento de refrigerante regenerado	5
Cilindros estándar de 80-100 lb con sistema de protección de sobrellenado over fill protection OFP	18
Bombas de transferencia para la recuperación de refrigerante	2
Máquina para la regeneración de refrigerantes	1
Identificador de refrigerantes	1
Equipo recuperador de gas refrigerante	1
Balanza para pesar tanques	1
Balanza analítica	1
Equipo para la determinación de contenido de humedad Karl Fisher	1
Cromatógrafo de gases para la determinación de pureza y contenido de gases no condensables con qué detector	1
Bomba de vacío	1
Misceláneos	2
Kit detección presencia de cloro	1
Kit detección presencia de residuos en punto de ebullición	1
Reactivos y accesorios de laboratorio	1

Fuente: Oficina UTO Colombia

6.2.3. Problemas encontrados

Los principales problemas encontrados en este período de pruebas, están relacionados con la gestión de los refrigerantes contaminados que no pueden ser regenerados, debido a la aplicación de prácticas incorrectas en procedimientos de servicio por parte de los técnicos.

La persona de contacto para el caso de Colombia ha sido el Ing. Edwin M. Dickson, Consultor de la Unidad Técnica de Ozono (UTO) del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia.

6.3. Brasil

Brasil se destaca por poseer grandes centros de almacenamiento de fluidos contaminados y de recolección/regeneración de gases refrigerantes y contar con equipos de regeneración de alta capacidad (1 ton/día). Como limitantes se cuenta el bajo índice en la recolección de gas refrigerante a través de las bolsas de almacenamiento.

Por otra parte, el consumo de HCFC en los últimos 5 años ha alcanzado en promedio 1.222 ton/año mayoritariamente HCFC-22 y HCFC-141b. Para promover la recuperación, reciclaje y regeneración de refrigerantes, se desarrolló una red de 5 centros de regeneración y 120 centros de acopio

Los centros de regeneración están distribuidos en las siguientes ciudades:

- 02 en Sao Paulo.
- 01 en Rio de Janeiro.
- 01 en Pernambuco.
- 01 en Rio Grande do Sul.

Los centros de regeneración son operados por empresas privadas del rubro refrigeración y climatización, principalmente distribuidores de repuestos y equipos o servicios técnicos especializados. Las empresas operadoras se obtuvieron como resultado de criterios para selección específica, contenidos en las bases de licitación generadas por una empresa de consultoría especializada.

La compra de equipos y herramientas a empresas especializadas fue resultado de una licitación internacional para implementar los centros. La implementación de los centros fue acompañada con un manual de capacitación para el uso de equipos y herramientas, instrumento importante para actuales y futuros operadores.

6.3.1. Modelo de Negocios

Participan del modelo técnicos, empresas de servicio técnico y mantención de equipos, los cuales transportan el refrigerante recuperado a los centros de regeneración o a la red de centros de acopio complementaria. Para mejorar la cobertura del programa, los 5 centros de regeneración operan con una red de 120 centros de acopio distribuidos en distintas zonas del país.

El precio que pagan los centros por el refrigerante recuperado (que cumple estándares de calidad para ser regenerado), corresponde a un 20% del valor del gas refrigerante virgen. El HCFC-22 virgen tiene un precio de venta de 4,6USD/kg, en consecuencia, el refrigerante recuperado que cumple con los estándares de calidad para ser regenerado, es adquirido por los centros de regeneración en 0,92USD/kg (2reales/kg). Para verificar la calidad del refrigerante recuperado deben mantener a un profesional para realizar el control de calidad de los gases (ingresados y salientes), lo que es un costo adicional para la empresa, que es traspasado al precio del gas regenerado.

Los centros de regeneración entregan un certificado de regeneración, que acredita la calidad de los gases regenerados y este ha sido uno de los incentivos para promover el uso del gas refrigerante regenerado.

6.3.2. Problemas encontrados

El principal problema detectado es el bajo interés de parte de los técnicos y servicios técnicos por recuperar el refrigerante y trasladarlo al centro de regeneración o acopio, además de utilizar el refrigerante regenerado.

Los centros de acopio localizados en zonas aisladas del país, no generan un movimiento económico importante producto de la baja cantidad de refrigerantes recibido, además los bajos precios de refrigerantes vírgenes provocan un desinterés en las actividades de regeneración.

Con relación a los refrigerantes contaminados no factibles de ser regenerados, la práctica es almacenarlos para luego eliminarlos en instalaciones autorizadas. Sin embargo, no existe claridad respecto al tipo de tecnología utilizada para eliminar los refrigerantes contaminados.

6.4. Argentina

El primer centro de regeneración (Planta de Giacomino), está en funcionamiento desde 2007, y se ubica en Buenos Aires. Opera con una red de 13 centros de acopio, localizados en las siguientes ciudades: San Juan, Paraná, Ensenada, Capital Federal, Córdoba, Villa Dominico, Santa Fé, Mar del Plata, Tucumán, Salta, Neuquén, Rosario y Trelew-Chubut.

Otro centro de regeneración es la empresa FIASA (Frío Industrias Argentinas), cuyo funcionamiento data desde 2008, se encuentra en Villa Mercedes, en San Luis.

6.4.1. Modelo de Negocios

Básicamente, se caracterizan en 3 los modelos de negocios utilizados por el centro de regeneración y centros de acopio, los cuales son descritos a continuación:

1. Regeneración a través de distribuidores.

El técnico lleva el refrigerante recuperado al centro de acopio, donde se comprueba la calidad; se almacena y se envía al centro de regeneración. Luego el refrigerante regenerado es distribuido de acuerdo a los siguientes porcentajes, técnico 30%, centro de acopio 20% y Centro Giacomino 50%.

2. Regeneración directa en Centro Giacomino.

El técnico puede llevar un mínimo de 100 kg de refrigerante recuperado directamente al centro de regeneración. El refrigerante regenerado es distribuido de acuerdo a los siguientes porcentajes, técnico 40% y Centro Giacomino 60%.

3. Regeneración de refrigerante con bajo índice de contaminación.

Un procedimiento más rápido y eficiente, incentiva al técnico a entregar refrigerante con bajo índice de contaminación, incentivándolas correctas prácticas de recuperación. El refrigerante regenerado es distribuido de acuerdo a los siguientes porcentajes, técnico 50% y Centro Giacomino 50 %, para una entrega directa. La entrega de refrigerante con estas características en centros de acopio, determina una distribución de acuerdo a los siguientes porcentajes, técnico 40%, centro de acopio 20% y Centro Giacomino 40%.

6.5. Estados Unidos

Par el caso de estados Unidos, se efectuó contacto con el Sr. Brian Coleman, perteneciente al Centro de Regeneración “Hudson Technologies”, empresa del rubro de refrigeración y climatización (distribuidores de refrigerante y servicio técnico), que a partir del año 1989 operan un centro de regeneración para refrigerantes.

El escenario actual en U.S.A es que hay 3 grandes fabricantes de refrigerantes (Arkema, Dupont y Honeywell), además de 13 centros operativos para regeneración de refrigerantes, donde procesan sustancias del tipo CFC, HCFC, HFC y eventualmente HFOs, alcanzando un tratamiento total del orden de 4.500 ton/año de refrigerantes.

Los distribuidores de refrigerantes (10.000 aproximadamente) localizados en distintos estados del país, junto con comercializar distintos tipos de refrigerantes, realizan una difusión sobre el uso y manipulación responsable. La venta a técnicos, servicios técnicos, usuarios finales, es acompañada con información y capacitación referente a la importancia de reciclar y regenerar.

6.5.1. Modelo de Negocios

El Programa de intercambio de Refrigerantes “Clean Exchange” de Hudson, ha sido diseñado exclusivamente para mayoristas y distribuidores que tienen HCFC-22. El Centro cobra un monto por el servicio de regeneración y posteriormente vende refrigerante regenerado. Los usuarios de HCFC-22, tienen garantizado el acceso a la misma cantidad en cualquier periodo. La planta tiene una capacidad de tratamiento de refrigerantes de hasta 6000lb/hr., con un total de 2.000.000lb/año (el total de tratamiento de refrigerantes para regeneración en USA es de 10.000.000lb/año).

El Programa incluye los servicios de recolección de los cilindros de almacenamiento con refrigerante recuperado, desde las instalaciones del cliente y cubre los costos de carga y traslado hacia el centro. Los costos para la regeneración dependen de las cantidades. No obstante, ello, se estima que unos 4USD/lb cubren los costos de regeneración y el transporte asociado.

En EEUU los costos de refrigerante virgen (R-22) a enero de 2013 era de unos 14USD/lb. Para el R-134a los costos rondan los 2-3USD/lb.

Los refrigerantes que están mezclados y que no pueden ser regenerados, son enviados a una empresa de eliminación de residuos autorizada por EPA, sin costo adicional para el usuario.

Informe resumido sobre los refrigerantes recuperados: El centro entrega un informe detallado sobre el peso y la pureza del refrigerante en cada cilindro que ingresa a las instalaciones.

6.5.2. Problemas encontrados

El principal problema encontrado en el centro de Hudson tiene relación con la calidad de los refrigerantes recuperados. Los técnicos y servicios técnicos recuperan HCFC-22 y HFC-134a, utilizando el mismo cilindro, mezclando los refrigerantes.

VII. Evaluación de la viabilidad técnica del proyecto de instalación de una planta de tratamiento y disposición final de SAO.

Para desarrollar este proyecto, se tomó en cuenta dos factores fundamentales, la tecnología existente en el mercado para llevar a cabo los procesos de tratamiento de refrigerantes y los antecedentes en otros países sobre el desarrollo de plantas de tratamiento de SAO.

Se estudiaron los casos de México, Colombia, Brasil, Argentina y Estados Unidos. Cada país tiene diferentes métodos de trabajo para adquirir el refrigerante usado y distribuir el regenerado.

Tomando en cuenta las condiciones de nuestro país el modelo de negocios elegido para que este proyecto sea posible se basa en cobrar los servicios de regeneración y vender el refrigerante reciclado a un precio 50% más bajo que el mismo producto virgen. La tecnología elegida es el sistema de regeneración por destilación, esta es accesible para cualquier institución gubernamental o empresa privada. Nicaragua cuenta con mano de obra capaz de ejecutar el proyecto y asimilar todos los conocimientos técnicos necesarios.

La planta tiene como objetivo brindar sus servicios a todo el país, para esto se ha elegido una ubicación estratégica que este a distancias similares a todos los departamentos.

7.1. Localización

En esta parte del estudio se describieron a detalle los criterios utilizados para determinar la localización de la planta. Se ha considerado la cantidad de consumidores y la ubicación de los mismos en la zona de la región central del país, tomamos como referencia la región central porque es una de las partes más industrializadas de Nicaragua. Sin embargo, la planta estará brindando servicios a todo el territorio nacional, apoyándose de los centros de acopio y recuperación.

La localización optima del proyecto representó un factor importante para contribuir en la reducción de costos de transporte e incidir directamente en la rentabilidad de la planta.

Se eligió la región central del país como macrozona del proyecto, esto se estableció analizando los factores que determinan la funcionalidad del mismo, los más importantes son:

- Disponibilidad de refrigerantes: En esta zona se considera que se genera la mayor cantidad de refrigerante, debido a la aglomeración de consumidores domésticos, corporativos y de las empresas que manejan estos productos.

- Facilidad de acceso: Ubicación estrategia para todas las regiones del país con carreteras principales en buen estado, permitiendo que todas las zonas puedan acceder con aproximadamente el mismo esfuerzo en transporte.
- Disponibilidad de mano de obra: Condiciones que permitan la incorporación de trabajadores que hagan posible el funcionamiento de la planta.
- Costo de terreno: obtener la mejor cotización del precio final del terreno.

Considerando todos estos factores se dispuso que la planta será instalada en la comarca los Brasiles departamento de Managua, esta ubicación presenta unas características idóneas de acceso, energía eléctrica y agua potable para industrias de este tipo.

7.2. Capacidad de la planta

Un informe del Ministerio del ambiente y recursos naturales MARENA en cooperación con el Programa de naciones unidas para el desarrollo PNUD del 2008, afirma la necesidad de formalizar los talleres del sector refrigeración, ya que la mayoría de los técnicos no están capacitados en cuanto al manejo y control de SAO, también el informe sugiere mejorar los controles de importación de SAO en las fronteras entre otras necesidades.

En nuestro país solamente se ha implementado el plan de gestión de la eliminación final de sustancias del anexo A Grupo I (MARENA , 2008) para cumplir con el Art 5 del protocolo de Montreal que menciona la situación de países en desarrollo (PNUMA. secretaria del ozono, ONU Medio Ambiente, 2019) donde el consumo per cápita por debajo de 0.3 kg de sustancias del Anexo A tendrán una prórroga de 10 años para el cumplimiento de las medidas de control enunciadas en los artículos 2A a 2E. El plan llevado a cabo por Nicaragua contabiliza 110 toneladas desde 1995 hasta 1999 y posterior a eso 3.68 toneladas anuales, y debido a que este informe resalta una debilidad en los datos, relacionado al control adecuado de las importaciones, nos lleva a plantearnos que las cifras puedan aumentar significativamente, además que el plan contempla solamente al grupo 1 del anexo A del sector de refrigeración y solo pretende el almacenamiento ya que no hay ningún proyecto en el país dirigido a la regeneración, reciclaje o destrucción de las SAO.

Nicaragua actualmente tiene un parque vehicular aproximado de 339,610 unidades de transporte (Policía Nacional de Nicaragua, 2007) de los cuales probablemente cierta parte utilicen todavía SAO en su sistema de refrigeración, así también la cantidad de SAO existente podría aumentar en el país si nos refiriéramos al sector industrial, el sector comercial y el sector servicio, es por eso que decidimos tomar un porcentaje de referencia con respecto al límite per cápita definido en el protocolo de Montreal, si la población total de nicaragua es de 6,664,363 habitantes (Banco central de Nicaragua, 2021) y el per cápita debe ser

menor a 0.3 kg de refrigerante para países en desarrollo como el caso de Nicaragua, entonces, se tomó el 60.93% de la población total que es de 4,060,795 de habitantes que conforman la población urbana según (Banco Mundial, 2021) con el objetivo de establecer una cantidad aproximada de SAO como referencia para determinar la capacidad de la planta para este proyecto, y se obtuvo un total de 1,218,239 kg de SAO que corresponde a 1,218 Ton/año de SAO, a partir de esta cantidad decidimos dar un tratamiento anual a 50 Toneladas de SAO que corresponde al 4.10%.

7.3. Tamaño

La capacidad de la planta se estimó para dar tratamiento a 50 Ton/año de refrigerante, ya que nuestro país tiene un bajo índice de consumo de este producto. Esta cuenta con un área de recepción capaz de almacenar hasta 13 toneladas de refrigerante recuperado en tanques de 30 o 50 libras, un área de clasificación para almacenar temporalmente 11 toneladas de refrigerante listo para ser regenerado y el área de refrigerante regenerado tiene la capacidad de almacenar hasta 10 toneladas en tanques de 30 a 50 libras listo para ser despachado.

Los refrigerantes que no tienen posibilidad de ser regenerado serán conservados en tanques de 30 o 50 libras y puestos en un almacén con capacidad para 576 tanques, lo que equivale a 7.854 toneladas, estos permanecerán ahí hasta encontrar una alternativa para deshacerse de ellos sin afectar el medio ambiente.

Se tiene un tanque de 2500 litros para recolección de los residuos líquidos oleosos provenientes del proceso de regeneración. Debido a que la planta no cuenta con un sistema de tratamiento para este tipo de sustancias se contratara los servicios de una empresa especializada en el tratamiento de lubricantes para que retire del tanque el líquido y le dé el tratamiento adecuado.

El proyecto contempló una construcción de las siguientes instalaciones:

- Recepción y almacenamiento 295 m²
- Zona de Clasificación 119 m²
- Laboratorio de control de calidad 22 m²
- Laboratorio de regeneración 92 m²
- Almacén de producto regenerado 198 m²
- Bodega de disposición final 90 m²
- Sistema de recolección para residuos oleosos, con un tanque de 2.5 m³ fabricado en acero inoxidable, contará con una piscina de contención en posibles fugas o derrames, su área será de 48 m²
- Oficinas y áreas generales, ubicadas en un segundo piso dentro del edificio 400 m²
- Área de equipos auxiliares y mantenimiento 135 m²
- Pasillos 144 m²

- Parqueo 1380 m²

Todo esto construido sobre un terreno de 14,052 m² (2 manzanas). Ver Anexos IV Figura 4.1.

7.4. Análisis de tecnologías disponibles para el tratamiento de gases y disposición final de SAO

7.4.1. Tecnologías para la regeneración de gases refrigerantes

El marco internacional generado por el Protocolo de Montreal ha determinado la disminución y eliminación de sustancias agotadoras de la capa de ozono, específicamente en el ámbito de la refrigeración y climatización por tipos de gas refrigerante pertenecientes a las familias de los CFC y HCFC. Las regulaciones generadas produjeron una variación en las directrices de diseño y fabricación de la industria, las cuales fueron dirigidas inicialmente en la utilización de refrigerantes pertenecientes a las familias de los HFC, sin embargo, existe un universo significativo de equipos y sistemas en funcionamiento que utilizan tipos de gas refrigerante CFC y HCFC. Dichos gases refrigerantes presentan características ventajosas de seguridad y propiedades termodinámicas, las cuales presentan un real desafío para el desarrollo de su reemplazo definitivo o de transición.

La industria de la refrigeración y climatización ha generado diversos procesos para continuar utilizando un refrigerante proveniente de un equipo fuera de servicio o cualquier condición que determine su retiro del circuito frigorífico. Tales métodos son aplicables a refrigerantes CFC, HCFC y HFC de forma inicial, subordinado específicamente al equipamiento utilizado.

Los procesos para la reutilización del refrigerante se pueden identificar en tres tipos, los cuales son definidos a continuación en función de las NCh-3241/Of2011:

- a. Recuperar: consiste en la extracción del refrigerante desde el sistema o equipo de refrigeración o climatización hacia el cilindro de recuperación.
- b. Reciclar: reducir los contaminantes en el uso de refrigerantes separando el aceite, removiendo no condensables y usando dispositivos tales como filtros secadores para reducir la humedad, acidez y partículas.
- c. Regenerar: volver a procesar el refrigerante para alcanzar el estado de pureza mayor o igual que 95%.

7.4.2. Tecnología disponible para el proceso de recuperación

Existe en el mercado una diversa gama de equipos disponibles para la recuperación de refrigerantes (Ver Anexo I, Tablas del 1.2 a 1.6), variando su capacidad de recuperación en función de las siguientes características:

- Tipo de refrigerante.
- Método de recuperación (directo, indirecto o push pull).
- Condición del refrigerante (líquido o vapor).
- Potencia de su compresor.

La Tabla 6 entrega una referencia para rangos de capacidades en equipos de recuperación existentes en el mercado, pertenecientes a dos fabricantes:

Tabla 6 Rangos de Capacidades en Equipos de Recuperación

Fabricante	Modelo	REFRIGERANTE R-134a		REFRIGERANTE R-22		Potencia compresor	Refrigerantes compatible
		Capacidad de recuperación en forma directa para refrigerante líquido kg/h	Capacidad de recuperación en forma directa para refrigerante en vapor kg/h	Capacidad de recuperación en forma directa para refrigerante líquido kg/h	Capacidad de recuperación en forma directa para refrigerante en vapor kg/h		
Master cool	69300 – 220	130	14	206	17	1/2	Todos los CFC, HCFC y HFC
Value	VRR24 A	118,4	27,6	217	30	1	Todos los CFC, HCFC y HFC

Fuente: información (www.mastercool.com y www.avalys.com)

La tecnología disponible para los equipos de recuperación es sencilla y no varía en su esencia según diversos fabricantes y equipos. Básicamente el equipo dispone de un compresor libre de lubricación para el bombeo de refrigerante, sistemas de seguridad para su protección y una serie de manómetros y válvulas manuales, las cuales son utilizadas por el operador para desarrollar el proceso, donde inicialmente se debe seleccionar la condición (líquido o vapor) del gas refrigerante en el ingreso al equipo de recuperación. Mediante los manómetros se puede reconocer el final del proceso (total extracción de refrigerante del sistema de refrigeración o climatización), para posteriormente realizar una autolimpieza al equipo de recuperación, característica general en estos equipos.

La figura 4 muestra la disposición básica de los equipos para la recuperación de refrigerante.

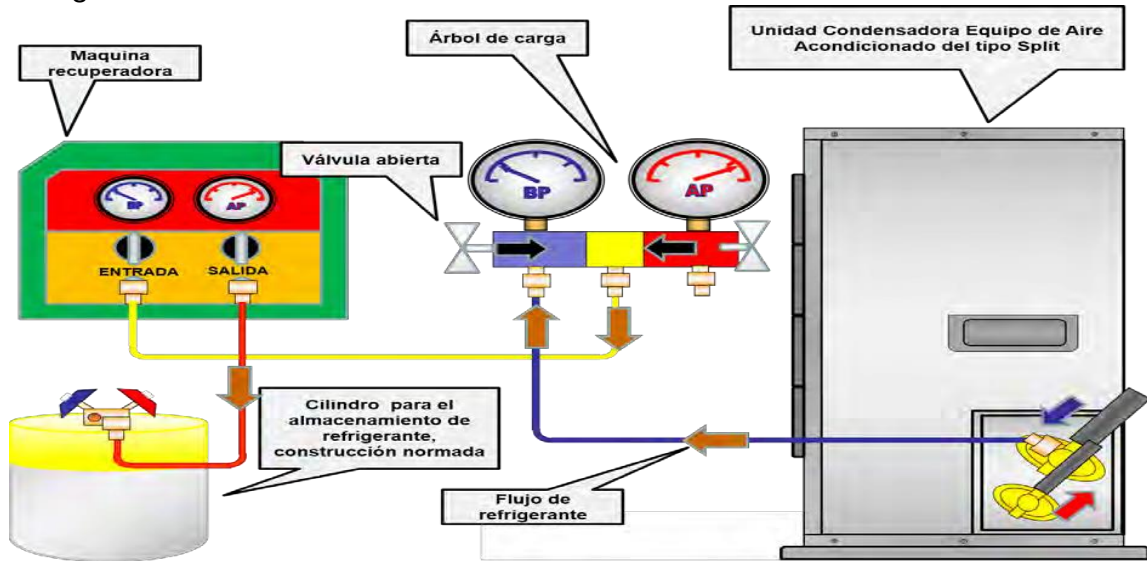


Figura 4 Disposición básica y elementos involucrados en la recuperación de refrigerante. Fuente: Proyecto de regeneración GISMA

El gas refrigerante proveniente de un proceso de recuperación no necesariamente volverá a ser reincorporado al equipo o sistema. La decisión final se tomará en función de:

1. Tipo de falla que ocasionó generar el procedimiento de servicio y su influencia en la contaminación del refrigerante, destacando que la quema eléctrica de un compresor genera alta contaminación en el equipo o sistema.
2. Contaminación del refrigerante contenido en el sistema o equipo, sin necesariamente la quema eléctrica del compresor, esta situación podría ser generada por un procedimiento de evacuación incorrecto en la puesta en marcha del equipo o sistema.
3. Contaminación generada por la manipulación incorrecta en el procedimiento de recuperación, la cual podría incluir contaminantes como gases no condensables o la mezcla del refrigerante con otro tipo de fluido en el cilindro de recuperación.

La industria de herramientas e insumos para procedimientos de servicio técnico en el ámbito de la refrigeración y climatización, entrega la posibilidad de evaluar un grado de contaminación del sistema o equipo mediante la utilización de un test de acidez para el aceite del compresor, asumiendo que la presencia de ácidos en el aceite del compresor es provocada por complejas reacciones químicas que incluyen la hidrólisis del refrigerante o el aceite, proporcionando una referencia aceptable para el estado operativo del equipo o sistema intervenido. Utilizaremos

este método para generar un punto de inflexión en la posibilidad de reutilizar un refrigerante recuperado.

El procedimiento de recuperación es incapaz de volver el gas refrigerante a una condición similar a un refrigerante virgen, situación además complementada por la imposibilidad de evaluar la calidad de refrigerante posterior a procedimientos de servicio realizados en campo. El escenario mencionado entrega, como resultado general, que los técnicos decidan cargar el equipo o sistema reparado con gas refrigerante virgen, almacenando el gas refrigerante recuperado indefinidamente.

Son muy limitadas las posibilidades de reutilizar el gas refrigerante recuperado con plena confianza, las cuales se limitan básicamente a la recuperación del gas refrigerante en un sistema o equipo, al cual se realiza una reconversión de gas refrigerante o la recuperación del gas refrigerante proveniente de un equipo o sistema, que a pesar de ser intervenido su descomposición de sustancias orgánicas e inorgánicas complejas en otras más sencillas por acción del agua. (GISMA, 2014). La figura 5 muestra una secuencia genérica de los pasos necesarios para un proceso de recuperación.

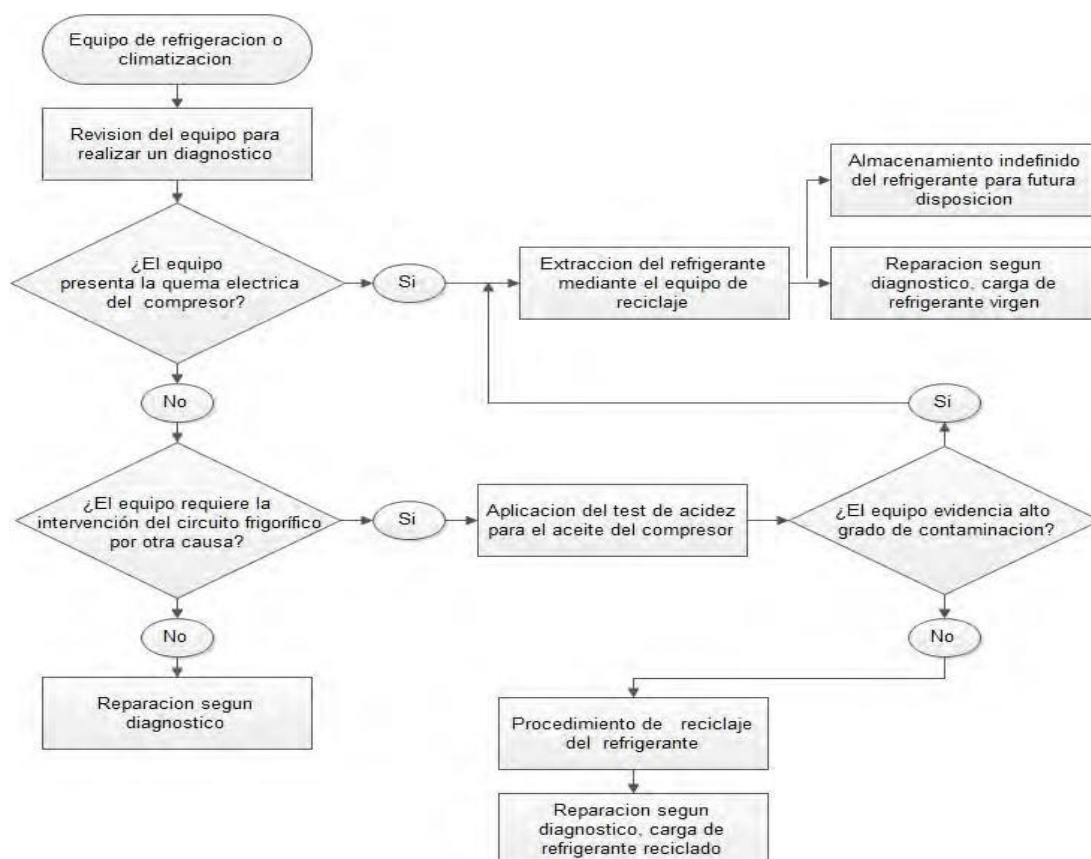


Figura 5 Flujograma de recuperación de refrigerante. Fuente; Ministerio del medio Ambiente, GISMA, Gobierno de Chile

7.4.3. Tecnología disponible para el proceso de reciclaje

Los equipos utilizados para los procesos de reciclaje y los utilizados para el proceso de gas refrigerante, comparten la misma plataforma tecnológica basada en similares características constructivas, incluso se puede encontrar comercialmente un set de accesorios externos, para transformar un equipo de recuperación en uno para reciclar gas refrigerante. Según definición del proceso, los equipos para reciclar refrigerante circulan una o varias veces el refrigerante por filtros adecuados para generar la deshidratación y des acidificación, además disponen de métodos mecánicos para separar el aceite del refrigerante que fue extraído del equipo o sistema.

Por lo tanto, la principal diferencia entre un equipo para reciclar y un equipo para recuperar refrigerante radica, fundamentalmente, en el tratamiento del refrigerante producto de la incorporación de filtros y las separación del gas refrigerante y aceite (proceso realizado en el interior del equipo para reciclaje) entregando un resultado final diferente en el gas refrigerante, comparado al resultado final en el proceso de recuperación (caracterización de los resultados, basados en la definición de los procesos).

La figura 6, muestra la disposición básica y elementos involucrados en el reciclaje de refrigerante en condición de vapor desde una unidad condensadora correspondiente a un equipo de aire acondicionado del tipo Split. Se puede observar fácilmente la idéntica disposición de los elementos base en el proceso, comparado con el procedimiento de recuperación.

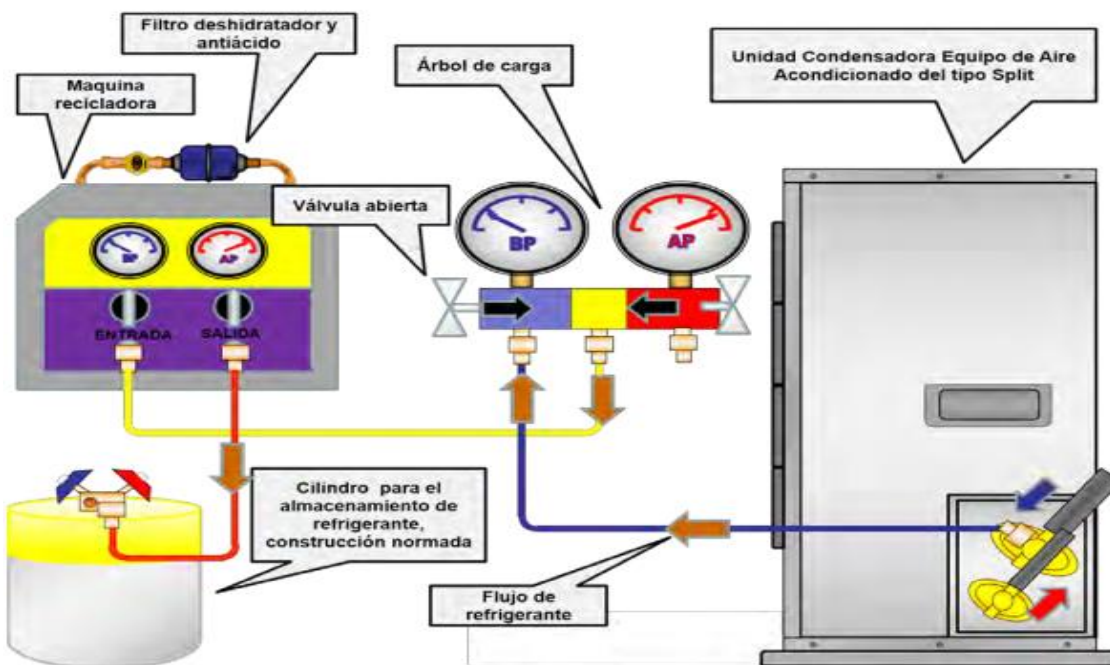


Figura 6 Proceso de reciclaje

Disposición básica y elementos involucrados en un proceso de reciclaje.

El proceso de reciclaje a pesar de contar con métodos adicionales (filtros y separación del refrigerante y aceite), 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.

El proceso de reciclaje comparte, con menor intensidad, las mismas incertidumbres con el proceso de recuperación, al momento de decidir la reutilización del gas refrigerante. Un bajo grado de contaminación en el circuito frigorífico, evaluado según el resultado de un test para medir acidez en el aceite del compresor perteneciente al equipo o sistema, estima la posibilidad de obtener un resultado adecuado mediante la utilización de un equipo para reciclar gas refrigerante, el cual proviene de un procedimiento de servicio, pudiendo posteriormente cuantificar el éxito del proceso, mediante el funcionamiento adecuado del equipo o sistema intervenido.

En resumen, cuando se requiere la reutilización del gas refrigerante extraído del equipo o sistema (refrigeración o climatización) mediante la utilización de un equipo para reciclar, el grado de contaminación inicial debe ser bajo, situación evaluada con un test de acidez. Se podría reutilizar el refrigerante proveniente de un equipo o sistema contaminado severamente mediante la utilización de un equipo de reciclaje, aunque la incertidumbre de no disponer con un método específico para evaluar la calidad del refrigerante genera un grado de riesgo, pudiendo dañar el equipo o sistema intervenido al cargar con gas refrigerante contaminado. El único proceso capaz de generar un resultado del gas refrigerante procesado, óptimo en cuanto a su calidad, corresponde a la regeneración, destacando que dicho proceso y posterior evolución de resultados, se realiza en instalaciones especializadas en cuanto equipamiento y mano de obra.

La industria de la refrigeración y climatización para procedimientos de servicio en campo, no dispone comercialmente de un instrumento para evaluar la calidad del refrigerante, existen otras posibilidades de evaluación, las cuales se realizan con complejos instrumentos en laboratorios especializados.

7.4.4. Tecnología disponible para el proceso de regeneración

La regeneración de gas refrigerante incluye una serie de procesos, que dependen de varios factores, incluyendo el tipo de gas refrigerante, calidad del gas refrigerante, potenciales contaminantes y cantidad de gas refrigerante a tratar. Estos factores son variables de operación para los centros de regeneración y entregan las bases para la selección del equipamiento a utilizar.

Un informe preparado para la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (EPA), muestra la existencia de 49 patentes ingresadas en EEUU,

relacionadas con máquinas para la regeneración de refrigerantes. La agrupación general basada en tecnologías primarias de separación se transcribe a continuación:

1. **Destilación:** Proceso que consiste en calentar un líquido hasta que sus componentes más volátiles pasan a la fase de vapor. Posteriormente, se enfría el vapor para recuperar dichos componentes en forma líquida por medio de la condensación. El objetivo principal de la destilación es separar una mezcla de varios componentes aprovechando sus distintas volatilidades, obteniendo el componente más volátil en forma pura. Si la diferencia en volatilidad (ebullición) entre los dos componentes es significativa (aproximadamente 25°C), puede realizarse fácilmente la separación completa en una destilación individual. Esta tecnología primaria en base a sus principios, aplicados a la regeneración de refrigerantes, requiere en el inicio del proceso un refrigerante no mezclado con otros tipos.
2. **Adsorción/desorción:** Los Sistemas para separación por adsorción/desorción se basan en lechos adsorbentes para separar un refrigerante desde otros componentes, pudiendo operar en forma continua o por cargas. En un sistema típico, el refrigerante contaminado entra en una cámara inicial de adsorción donde el refrigerante es absorbido en un lecho de adsorbente, las impurezas y contaminantes no son adsorbidos en este proceso, por lo que continúan hacia una segunda cámara, de la cual son descargados. Posteriormente el refrigerante es desorbido desde el lecho de adsorción, mediante la activación con calor. La principal ventaja de esta tecnología es que el refrigerante puro puede ser extraído de la mezcla contaminada sin necesidad de utilizar numerosos dispositivos. Se trata de un sistema simple, que requiere solamente energía de bombeo y desorción. Sin embargo, una desventaja importante es que el material adsorbente está diseñado para trabajar con un refrigerante específico y por lo general su capacidad de adsorción disminuye con el tiempo.
3. **Sub-enfriamiento criogénico:** En estos sistemas el refrigerante contaminado se enfría en tres etapas hasta $-73,3^{\circ}\text{C}$. Posteriormente, el refrigerante 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.

Existen tres ventajas de esta tecnología; en primer lugar, se puede utilizar con cualquier tipo de refrigerante; en segundo lugar, la pureza del refrigerante que ingresa al sistema no es significativa, a diferencia de la mayoría de los procesos de destilación, donde es necesario tener un refrigerante no mezclado. La tercera ventaja es la de funcionamiento a baja presión, la cual es mucho menor comparado con un sistema típico de separación por destilación, lo que entrega un riesgo mucho menor de fuga a través de juntas defectuosas durante el proceso de separación. Sin embargo, la energía necesaria para enfriar el líquido a $-73,3^{\circ}\text{C}$

es el factor principal de que esta tecnología no sea común mente utilizada en la industria.

Las tecnologías descritas anteriormente en conjunto con elementos secundarios como filtros y sistemas de purga para gases no condensables se utilizan para eliminar los contaminantes (sólidos, humedad y ácidos), regenerando el refrigerante bajo las especificaciones del Estándar AHRI 700.

La sola existencia de patentes para equipos de regeneración, según las tecnologías primarias descritas anteriormente, no asegura una máquina certificada y disponible comercialmente. Las destilaciones el método de separación primaria comúnmente utilizado en equipos de regeneración y establece las bases para la tecnología de fabricación.

Principalmente para el desarrollo de máquinas regeneradoras de refrigerante la destilación se realiza mediante la utilización de un compresor entre las etapas de evaporación y condensación. El compresor se usa para aumentar la presión del gas refrigerante, utilizando generalmente aire ambiente como un medio de intercambio de calor para condensar el gas refrigerante.

7.4.5. Selección del proceso de tratamiento y disposición final de SAO.

1. Usando el recuperador de refrigerantes, un técnico capacitado se encarga de realizar la extracción y almacenamiento del producto en un recipiente adecuado para su traslado.
2. Se almacena el refrigerante en recipientes especiales llamados cilindro de recuperación. Se guarda en estos contenedores para evitar que el producto recuperado sea contaminado por un factor externo y también para evitar fugas al medio ambiente mientras se traslada a la planta de tratamiento. Es necesario garantizar que no se mezclen diferentes tipos de refrigerantes en un mismo cilindro.
3. El proceso de regeneración en la planta inicia con la etapa de recepción de los cilindros de refrigerante recuperado, aquí son puestos en un almacén temporal mientras pasan a la siguiente etapa del proceso.
4. La etapa de verificación y clasificación, consiste en revisar el tipo de refrigerante de cada cilindro y agruparlos en lotes de x kg, estos lotes quedan a la espera de ser llevados al tratamiento de recuperación de refrigerante.
5. Se toman los cilindros del almacén temporal y se acumulan en lotes de 35 kg.
6. Se trasladan los cilindros al área de regeneración y se conecta cada cilindro a la máquina para alimentarlo con el gas contaminado, esta realiza el proceso

de regeneración y en salidas diferentes salen gas refrigerante con al menos el 95 % de pureza mientras que en otra salida se desechan el aceite y otros contaminantes. El refrigerante regenerado es almacenado directamente de la maquina a nuevos cilindros rellenables.

7. Se toman muestra de cada lote y se le practica un análisis cromatográfico para determinar que cumpla con la noma AHRI-791. Si el refrigerante no consigue alcanzar los parámetros esperados, se debe realizar nuevamente el proceso de regeneración, si el producto conseguí alcanzar los parámetros el producto está listo para ser utilizado nuevamente.
8. Se recarga cada cilindro con la cantidad de refrigerante necesario según las aplicaciones a la cual será destinado.
9. Los cilindros nuevos cargados de refrigerante regenerado son almacenados en la bodega de despacho, espera de ser trasladados a los centros de comercialización. El refrigerante obtenido y despachado se espera tenga al menos el 95 % de pureza.

7.4.6. Diagrama de flujo-Regeneración de refrigerante por destilación.

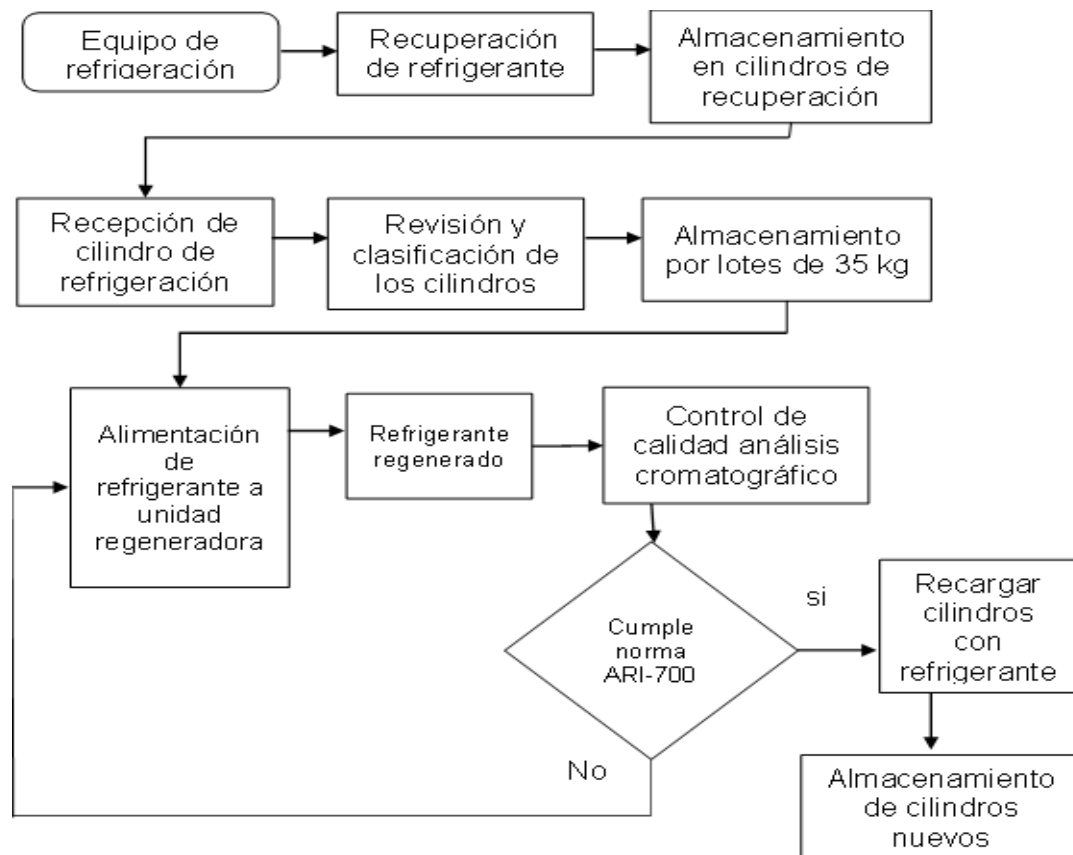


Figura 7 Diagrama del proceso de regeneración. Fuente: Elaboración Propia

7.4.7. Operaciones y equipos

Basados en la investigación realizada sobre métodos de tratamiento para refrigerantes, se determinó que la regeneración por destilación es el procedimiento más adecuado desde el punto de vista técnico financiero para implementar en la planta y se seleccionó un equipo de regeneración de refrigerantes de la marca Reftec modelo Bulldog System III de 15 hp (Ver Anexo I Tablas 1.2), basados en los requerimientos y capacidades de esta máquina se ha diseñado la planta de tratamiento de refrigerantes.

Tomando en cuenta la tecnología que se aplicara para el funcionamiento de la planta de tratamiento (Ver Anexo IV Figura 4.2), las operaciones principales son:

Tabla 7 Operaciones de la planta

Operaciones principales para el tratamiento de refrigerante	
Recuperación	Extraer refrigerante de los sistemas de refrigeración
Clasificación	Determinar, tipo de refrigerante y definir si es apto para regeneración
Regeneración	Limpieza del refrigerante usado y volverlo 95 %
Control de calidad norma AHRI 700 (Análisis Cromatográficos)	Evaluar mediante cromatografía de gases si el producto está listo para ser usado nuevamente
Re envasado	Empacar el refrigerante regenerado en nuevos cilindros para ser comercializados nuevamente
Disposición final	Almacenar o destruir los refrigerantes no aptos para regeneración.

Fuente: Elaboración propia.

Las características y el detalle de cotizaciones se obtuvieron de diferentes proveedores. Ver Anexo I Tabla 1.

VIII. Estudio económico financiero para la instalación de una planta de tratamiento de refrigerantes

El estudio económico-financiero, se realizó en cuatro etapas, que fueron:

- Estimación de las inversiones del proyecto.
- Establecimiento de las fuentes y determinación de los montos del financiamiento del proyecto.
- Determinación de los presupuestos de ingresos y egresos del proyecto
- Determinación de los estados financieros

Estos cuatro elementos, permiten analizar y establecer la viabilidad técnica-económica del proyecto, determinando:

- El monto total de la inversión del proyecto,
- Los ingresos y gastos totales de operación,
- Las fuentes y esquemas de financiamiento que requerirá el mismo proyecto, así como la estimación económica de la situación futura del proyecto.

La evaluación financiera del proyecto permitió analizar y establecer la rentabilidad del proyecto tanto sin financiamiento como con financiamiento; para lo cual se utilizarán cinco indicadores básicos:

- Valor Actual Neto,
- Relación Beneficio-Costo,
- Tasa Interna de Retorno
- Periodo de Recuperación de la Inversión

Se concluyó sobre la viabilidad y rentabilidad del proyecto en base de los resultados obtenidos en los escenarios de análisis:

- a. sin financiamiento
- b. con financiamiento

8.1. Supuestos de la evaluación económica financiera de la planta

La evaluación económica se realizó, sobre la base de los siguientes supuestos:

- a) La tasa de descuento exigida al proyecto por el inversionista no debe ser menor de un 25%, que es la misma con que evalúan proyectos de similares características y riesgos.
- b) La capacidad de la planta es de 50 Ton/año y su actividad es de 2,304 horas al año.

- c) El periodo de evaluación del ciclo de vida del proyecto se plantea en 10 años.
- d) La depreciación ocurrirá en este mismo periodo de 10 años sin valor residual.
- e) El capital de trabajo se asume que debe estar preparado para enfrentar 6 meses, es decir se debe contar inicialmente con el dinero para los costos de al menos medio año.
- f) El rendimiento de la planta es del 95% del refrigerante procesado.
- a) Financiamiento

Se analizan al menos dos escenarios:

- Para el escenario base, no se asumirá ningún préstamo. El capital es 100% de propiedad del inversor, sin deuda.
- El escenario dos, asume un financiamiento de organismos multilaterales como el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE).

8.2. Inversión estimada del proyecto

En este apartado se presentó el análisis de las inversiones necesarias para llevar a efecto este proyecto, realizándose la siguiente clasificación, conforme la naturaleza de la inversión: Inversión Fija, Inversión Diferida y Capital de trabajo.

8.2.1. Inversión Fija.

En este rubro quedan comprendidas las erogaciones que se efectuarán para la adquisición o compra de: Terreno, Obra Civil, maquinaria y equipo de proceso, materiales diversos y refacciones, equipo de mantenimiento, mobiliario y equipo de oficina, etc.

- **Terrenos y obras civiles**

Para la capacidad prevista de 50 Ton/Año, se considera necesaria una superficie aproximada de la planta de 14,052 m² y del edificio en sí mismo, de 1,543 m².

Por otra parte, según la Empresa DICOMA Nicaragua SA, la cual consideran un tipo de edificación estándar y aplicable al edificio que se requiere, el costo sería de 500 USD/m² por lo que la construcción de la planta costaría:

Edificios e infraestructura auxiliar **771,500 USD**

Terreno **140,000 USD**

Total, Terrenos y obras civiles 911,500 USD

De acuerdo a los datos entregados por los diferentes proveedores, en este concepto se consideró la maquinaria y equipo de proceso, equipos auxiliares, equipos de transporte, accesorios e instrumentos de control, incluyendo la ingeniería, el software, partes y piezas específicas y capacitación incluidas, para la ejecución del proyecto, con los supuestos anteriormente mencionados tendría el siguiente costo:

- **Maquinaria, Equipo de Proceso**

Tabla 8 Costos generales de equipos y complementos de procesos

Descripción	Costo
Maquinaria, Equipos de procesos y manejo de residuos	\$159,235.07
Software de control	\$3,500.00
Ingeniería, Entrenamiento y Capacitaciones	\$20,000.00
Sistema contra incendio	\$7,000.00
TOTAL	\$189,735.07

Fuente: Elaboración propia

- **Equipo de transporte:** Se consideran 2 camiones de 6 Ton y 2 camionetas sencillas, 2 motocicletas sencillas, un montacarga de 3 Ton y un Pallets manual, detallados a continuación:

Tabla 9 Costos de equipos de transporte

Descripción	Unidades	Costo
Camion Hyundai HD72	2	\$120,000.00
Toyota Hilux Cabina Sencilla 2.4 150D 4x4 GX	2	\$60,000.00
Bajaj Boxer 150	2	\$2,600.00
Montacarga de 3 ton	1	\$30,000.00
Hand Pallet Truck HPT3T	1	\$600.00
TOTAL		\$213,200.00

Fuente: Elaboración propia

- **Papelería y equipo de oficina:** Para este concepto se han considerado, la papelería y el equipo necesario para acondicionar las oficinas del área administrativa del área de producción.

Total, Papelería y equipo de oficina 20,000 USD

- **Equipo auxiliar y de arranque:** En este rubro de inversiones se incluyen el costo por adquisición de equipo de mantenimiento y equipo de seguridad industrial.

Total, Equipo auxiliar y de arranque, 50,000 USD.

El total de la inversión fija asciende a \$1,384,435.07. Ver Tabla 3.1 de resumen en Anexo III

8.2.2. Inversión diferida.

- a) Constitución legal de la empresa, permisos y registros correspondientes:**
En este concepto se incluyen los honorarios del Abogado y Notario Público, la inscripción en el Registro Mercantil, DGI, Alcaldía Municipal e INSS, así como el pago de permisos ambientales.

Total, Constitución legal de la empresa, permisos y registros correspondientes = 2,000 USD

- b) Elaboración de estudios:** Estudios legales, estudios de suelos y estudios de evaluación de impacto ambiental.

Total, elaboración de estudios, 6,000 USD.

- c) Instalación y arranque:** Este parte incluye las pruebas que se realizan antes de que la planta empiece a operar formalmente.

Total, Instalación, arranque y capacitación del personal, 3,000 USD.

El total de la inversión diferida asciende a \$11,000. Ver resumen Tabla 3.2 en anexo III.

8.2.3. Capital de trabajo.

Para los proyectos de inversión nuevos el capital de trabajo, es el monto de dinero necesario para iniciar las labores de producción y venta de la empresa, hasta el momento en que ésta es capaz de generar una cantidad de ingresos suficientes para cubrir el total de sus costos y gastos. El capital de trabajo sigue el ciclo de dinero- producto / servicio – dinero, por lo que es finalmente efectivo, sin embargo, puede existir una parte que permanece inmovilizado como inventarios y cuentas por cobrar, aunque en general es de realización en el corto plazo.

El capital de trabajo para este proyecto se compone de efectivo, que sirve para cubrir costos y gastos, inventarios de materias primas, productos en proceso y productos terminados. Es recomendable que el capital de trabajo sea equivalente a seis meses de los costos de producción.

En la tabla 10 se detallan el salario del personal en general y en la tabla 11 pago de servicios básicos e impuestos para el funcionamiento de la planta por mes:

- **Mano de obra**

Tabla 10 Salarios de personal de la planta

Personal	cant	Salario indiv	Montos
Gerente	1	\$1,500.00	\$1,500.00
Contador	1	\$500.00	\$500.00
Coordinador de recursos humanos	1	\$500.00	\$500.00
Recepcionista	1	\$230.00	\$230.00
Secretaria de gerencia	1	\$300.00	\$300.00
Oficial de operaciones	1	\$500.00	\$500.00
Jefe de mantenimiento	1	\$500.00	\$500.00
Auxiliar de mantenimiento	2	\$250.00	\$500.00
Supervisor de planta	1	\$600.00	\$600.00
Auxiliar de procesos	7	\$300.00	\$2,100.00
Jefe de laboratorio	1	\$600.00	\$600.00
Tecnico de regeneracion	2	\$400.00	\$800.00
Jefe de area de regeneracion	1	\$800.00	\$800.00
Conductores cat 4A	3	\$400.00	\$1,200.00
Jefe de ventas	1	\$1,000.00	\$1,000.00
Ejecutivo de ventas	2	\$300.00	\$600.00
TOTAL			\$12,230.00

Fuente: Elaboración Propia

- **Servicios**

Tabla 11 Pagos de servicios mensual en la planta

Servicios	costos
Seguridad	\$600.00
Electricidad	\$1,000.00
Agua potable	\$300.00
Internet	\$100.00
Tratamiento de mezcla oleosa	\$300.00
Alcaldia	\$200.00
DGI	\$250.00
Mantenimiento	\$1,500.00
limpieza gral	\$600.00
Combustible	\$700.00
otros	\$1,000.00
Total	\$6,550.00

Fuente: Elaboración propia

Total, capital de trabajo para 6 meses seria de:

\$112,680.00

Ver resumen en Anexo III tabla 3.3

8.2.4. Inversión total y resumen de Inversiones.

La inversión total asciende a \$1,508,115.07 para el año 0 o año de instalación y puesta en marcha. De esta inversión inicial, corresponden a la Inversión Fija \$1,384,435.07 (91.8%), a la Inversión Diferida \$11,000.00 (0.73%) y al capital de trabajo \$112,680.00 (7.47%).

Tabla 12 Resumen de inversiones

Concepto	Monto USD
Gran Total Inversión fija	\$1,384,435.07
Gran Total Inversión diferida	\$11,000.00
Total, capital de trabajo	\$112,680.00
Total, de inversión	\$1,508,115.07

Fuente: Elaboración propia

8.3. Financiamiento.

El financiamiento del proyecto debe indicar las fuentes de recursos financieros necesarios para su ejecución y funcionamiento y describir los mecanismos a través de los cuales fluirán esos recursos hacia los casos específicos del proyecto. Así mismo, se analizó las condiciones financieras en que se encontrarán los créditos, así como los gastos financieros en que incurrirá la empresa.

8.3.1. Estructura financiera del Proyecto

El Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) financia por medio de préstamos, el desarrollo de proyectos ambientales, a 10 años de plazo y a una tasa favorable del 8% anual, por medio de préstamos tanto a inversionistas privados centroamericanos como a cualquiera de los estados centroamericanos miembros del SICA. La cobertura puede alcanzar hasta un 80 % del monto total de la inversión, siempre y cuando se cuente con avales del Estado Nacional correspondiente y responda a los programas de desarrollo económico social de la región centroamericana.

En la Tabla 18, se presenta el programa de amortización del préstamo correspondiente a un 50% de la inversión total, ya que, este es un proyecto nuevo de este tipo en el país, y sería otorgado por el BCIE, a 10 años, a pagos constantes, con una tasa de interés del 8%.

Total, del préstamo sería de: 754,057.54 USD

8.3.2. Depreciaciones de activos fijos y amortizaciones de activos diferidos.

Las depreciaciones y amortizaciones son sobre el valor de los activos fijos y diferidos respectivamente, así como de su vida útil. Se ha aplicado una depreciación anual del 10 % de los activos fijos y diferidos, tal y como lo establece la Ley de Concertación Tributaria y sus reformas.

Tabla 13 Programa de amortización del préstamo de la inversión, a ser otorgado por el BCIE.

Año	Interes	Abono a deuda	Cuota	Saldo
0				\$ 754,057.54
1	\$ 60,324.60	\$ 75,405.75	\$ 135,730.36	\$ 678,651.78
2	\$ 54,292.14	\$ 75,405.75	\$ 129,697.90	\$ 603,246.03
3	\$ 48,259.68	\$ 75,405.75	\$ 123,665.44	\$ 527,840.27
4	\$ 42,227.22	\$ 75,405.75	\$ 117,632.98	\$ 452,434.52
5	\$ 36,194.76	\$ 75,405.75	\$ 111,600.52	\$ 377,028.77
6	\$ 30,162.30	\$ 75,405.75	\$ 105,568.05	\$ 301,623.01
7	\$ 24,129.84	\$ 75,405.75	\$ 99,535.59	\$ 226,217.26
8	\$ 18,097.38	\$ 75,405.75	\$ 93,503.13	\$ 150,811.51
9	\$ 12,064.92	\$ 75,405.75	\$ 87,470.67	\$ 75,405.75
10	\$ 6,032.46	\$ 75,405.75	\$ 81,438.21	\$ -

Fuente: Elaboración propia.

El valor de rescate de los activos fijos y diferidos, queda establecido en un 10% del valor inicial.

8.4. Presupuesto de operación.

La operación o puesta en marcha del proyecto implicó la conjugación de ingresos y egresos, por lo que se debe pronosticar el volumen y comportamiento que tendrán estos dos grandes presupuestos durante la vida del proyecto, retomando la información estadística de los capítulos anteriores del presente análisis de factibilidad.

8.4.1. Presupuesto de ingreso

El presupuesto de ingreso estuvo en función de los volúmenes de producción y venta, tanto del servicio de regeneración como de la venta del refrigerante regenerado, el cual tendría un valor que oscila entre un (70 – 50) % más barato que en el mercado.

Tomando en cuenta la capacidad anual de la planta 50 Ton/año

Ingresos por servicio de tratamiento: **500,000 USD**

Ingresos por venta de refrigerante regenerado: **332,500 USD**

Los ingresos por venta de refrigerante se calcularon tomando en cuenta que la planta tiene un rendimiento del 95% y asumiendo que el total de refrigerante tratado anualmente tiene la capacidad de regenerarse.

Ingreso total serian de 832,500 USD anuales.

8.4.2. Presupuesto de egresos.

En el presupuesto de egresos, se estimaron los costos y gastos de operaciones en que incurrirá la empresa. Tradicionalmente se divide el costo total de la empresa en: costo de producir (en este caso para el presente proyecto será costo de almacenamiento), gasto de administrar y vender y gasto financiero. Todo lo anterior, son los rubros principales que integran el presupuesto de egresos.

8.4.3. Costos operacionales de producción

Costo por Mantenimiento

El costo de mantenimiento de la planta incluyó el mantenimiento de la maquinaria, equipos, accesorios, instrumentos, las instalaciones física e infraestructura. Ver tabla 11.

Mano de Obra.

Los costos de mano de obra de la planta, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 14 Costos de mano de obra.

Personal	Cant	Salario	vacaciones	13 ^{vo} mes	Inss patronal	Total salarios
Oficial de operaciones	1	\$500.00	\$500.00	\$500.00	\$107.50	\$8,505.00
Supervisor de planta	1	\$600.00	\$600.00	\$600.00	\$129.00	\$10,206.00
Auxiliar de procesos	7	\$300.00	\$300.00	\$300.00	\$64.50	\$26,703.00
Jefe de laboratorio	1	\$600.00	\$600.00	\$600.00	\$129.00	\$10,206.00
Tecnico de regeneracion	2	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$86.00	\$11,604.00
Jefe de area de regeneracion	1	\$800.00	\$800.00	\$800.00	\$172.00	\$13,608.00
TOTAL PERSONAL	13	-	-	-	-	\$80,832.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15 Costos operacionales de producción anual

Costos de producción	
Transporte	\$6,000.00
Mano de obra	\$80,832.00
Mantenimiento	\$18,000.00
Servicios Básicos	\$15,600.00
TOTAL	\$120,432.00

Fuente: Elaboración propia

8.4.4. Gastos de administración y venta.

Son los gastos en que incurrirá la empresa en el área de oficinas y estos son: sueldos y salarios del personal administrativo y de ventas, servicio de limpieza, teléfonos, gastos de papelería, gastos de publicidad, seguro de equipo de transporte y las depreciaciones y amortizaciones del área administración. Se asumirán para los gastos de administración un 60% de los gastos de mano de obra directa, que equivale a:

Gastos de administración = $0.6 \times 80,832 \text{ USD} = 48,499.2 \text{ USD}$

Se asumirán para los gastos de ventas un 30 % de los gastos de mano de obra directa, que equivale a: Gastos de venta = $0.3 \times 80,832 \text{ USD} = 24,242.6 \text{ USD}$

8.4.5. Gastos financieros.

Los gastos financieros comprenden el pago de intereses por el préstamo a otorgarse por el BCIE y ascienden a **331,785.32 USD**, estos se determinaron en la parte de financiamiento conforme la Tabla 11.

En la Tabla 16 se presenta el presupuesto de egresos para la vida útil del proyecto y que se integra por los gastos de administración y venta y los gastos financieros.

Tabla 16 Presupuesto de egresos

Descripción	Monto
Gastos Administrativos	\$48,499.20
Gastos de venta	\$24,242.60
Gastos financieros	\$331,785.32
Total	\$404,527.12

Fuente: Elaboración propia

8.5. Resultados de evaluación

Los resultados de la evaluación económico-financiera de la alternativa de la planta de tratamiento de refrigerante con las dos opciones, tanto sin financiamiento como con el préstamo del BCIE, se muestran a continuación en la tabla 17.

Tabla 17 Resumen de resultados de evaluación económico-financiera de la alternativa planta de tratamiento de refrigerantes.

Criterios de evaluación	Escenario I	Escenario II
	Inversión pura, sin financiamiento.	Préstamo del BCIE sobre el 50% de la Inversión
TIR	25.68%	46.93%
VAN	\$31,887.35	\$985,525.78
B/C	2.27 USD/USD	2.24 USD/USD
Periodo de Recuperación	3.12	4.06
Nota: El BCIE, para proyectos ambientales. Tasa preferencial: = 8% Periodo: =10 años y 50% de inversión.		

Sobre la base en estos resultados se sugirió implementar el proyecto con el Escenario II, ya que este constituye la opción más viable, dado que el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) (Ver Tabla 3.7 Anexo III), financia proyectos ambientales. En este caso se obtiene una TIR > Tasa propuesta por el cliente, es decir 46.93 %>25%, un VAN > 0 y supera significativamente la VAN de la alternativa sin financiamiento, un B/C = 2.24 (Ver Tabla 3.5 y 3.6 de Anexo III), y un periodo de recuperación de 4.06 años. Todos los datos utilizados para el cálculo de los indicadores económicos se resumen en la tabla 3.4 de Anexo III

8.5.1. Análisis de sensibilidad

En esta última fase, se evalúan 3 escenarios a parte del esperado (Ver Tabla 3.8, 3.9, y 3.10 de Anexo III), y se realizó sometiendo a una prueba de disminución en las ventas (ingresos anuales) y el aumento de los costos para llevar a cabo la operatividad de la planta, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 18 Análisis de sensibilidad

Consolidado del análisis de sensibilidad						
Descripción	VAN	TIR	PRI	B/C	Disminución de las ventas	Aumento en costos
Escenario esperado	\$985,525.78	46.93%	4.06	2.24	0%	0%
Escenario 2	\$616,299.23	36.03%	5.07	2.15	10%	10%
Escenario 3	\$305,339.17	26.50%	6.13	2.04	20%	20%
Escenario 4	\$258,243.90	25.01%	7.02	2.01	21%	25%

Fuente: Elaboración propia

El escenario 4 (Ver Tabla 3.10 de Anexo III) indica las limitaciones de rentabilidad del proyecto, ya que, superando esos porcentajes en la disminución de las ventas y aumento de los costos, este podría cerrar operaciones. La base de cálculo para todos estos resultados estará reflejada en la sección anexo III.

IX. Conclusiones

La legislación ambiental del país relacionada con la gestión de las SAO, está orientada a disminuir su uso a lo interno, otorgándole prioridad al control del ingreso de estas sustancias al país. El principal avance es la creación de la oficina de ozono encargada de la gestión integral de estas sustancias, otorga permisos y cuota de importación de cada tipo de refrigerante.

Se caracterizaron cinco alternativas técnica-económicas, empleadas en los países del continente americano. Se estableció que los alcances técnicos del tratamiento de SAO, es la regeneración de las SAO o en su defecto la destrucción de la SAO. Existen tres métodos de regeneración: destilación, absorción/desorción y subenfriamiento criogénico.

La estrategia de modelo de negocios, seleccionada para el contexto de Nicaragua, consiste en:

- II) Pago por el servicio de regeneración de SAO
- III) Venta del refrigerante regenerado con descuento de hasta 50 % más bajos que el valor del mismo producto virgen.

Se estableció que el proyecto de instalación de una planta para tratamiento y disposición final en el país, es técnicamente viable. Se empleará el método de regeneración de SAO con el sistema por destilación. La tecnología y equipos necesarios serán adquiridos en el extranjero, en el país se cuenta con personal capacitado para la puesta en marcha, la administración y la ejecución de los procesos de regeneración.

El proyecto mantiene una TIR superior a la TREMA, tanto en el escenario de inversión pura como en el de inversión con financiamiento. Se ejecutará el proyecto con un 50% de financiamiento a una tasa de interés del 8%, con un plazo de diez años. Los criterios financieros del proyecto son: TIR = 46.93%, VAN = 985,525.78 USD; Relación Beneficio/Costo: = 2.24 USD/USD. Periodo de recuperación 4 años, con lo que se demuestra la viabilidad económica financiera del proyecto.

X. Recomendaciones

Para lograr alcanzar los objetivos de reducir el impacto de las SAO es necesario trabajar coordinadamente desde todos los niveles que están involucrados en el uso y manejo de estas sustancias, algunas de las acciones que se pueden seguir son las siguientes:

- Actualizar y complementar el marco legal, para que contenga atribuciones y competencias perfectamente definidas que le permitan regular el manejo de estas sustancias en el país, principalmente cuando estas deben desecharse.
- Crear manuales y normas técnicas que instruyan a los técnicos en refrigeración, para saber cómo proceder en cada situación que se les presente al momento de manejar refrigerantes.
- Para la disposición final y regeneración de los refrigerantes se debe contar con instalaciones y tecnología adecuada, es necesario desarrollar centros de recolección.
- Se debe exigir, según proceda, que los refrigerantes no sean liberados al medio ambiente y que las empresas responsables de importar, distribuir y brindar servicios técnicos de mantenimiento o instalación de sistemas de refrigeración recuperen estos compuestos después de su vida útil y le den el tratamiento adecuado.
- Se debe desarrollar un control estricto de los ingresos de SAO al país para cuantificar las cantidades que circulan a nivel nacional.
- Realizar el cambio a sistemas ecológicos tan pronto como sea posible a fin de reducir o eliminar los efectos producidos por los refrigerantes convencionales contra el medio ambiente.

Además de cumplir con estas acciones técnicas directas sobre los sectores involucrados, es conveniente realizar capacitación sobre la incidencia de las SAO y la manera en la que cada sector de la sociedad puede corregir o prevenir el efecto contaminante de las mismas.

Las instalaciones de tratamiento deben funcionar apegándose a los siguientes principios:

- Adoptar medidas necesarias que permitan salvaguardar la salud y la seguridad ambiental y ocupacional.
- Tener un programa eficiente de vigilancia, registros y presentación de informes.
- Contar con un programa de capacitación acertado a las necesidades del proceso de tratamiento para refrigerantes.
- Tener plan de emergencia apropiado, de vigilancia constante ante cualquier fuga o incidente que amenace con la liberación de refrigerantes contaminado o regenerado al ambiente.

XI. Bibliografía

1. **Alvarez Garcia, S. E. (2017). *Selección de alternativas de aprovechamiento y valorización material y energética del residuo neumático fuera de uso en el municipio de Managua, Nicaragua*. Managua: UNI.**
2. **Baca Urbina , G. (2015). *Evaluación de proyectos 7ma Ed.* Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A. DE C.V.**
3. **Baca Urbina, G. (2015). *Ingeniería económica*. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A. DE C.V.**
4. **CNRCST. (2018). *CNRCST*. Obtenido de CNRCST**
5. **GISMA. (2014). *Proyecto diseño del programa de regeneración para la implementación de centros de regeneración, recuperación, reciclaje y acopio de gases refrigerantes en Chile*. Santiago: GISMA.**
6. **La Gaceta Diario oficial. (2022). *Decreto Presidencial número 09-2022*. Managua: La Gaceta.**
7. **MARENA. (2021). *Manual de buenas prácticas ambientales y usos de refrigerantes*. Managua.**
8. **PNUMA Secretaría del Ozono. (2000). *Protocolo de Montreal relativo a las*. Kenia: ONUN.**
9. **SEMARNAT. (2014). *Buenas Prácticas en el uso de sustancias alternativas a los hidroclorofluorocarbonos*. Mexico: SEMARNAT.**
10. **Utopista, S. (31 de mayo de 2019). *UV: Utopía Vital*. Obtenido de <https://utopiavital.wordpress.com/2019/05/31/agujero-en-la-capade-ozono/>**

XII. Cronograma de actividades

Nº	ACTIVIDAD	Fecha de cumplimiento (SEMANAS)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
0									
1	Selección, definición y aprobación del tema de trabajo monográfico	09/01-15/01/2023							
2	Elaboración de Marco Teórico /conceptual		16/01-22/01/2023						
3	Elaboración del Diseño metodológico			23/01-29/01/2023					
4	Generación de datos , sistematización , análisis y discusión de resultados				30/01-05/02/2023				
5	Aplicación de instrumentos, prueba de laboratorios					06/02-12/02 /2023			
6	Procesamiento, análisis y discusión de resultados						13/02-19/02/ 2023		
7	Entrega, revisión y aprobación del informe final							20/02 - 26/02/2023	
8	Defensa de trabajo monográfico								27/02 - 04/03/2023

Anexos

Índice de Anexos

Anexos I

Tabla 1. 1 Proveedores y cotización de Equipos.....	iii
Tabla 1. 2 Equipo de Regeneración (Seleccionado en el proyecto).....	iv
Tabla 1. 3 Equipo de regeneración	iv
Tabla 1. 4 Sistema de recuperación y regeneración RRS.....	iv
Tabla 1. 5 Sistema de recuperación ASADA.....	v
Tabla 1. 6 Sistema de regeneración TST STAG	v
Tabla 1. 7 Resumen de cotizaciones de equipos de regeneración.	vi

Figuras

Figura 1. 1 Máquina recuperadora Kozyvacu	vi
Figura 1. 2 Manómetro con mangueras	vi
Figura 1. 3 Filtro deshidratador	vii
Figura 1. 4 Válvula de bola y tee	vii
Figura 1. 5 Báscula Electrónica.....	vii
Figura 1. 6 Tanque certificado.....	vii
Figura 1. 7 Válvula de control.....	vii
Figura 1. 8 Bomba de vacío ELITECH	vii

Anexo II

Tabla 2. 1 Requisitos de solicitud de cuota de importación.....	viii
---	------

Anexo III

Tabla 3. 1 Tabla de inversión fija.....	ix
Tabla 3. 2 Inversión diferida	ix
Tabla 3. 3 Resumen Capital de trabajo	ix
Tabla 3. 4 Datos para la determinación de los indicadores económicos.....	x
Tabla 3. 5 valores para determinar relación beneficio costo	x
Tabla 3. 6 Valor actual neto de la relación	x
Tabla 3. 7 Escenario esperado.....	xi
Tabla 3. 8 Escenario 2 con disminución de ventas y aumento de costos al 10%.....	xii
Tabla 3. 9 Escenario 3 con disminución de ventas y aumento de costos al 20%.....	xiii
Tabla 3. 10 Escenario 4 con disminución de ventas 23% y aumento de costos 24%.....	xiv

Planos

Figura 4. 1 Distribución de planta.....	xv
Figura 4. 2 Distribución de equipos de proceso	xvi

Anexos I

Para los equipos de recuperación y regeneración, existe una variada disposición comercial en empresas distribuidoras, de diferentes marcas y procedencia que son encontradas solo en el extranjero.

A continuación, se detallan la cotización de los equipos solicitados.

Tabla 1. 1 Proveedores y cotización de Equipos

Descripción	Proveedor	Capacidad	Cantidad	Costo USD
Maquina regeneradora Bulldog System III	Reftec	270 kg /h	1	\$75,841.40
Bomba de vacío	Elitech	12 CFM	1	\$427.67
Identificador de refrigerantes	MasterCool	-	3	\$4,617.00
Manifold de servicio para CFC-12, HCFC-22 y CFC 501 incluye mangueras	MasterCool	-	4	\$502.00
Manifold de servicio para R-134A, R404A y R-407A incluye mangueras	MasterCool	-	4	\$532.00
Cilindro para recuperar refrigerante con sistema de sobrellenado	MasterCool	30 lb	300	\$37,200.00
Cilindro para recuperar refrigerante con sistema de sobrellenado	MasterCool	50 lb	200	\$25,500.00
Maquina recuperadora TST RR12A - 110V	Kozyvacu	-	4	\$1,596.00
Bacula electrónica para recargar refrigerante	OHAUS	-	2	\$170.00
Filtro deshidratador td	EMERSON	-	5	\$155.00
Detector electrónico de fugas infrarojo	ELITECH	-	5	\$1,745.00
Balanza para pesar tanques	OHAUS	-	2	\$315.00
Balanza analitica	METTLERTOLEDO	-	1	\$3,234.00
Cromatógrafo de gases para determinar pureza y contenido de gases no condensables	SHIMADZU GC-2014	-	1	\$2,400.00
Reactivos y accesorios de laboratorio	-	-	-	\$5,000.00

Tabla 1. 2 Equipo de Regeneración (Seleccionado en el proyecto)

Distribuidor: Reftec International System		
Tecnología primaria:	Destilacion	
Marca:	Reftec international system	
Modelo:	Bulldog System	
Refrigerantes admitidos:	R-12, R-22, R-134a, R-401A, R-401B, R-401C, R-402A, R-402B, R-404A, R-406A, R-407A, R-407B, R-407C, R-407D, R-408A, R-409A, R-410A, R-411A, R-411B, R-412A, R-500, R-502, R-507, R-509.	

Tabla 1. 3 Equipo de regeneración

Distribuidor: Serv-I-Quip, Inc		
Tecnología primaria:	Destilacion	
Marca:	Siqinc.	
Modelo:	RC5950	
Refrigerantes admitidos:	R-22, R-134a y R-502oR-410A.	

Tabla 1. 4 Sistema de recuperación y regeneración RRS

Distribuidor: Refrigerant Recovery System.		
Tecnología primaria:	Destilacion	
Marca:	Refrigerant Recovery System	
Modelo:	ST-1000	
Refrigerantes admitidos:	R-12, R-22, R-500 y R-502	

Tabla 1. 5 Sistema de recuperación ASADA

Distribuidor: Asada Corporation	
Tecnología primaria:	Separación electroestática
Marca:	Asada
Modelo:	ECO cycle Aurora.
Refrigerantes admitidos:	R-12, R-22, R-500, R-134A, R-404A, R-410A ,R-507 y R-509



Tabla 1. 6 Sistema de regeneración TST STAG

Distribuidor: Tst stag S.A	
Tecnología primaria:	Destilacion
Marca:	Tststag S.A
Modelo:	HP-1200
Refrigerantes admitidos:	R-12, R-134a, R-22, R-500 y R-502R-12, R-134a, R-22, R-500 y R-502



Las cinco alternativas de equipos para regeneración, encontradas en el mercado internacional, entregan una variada oferta económica, básicamente en función de sus características constructivas.

No es posible realizar una recomendación del equipo a utilizar, con criterios distintos a la capacidad y tipos de gas refrigerante admitido. Existen equipos de regeneración de similar capacidad y todos los equipos indicados admiten el HCFC-22, gas refrigerante con una alta presencia en equipos operativos y aun utilizado por algunos fabricantes.

El costo del equipamiento es diferente para la misma capacidad, producto de la adición de accesorios en el formato entregado, caracterizados en los presupuestos anexados.

Tabla 1. 7 Resumen de cotizaciones de equipos de regeneración.

Proveedor	Sitio Web	Procedencia	Relación Capacidad - Costo económico		Plazo para entrega en semanas
			Capacidad kg/hr	Valor neto en USD	
Reftec International System	www.reftec.com	U.S.A.	90	50.995	8
			180	53.995	
			270	61.87	
Siqinc	www.siqinc.com	U.S.A.	378	159.76	16
			378	178.5506	
Refrigerant Recovery System	www.refrigerantrecoverysystems.com	U.S.A.	135	5.995	Al momento de solicitar el presupuesto existen dos unidades para entrega inmediata
			181	6.995	
Asada Corporation	www.asada.co.jp	Japón	13,2	4.2	Sin información
Tst stag S.A.	www.stagi.com	España	135	45.629	6 - 8

Equipos para la recuperación

Figura 1. 1 Máquina recuperadora Kozyvacu



Figura 1. 2 Manómetro con mangueras

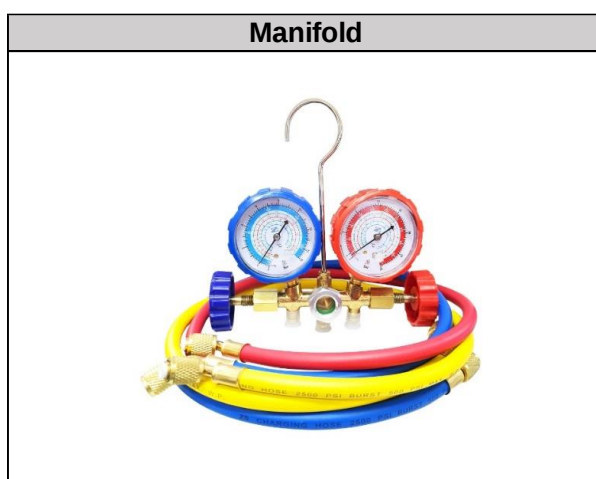


Figura 1. 3 filtro deshidratador



Figura 1. 4 Válvula de bola y tee



Figura 1. 5 Báscula Electrónica



Figura 1. 6 Tanque certificado



Figura 1. 7 Válvula de control



Figura 1. 8 Bomba de vacío ELITECH



Anexos II

Tabla 2. 1 Requisitos de solicitud de cuota de importación

Requisitos de inscripción a la dirección general de calidad ambiental del MARENA, para solicitar cuota de importación de las SAO.	
ITEM	Descripción
1	Carta de solicitud dirigida a la dirección general de calidad ambiental.
2	Hoja de datos de seguridad de las sustancias.
3	Ficha técnica de las sustancias o producto.
4	Datos del importador, país de origen, país de procedencia, usos previstos y cantidad en kg a importar
5	Documentos de representación legal de la empresa.
6	Licencia de importación vigente, emitida por la CNRCST.
7	Copia de cedula de identidad del representante legal.
8	Cedula Ruc de la empresa.
9	Descripción del tipo de envase
10	Reporte de las importaciones del año anterior en caso de que apique.

Anexo III

Resumen de datos para estudio Técnico Económico

Tabla 3. 1 Tabla de inversión fija

TOTALES	MONTOS
Total, Terrenos y obras civiles	\$911,500.00
Total, Maquinaria y Equipos de procesos	\$189,735.07
Total, Equipos de transporte	\$213,200.00
Total, Papelería y equipo de oficina	\$20,000.00
Total, Equipo auxiliar y de arranque	\$50,000.00
Gran Total Inversión fija	\$1,384,435.07

Tabla 3. 2 Inversión diferida

Totales	Montos
Total, Constitución legal de la empresa, permisos y registros correspondientes	\$2,000.00
Total, elaboración de estudios	\$6,000.00
Total, Instalación, arranque y capacitación del personal	\$3,000.00
Gran Total Inversión diferida	\$11,000.00

Tabla 3. 3 Resumen Capital de trabajo

Capital de trabajo	
Mano de obra	\$12,230.00/mes
Servicios	\$6,550.00/mes
Total a 6 meses	\$112,680.00

Tabla 3. 4 Datos para la determinación de los indicadores económicos

Datos para cálculo de rentabilidad	
Ingresos Totales	\$832,500.00
Costos de producción	\$120,432.00
Gastos Administrativos	\$48,499.20
Gastos de venta	\$24,242.60
Inversión total	\$1,508,115.07
Depreciación	10%
Plazo del préstamo	10 años
Tasa BCIE	8%
Tasa Inversionista	25%

Tabla 3. 5 valores para determinar relación beneficio costo

A	BENEFICIOS	COSTOS
0	\$866,737.54	\$0.00
1	\$832,500.00	\$472,396.58
2	\$832,500.00	\$468,173.86
3	\$832,500.00	\$463,951.14
4	\$832,500.00	\$459,728.42
5	\$832,500.00	\$455,505.69
6	\$832,500.00	\$451,282.97
7	\$832,500.00	\$447,060.25
8	\$832,500.00	\$442,837.53
9	\$832,500.00	\$438,614.81
10	\$1,134,123.01	\$434,392.08

Tabla 3. 6 Valor actual neto de la relación

VAN BENEFICIOS	VAN COSTOS
\$4,882,114.34	\$2,175,480.43

Tabla 3. 7 Escenario esperado

Proyecto de instalacion de una plata regeneradora de refrigerante.											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	\$832,500.00	\$832,500.00	\$832,500.00	\$832,500.00	\$832,500.00	\$832,500.00	\$832,500.00	\$832,500.00	\$832,500.00	\$832,500.00	\$832,500.00
Valor de Salvamento											\$301,623.01
Costos de Producción Directos	\$120,432.00	\$120,432.00	\$120,432.00	\$120,432.00	\$120,432.00	\$120,432.00	\$120,432.00	\$120,432.00	\$120,432.00	\$120,432.00	\$120,432.00
Utilidad Marginal	\$712,068.00	\$712,068.00	\$712,068.00	\$712,068.00	\$712,068.00	\$712,068.00	\$712,068.00	\$712,068.00	\$712,068.00	\$712,068.00	\$712,068.00
Costos Indirectos	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Costos Administrativos	\$48,499.20	\$48,499.20	\$48,499.20	\$48,499.20	\$48,499.20	\$48,499.20	\$48,499.20	\$48,499.20	\$48,499.20	\$48,499.20	\$48,499.20
Costos de Venta y Distribución	\$24,242.60	\$24,242.60	\$24,242.60	\$24,242.60	\$24,242.60	\$24,242.60	\$24,242.60	\$24,242.60	\$24,242.60	\$24,242.60	\$24,242.60
Pagos de Intereses	\$60,324.60	\$54,292.14	\$48,259.68	\$42,227.22	\$36,194.76	\$30,162.30	\$24,129.84	\$18,097.38	\$12,064.92	\$6,032.46	
Depreciación	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51
Impuesto del 2%	\$16,650.00	\$16,650.00	\$16,650.00	\$16,650.00	\$16,650.00	\$16,650.00	\$16,650.00	\$16,650.00	\$16,650.00	\$16,650.00	\$16,650.00
Utilidad Bruta	\$422,808.09	\$428,840.55	\$434,873.01	\$440,905.47	\$446,937.93	\$452,970.39	\$459,002.85	\$465,035.31	\$471,067.77	\$477,100.23	
Impuesto del 30% DGI	\$126,842.43	\$128,652.17	\$130,461.90	\$132,271.64	\$134,081.38	\$135,891.12	\$137,700.86	\$139,510.59	\$141,320.33	\$143,130.07	
Utilidad Neta	\$295,965.66	\$300,188.39	\$304,411.11	\$308,633.83	\$312,856.55	\$317,079.27	\$321,302.00	\$325,524.72	\$329,747.44	\$333,970.16	
Depreciación	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51
Pagos a Principal	\$75,405.75	\$75,405.75	\$75,405.75	\$75,405.75	\$75,405.75	\$75,405.75	\$75,405.75	\$75,405.75	\$75,405.75	\$75,405.75	\$75,405.75
Inversión de Activos (Tangibles e Intangibles)	\$1,395,435.07										
Capital de Trabajo	\$112,680.00										
Inversión	\$1,508,115.07										
Préstamo	\$754,057.54										
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-\$754,057.54	\$360,103.42	\$364,326.14	\$368,548.86	\$308,633.83	\$376,994.31	\$381,217.03	\$385,439.75	\$389,662.47	\$393,885.19	\$398,107.92
FNA	\$360,103.42	\$724,429.56	\$1,092,978.42	\$1,401,612.25	\$1,778,606.55	\$2,159,823.58	\$2,545,263.33	\$2,934,925.80	\$3,328,811.00	\$3,726,918.91	
TIR	46.93%	 Las celdas resaltadas en color marrón y verde contienen el periodo de recuperacion									
VAN	\$985,525.78										
PRI AÑOS	4.06										
B/C	2.24										

Tabla 3. 8 Escenario 2 con disminución de ventas y aumento de costos al 10%

	ESCENARIO 2										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	\$749,250.00										
Valor de Salvamento	\$301,623.01										
Costos de Producción Directos	\$132,475.20										
Utilidad Marginal	\$616,774.80										
Costos Indirectos	\$0.00										
Costos Administrativos	\$48,499.20										
Costos de Venta y Distribución	\$24,242.60										
Pagos de Intereses	\$60,324.60										
Depreciación	\$139,543.51										
Impuesto del 2%	\$14,985.00										
Utilidad Bruta	\$329,179.89										
Impuesto del 30% DGI	\$98,753.97										
Utilidad Neta	\$230,425.92										
Depreciación	\$125,676.26										
Pagos a Principal	\$75,405.75										
Inversión de Activos (Tangibles e Intangibles)	\$1,395,435.07										
Capital de Trabajo	\$112,680.00										
Inversión	\$1,508,115.07										
Préstamo	\$754,057.54										
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-\$754,057.54										
FNA	\$280,696.43										
TIR	36.03%										
VAN	C\$616,299.23										
PRI AÑOS	5.07										
B/C	2.15										

Las celdas resaltadas en color marrón y verde contienen el periodo de recuperacion

Tabla 3. 9 Escenario 3 con disminución de ventas y aumento de costos al 20%

ESCENARIO 3											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	\$666,000.00										
Valor de Salvamento	\$301,623.01										
Costos de Producción Directos	\$144,518.40										
Utilidad Marginal	\$521,481.60										
Costos Indirectos	\$0.00										
Costos Administrativos	\$48,499.20										
Costos de Venta y Distribución	\$24,242.60										
Pagos de Intereses	\$60,324.60										
Depreciación	\$139,543.51										
Impuesto del 2%	\$13,320.00										
Utilidad Bruta	\$235,551.69										
Impuesto del 30% DGI	\$70,665.51										
Utilidad Neta	\$164,886.18										
Depreciación	\$125,676.26										
Pagos a Principal	\$75,405.75										
Inversión de Activos (Tangibles e Intangibles)	\$1,395,435.07										
Capital de Trabajo	\$112,680.00										
Inversión	\$1,508,115.07										
Préstamo	\$754,057.54										
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-\$754,057.54										
FNA	\$215,156.69										
TIR	26.50%										
VAN	C\$305,339.17										
PRI AÑOS	6.13										
B/C	2.04										
Las celdas resaltadas en color marrón y verde contienen el periodo de recuperacion											

Tabla 3. 10 Escenario 4 con disminución de ventas 23% y aumento de costos 24%

	ESCENARIO 4										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	\$657,675.00	\$657,675.00	\$657,675.00	\$657,675.00	\$657,675.00	\$657,675.00	\$657,675.00	\$657,675.00	\$657,675.00	\$657,675.00	\$657,675.00
Valor de Salvamento											\$301,623.01
Costos de Producción Directos	\$150,540.00	\$150,540.00	\$150,540.00	\$150,540.00	\$150,540.00	\$150,540.00	\$150,540.00	\$150,540.00	\$150,540.00	\$150,540.00	\$150,540.00
Utilidad Marginal	\$507,135.00	\$507,135.00	\$507,135.00	\$507,135.00	\$507,135.00	\$507,135.00	\$507,135.00	\$507,135.00	\$507,135.00	\$507,135.00	\$507,135.00
Costos Indirectos	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Costos Administrativos	\$48,499.20	\$48,499.20	\$48,499.20	\$48,499.20	\$48,499.20	\$48,499.20	\$48,499.20	\$48,499.20	\$48,499.20	\$48,499.20	\$48,499.20
Costos de Venta y Distribución	\$24,242.60	\$24,242.60	\$24,242.60	\$24,242.60	\$24,242.60	\$24,242.60	\$24,242.60	\$24,242.60	\$24,242.60	\$24,242.60	\$24,242.60
Pagos de Intereses	\$60,324.60	\$54,292.14	\$48,259.68	\$42,227.22	\$36,194.76	\$30,162.30	\$24,129.84	\$18,097.38	\$12,064.92	\$6,032.46	
Depreciación	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51	\$139,543.51
Impuesto del 2%	\$13,153.50	\$13,153.50	\$13,153.50	\$13,153.50	\$13,153.50	\$13,153.50	\$13,153.50	\$13,153.50	\$13,153.50	\$13,153.50	\$13,153.50
Utilidad Bruta	\$221,371.59	\$227,404.05	\$233,436.51	\$239,468.97	\$245,501.43	\$251,533.89	\$257,566.35	\$263,598.81	\$269,631.27	\$275,663.73	
Impuesto del 30% DGI	\$66,411.48	\$68,221.22	\$70,030.95	\$71,840.69	\$73,650.43	\$75,460.17	\$77,269.91	\$79,079.64	\$80,889.38	\$82,699.12	
Utilidad Neta	\$154,960.11	\$159,182.84	\$163,405.56	\$167,628.28	\$171,851.00	\$176,073.72	\$180,296.45	\$184,519.17	\$188,741.89	\$192,964.61	
Depreciación	\$125,676.26	\$125,676.26	\$125,676.26	\$125,676.26	\$125,676.26	\$125,676.26	\$125,676.26	\$125,676.26	\$125,676.26	\$125,676.26	
Pagos a Principal	\$75,405.75	\$75,405.75	\$75,405.75	\$75,405.75	\$75,405.75	\$75,405.75	\$75,405.75	\$75,405.75	\$75,405.75	\$75,405.75	
Inversión de Activos (Tangibles e Intangibles)	\$1,395,435.07										
Capital de Trabajo	\$112,680.00										
Inversión	\$1,508,115.07										
Préstamo	\$754,057.54										
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-\$754,057.54	\$205,230.62	\$209,453.34	\$213,676.06	\$167,628.28	\$222,121.50	\$226,344.23	\$230,566.95	\$234,789.67	\$239,012.39	\$243,235.12
FNA		\$205,230.62	\$414,683.95	\$628,360.01	\$795,988.29	\$1,018,109.80	\$1,244,454.02	\$1,475,020.97	\$1,709,810.64	\$1,948,823.04	\$2,192,058.15
TIR	25.01%	 Las celdas resaltadas en color marrón y verde contienen el periodo de recuperacion									
VAN	C\$258,243.90										
PRI AÑOS	7.02										
B/C	2.01										

Anexos IV

Figura 4. 1 Distribución de planta

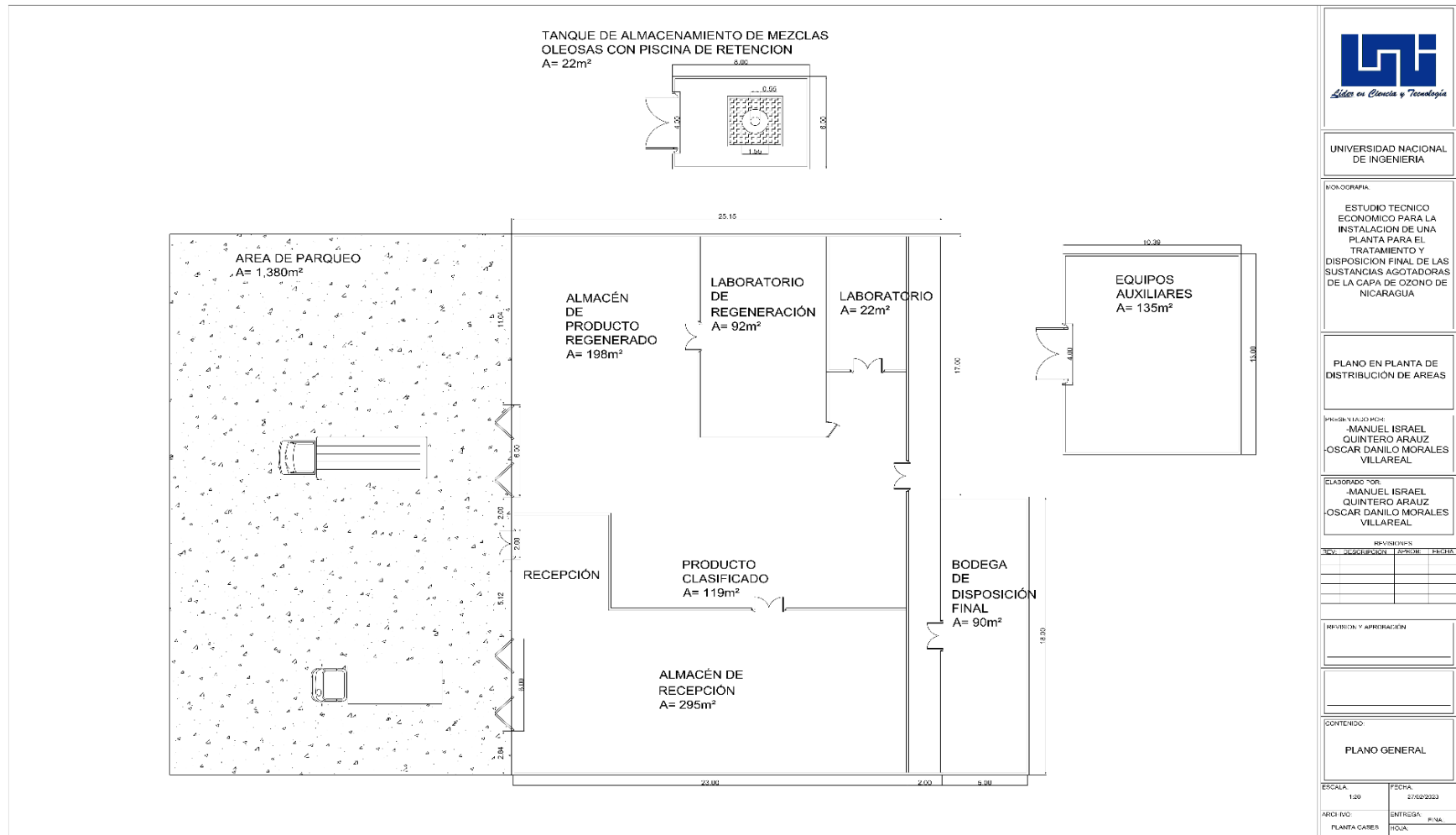


Figura 4. 9 Distribución de equipos de proceso

