

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL CENTRO DE
REGENERACIÓN DE REFRIGERANTES DE LA UNIVERSIDAD
PONTIFICIA BOLIVARIANA**

**Trabajo final para optar al título de
Magister en Ingeniería Ambiental**

JAIME DIEGO GONZÁLEZ RUIZ

Director

I.M. CESAR ALEJANDRO ISAZA ROLDÁN Ph.D

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍA

MAESTRIA EN INGENIERÍA AMBIENTAL

MEDELLÍN

2012

ACEPTACIÓN

Nota de aceptación _____

Presidente del jurado _____

Jurado _____

Jurado _____

Medellín, octubre de 2012

DEDICATORIA

“A todas aquellas personas que a través de los años le han dado sentido a mi vida, por el sólo hecho de existir y estar ahí acompañándome en el trasegar por los caminos de la vida, y los retos y desafíos a los que nos enfrenta cada día.”

Jaime Diego

AGRADECIMIENTOS

A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron a que este trabajo pudiera elaborarse.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN 1	
INTRODUCCIÓN	3
1. OBJETIVO GENERAL.....	6
1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	7
2.1 OZONO	7
2.1.1 Ozono troposférico.....	7
2.1.2 Ozono estratosférico	8
2.2 LA CAPA DE OZONO	9
2.3 GASES EFECTO INVERNADERO (GEI).....	11
2.4 CAMBIO CLIMÁTICO	13
2.5 GASES REFRIGERANTES	14
2.6 LOS GASES REFRIGERANTES COMO SUSTANCIAS PELIGROSAS	18
2.7 LOS REFRIGERANTES, LA CAPA DE OZONO, EL CALENTAMIENTO GLOBAL, EL MEDIO AMBIENTE Y EL HOMBRE	20
3. SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR	29
3.1 MARCO LEGAL	29
3.1.1 Colombia en el Protocolo de Montreal	33
3.1.2 Plan Nacional de Eliminación de Sustancias Agotadoras de Ozono	35
3.2 FABRICACIÓN (IMPORTACIÓN), MANEJO, USO Y DISPOSICIÓN FINAL	37
3.3 CIFRAS DEL SECTOR	39
3.3.1 Producción y consumo mundial de Sustancias Agotadoras de Ozono	39
3.3.2 Producción y consumo en Latinoamérica de Sustancias Agotadoras de Ozono 43	
3.3.3 Consumo de SAO en Colombia	44
3.4 RECUPERACIÓN, RECICLAJE Y REGENERACIÓN	48

4. CASO DE ESTUDIO: CENTRO DE REGENERACIÓN DE REFRIGERANTES DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA.....	55
4.1 OBJETIVO DE LA UNIVERSIDAD EN EL MARCO DE COOPERACIÓN ..	56
4.2 OBLIGACIONES DE LA UNIVERSIDAD COMO BENEFICIARIO	56
4.2.1 Legales	57
4.2.2 Manejo del laboratorio de pruebas.....	57
4.3 SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LA OPERACIÓN DEL CENTRO	58
4.4 PERSPECTIVAS DE TRABAJO DE COOPERACIÓN	58
4.5 CRONOGRAMA DE TRABAJO DE LA COOPERACIÓN	61
5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL CENTRO DE REGENERACIÓN DE REFRIGERANTES DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA	64
5.1 RESUMEN EJECUTIVO ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	64
5.2 GENERALIDADES DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)	65
5.2.1 Introducción	65
5.2.2 Objetivos.....	67
5.2.2.1 Objetivos Generales	67
5.2.2.2 Objetivos Específicos.....	67
5.2.3 Antecedentes.....	67
5.2.4 Alcances	70
5.2.5 Metodología general del estudio	71
5.2.5.1 Revisión de Literatura	72
5.2.5.2 Selección del Sitio para la Implementación del Centro de Regeneración....	73
5.2.5.3 Metodología para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.....	73
5.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO.....	74
5.3.1 Descripción de la infraestructura planeada para el almacenamiento, tratamiento y/o aprovechamiento de residuos y/o desechos peligrosos (SAO)	74
5.3.1.1 Distribución de las áreas.....	74
5.3.1.2 Equipos de regeneración e insumos	76
5.3.2 Diagrama de Flujo del proceso de regeneración de refrigerantes	78
5.3.3 Descripción de las principales actividades en el almacenamiento, tratamiento y/o aprovechamiento de las Sustancias Agotadoras de Ozono (SAO).....	80
5.3.3.1 Recolección y Transporte de Sustancias hasta el Centro	80
5.3.3.2 Descargue	80

5.3.3.3 Recibo de los gases refrigerantes.....	81
5.3.3.4 Procedimiento para el tratamiento de las sustancias refrigerantes.....	82
5.3.3.5 Almacenamiento de sustancias peligrosas (refrigerantes regenerados y sin regenerar).....	91
5.3.3.6 Cantidades mensuales estimadas de los diferentes tipos de residuos peligrosos generados en el Centro de Regeneración	91
5.3.3.7 Almacenamiento de los residuos peligrosos generados.....	93
5.3.3.8 Tiempos de Residencia.....	94
5.3.4 Cronograma general y costos de las actividades de adecuación del sitio de almacenamiento, tratamiento y aprovechamiento, construcciones y operación del proyecto.....	94
6. LÍNEA BASE AMBIENTAL	100
7. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS	104
8. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	120
8.1 OBJETIVO GENERAL	120
8.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	120
8.3 METAS.....	121
8.4 PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS.....	121
8.4.1 Programa para el Manejo de los Residuos sólidos, ordinarios, reciclables. .	121
8.4.2 Programa para el manejo de los residuos no peligrosos	124
8.4.3 Programa para el Manejo de los Residuos Peligrosos	125
8.4.3.1 Componente 1: prevención en el manejo de residuos peligrosos.....	125
8.4.3.2 Componente 2: manejo interno ambientalmente seguro	140
8.4.3.3 Componente 3: manejo externo ambientalmente seguro	150
8.4.4 Programa para el manejo del recurso agua	156
8.4.5 Programa para el manejo de la energía	157
8.5 PROGRAMA DE VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES	158
8.5.1 Programa para el manejo de aguas residuales sección administrativa	159
8.5.2 Programa para el manejo de aguas residuales tipo industrial	160
8.6 PROGRAMA DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS	161
8.6.1 Programa para el control de emisiones accidentales a la atmósfera por fugas ..	
.....	161

8.6.2 Programa para la ventilacion del Centro de Regeneracion (sistema de extracción de gases).....	163
8.6.3 Programa para el control de emisiones atmosféricas de fuentes móviles	164
8.7 PROGRAMA DE REVISIÓN Y MANTENIMIENTO A LOS EQUIPOS Y/O SISTEMAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	165
8.8 PROGRAMA DE SEÑALIZACIÓN	166
8.9 PROGRAMA DE HIGIENE, SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL	167
8.9.1 Programa de salud ocupacional.....	167
8.9.2 Programa de higiene personal y equipo de seguridad	168
8.9.3 Programa de entrenamiento del personal	170
8.10 PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	171
8.11 ACCIONES ENCAMINADAS A LA PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, CORRECCIÓN Y COMPENSACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS IDENTIFICADOS EN EL E.I.A.....	172
8.12 MANUALES DE PROCEDIMIENTOS Y OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS Y/O RESIDUOS PELIGROSOS	173
8.13 PROGRAMA DE CONTROL DE INVENTARIOS DE SUSTANCIAS O RESIDUOS PELIGROSOS QUE SON RECOLECTADOS, TRANSPORTADOS, APROVECHADOS, ALMACENADOS Y ENTREGADOS A DISPOSICIÓN FINAL O TRATAMIENTO.....	173
8.14 PROGRAMA DE MONITOREO DEL PROYECTO	175
8.15 PROGRAMA PARA LA PRESENTACIÓN ANTE LA ENTIDAD	178
9. CARACTERÍSTICAS DE LOS VEHÍCULOS DE RECOLECCIÓN.....	179
10. CARACTERÍSTICAS DE ZONAS DE ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS Y RESIDUOS O DESECHOS PELIGROSOS	194
11. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	202
12. PLAN DE CONTINGENCIA PARA EL ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS O DESECHOS PELIGROSOS.....	206
12.1 PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACIÓN Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS.....	206

12.1.1 Respuesta ante una Emergencia	209
12.1.1.1 En caso de incendios	211
12.1.1.2 En caso de derrames de residuos peligrosos.....	212
12.1.2 Primeros Auxilios	213
12.2 IMPLEMENTACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PLAN DE CONTINGENCIA	214
13. PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL.....	218
14. GUÍA PRÁCTICA DE VERIFICACIÓN DE SITIOS DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS O DESECHOS PELIGROSOS	219
15. CONCLUSIONES.....	224
16. RECOMENDACIONES	226
BIBLIOGRAFÍA	228

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Los gases refrigerantes más empleados	17
Tabla 2. Clasificación de algunos gases refrigerantes de acuerdo al rombo de seguridad.	20
Tabla 3. Potenciales de Agotamiento a la Capa de Ozono y Calentamiento Global .	24
Tabla 4. Nivel máximo de Ozono permisible en la atmósfera	26
Tabla 5. Límites de concentración de Ozono para definir prevención, alerta o emergencia.	27
Tabla 6. Concentración de Ozono a las 12:00 en las principales ciudades del país .	27
Tabla 7. Sustancias SAO controladas por el Protocolo de Montreal	30
Tabla 8. Proceso de reconversión en uso de SAO	46
Tabla 9. R12 recuperado en Antioquia.....	51
Tabla 10. R22 recuperado en Antioquia.....	51
Tabla 11. R134a recuperado en Antioquia	51
Tabla 12. Características de los refrigerantes R12 y R22 y R134a	52
Tabla 13. Listado de personas que participaron en el EIA del Centro de Regeneración	71
Tabla 14. Cronograma de actividades del EIA del Centro de Regeneración	72
Tabla 15. Colores de los cilindros de refrigerantes.....	81
Tabla 16. Prueba para la identificación de contaminantes en los gases refrigerantes.	88
Tabla 17. Niveles de contaminación estándar en los gases refrigerantes R12, R22 y R134a	89
Tabla 18. Tipo de residuos peligrosos generados en las pruebas de los contaminantes de los gases refrigerantes.....	91
Tabla 19. Cronograma Etapas del proyecto	94
Tabla 20. Costos de los equipos dados en comodato y adecuación del Centro	95
Tabla 21. Costos de los anuales de operación y mantenimiento	98
Tabla 22. Etapas y componentes del Centro de Regeneración	105

Tabla 23.	Acciones susceptibles de producir impactos y aspectos ambientales del Centro de Regeneración.....	106
Tabla 24.	Identificación de los impactos generados por el Centro de Regeneración	109
Tabla 25.	Calificación de los criterios de evaluación de los impactos ambientales ...	115
Tabla 26.	Rangos de calificación de impactos y su importancia ambiental respectiva	116
Tabla 27.	Matriz de valoración de impactos ambientales para el Centro de Regeneración.....	116
Tabla 28.	Caracterización de los residuos generados en el bloque 8 de la UPB	123
Tabla 29.	Flujo del proceso de generación de residuos peligrosos en el análisis de gases	127
Tabla 30.	Características más importantes de los reactivos empleados en el proceso de regeneración, de acuerdo al sistema globalmente armonizado (SGA).....	129
Tabla 31.	Clasificación de los residuos peligrosos generados en regeneración de gases	134
Tabla 32.	Cantidades de residuos generados en los análisis de refrigerantes	137
Tabla 33.	Envases según NTC 4702-1/9 para los respel generados en el centro de regeneración de refrigerantes para las pruebas de laboratorio	141
Tabla 34.	Envases según NTC 4702-1/9 para los respel generados en el centro de regeneración de refrigerantes para el proceso de regeneración	142
Tabla 35.	Envases según NTC 4702-1/9 para los respel generados en el centro de regeneración de refrigerantes para el proceso de mantenimiento de la infraestructura	142
Tabla 36.	Etiquetas que deben contener los diferentes residuos peligrosos generados..	143
Tabla 37.	Formato de registro de entrada y salida de residuos peligrosos	145
Tabla 38.	Aprovechamiento, tratamiento o disposición final de los residuos peligrosos ..	151
Tabla 39.	Resumen de los residuos peligrosos y principales características	153
Tabla 40.	Formato de verificación del programa de monitoreo	176
Tabla 41.	Cronograma de ejecución y costo de los Programas ambientales establecidos en el Plan de Manejo Ambiental	202
Tabla 42.	Secuencia de actividades para la prevención de emergencias	207

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Esquema de la formación del ozono troposférico	8
Figura 2. Localización de la Capa de Ozono en la superficie de la tierra.....	9
Figura 3. Variación de la concentración de Ozono con la altura.....	10
Figura 4. Concentración de Ozono en las diferentes zonas de la tierra.....	10
Figura 5. Efecto invernadero y calentamiento global.....	12
Figura 6. Esquema de la nomenclatura para la designación de los tipos de refrigerantes.	15
Figura 7. Proceso esquemático de la destrucción de las moléculas de Ozono al contacto con clorofluorocarbonados.....	22
Figura 8. Seguimiento al agujero de Ozono en la Antártida por año y tamaño en km ² ..	23
Figura 9. Niveles de Ozono en Colombia.	28
Figura 10. Esquema de funcionamiento de la red de recuperación y reciclaje, introduciendo los centros de regeneración.....	68
Figura 11. Distribución de las diferentes áreas de operación del Centro de Investigación, Desarrollo y Calidad en Refrigeración y Climatización de la UPB	75
Figura 12. Distribución de las diferentes áreas de operación del Centro de Regeneración	75
Figura 13. Fase de la recuperación de refrigerantes desde la fuente.	78
Figura 14. Fases del proceso de reciclaje	79
Figura 15. Ciclos correspondientes al Centro de Regeneración de la UPB	79
Figura 16. Proceso de regeneración de gases refrigerantes	84
Figura 17. Localización de la Universidad Pontificia Bolivariana	100
Figura 18. Localización del Centro de Regeneración dentro de la Universidad	101
Figura 19. . Estado actual del centro de regeneración	102
Figura 20. Vista superior del centro de regeneración	102
Figura 21. Esquema general de la ubicación del Centro de Regeneración en el Bloque 8, con sus servicios y anexidades.....	103
Figura 22. Flujo de materiales en el proceso de regeneración	127

LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Producción mundial de Clorofluorocarbonados	40
Gráfica 2. Consumo mundial de Clorofluorocarbonados.....	40
Gráfica 3. Producción de CFC en China, India y Brasil en los últimos años	41
Gráfica 4. Emisiones de CFC, HCFC, HFC desde 1990 con proyecciones al 2020.....	41
Gráfica 5. Liberación global residual de CFC-11 y CFC-12	42
Gráfica 6. Importación de CFC 12 en Colombia	44
Gráfica 7. Consumo de CFC en Colombia.....	45
Gráfica 8. Porcentajes de reducción de importación y consumo de CFC.....	45
Gráfica 9. Porcentaje de importaciones de HCFCs.....	46
Gráfica 10. Porcentaje de refrigerantes comúnmente encontrados en el comercio local en el período 2007 -2010.....	47
Gráfica 11. Refrigerantes recuperados entre 2008 y 2012	50

ANEXOS

Anexo A. Hojas de seguridad de los gases R-12 y R-22

Anexo B. Ficha Técnica del R134a

Anexo C. Normas, leyes y decretos sobre gases refrigerantes

Anexo D. Terminos de referencia del Estudio de Impacto Ambiental

Anexo E. Características de los equipos del Centro de Regeneración

Anexo F. Normas ARI -700-2006. Apendice C 2008

Anexo G. Procedimientos para el análisis de laboratorio norma ARI 700

Anexo H. Certificado de ubicación industrial o usos del suelo

Anexo I. Plan de Gestión integral de los residuos peligrosos

Anexo J. Ficha técnica de los insumos de laboratorio como sustancias peligrosas

RESUMEN

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través de la Unidad Técnica de Ozono (UTO), en convenio con la Universidad Pontificia Bolivariana, han tomado, como una medida para mitigar los efectos adversos que causan la liberación de los gases refrigerantes a la atmósfera, la creación de un Centro de Regeneración de refrigerantes, el cual tendrá como finalidad limpiar los gases R12, R22 y R134a usados y facilitar su inclusión nuevamente a los procesos productivos que los requieren.

Para la creación de dicho Centro de Regeneración, la Universidad, de acuerdo a los requerimientos ambientales, elaboró un Estudio de Impacto Ambiental, el cual se desarrolló teniendo en cuenta las siguientes etapas:

- Revisión de literatura
- Selección del sitio para la implementación del Centro de Regeneración
- Metodología para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental: El estudio de impacto ambiental se realizó siguiendo lo establecido en los términos de referencia suministrados por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Autoridad Ambiental Urbana en el Valle de Aburrá), lo estipulado en el Decreto 2820 de 2010, TITULO IV (Procedimiento para la obtención de Licencia Ambiental) y la Ley 1450 de 2011 en lo referente al trámite de licenciamiento.

La identificación y evaluación de aspectos e impactos ambientales, se realizó a través de la construcción de una matriz, donde se presentan las variables ambientales que son impactadas con el Centro de Regeneración, ya sea de una forma positiva o negativa y donde se determinó la ocurrencia de los impactos, medidos en periodicidad, intensidad, permanencia, cumplimiento de los requisitos legales y afectación a las partes interesadas.

La metodología aplicada para la evaluación y valoración de la significancia de los impactos ambientales identificados se retomó de la presentada por Arboleda, 2005 para estudios de impacto ambiental en general.

Dentro de las actividades tenidas en cuenta para este estudio, se asumieron como principales actividades la recolección y transporte de los gases refrigerantes hasta el Centro. El descargue, almacenamiento y tratamiento de los materiales peligrosos, que se puedan generar en la prueba de contaminantes a los gases refrigerantes y su regeneración.

Mediante la elaboración de la matriz de aspectos e impactos, se definieron las principales afectaciones al medio ambiente con la operación del Centro de Regeneración, encontrando que de 28 aspectos ambientales evaluados, 2 presentaron un impacto en categoría irrelevante y 22 en moderado.

Como resultado de la identificación de los aspectos e impactos se elaboró un plan de manejo, que contiene una serie de programas que contribuyen a mitigar los impactos ambientales, dentro de los que se destacan el Programa para el manejo del recurso agua, Programa para el manejo de los consumibles no peligrosos, Programa para el manejo de residuos peligrosos, articulado al manejo integral de los residuos peligrosos de la Universidad Pontificia Bolivariana desarrollado por el Grupo de Investigaciones Ambientales (GIA), Programa para el manejo de aguas residuales sección administrativa, Programa para el manejo de aguas residuales tipo industrial, Programa para el control de emisiones atmosféricas de fuentes móviles, Programa de revisión y mantenimiento de equipos y Programa de salud ocupacional, entre otros.

Para cada uno de los programas determinados, se definieron los procedimientos a seguir, tendientes a prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos generados por el proyecto durante las diferentes etapas relacionadas con el proceso de construcción, operación y abandono, complementando así el Estudio de Impacto Ambiental para el Centro de Regeneración de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín.

INTRODUCCIÓN

Los gases refrigerantes a base de clorofluorocarbonados, hidroclorofluorocarbonados, y fluorocarbonados cuyo uso es generalizado en la industria de la refrigeración, en los sistemas de aire acondicionado, en la fabricación de espumas y en aplicaciones médicas entre otras, ha traído consecuencias ambientales de grandes proporciones al contribuir a la destrucción de la capa de ozono y al cambio climático.

La destrucción de la capa de ozono, fue identificada inicialmente por Lovelock (1972) citado McCulloch (1999), quien fue el primero en investigar sobre los gases refrigerantes a base de clorofluorocarbonos y sus efectos en la capa de ozono, seguidas por Molina (1974), siendo el resultado de estas investigaciones, el instrumento base de las medidas específicas que deberían ser tomadas en el Protocolo de Montreal para regular la utilización de dichos gases entre los países adheridos al Protocolo.

En el Protocolo de Kioto de 1997, se definieron las sustancias responsables del cambio climático, entre las que se encuentran los hidroclorofluorocarbonados, reguladas sólo a partir del año 2005, cuando entró en vigor dicho Protocolo.

En ambos Protocolos, se establece una serie de medidas que deben ser adoptadas por los países adheridos a éstos, tendientes a disminuir las emisiones de los gases a la atmósfera o a contrarrestar los efectos en éste.

Colombia como país adherido a los Protocolos y consciente de las implicaciones medioambientales de la liberación de los gases refrigerantes a la atmósfera, ha iniciado una serie de acciones tendientes a la eliminación del consumo de los gases en los tiempo establecidos en los Protocolos, y de igual modo, está tomando medidas en el sentido de evitar la liberación a la atmósfera de los gases que se encuentran en los equipos obsoletos, en malas condiciones o cuyos gases han cumplido su ciclo de utilización al presentar niveles de contaminación que hacen ineficiente su funcionamiento.

En tal sentido, Colombia a través de la creación de la Unidad Técnica de Ozono, ha considerado la posibilidad de emplear tecnologías que tienen la capacidad de regenerar los gases refrigerantes y permitir su reúso, evitando que éstos sean emitidos a la atmósfera y contribuyan a la destrucción de la capa de ozono.

Ante la necesidad de establecer sitios de regeneración de estos gases en el país, la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) en su compromiso de contribuir al mejoramiento

de las condiciones medioambientales del entorno, ha querido ser pionera en Colombia en la creación de un Centro de Regeneración de Refrigerantes, por lo que a través de esta investigación realizada mediante la modalidad de tesis de posgrado en Maestría en Ingeniería Ambiental, ha sentado las bases del montaje del Centro bajo el estricto cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en Colombia.

Por tratarse del primer Centro de Regeneración en Colombia, la autoridad ambiental competente que en este caso es el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, ha expedido los primeros términos de referencia del Estudio de Impacto Ambiental para el montaje del Centro, lo cual convierte a la UPB en una entidad pionera en la ejecución de este tipo de estudios en Colombia, que servirán decididamente como referencia para la creación de otros centros de este tipo en el resto del país, donde se tenga en cuenta la minimización de los impactos ambientales generados en esta actividad.

Dentro de los aspectos más importantes a resaltar del estudio, se encuentra la generación de una matriz de impactos ambientales, donde se analizan a nivel de suelos, agua y aire los impactos generados por la actividad de regeneración, encontrándose que los mayores impactos se dan en la generación de residuos peligrosos como producto de las pruebas de laboratorio para el análisis de los gases refrigerantes, así como por los desechos resultantes del proceso de regeneración. También son importantes de resaltar las liberaciones controladas a la atmósfera de los gases refrigerantes empleados en las pruebas de contenido de contaminantes, los desechos propios de oficina y empleo de servicios sanitarios, entre otros, generando éstos un impacto moderado en el ambiente, de acuerdo con los resultados de la matriz de valoración de impactos empleada para este estudio, la cual corresponde a la desarrollada por Arboleda (2005), y adaptada a las condiciones del sitio, teniendo como referencia su amplia utilización en nuestro medio para valoración de impactos ambientales de diversa índole.

Como resultado de la matriz de impactos se definieron 31 impactos ambientales, para los cuales se definieron 16 programas enfocados a la minimización de dichos impactos, los cuales están orientados al manejo de los residuos sólidos ordinarios, manejo de los residuos peligrosos, manejo del recurso agua, manejo de la energía, manejo de los consumibles no peligrosos, manejo de las aguas residuales administrativas e industriales, control de emisiones accidentales y fugas de gases refrigerantes, ventilación del Centro de Regeneración, control de emisiones de fuentes móviles, revisión y mantenimiento de equipos, señalización, salud ocupacional, higiene personal, equipos de seguridad y protección personal, capacitación y educación ambiental.

En este trabajo se emplearán equipos cedidos en comodato por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, para el proceso de análisis y regeneración de gases

refrigerantes, siguiendo en su manejo la norma americana ARI 700-2006 y el apéndice C publicado en el 2008, donde los residuos peligrosos generados serán manejados de acuerdo a lo establecido en el decreto 4741 de 2005.

Los equipos de regeneración son unidades de tipo Van Steenburgh VS JV90, que realizan el proceso de limpieza de los gases refrigerantes, eliminando los residuos producto de la contaminación recibida por los gases a lo largo de su uso como residuos de resinas, aceites, limaduras de metales, vapor de agua, entre otros, dejándolos con las características de un refrigerante nuevo.

Inicialmente los gases refrigerantes a tratar serán el R12, R22 y R134a tal y como se realiza en otros países que como Argentina, Brasil, México y Chile, cuentan con equipos similares de regeneración.

1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar un estudio de impacto ambiental para la creación y dotación del Centro de Regeneración de Refrigerantes R12, R22 y R134a en la Universidad Pontificia Bolivariana, en la ciudad de Medellín.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el estado actual del manejo de los gases refrigerantes, considerados sustancias agotadoras de la capa de ozono, en el contexto internacional y nacional.
- Definir los procedimientos para la regeneración de los gases refrigerantes R-12, R-22 y R134a en el Centro de Regeneración de la UPB.
- Identificar y caracterizar los residuos peligrosos generados en el proceso de regeneración de los gases refrigerantes R-12, R-22 y R134a y plantear la mejor alternativa de manejo.
- Elaborar un plan de manejo ambiental para el Centro de Regeneración de Gases Refrigerantes.

MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

1.2 OZONO

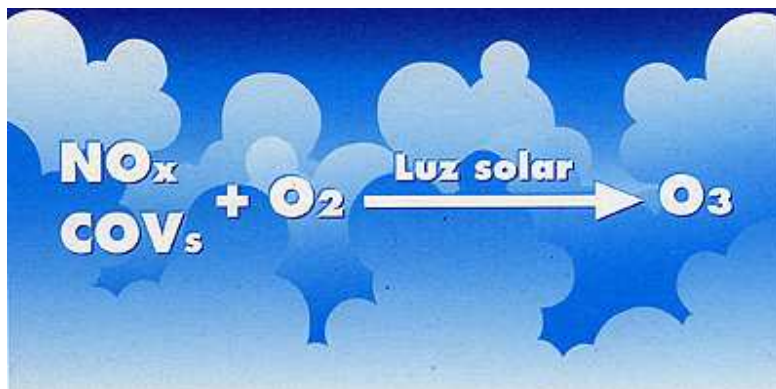
Es una sustancia gaseosa incolora de color azul más denso que el aire, que se encuentra en la superficie de la tierra en cantidades que van de 20 a 100 ppm, compuesta por tres átomos de oxígeno (O_3), que forman una estructura molecular inestable, particularmente vulnerable a la destrucción por los compuestos naturales que contengan hidrógeno, nitrógeno y cloro (SEAM/PNUD/PNUMA, 1012). Es altamente oxidante, de efectos corrosivos sobre materiales, irritante para las mucosas de los seres vivos a determinadas concentraciones y tóxico a concentraciones elevadas. (Aragonaire, 2012, Murcia, 2012).

1.2.1 Ozono troposférico

En la troposfera, el Ozono proviene de la estratósfera por transferencias debidas a la acción del viento, o se forma por acción de los procesos naturales que tienen lugar en la biosfera, o por las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) que tienen su origen en procesos biológicos, o por la emisión de compuestos orgánicos volátiles (CVO) procedentes de la vegetación y de procesos de fermentación o de los volcanes, generando ozono en cantidades que no llegan a ser peligrosas para los seres vivos.

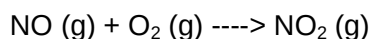
El ozono troposférico también puede formarse por medios artificiales como la contaminación atmosférica, cuyas sustancias químicas generadas principalmente de los procesos de combustión de los motores de los automóviles, como los óxidos de nitrógeno (NO_x) y los compuestos orgánicos volátiles (COV), reaccionan con la luz solar, provocando la formación de ozono, siendo un fenómeno de ocurrencia común en grandes ciudades, favorecido la concentración de grandes cantidades que afectan la salud, en particular, el sistema cardiovascular y respiratorio (Murcia, 2012, CEC, 2012) Véase figura 1.

Figura 1. Esquema de la formación del ozono troposférico

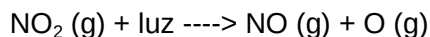


Fuente: http://www.m-almada.pt/portal/page/portal/AMBIENTE/AR/?amb=0&ambiente_ar=13835787&cboui=13835787

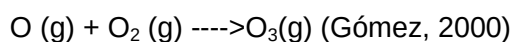
Cuando los óxidos de nitrógeno reaccionan por acción de la luz solar con el oxígeno del aire se genera la siguiente cadena de reacciones químicas:



A su vez el dióxido de nitrógeno, por acción de la luz solar, se descompone en monóxido como se muestra en la siguiente reacción química.



El monóxido de nitrógeno, puede volver a oxidarse para formar otra vez dióxido de nitrógeno y hacer que el proceso vuelva a comenzar. Pero, el oxígeno atómico es una especie muy reactiva que puede provocar muchas reacciones importantes, una de ellas es la formación de ozono, como se muestra a continuación:



1.2.2 Ozono estratosférico

Es un gas esencial que ayuda a proteger a la Tierra de los dañinos rayos ultravioletas del sol al formar la denominada capa de ozono (CEC, 2012). El ozono se forma y destruye sin cesar por acción de la radiación ultravioleta, ya que la radiación con longitud de onda menor de 290 nm descompone las moléculas de ozono en átomos de oxígeno que seguidamente se combinan con otros para formar ozono. Se genera así un equilibrio dinámico en el que se desarrolla y destruye ozono, consumiéndose la mayoría de la radiación de longitud de onda menor de 290 nm o ultravioleta (UV-B). El ozono actúa

como un filtro que no deja pasar dicha radiación perjudicial hasta la superficie de la Tierra. SEAM/PNUD/PNUMA, 2012.

El Ozono está localizado en la estratósfera, a unos 20 km de altura sobre la superficie de la tierra. Tecnozono, 2012.

1.3 LA CAPA DE OZONO

Considerada como una subcapa de la estratósfera, está localizada entre los 10 y 50 km de altura sobre la superficie de la tierra, donde los vientos horizontales llegan a alcanzar hasta los 200 km/h facilitando que las sustancias que llegan a esta altura, sean fácilmente dispersadas a nivel global. UTO, 2005. Véase Figura 2.

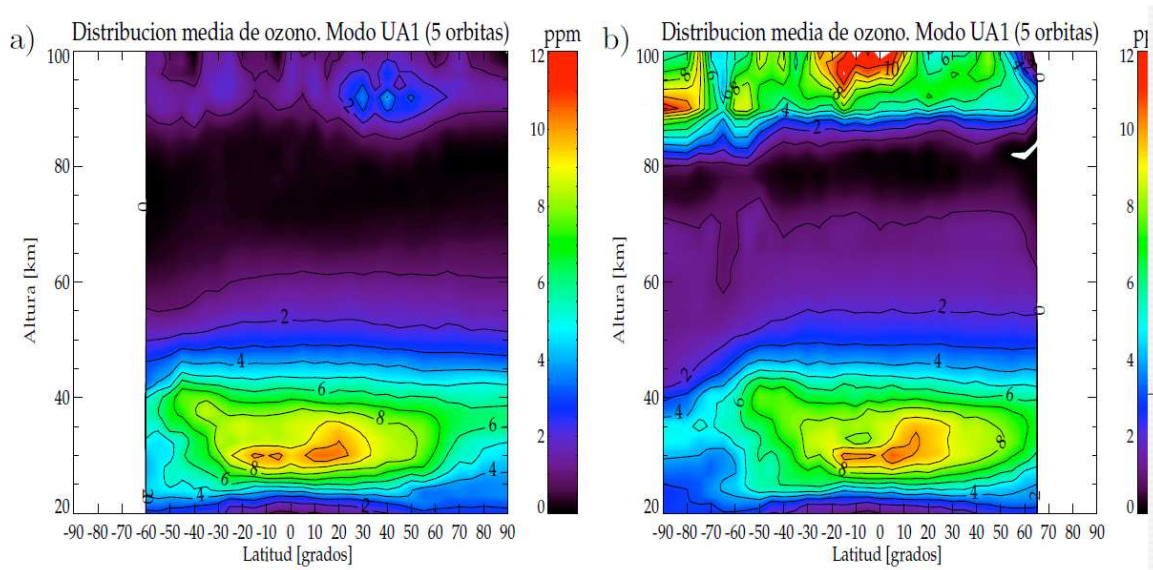
Figura 2. Localización de la Capa de Ozono en la superficie de la tierra



Fuente: http://www.aragonaire.es/ozone.php?n_action=types

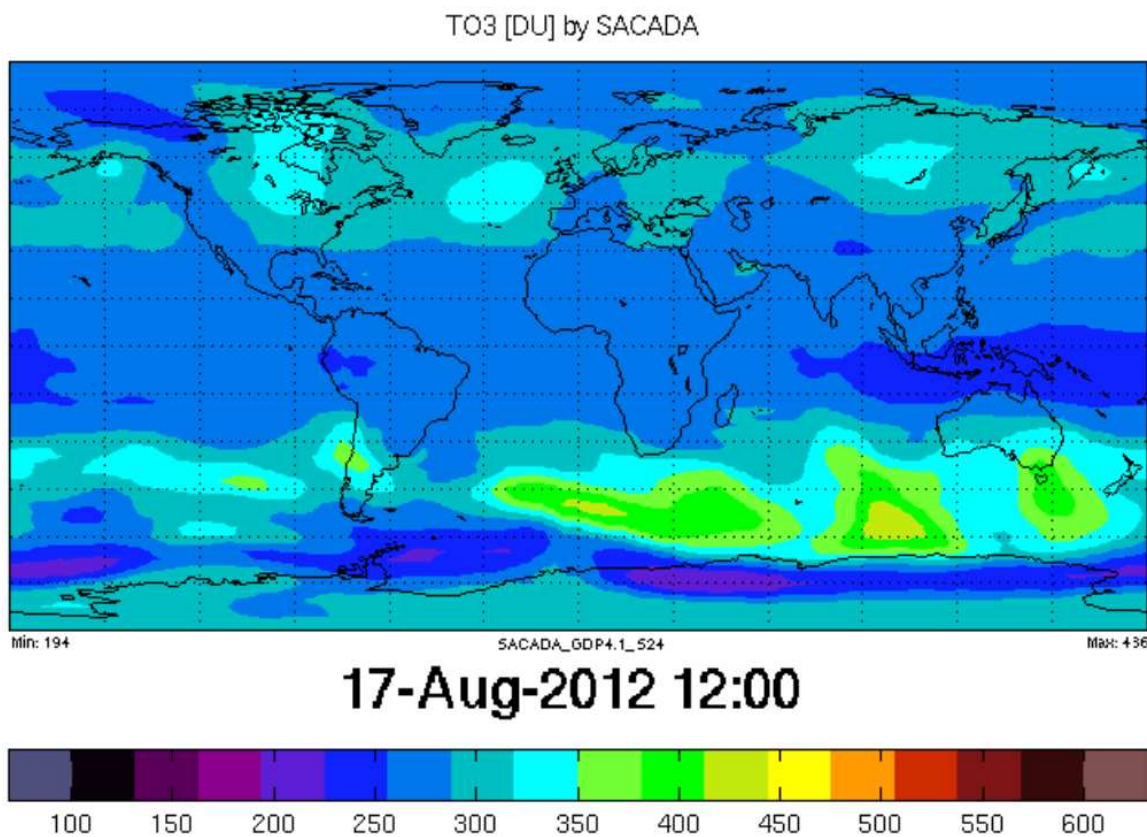
En la Figura 3, se puede apreciar la variación altitudinal de la concentración de la capa de Ozono con respecto a la latitud tanto en condiciones diurnas (a) como nocturnas (b) del año 2003 (Gil, 2006), y en la Figura 4 se muestra la variación de la capa de Ozono en el globo terráqueo.

Figura 3. Variación de la concentración de Ozono con la altura



Fuente: Gil, 2006

Figura 4. Concentración de Ozono en las diferentes zonas de la tierra



Fuente: http://www.gmes-stratosphere.eu/4_NRT_products/5_Browse_plots/1_Snapshot_maps/index.php?src=SACADA&l=TC

Como se puede observar en la gráfica anterior, la zona ecuatorial presenta una cantidad de Ozono equivalente a más de 250 unidades Dobson (DB), y si se tiene en cuenta que 300 Unidades DB son las que cumplen la función de filtrar adecuadamente los rayos ultravioletas, se podría afirmar que esta zona se encuentra en el límite de lo aceptable en cuanto a Capa de Ozono se refiere. Al observar la region antártica, se aprecian algunas áreas con una coloración morada que indica una cantidad de Ozono inferior a 225, es decir, es evidente la presencia de un agujero en esta Capa.

Según la Unidad Técnica de Ozono (UTO, 2005) y Puebla (2005), en la estratosfera, el Ozono se forma a partir del oxígeno del aire en presencia de la radiación ultravioleta B, donde el oxígeno y el Ozono se mantienen en un equilibrio dinámico en el cual, el segundo, conformado por tres átomos de oxígeno, es una sustancia muy reactiva, inestable y tóxica, además de ser un gas extremadamente raro. El Ozono se forma y se destruye continuamente, siendo la formación más rápida que la destrucción, por lo cual tiende a acumularse, alcanzando concentraciones de hasta 10 ppm.

La función principal de la capa de Ozono es proteger la vida al actuar como pantalla a la radiación ultravioleta del sol; cuando el Ozono no logra formarse o disminuye su concentración, la luz ultravioleta pasa directamente a la superficie, causando un efecto nocivo sobre los seres vivos. Esta radiación tiene una longitud de onda menor que la de la luz visible, pero mayor que los rayos X. UTO, 2005.

En la tropósfera también se encuentra Ozono en forma natural, parte del cual proviene de la estratósfera, que es transportado por la circulación terrestre y otro proviene de procesos biológicos que se originan en la biosfera, como la emisión de óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles de la vegetación y procesos de fermentación o de los volcanes, los cuales alcanzan concentraciones en la atmósfera que no llegan a ser peligrosos.

De otro lado, algunas actividades antrópicas como la combustión de los hidrocarburos generan óxidos de nitrógeno que contaminan la atmósfera en las grandes ciudades, y al reaccionar con la luz solar, forman moléculas de Ozono en concentraciones que pueden afectar la salud humana.

1.4 GASES EFECTO INVERNADERO (GEI)

Son los componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenicos, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. En la atmósfera de la Tierra, los principales GEI son el vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O), el metano (CH_4) y el ozono (O_3). Adicionalmente a

estos GEI se tienen los creados por el ser humano, como los halocarbonos, sustancias con contenido de cloro y bromo, el hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC). IDEAM (2012). Los GEI creados por hombre y que tienen efectos en el calentamiento global, fueron identificados en el Protocolo de Kioto del año 1997 y regulados en el año 2005, cuando entró en vigor dicho Protocolo.

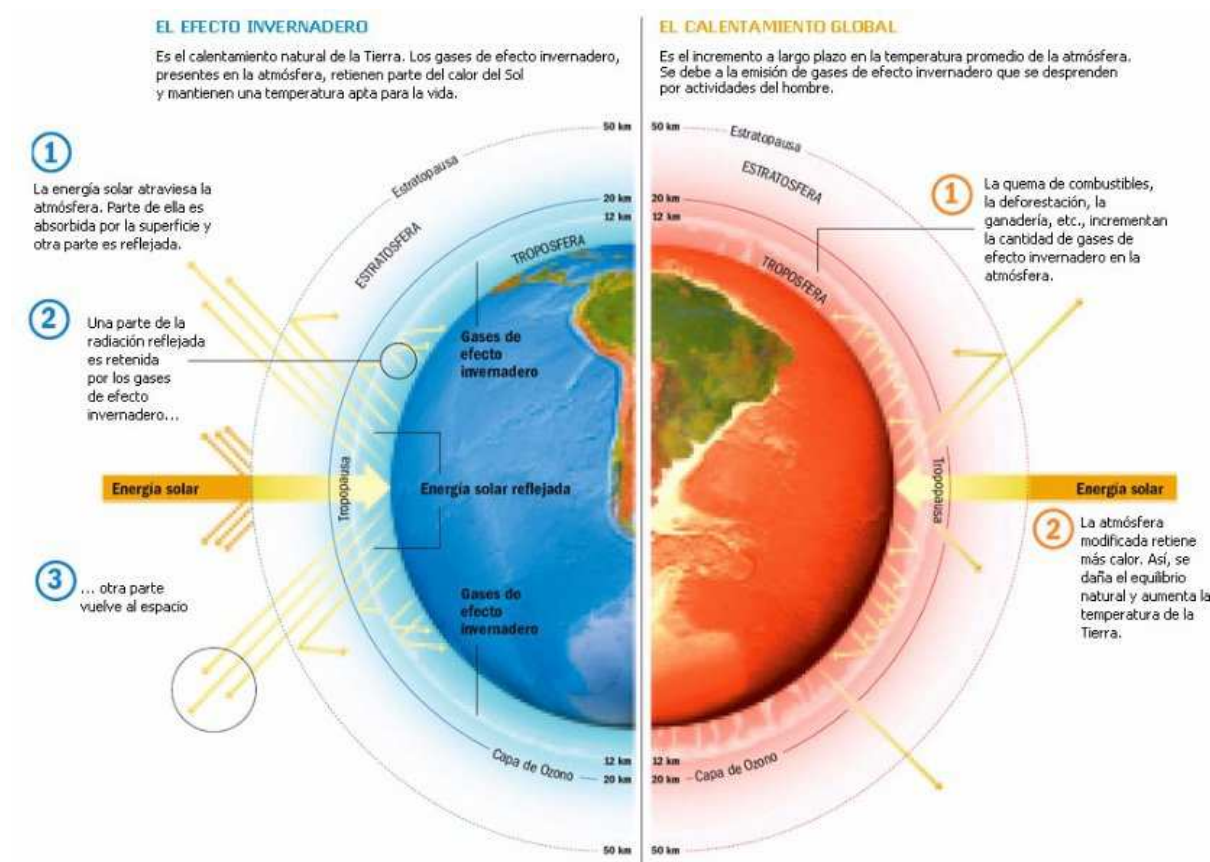
Los gases efecto invernadero se clasifican en:

Directos: Son gases que contribuyen al efecto invernadero tal como son emitidos a la atmósfera, como: el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y los compuestos halogenados. IDEAM, 2012.

Indirectos: Son precursores de ozono troposférico, además de ser contaminantes del aire de carácter local, en la atmósfera se transforman a gases de efecto invernadero directo, encontrándose los óxidos de nitrógeno, los compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano y al monóxido de carbono. IDEAM, 2012.

En el Figura 5, se pueden apreciar efecto invernadero y su influencia en el calentamiento global.

Figura 5. Efecto invernadero y calentamiento global



Fuente: <http://cambioclimaticoysuscausas.iespana.es/>

1.5 CAMBIO CLIMÁTICO

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), lo define como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. UNFCCC, 1992.

Al llegar a la tierra la radiación solar en forma de luz visible, una parte es absorbida por la atmósfera, otra es reflejada desde las nubes y el suelo, y el resto es absorbida por la superficie que se calienta y a su vez recalienta la atmósfera, por la emisión de radiaciones infrarrojas invisibles, que son absorbidas en la atmósfera por diferentes gases, presentes en pequeñas cantidades, que actúan como un manto que impide que buena parte de la radiación infrarroja se escape directamente hacia el espacio. Al frenar la liberación de la radiación que provoca el enfriamiento, estos gases calientan la superficie terrestre. SEAM/PNUD/PNUMA, 2012.

En términos técnicos se puede decir que el clima de la Tierra depende del equilibrio radiativo de la atmósfera, el cual obedece a su vez de la cantidad de la radiación solar que ingresa al sistema y de la concentración atmosférica de algunos gases variables que ejercen un efecto invernadero natural (gases traza con actividad radiativa, nubes y aerosoles). Estos agentes de forzamiento radiactivo varían tanto de forma natural como por la actividad humana, produciendo alteraciones en el clima del planeta. IDEAM, 2012

Como ya se mencionó, los gases efecto invernadero tienen la capacidad de absorber y reemitir las radiaciones de onda larga (radiación infrarroja), controlando el flujo de energía natural a través del sistema climático. El clima debe de algún modo ajustarse a los incrementos en las concentraciones de los gases efecto invernadero, que genera un aumento de la radiación infrarroja, en orden a mantener el balance energético de la misma. Este ajuste genera un cambio climático que se manifiesta en un aumento de la temperatura global (referido como calentamiento global) que generará un aumento en el nivel del mar, por el derretimiento de los polos y glaciares; cambios en los regímenes de precipitación y alteración del ciclo hidrológico, generando inundaciones; y en la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos (tales como tormentas, huracanes, tifones, ciclones, fenómenos del Niño y la Niña), y se presentará una variedad de impactos sobre diferentes componentes, tales como la agricultura, los recursos hídricos, los ecosistemas, la salud humana, entre otros. IDEAM, 2012, UTO, 2005.

1.6 GASES REFRIGERANTES

Son fluidos capaces de transportar el calor de un lado a otro en cantidades suficientes para desarrollar una transferencia de calor, que actúan en un ciclo, accionados por un compresor que conduce la energía calorífica desde un nivel de baja temperatura (evaporador) a un nivel de alta temperatura (condensador), generando cambios de temperatura en un medio determinado. SEAM/PNUD/PNUMA, 2012, Ortiz, 2010.

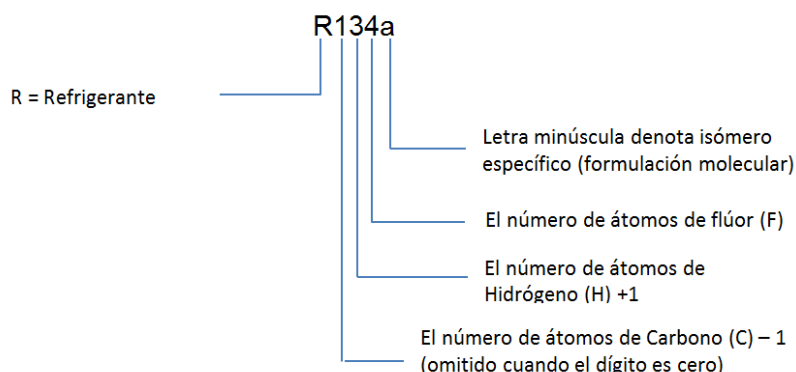
Un refrigerante funciona de acuerdo con los siguientes principios. Después de que el refrigerante es licuado bajo presión, adiabáticamente es expandido y el líquido se evapora tomando calor externo del sistema. Este calor de vaporización se traduce en "aire acondicionado externo". La temperatura del aire acondicionado es 0°C para uso doméstico, sobre -25°C para refrigeradores domésticos y sobre -35°C para almacenes de productos congelados para su uso comercial. El compuesto seleccionado como refrigerante debe tener un punto de ebullición por debajo de estas temperaturas después de la expansión bajo presión. Sekiya, 2006.

Los refrigerantes son entonces los fluidos de trabajo en los sistemas de refrigeración, aire acondicionado y bombas de calor. Estos productos absorben el calor de un área como el espacio acondicionado de una sala y es expulsado en otra área exterior generalmente por conducto del evaporador y del condensador respectivamente. SEAM/PNUD/PNUMA, 2012.

Los refrigerantes tienen su denominación acorde a la norma ANSI (American National Estandar Institute) / ASHRAE (Sociedad Americana de Ingenieros de la Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado), entre los que se encuentran los refrigerantes halogenados como los clorofluorocarbonados (CFC), los hidroclorofluorocarbonados (HCFC) y los hidrofluorocarbonados (HFC). Ortiz, 2010.

La designación de los refrigerantes basados en hidrocarburos halogenados se hace con la letra "R" seguida de tres números: El primero, corresponde al número de átomos de carbono menos 1; el segundo, al número de átomos de hidrógeno más 1; el tercero al número de átomos de fluor y cuando se tiene letra minúscula, ésta denota un isómero de la fórmula molecular (Puebla, 2005). Para facilitar la comprensión de lo descrito se presenta la figura 6.

Figura 6. Esquema de la nomenclatura para la designación de los tipos de refrigerantes



Fuente: ARI 700, 2006

Los compuestos orgánicos o halogenados se caracterizan por contener en su estructura molecular átomos de cloro, flúor o ambos, y fueron los que sustituyeron buena parte de los refrigerantes empleados inicialmente como éter etílico, éter metílico, éter dimetílico, dióxido de carbono (CO_2), amoníaco (NH_3), anhídrido sulfúrico, cloruro de metilo (ClCH_3), dióxido de azufre (SO_2) y dicloroetano [$\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$]. Puebla, 2005, Aprea, 1997.

Con el reemplazo de los refrigerantes empleados inicialmente por los Clorofluorocarbonados (CFC) y los hidroclorofluorocarbonados (HCFC) se dió solución también a todos los problemas de seguridad ya que los nuevos refrigerantes no son tóxicos ni inflamables. Aprea, 1997.

Kim (2011) sostiene de igual modo que los cambios de los refrigerantes CFC por HCFC y HFC presentan propiedades físico-químicas similares a los CFC como baja toxicidad, baja (cero) inflamabilidad, baja conductividad térmica en fase gaseosa, buena estabilidad química, baja corrosividad durante el uso y costo razonable, entre otros.

Estos refrigerantes halogenados son químicamente estables, de baja toxicidad y con características térmicas muy buenas, pero destruyen la capa de Ozono mediante el proceso de degradación del Ozono estratosférico que protege al planeta contra la radiación UV. Puebla, 2005.

• Clorofluorocarbonos (CFC)

Los clorofluorocarbonos (CFC) son un derivado volátil de metano y etano en combinación con elementos halogenados como Cloro y Fluor (Kim, 2011) y pertenecen a una familia de compuestos que no existen naturalmente en el ambiente, sino que fueron creados a principios de la década de los treinta (Zhao, 2011, IDEAM, 2012), siendo los más importantes: R12 (CFC12), R11, R113, R114, R115. Ortiz, 2010.

Debido a su excelente estabilidad y buena capacidad calorífica, el R12, inventado en 1928 por Midgley, (Hanaoka, 2005), fue el más utilizado, conocido comercialmente como Freón 12 o diclorodifluorometano [CFI_2Cl_2], que es un derivado tetrahalogenado, obtenido del metano, tratando el tetracloruro de carbono con fluoruro de antimonio, en presencia de pentacloruro de antimonio como catalizador (Ortiz, 2010). Este refrigerante fue utilizado tradicionalmente en heladeras domésticas y comerciales así como en el aire acondicionado automotriz. SEAM/PNUD/PNUMA, 2012.

Los clorofluorocarbonados (CFCs) fueron ampliamente usados como refrigerantes, agentes de soplado de espumas plásticas, solventes, agentes desengrasantes en la industria electrónica, propelentes para aerosoles, esterilizantes médicos, todo esto debido a sus características de estabilidad, no inflamabilidad, baja toxicidad, inoloro y no irritante. Ortiz, 2010, Puebla, 2005, Chung, 1995, SEAM/PNUD/PNUMA, 2012.

Fue utilizado desde 1930, como material refrigerante en los frigoríficos en sustitución del amoníaco y el dióxido de azufre, que emiten olores desagradables y que empiezan a ser tóxicos a concentraciones superiores a 100 ppm y 1.6 respectivamente y se comercializaba en cilindros de 13,6, 22,7, 40 y 80 kg. Ortiz, 2010.

El diclorodifluorometano es considerado como uno de los compuestos responsables de la destrucción de la capa de Ozono, ya que llegan a la estratósfera transportados por el viento, donde son descompuestos por acción de los rayos ultravioleta, liberando átomos de cloro, que son conocidos como catalizadores, reaccionando en cadena con el ozono, y destruyendo sus moléculas en una secuencia repetitiva, ya que los átomos de cloro se regeneran en estas reacciones, teniendo como resultado la disminución de la capa de ozono. Ortiz, 2010, Chung, 1995.

- **Hidroclorofluorocarbonos (HCFC)**

Son compuestos estables de composición química similar a los CFC pero con menos contenido de cloro en su molécula que tiene menor potencial de agotamiento a la capa de ozono (SEAM/PNUD/PNUMA, 2012). El más destacado por su versátil y buena capacidad calorífica es el R22 (HCFC22), o monoclorodifluorometano (CHClFI_2), más conocido como freón 22, que fue creado en 1937 por Midgley (citado por Hanaoka, 2005) y reemplazó al amoníaco en su utilización para aire acondicionado y refrigeración comercial y que hoy se utilizan adicionalmente en la fabricación de poliuretano y como propelente en la industria del aerosol. Es un gas miscible con aceite en la sección de condensación y a menudo suele separarse del aceite en el evaporador. Ortiz, 2010, SEAM/PNUD/PNUMA, 2012.

Los HCFC en general son considerados refrigerantes en transición, este gas refrigerante dejará de fabricarse a partir del 1 de enero de 2014 en la Unión Europea y el 1 de enero de 2040 en los países firmantes del Protocolo de Montreal amparados en el Artículo 5, tales como Colombia. Puebla, 2005. Ortiz, 2010.

Otro gas importante es el R123, que fue considerado sustituto ideal del R11 en refrigeración (enfriadores), pero debido a su alta toxicidad a concentración por encima de 50 ppm, pueden causar irregularidades cardíacas, inconsciencia, e incluso la muerte, su uso se marginó a aplicaciones de aire acondicionado central (compresores centrífugos). Puebla, 2005.

• Hidrofluorcarbonos (HFC)

Son compuestos basados en moléculas de carbón, fluor e hidrógeno y por no tener Cloro no contribuye a la destrucción de la capa de Ozono. Los hidrofluorocarbonos son conocidos como sustancias de sustitución de las agotadoras de la capa de ozono (Benhadid-Dib, 2012), pero continúan teniendo potencial de calentamiento global. SEAM/PNUD/PNUMA, 2012, Glynn, 2002.

A continuación se presentan en la tabla 1 los gases más comunes que se han empleado en los procesos de refrigeración a nivel mundial, los cuales posiblemente han sido empleados en Colombia también a través de la importación de equipos que los utilizan.

Tabla 1. Los gases refrigerantes más empleados

REFRIGERANTE	CARACTERÍSTICAS, USO Y OBSERVACIONES
R11	Punto de evaporación 23,8°C. Empleado en chillers centrífugos y como agente espumante. Su producción y empleo está siendo eliminado progresivamente por ser una sustancia agotadora de Ozono (SAO).
R12 Forane 12, Isotrón 12, Genetrón 12, Freón 12 o Refrigerante F12	Punto de evaporación - 29,8°C. Empleado desde su desarrollo en una amplia variedad de sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Su producción y empleo está siendo eliminado progresivamente por ser una sustancia SAO
R22	Punto de evaporación -40,8°C. Empleado en aire acondicionado residencial. Su poder agotador de Ozono es menor que el de los CFC. Su producción y empleo comenzará a reducirse a partir de 2016 y se eliminará después de 2040.
R134a	Punto de evaporación -26°C, utilizado como reemplazo de R12 en sistemas de refrigeración industrial y aires acondicionado
R502	Mezcla azeotrópica de R22 (48,8%) y R115 (51,2%). Punto de evaporación - 45,4°C. Empleado en refrigeración industrial de baja temperatura. Poco utilizado debido a su escasez
R600a	Punto de evaporación a -25°C. El refrigerante R600a, o isobutano, es un

REFRIGERANTE	CARACTERÍSTICAS, USO Y OBSERVACIONES
	posible sustituto para otros refrigerantes, los cuales tienen un gran impacto ambiental, a través de los refrigeradores domésticos. Tiene un potencial de destrucción de ozono ODP de cero y un potencial global de calentamiento GWP insignificante. Es ampliamente utilizado en los refrigeradores y congeladores domésticos en Europa
R717 (NH ₃), Amoníaco	Punto de evaporación - 33°C. Tiene elevado calor latente de evaporación, y relación de presión volumen específico. Usado en una amplia gama de aparatos y sistemas de refrigeración y en la actualidad se emplea en grandes instalaciones industriales y comerciales. Es tóxico y de acción corrosiva sobre las partes de cobre, zinc.
R744 , (CO ₂) Dióxido de Carbono	Punto de evaporación -78.5°C. Usado como refrigerante seguro. La exposición en recintos cerrados no es peligrosa a bajas concentraciones, pero requiere de elevadas presiones en los compresores para garantizar su funcionamiento.
R764 , (SO ₂) Dióxido de Azufre	Punto de evaporación -10°C. Fue usado en pequeños equipos de refrigeración, pero hoy está discontinuado. Es muy irritante y corrosivo y su uso en grandes instalaciones resulta peligroso.
R40 , (CH ₃ Cl) Cloruro de Metilo o Clorometano o Monoclorometano	Punto de evaporación -23.8°C. Anteriormente fue usado en unidades de aire acondicionado pequeñas y medianas. Altamente inflamable (temperatura de ignición 632°C), de uso altamente peligroso, anestésico en concentraciones del 5 al 10% por volumen.

Fuente: Puebla, 2005

1.7 LOS GASES REFRIGERANTES COMO SUSTANCIAS PELIGROSAS

La estabilidad química de los CFC permite que éstos sean transportados gradualmente de la atmósfera a la estratósfera, donde realizan una fotólisis con los rayos UV, liberando átomos de cloro, los cuales participan en una serie de reacciones, que destruyen el ozono. Como se mencionó anteriormente, en estas reacciones un átomo de cloro puede destruir miles de moléculas de ozono estratosférico y por otro lado los CFC absorben radiación infrarroja de la superficie de la tierra, permitiendo que una mayor cantidad de rayos ultravioletas alcancen esta superficie, lo cual pone en peligro la salud humana y los ecosistemas. Kim, 2011, Zhao, 2011.

Por la anterior situación, donde los CFC no pueden reincorporarse al medio ambiente sin que generen alteraciones en éste, se le considera como residuo peligroso y como los gases refrigerantes elaborados a base de clorofluorocarbonos (CFCs) e hidroclofluorocarbonos (HCFCs) destruyen el Ozono estratosférico, son considerados sustancias peligrosas o sustancias agotadoras de la capa de Ozono (SAO), además de que contribuyen al efecto invernadero. Stavro, 2005, Zhao, 2011.

Esta característica de los gases refrigerantes implica que su manejo, destrucción, regeneración o reúso debe tratarse con sumo cuidado para evitar liberaciones a la atmósfera con las concebidas consecuencias ambientales que ello implica.

Los gases refrigerantes también pueden ser considerados como sustancias peligrosas si se utilizan de modo indebido, es decir, la exposición deliberada de una persona a este tipo de gases, puede alcanzar un grado de toxicidad si supera los límites de exposición permitidos (Authorized Exposure Levels – AEL), siendo efectos agudos por exposición en un breve tiempo o efectos crónicos de largo plazo si la exposición es por un tiempo prolongado. Los fabricantes de refrigerantes indican, en sus hojas de datos de seguridad, los límites de exposición permitidos (Puebla, 2005), los cuales se muestran en el anexo A para el R12 y el R22.

De acuerdo a las hojas de seguridad de R12 y el R22 (véase Anexo A), el valor del umbral límite (TLV) o sea la máxima concentración de un material en el aire a la cual se puede permitir la exposición de los trabajadores sin ocasionar efectos adversos es de 1000 ppm o 4950 mg/m³ durante un periodo continuo de 8 horas.

Para el caso del R134a es una sustancia con muy poca toxicidad, donde el índice por inhalación LCL0 de 4 horas en ratas de laboratorio es inferior a 500.000 ppm y la tolerancia en relación a problemas cardíacos es aproximadamente 75.000 ppm. En exposiciones durante 104 semanas a una concentración de 10.000 ppm no se ha observado efecto alguno (véase Anexo B).

En la información suministrada por las hojas de seguridad se tiene que el efecto sobre la salud humana se define de la siguiente manera: en contacto del líquido con la piel puede ocasionar congelamiento instantáneo. La exposición prolongada a este producto puede ocasionar la deshidratación o resequedad de la piel. El contacto del líquido con los ojos puede incluir la irritación de los mismos con molestias, lagrimeo o el nublamiento de la visión. La sobre exposición vía inhalación puede ocasionar una depresión temporal del sistema nervioso con efectos similares a los ocasionados por la anestesia; mareo, dolor de cabeza, confusión, falta de coordinación y pérdida del conocimiento. También puede alterar temporalmente la actividad eléctrica del corazón acompañado de pulso irregular, palpitaciones o circulación inadecuada y puede ser fatal a sobre exposición excesiva.

Los individuos que padezcan de disturbios del sistema nervioso central preexistentes o del sistema cardiovascular pueden tener un aumento en la susceptibilidad a la toxicidad originada por el exceso de vapores.

Los gases refrigerantes pueden llegar a ser sustancias inflamables, o sea, que tienen capacidad de mantener una combustión, que depende del grado de concentración de

refrigerante en el aire y de la cantidad de energía liberada por la combustión, para lo cual la **Norma 34 de ASHRAE** clasifica los refrigerantes de acuerdo a nula, baja o alta inflamabilidad. Puebla, 2005.

En la tabla 2 se presenta la clasificación de algunos gases refrigerantes de acuerdo a su grado de toxicidad e inflamabilidad. Puebla, 2005.

Tabla 2. Clasificación de algunos gases refrigerantes de acuerdo al rombo de seguridad.

Grupo	Gas	Riesgos a la salud	Inflamabilidad	Reactividad	Clase
1	R600a Isobutano	1	4	0	A
	R290 Propano	1	4	0	A
2	R32	1	2	0	A
	R143a	1	4	1	A
	R152a	1	4	1	A
	R717 Amoníaco	3	1	0	B
	R11	1	0	1	A
3	R12	1	0	1	A
	RC22	1	0	1	A
	R125	1	0	1	A
	R134a	1	0	1	A
	R123	1	0	1	B

Fuente: Norma 34 de ASHRAE y Hojas de seguridad gases.

1.8 LOS REFRIGERANTES, LA CAPA DE OZONO, EL CALENTAMIENTO GLOBAL, EL MEDIO AMBIENTE Y EL HOMBRE

El agotamiento de la capa de ozono y el cambio climático están interconectados. Esta conclusión esta basada en meticulosas consideraciones del estudio científico de la atmósfera y sustentado en datos, además de que ambos fenómenos están en la misma capa de la atmósfera.

La liberación de gases refrigerantes a la atmósfera tiene múltiples efectos que van desde el agotamiento de la capa de ozono hasta el calentamiento global, al ser considerados gases causantes del efecto invernadero. Calm, 2002.

Las severas consecuencias del agotamiento de la capa de ozono han sido advertidas a través del Protocolo de Montreal. Los niveles de Cloro y Bromo que alcanzan la

estratósfera han llegado a su máximo pico, los cuales han disminuido debido a los controles que se han tomado para la producción y uso de estos refrigerantes. Calm, 2002.

Las liberaciones a la atmósfera de los gases refrigerantes se dan de la siguiente manera:

Liberación inicial: se incluyen todas las pérdidas asociadas con el funcionamiento del equipo desde su proceso de manufacturación, prueba, funcionamiento, transporte, instalación, carga inicial y encendido.

Liberación en operación: pérdidas que ocurren en el funcionamiento de la máquina, fugas y purgas.

Liberación intermitente: pérdidas por el mantenimiento de los equipos, accidentales, fallas, errores técnicos y causas no especificadas

Liberación en disposición: retiro del equipo y su disposición final.

A pesar de que hasta el momento se han tomado medidas para disminuir las pérdidas, como hacer más eficientes los equipos, realizar las pruebas de funcionamiento en circuitos con compresores herméticos, realizando reciclajes y recuperación de gases de equipos obsoletos, las mayores pérdidas se presentan en los equipos viejos que son dispuestos inadecuadamente y también en los equipos móviles de aire acondicionado que funcionan en vehículos, transportes refrigerados, y sistemas de tuberías para grandes complejos de refrigeración como supermercados. Calm, 2002.

En 1972 Lovelock citado por McCulloch (1999), mostró que una porción importante de los CFC producidos hasta 1972 se habían acumulado en la atmósfera, los cuales reaccionaban con radicales de óxidos de bromo (BrO), combinándose con ClO para liberar radicales de halógeno que contribuían al agotamiento de la capa de ozono, lo cual también fue investigado por Molina, 1974 (citado por Hanaoka, 2005), pero ninguna evidencia de disminución de la capa de ozono fue observada hasta 1985, cuando se realizaron unas investigaciones en la Antártica encontrando un agotamiento de la capa de ozono por el aumento del cloro de los CFC en la estratósfera, favorecido por la presencia de nubes de agua hielo y ácido nítrico que influyen las concentraciones de cloro como HCl y nitrato de cloro (ClONO_2). El resultado de esta investigación fue el instrumento base de las medidas específicas que deberían ser tomadas en el Protocolo de Montreal para el control de las sustancias que agotaban la capa de Ozono, siendo este acuerdo firmado inicialmente por 24 países en septiembre de 1987.

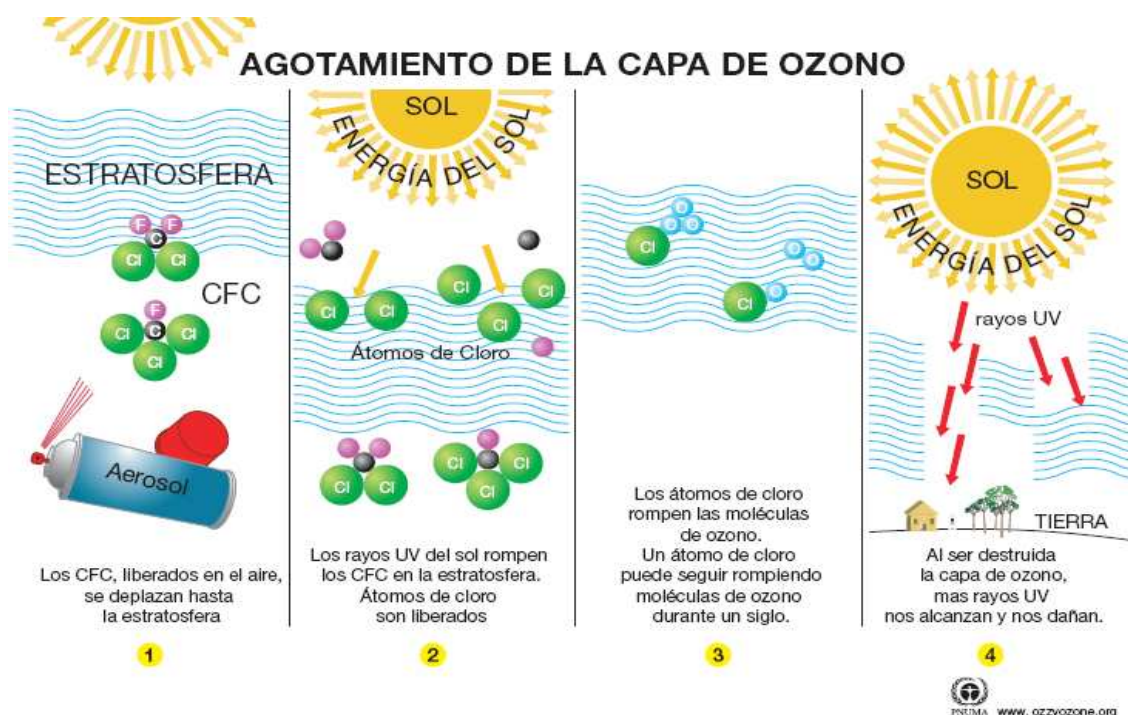
Como se mencionó anteriormente, los refrigerantes halogenados o CFC, HCFC, son considerados como residuos peligrosos, así como Sustancias Agotadoras de la capa de

Ozono (SAO), ya que los elementos químicos de su composición tienen el potencial de reaccionar con las moléculas de Ozono de la atmósfera, destruyendo la Capa de Ozono estratosférico.

Para determinar los efectos en la capa de ozono de los gases refrigerantes, se ha definido una forma de medirlos llamada Potencial de Agotamiento a la Capa de Ozono (PAO) que es la capacidad de una sustancia de destruir la capa de ozono estratosférico sobre la base de su vida en la atmósfera, su nivel de reactividad y la cantidad de elementos que pueden atacar tanto el ozono como el cloro y el bromo. SEAM/PNUD/PNUMA, 2012

En la destrucción de la capa de Ozono se han identificado CFC como el R11, R12 y R502 (que contiene R115), los Halones extintores de incendio y en menor grado por los HCFC como el R22 y el R123, productos que son muy estables y que al ser liberados a la atmósfera, pueden permanecer intactos por años, pero al ser transportados por las corrientes de aire hasta la estratósfera y al entrar en contacto con la luz ultravioleta, se descomponen y liberan cloro y bromo, con los cuales se inicia el ciclo de destrucción del Ozono como se muestra en la Figura 7. UTO, 2005.

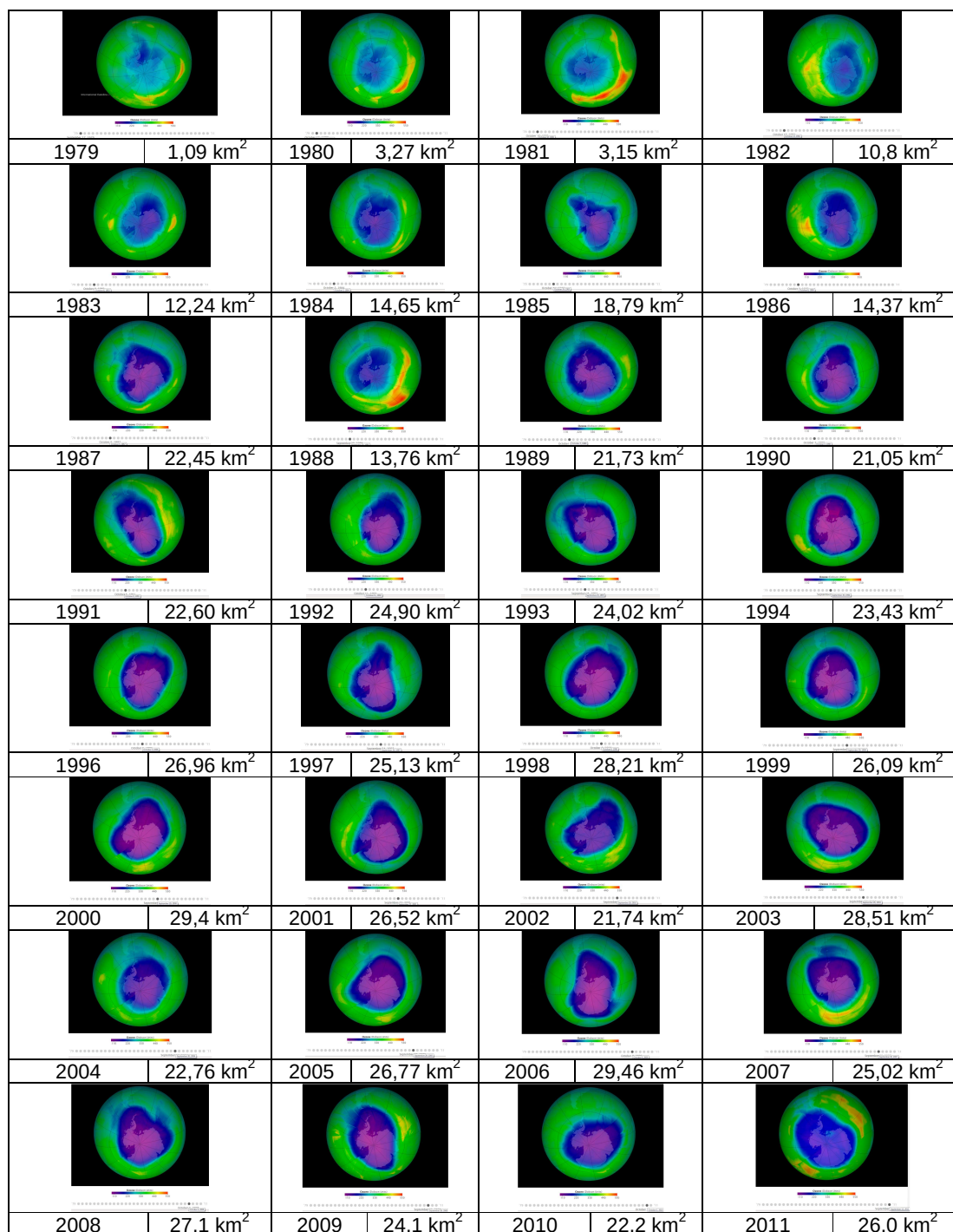
Figura 7. Proceso esquemático de la destrucción de las moléculas de Ozono al contacto con clorofluorocarbonados



Fuente: www.ozzyozone.org

En la Figura 8 se aprecia como ha evolucionado a través de 32 años, la destrucción de la Capa de Ozono con el seguimiento al agujero generado en la Antártida.

Figura 8. Seguimiento al agujero de Ozono en la Antártida por año y tamaño en km²



Nota: la información del año 1995 no esta disponible

Fuente: <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/WorldOfChange/ozone.php>. 15-08-2012
<http://www.theozonehole.com/ozoneholehistory.htm>

Como se puede apreciar de la secuencia anterior, el agujero de la Capa de Ozono en la Antártida se ha incrementado paulatinamente a través de los años, con disminuciones ocasionales en los últimos años, pero aún así, al comparar los datos del año 1979 donde era de tan sólo un kilómetro aproximadamente a la actualidad, donde supera los 20 km², es apreciable la diferencia.

Como ya se mencionó, otro efecto nocivo de los gases refrigerantes en la atmósfera es su participación en el calentamiento global al ser considerados como gases de efecto invernadero, siendo importantes los CFC (Zhao, 2011), los cuales tienen un alto potencial de calentamiento global (GWP), que es un índice que compara el efecto del recalentamiento en un lapso de tiempo para diferentes gases con respecto a emisiones iguales de CO₂. Se estima que una molécula de R12 tiene más o menos el mismo efecto sobre la radiación de 10,600 moléculas de CO₂, mientras que una de R22 equivale a 1.700 de CO₂. SEAM/PNUD/PNUMA, 2012.

En la tabla 3 se muestra el potencial de calentamiento global y el potencial de agotamiento de la capa de ozono de los gases R12, R-22 y R134a, entre otros.

Tabla 3. Potenciales de Agotamiento a la Capa de Ozono y Calentamiento Global

Refrigerante	Potencial de agotamiento de ozono	Potencial de calentamiento global a un horizonte de 100 años	Años de vida en la atmósfera
R12	0,820	10.600	100
R22	0,034	1.700	11,9
R134a	0	1.300	13,8
R600a	0	3	
CO2	0	1	100

Fuente: SEAM/PNUD/PNUMA, 2012, Sekiya, 2006

Con respecto al potencial de agotamiento del ozono y al potencial del calentamiento global, se han encontrado diferencias con otros autores, pues Hanaoka (2002), sostiene que el R12 tiene un potencial de agotamiento de ozono igual a uno (1) y de potencial calentamiento global igual a 8.500 en un horizonte de comparación a 100 años en unidades de CO₂ equivalentes, mientras que el R22 presenta un mismo potencial de calentamiento global, pero el potencial de agotamiento de ozono es levemente superior, considerándolo en 0,055.

Dekant (1996), citado por Kim (2011) estima que la contribución de los CFC al efecto invernadero es de aproximadamente el 20% mientras que el CO₂, CH₄, N₂O, y el ozono troposférico están estimados en 50,15, 5 y 7% respectivamente.

Pese a que se han buscado reemplazo para los CFC, para evitar el daño de la Capa de Ozono, se han encontrado otras sustancias como los HCFC y los HFC, que aunque menos nocivas con la Capa de Ozono, tienen efectos importantes en el calentamiento Global o efecto invernadero, lo que contribuye a agravar la situación medioambiental. Glynn, 2002.

Posteriormente se analizó la opción de utilizar los HFC como gases refrigerantes, ya que no fueron identificados como sustancias agotadoras de la capa de ozono, por no contener cloro, el agente activo en la destrucción del ozono, pero posteriormente fueron asociados decididamente al calentamiento global. Glynn, 2011, Messineoa, 2011.

Aunque los CFC tuvieron el más alto poder de calentamiento global que los HFC, el hecho de que tuvieron mayor poder de destrucción de la capa de ozono, los ubicó en primer lugar de las campañas para su eliminación, por lo que los HFC fueron más asociados a los gases de efecto invernadero e incluidos en el Protocolo de Kioto, adoptado en 1997 por 171 naciones, donde fueron regulados y se promovió la reducción de sus emisiones. Glynn, 2002.

Implicaciones en el planeta

Desde el punto de vista ambiental, la disminución del Ozono troposférico, significa un aumento en los niveles de radiación ultravioleta-B, que afecta la vida en la tierra (plantas, animales y el hombre). Los incrementos en la radiación UV-B han sido observados no sólo bajo el agujero de Ozono en la Antártida sino en todo el planeta, inclusive en Colombia se han presentado niveles por debajo de las 250 unidades Dobson. IDEAM, 2012.

En el hombre, la radiación ultravioleta B tendrá una mayor incidencia al generar enfermedades como cáncer de piel (melanoma y no melanoma), aceleración de las tasas de fotoenvejecimiento, peligro de daños oculares como cataratas, deformación del cristalino, presbicia y otras lesiones de la vista, además de que puede afectar el sistema inmunológico con daño del ADN, aumentando la frecuencia y el número de casos de enfermedades infecciosas. UTO, 2005.

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) considera que con una tasa anual de pérdida del 10% del Ozono, se aumentarán los casos de cáncer a aproximadamente 250.000 por año. Arredondo, 2010.

El sistema inmunológico, cuyo fin es combatir las infecciones, se verá diezmado por la exposición de las personas a la luz ultravioleta, no solo al reducirse su efectividad en la eliminación de las infecciones de la piel sino también aquellas verificables en otras partes

del organismo, lo que podría significar la inutilidad de muchas vacunas ampliamente utilizadas en la actualidad. Arredondo, 2010.

A nivel medioambiental se estima que la destrucción de la capa de Ozono afectará la producción agrícola, la vida silvestre, los bosques y la diversidad biológica, reduciendo la producción de alimentos y la supervivencia, además de ocasionar un cambio en las condiciones climáticas de grandes proporciones, como el conocido efecto invernadero. UTO, 2005.

En los organismos acuáticos primarios como el plancton, las plantas acuáticas, las larvas de peces, camarones y cangrejos, la incidencia de los rayos ultravioleta directa trastorna el desarrollo, el proceso fotosintético, los contenidos proteínicos, pigmentarios y la reproducción del fitoplancton, alterando la cadena alimenticia en los ecosistemas marinos, trayendo como consecuencia la reducción de la producción pesquera y reduciendo el potencial de los océanos de coleccionar el dióxido de carbono, lo que conlleva a agravar el problema del calentamiento global, al generar un desbalance térmico como consecuencia de la presencia de estos gases en la atmósfera. UTO, 2005.

Como consecuencia del calentamiento se pueden presentar desbalances del régimen climático e hídrico generando sequías en algunos lugares mientras que en otros se presentará aumento de la precipitación, aumento en la cantidad e intensidad de tormentas, tornados y demás, así como en los polos se presentaría el deshielo, elevando el nivel del mar e inundando las zonas costeras de la tierra. UTO, 2005.

El aumento de la incidencia de la radiación UV sobre la superficie de la tierra, por la falta de Ozono estratosférico, significa un aumento del smog superficial, principalmente en los centros urbanos, debido a que las emisiones de la industria y de los automóviles son la base para las reacciones fotoquímicas (UTO, 2005), favoreciendo la formación de Ozono troposférico que afecta la salud, por lo que se han tomado acciones para medir e identificar la cantidad de Ozono presente en la atmósfera.

Para Colombia se tienen unos límites máximos permisibles de exposición al Ozono que se muestran en la tabla 4 y que corresponden a la intensidad de acuerdo a la resolución 601 del 4 de abril de 2006.

Tabla 4. Nivel máximo de Ozono permisible en la atmósfera

Contaminante	Unidad	Límite máximo permisible	Tiempo de exposición
O ₃	ppm (µg/m ³)	0.041 (80)	8 horas
		0.061 (120)	1 hora

Nota: mg/m³ ó µg/m³: a las condiciones de 298,15 °K y 101,325 K P a. (25°C y 760 mm Hg)

Fuente: Resolución 601 de 2006. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

En la tabla 5 se muestra la contaminación límite de Ozono en la atmósfera, para definir los niveles de prevención, alerta o emergencia.

Tabla 5. Límites de concentración de Ozono para definir prevención, alerta o emergencia.

Contaminante	Tiempo de exposición	Unidades	Prevención	Alerta	Emergencia
O ₃	1 hora	ppm (µg/m ³)	0.178 (350)	0.356 (700)	0.509 (1000)

Nota: mg/m³ ó µg/m³: a las condiciones de 298,15 °K y 101,325 K P a. (25 °C y 760 mm Hg).

Fuente: Resolución 601 de 2006. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Para las principales ciudades del país, se muestra en la tabla 6, como es el comportamiento de concentración de Ozono a nivel troposférico y la incidencia de los rayos UV, que cuando más altos, mayor es la probabilidad de lesiones cutáneas y oculares, teniendo en cuenta un cielo despejado.

Tabla 6. Concentración de Ozono a las 12:00 en las principales ciudades del país

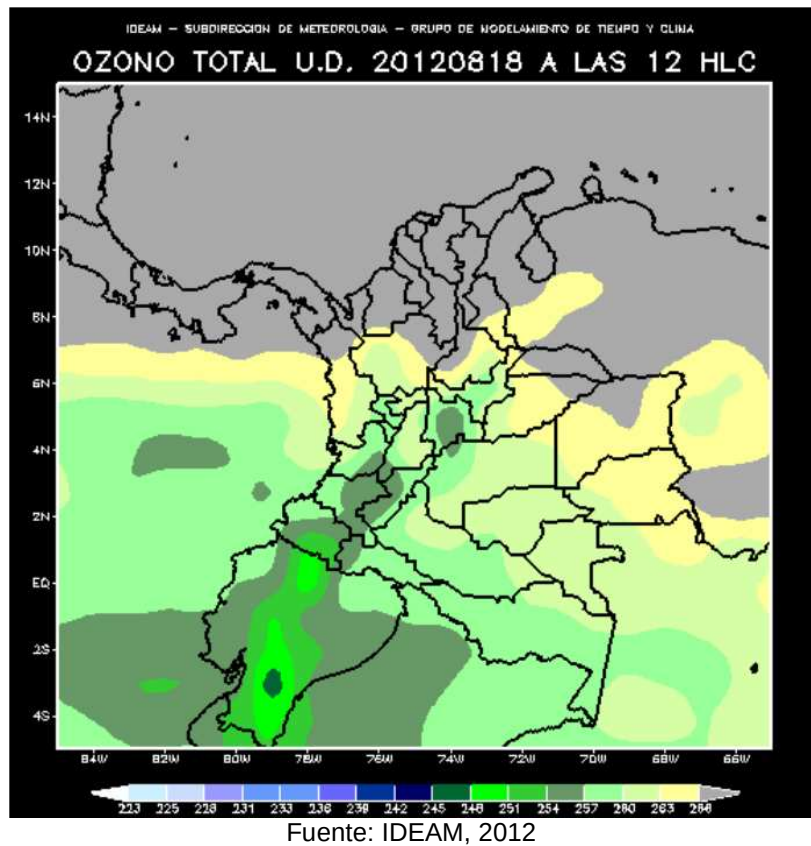
Ciudad	Columna de Ozono (DU)	Índice UV
Medellín	266.4	14.5
Bogotá	265.0	15.0
Barranquilla	280.4	13.0
Cali	261.9	14.2
Ibague	269.2	13.8
Cucuta	271.9	13.5
Cartagena	278.6	13.1
Manizales	267.6	14.6
Leticia	258.1	12.7
Pereira	263.4	14.5

Fuente: IDEAM, 2012. Índice UV

Como se puede observar de la tabla anterior, los índices de UV son superiores a 11, lo que indica que se presenta una categoría de exposición extremadamente alta, en parte favorecido por la disminución de la Capa de Ozono.

Según el IDEAM (2012) en la actualidad se presentan niveles por encima de 245 unidades Dobson de Ozono en el país, como se muestra en la Figura 9.

Figura 9. Niveles de Ozono en Colombia.



Como se puede apreciar en la figura anterior, para la mayor parte del territorio Colombiano se presentan buenas condiciones de columna de ozono, siendo mejores hacia la costa Caribe y con tendencia a disminuir hacia la región andina en el macizo colombiano y límites con Ecuador, esto influenciado por la mayor altura sobre el nivel del mar.

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR

2.1 MARCO LEGAL

Desde el año 1985 se viene pensando en la necesidad de proteger la Capa de Ozono por las implicaciones que tiene su destrucción para la vida en la tierra. El 28 de marzo de 1985, 28 países en la ciudad austriaca de Viena adquirieron el compromiso de cooperar en las investigaciones y vigilancia de la producción, comercialización y uso de los CFC, facultando al PNUMA a convocar negociaciones para adoptar protocolos que incluyeran medidas de control de sustancias destructoras del Ozono, en lo que se llamó EL CONVENIO DE VIENA PARA LA PROTECCIÓN DE LA CAPA DE OZONO. UTO, 2005.

Este Convenio significó un principio para hacer frente a un problema ambiental mundial antes de que sus efectos se sintieran, lo que se consideró como un “principio de precaución” de los efectos que podría tener el uso indiscriminado de los CFC a nivel global. UTO, 2005.

El 22 de marzo de 1989 se creó por parte del Convenio de Basilea el control al movimiento Transfronterizo de Desechos Peligrosos y su eliminación, el cual establece restricciones para importación y exportación de desechos peligrosos entre los países que adoptaron el Convenio, pudiéndose sólo realizar este tipo de transacciones con la autorización respectiva del país destinatario. CONVENIO DE BASILEA, 1989.

El 16 de septiembre de 1987, 46 países firmaron el **Protocolo de Montreal** (PM), que es un acuerdo ambiental con un régimen de cumplimiento estricto por parte de los países signatarios, relativo a las sustancias que agotan la Capa de Ozono. Este Protocolo deja abierta la posibilidad de realizar o anexar enmiendas que deben ser adoptadas por todos los países que ratificaron dicho Protocolo, en la medida que se vayan realizando nuevas investigaciones o determinaciones acerca de su control para evitar la destrucción de la Capa de Ozono. UTO, 2005.

El Protocolo de Montreal ha tenido una serie de ajustes a lo largo de su existencia, que tienen que ver principalmente con la aceleración de los calendarios de eliminación de las sustancias destructoras del Ozono, y también es de destacar la Enmienda de Copenhague, realizada en 1992, que crea el Fondo Multilateral como canal de transferencias financieras y de tecnología a los países en desarrollo a través del PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio ambiente), PNUD (Programa de las

Naciones Unidas para el Desarrollo), ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial), Banco Mundial y organismos bilaterales de países contribuyentes, cuyo fin es sufragar los costos adicionales en que incurran las partes para eliminar gradualmente las sustancias que destruyen la Capa de Ozono UTO, 2005.

Las Partes se definen como los países industrializados (Artículo 2 en el texto del PM) que contribuyen al Fondo de acuerdo a la escala de cuotas de las Naciones Unidas, y los países en desarrollo (Artículo 5 en el texto del PM) que hacen parte del Protocolo y que quieran beneficiarse de los dineros del Fondo, para lo cual deben cumplir con 3 grandes requerimientos UTO, 2005:

- PROGRAMA PAÍS (PP): Documento oficial que presenta un diagnóstico del país referente al uso de SAO (fabricación, consumo, sectores).
- UNIDAD TÉCNICA: Equipo de profesionales que funciona en cooperación con el gobierno nacional de cada país, administra los fondos, presenta y ejecuta los proyectos.
- PLAN NACIONAL DE ELIMINACIÓN: Conjunto de estrategias diseñadas para el control del uso y sustitución definitiva de las Sustancias agotadoras del Ozono SAO (Programas y Proyectos).

En la actualidad más de 175 países han ratificado el Protocolo de Montreal y se tiene un listado superior a 98 sustancias controladas por su comprobado efecto en la destrucción de la Capa de Ozono, las cuales deben ser eliminadas de acuerdo a los calendarios definidos por el Protocolo y prohibir el comercio con los países que no hacen parte de el. UTO, 2005.

En la tabla 7 se observa el listado de sustancias controladas por el Protocolo de Montreal.

Tabla 7. Sustancias SAO controladas por el Protocolo de Montreal

Grupo	Sustancia	Potencial del agotamiento del Ozono
Grupo I		
$CFCI_3$	(CFC11)	1.0
CF_2Cl_2	(CFC12)	1.0
$C_2F_3Cl_3$	(CFC113)	0.8
$C_2F_4Cl_2$	(CFC114)	1.0
C_2F_5Cl	(CFC115)	0.6
CF_3Cl	(CFC13)	1.0
C_2FCl_5	(CFC111)	1.0
$C_2F_2Cl_4$	(CFC112)	1.0
C_3FCl_7	(CFC211)	1.0
$C_3F_2Cl_6$	(CFC212)	1.0
$C_3F_3Cl_5$	(CFC213)	1.0
$C_3F_4Cl_4$	(CFC214)	1.0

Grupo	Sustancia	Potencial del agotamiento del Ozono
$C_3F_5Cl_3$	(CFC215)	1.0
$C_3F_6Cl_2$	(CFC216)	1.0
C_3F_7Cl	(CFC217)	1.0
$CHFCl_2$	(HCFC21)	0.04
CHF_2Cl	(HCFC22)	0.055
CH_2FCI	(HCFC31)	0.02
C_2HFCl_4	(HCFC121)	0.01–0.04
$C_2HF_2Cl_3$	(HCFC122)	0.02–0.08
$C_2HF_3Cl_2$	(HCFC123)	0.02–0.06
$CHCl_2CF_3$	(HCFC123)	0.02
C_2HF_4Cl	(HCFC124)	0.02–0.04
$CHFClCF_3$	(HCFC124)	0.022
$C_2H_2FCl_3$	(HCFC131)	0.007–0.05
$C_2H_2F_2Cl_2$	(HCFC132)	0.008–0.05
$C_2H_2F_3Cl$	(HCFC133)	0.02–0.06
$C_2H_3FCl_2$	(HCFC141)	0.005–0.07
CH_3CFCl_2	(HCFC141b)	0.11
$C_2H_3F_2Cl$	(HCFC142)	0.008–0.07
CH_3CF_2Cl	(HCFC142b)	0.065
C_2H_4FCI	(HCFC151)	0.003–0.005
C_3HFCl_6	(HCFC221)	0.015–0.07
$C_3HF_2Cl_5$	(HCFC222)	0.01–0.09
$C_3HF_3Cl_4$	(HCFC223)	0.01–0.08
$C_3HF_4Cl_3$	(HCFC224)	0.01–0.09
$C_3HF_5Cl_2$	(HCFC225)	0.02–0.07
$CF_3CF_2CHCl_2$	(HCFC225ca)	0.025
CF_2ClCF_2CHClF	(HCFC225cb)	0.033
C_3HF_6Cl	(HCFC226)	0.02–0.10
$C_3H_2FCl_5$	(HCFC231)	0.05–0.09
$C_3H_2F_2Cl_4$	(HCFC232)	0.008–0.10
$C_3H_2F_3Cl_3$	(HCFC233)	0.007–0.23
$C_3H_2F_4Cl_2$	(HCFC234)	0.01–0.28
$C_3H_2F_5Cl$	(HCFC235)	0.03–0.52
$C_3H_3FCl_4$	(HCFC241)	0.004–0.09
$C_3H_3F_2Cl_3$	(HCFC242)	0.005–0.13
$C_3H_3F_3Cl_2$	(HCFC243)	0.007–0.12
$C_3H_3F_4Cl$	(HCFC244)	0.009–0.14
$C_3H_4FCl_3$	(HCFC251)	0.001–0.01
$C_3H_4F_2Cl_2$	(HCFC252)	0.005–0.04
$C_3H_4F_3Cl$	(HCFC253) 0	0.003–0.03
$C_3H_5FCl_2$	(HCFC261)	0.002–0.02
$C_3H_5F_2Cl$	(HCFC262)	0.002–0.02
C_3H_6FCI	(HCFC271)	0.001–0.03
Grupo II		
CF_2BrCl	(halón-1211)	3.0
CF_3Br	(halón-1301)	10.0
$C_2F_4Br_2$	(halón-2402)	6.0
CCl_4	tetracloruro de carbono	1.1
$CHBr_2$		1.00
CHF_2Br	(HBFC22B1)	0.74
CH_2FBr		0.73
C_2HFBr_4		0.3–0.8

Grupo	Sustancia	Potencial del agotamiento del Ozono
	$C_2HF_2Br_3$	0.5–1.8
	$C_2HF_3Br_2$	0.4–1.6
	C_2HF_4Br	0.7–1.2
	$C_2H_2FBr_3$	0.1–1.1
	$C_2H_2F_2Br_2$	0.2–1.5
	$C_2H_2F_3Br$	0.7–1.6
	$C_2H_3FBr_2$	0.1–1.7
	$C_2H_3F_2Br$	0.2–1.1
	C_2H_4FBr	0.07–0.1
	$C_3HFB_r_6$	0.3–1.5
	$C_3HF_2Br_5$	0.2–1.9
	$C_3HF_3Br_4$	0.3–1.8
	$C_3HF_4Br_3$	0.5–2.2
	$C_3HF_5Br_2$	0.9–2.0
	C_3HF_6Br	0.7–3.3
	$C_3H_2FBr_5$	0.1–1.9
	$C_3H_2F_2Br_4$	0.2–2.1
	$C_3H_2F_3Br_3$	0.2–5.6
	$C_3H_2F_4Br_2$	0.3–7.5
	$C_3H_2F_5Br$	0.9–14.0
	$C_3H_3FBr_4$	0.08–1.9
	$C_3H_3F_2Br_3$	0.1–3.1
	$C_3H_3F_3Br_2$	0.1–2.5
	$C_3H_3F_4Br$	0.3–4.4
	$C_3H_4FBr_3$	0.03–0.3
	$C_3H_4F_2Br_2$	0.1–1.0
	$C_3H_4F_3Br$	0.07–0.8
	$C_3H_5FBr_2$	0.04–0.4
	$C_3H_5F_2Br$	0.07–0.8
	C_3H_6FBr	0.02–0.7
Grupo III		
$C_2H_3Cl_3^*$	1,1,1-tricloroetano (metilcloroformo)	0.1
CH_2BrCl	Bromoclorometano	0.12

Fuente: PNUMA, 2007

Para el control del cumplimiento del Protocolo de Montreal y las resoluciones que lo regulan y reglamentan se solicita a los países que han ratificado el Protocolo, la presentación de estadísticas anuales sobre las cantidades destruidas, recicladas o utilizadas, la producción y las exportaciones e importaciones. Dependiendo del tipo de incumplimiento, las medidas pueden variar entre suministrar asistencia técnica y ayuda financiera o suspenderla, en acciones sujetas a la ley internacional UTO, 2005.

De acuerdo a los resultados encontrados en los países en desarrollo, (pertenecientes al artículo 5 del Protocolo de Montreal (1987)), se consumió el 15% de los CFC, lo que indica que este consumo ha aumentado con más rapidez que en el mundo desarrollado. UTO, 2005.

No obstante a lo anterior, a nivel mundial, las metas de eliminación de las sustancias agotadoras de Ozono se están cumpliendo debido al desarrollo tecnológico de productos químicos sustitutos de las SAO, en donde la industria ha acatado el régimen regulatorio establecido en el Protocolo de Montreal, mediante la realización de esfuerzos en investigación y desarrollo, así como en inversión en marketing para alcanzar ventajas competitivas de mercado.

También ha jugado un papel importante en la eliminación de las SAO, el cambio de comportamiento de los consumidores, asociado a la concientización con respecto al problema de agotamiento de la Capa de Ozono. DIAN, 2006.

En el marco de control establecido por el Protocolo de Montreal se tiene el incentivo a la recuperación, el reciclaje y la regeneración de las sustancias controladas, al eximir el consumo de sustancias que operen bajo los tres parámetros mencionados, ya que la gran cantidad de sustancias controladas que se encuentran en los equipos existentes pueden aprovecharse para acelerar la reducción de la producción y el cierre de las fábricas productoras de dichas sustancias. UTO, 2005.

En los Principios 10 y 15 de la Declaración Río de Janeiro, se esbozan los aspectos relacionados con el derecho de las personas a estar informadas sobre el medio ambiente, así como sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, y en especial, sobre los peligros de daño grave o irreversible o la falta de certeza científica absoluta, en cuyo caso, se deben tomar las medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente, amparados en el principio de precaución. DCPDS, 1992.

2.1.1 Colombia en el Protocolo de Montreal

En el año 1992 Colombia ingresó al Protocolo de Montreal mediante la aprobación de la Ley 29 del Congreso Nacional y en el año 1994 fue creada la Unidad Técnica para Reconversión Industrial y Protección de la Capa de Ozono (UTRIPCO), dependiente del entonces recientemente creado Ministerio del Medio Ambiente, teniendo a su cargo la promoción, ejecución y difusión de actividades relacionadas con el Protocolo de Montreal. Más tarde su nombre cambia a Unidad Técnica Ozono (UTO), que depende en la actualidad del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y de las diversas agencias implementadoras del Protocolo de Montreal. UTO, 2005 y DIAN, 2006.

A nivel nacional también se han adoptado las disposiciones de la Agenda 21, específicamente en lo referente al Capítulo 19 relacionado con la Gestión Ambientalmente Razonable de las Sustancias Químicas y también de la declaración de Bahía 2000, donde se hace un llamado para que los gobiernos, la industria, ONG's, organizaciones científicas

y el público en general se comprometan con esfuerzos comunes a la gestión de productos químicos.

La UTO (2005) tiene como finalidad la identificación, formulación y ejecución de proyectos de reconversión industrial, de acuerdo con las prioridades sectoriales, técnicas, industriales y ambientales de la política nacional y las establecidas por el Comité Ejecutivo del Protocolo de Montreal, donde se destacan los siguientes objetivos:

- Asesorar a las industrias y a los consumidores de sustancias agotadoras de Ozono, en la formulación de los proyectos de reconversión industrial, con miras a la eliminación de dichas sustancias y al cumplimiento de las obligaciones jurídicas relacionadas con la aplicación del Protocolo de Montreal.
- Asesorar al Gobierno Nacional en la toma de decisiones y expedición de normas respecto a las políticas para la reducción del consumo de las sustancias controladas por el Protocolo de Montreal.
- Difundir la información relacionada con la situación actual de la capa de Ozono y las acciones nacionales e internacionales encaminadas a su protección, con el fin de crear conciencia sobre el problema ambiental.
- Desarrollar medidas administrativas acordes con el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la DIAN en actividades como la implementación de mecanismos de control de importaciones y exportaciones de sustancias y equipos para la producción y comercialización de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono.
- Mantener una comunicación permanente con la pequeña, mediana y gran industria Nacional que utiliza SAO y que se vea afectada por las obligaciones que se asuman en el marco del Protocolo de Montreal.
- Promover la consecución de recursos del Fondo Multilateral o fuentes bilaterales de cooperación para el desarrollo de actividades encaminadas a asegurar una adecuada transferencia de tecnología.
- Asesorar la industria y consumidores de SAO sobre las obligaciones jurídicas relacionadas con la aplicación del Protocolo de Montreal, apoyado en las autoridades competentes sobre las sanciones y normas necesarias para asegurar el cumplimiento de las obligaciones del Protocolo de Montreal y sus enmiendas vigentes.
- Promover estudios y acciones necesarias acordes con el Protocolo de Montreal, en coordinación con las autoridades nacionales, la industria y los consumidores, en el marco

de las directrices de la política ambiental establecidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial.

- Promover, a nivel nacional y regional, el uso de tecnologías ambientalmente sanas.

La UTO regionalizó sus actividades para establecer una red nacional con información detallada de las zonas donde se presenta consumo de SAO, cubriendo en la actualidad el 80% del País, donde se cuenta con una representación, como se muestra a continuación:

1. Centro (Bogotá, Cundinamarca, Tolima, Huila, Meta y Boyacá)
2. Antioquia
3. Valle del Cauca, Cauca y Chocó
4. Atlántico y Bolívar
5. Santander, Norte de Santander, Arauca y Casanare
6. Sierra Nevada (Magdalena, Cesar y Guajira)
7. Córdoba y Sucre
8. Eje Cafetero (Caldas, Quindío y Risaralda)
9. Nariño y Putumayo. DIAN, 2006.

2.1.2 Plan Nacional de Eliminación de Sustancias Agotadoras de Ozono

En el proceso de eliminación de las Sustancias Agotadoras de Ozono se ha usado como estrategia, la preparación de proyectos individuales dirigidos a empresas grandes, o la elaboración de proyectos “sombrilla”, dirigidos a empresas medianas y pequeñas, que tienen características productivas similares, siendo necesario profundizar en los aspectos relacionados con refrigeración y aire acondicionado UTO, 2005.

El parque instalado de neveras domésticas anteriores a 1997, refrigeradores comerciales, chillers y aire acondicionado, puede corresponder a un 80% del total de CFC que para el 2005 consumía el País. Su eliminación no puede ser realizada mediante programas de sustitución subsidiada, por la dificultad de costear estos valores, ya que únicamente las neveras que utilizan CFC en Colombia constituyen más de 6 millones de unidades, teniendo en cuenta que para el 2010 se eliminaron el 100% de las importaciones de Sustancias Agotadoras de Ozono para refrigerantes domésticos, contribuyendo a aliviar el problema, lo que obedece a lo determinado en el Plan Nacional de Eliminación (PNE), que ha tratado de hacer dicha eliminación viable ambiental y económicamente.

El Plan Nacional de Eliminación tiene las siguientes funciones:

- Sustitución de CFC en las empresas que aún no lo han hecho en el sector de refrigeración comercial.
- Propuestas para la disminución del uso de CFC en el sector de mantenimiento.
- Eliminación de importaciones de Halones.

Dentro de las actividades principales del Plan están la sustitución de agentes espumantes de tipo CFC 11 por HCFC 141b y del tipo CFC 12 por HFC 134a, para lo que se requiere de un distribuidor automático de alta presión pequeño que reemplazará el procedimiento actual de mezcla manual, realizado en las empresas, una combinación de reemplazo o modificaciones de bombas de vacío y detectores de fugas que sirvan para usar con HFC-134a. UTO., 2005.

En el sector de servicio y mantenimiento de refrigeración se consume la mayoría de CFC empleados en Colombia, que corresponde principalmente a talleres generales para servicio de sistemas domésticos, comercial y de transporte y, hasta un cierto punto, equipos prefabricados y aparatos industriales, por lo que se han desarrollado las siguientes estrategias: UTO, 2005.

- Programa de otorgamiento de licencias técnicas para el sector de servicio de refrigeración y aire acondicionado, con el fin de definir un marco jurídico, donde la liberación intencional de refrigerantes durante las actividades de servicio sea ilegal. Este marco jurídico también contempla el establecimiento de un sistema de acreditación de técnicos que restrinja las operaciones de servicio de refrigeración a personal entrenado para aplicar códigos de buenas prácticas laborales y proporcionar las herramientas para reducir las pérdidas de refrigerantes durante el servicio, así como eliminar el uso de CFC para purgar. UTO, 2005.
- Asistencia técnica para mejorar el control de las importaciones y exportaciones de SAO, y reducir la dependencia de este tipo de sustancias con su reemplazo por otras no agotadoras de la Capa de Ozono. UTO, 2005.
- Asistencia técnica para información y concientización, destinada a apoyar los subproyectos propuestos bajo el PNE UTO, 2005.
- Asistencia técnica para la ejecución y supervisión, destinada a ayudar a verificar los resultados, análisis de los problemas que se presentaron, y uso de medidas correctoras UTO, 2005.

En la actualidad, la legislación no permite la importación de Halones para nuevas instalaciones, sino para el mantenimiento de las existentes, y no controla la exportación de estas sustancias. UTO, 2005.

En Colombia se han adoptado un número considerable de normas, leyes y decretos con el fin de regular la comercialización, el transporte, el almacenamiento, el manejo, el uso, el transportede y la disposición final de los gases refrigerantes, las cuales se muestran en el Anexo C.

Adicionales a las normas listadas en el Anexo C, existen algunos documentos y normas técnicas que tienen referencia directa o indirecta con el manejo, uso o disposición final de las sustancias peligrosas en las cuales se incluyen los gases refrigerantes, que se relacionan a continuación:

- Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carreteras de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Norma de Competencia Laboral Colombiana “Manejo Ambiental de Sustancias Refrigerantes y Airea Acondicionado”, según la normatividad nacional e internacional.
- Implementación del Protocolo de Montreal en Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Unidad Tecnica de Ozono – UTO.
- NTC - 1692 ICONTEC, por medio de la cual se establecen normas técnicas para el transporte y almacenamiento de mercancías peligrosas.
- ISO 9000, Establece los sistemas de gestión de calidad relacionada con productos y servicios.
- ISO 14000, Sistema de gestión ambiental, donde se documentan los procedimientos y/o servicios para evaluar su impacto, y establece estrategias para control y seguimiento.
- OSHAS 18000, Sistema de Salud Ocupacional y Seguridad Industrial, involucra la seguridad y salud ocupacional con los requisitos de calidad y administración ambiental.

2.2 FABRICACIÓN (IMPORTACIÓN)

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) es el organismo rector de la Política y la Normatividad Ambiental, ejerciendo entre otras funciones, las de control sobre

importaciones, exportaciones y uso de SAO, equipos y productos con SAO (Resoluciones 901, 902, 2120 y 1402 de 2006, 1652 de 2007 y 301 de 2008) a través de la Unidad Técnica Ozono (UTO), la Dirección de Licencias, Permisos y Trámites Ambientales y las Corporaciones Autónomas Regionales.

El país no admite la importación de sustancias agotadoras de Ozono, para sistemas de refrigeración doméstica, por lo que la importación de los equipos y productos que pudieron ser fabricados con SAO, deben contar con la presentación del documento de importación, bien sea impresa o electrónica, con visto bueno del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. El citado visto bueno deberá ser solicitado por escrito al Ministerio adjuntando el catálogo o la certificación original, consularizada o con apostillaje, expedida por el proveedor o fabricante del equipo o producto, en los cuales conste que las mercancías a ser importadas no fueron fabricadas con SAO y que no contienen ni requieren SAO para su funcionamiento (Resolución 1652 de 2007). DIAN, 2006.

Para el caso de los importadores cuyas actividades específicas de importación de las SAO iniciaron antes de 1993 no se les exigirá Licencia Ambiental, pero se les solicitará el cumplimiento de las medidas de manejo ambiental, mientras que los importadores que iniciaron actividades de importación de las SAO después de 1993 se les exigirá Licencia Ambiental (Ley 99 de 1993 y Decreto 2820 de 2010). DIAN, 2006.

Para el caso del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, este participa en las actividades de control de importaciones y exportaciones de SAO y productos o equipos con SAO, dando los vistos buenos y requisitos para la importación y exportación de las mercancías controladas por el Protocolo de Montreal. DIAN, 2006.

La Dirección de Impuestos y Aduanas Nacional participa de igual modo en las actividades de control del comercio de SAO, equipos y productos, principalmente, por medio de las siguientes dependencias: Administraciones de Aduanas, Subdirección y Divisiones de Comercio Exterior, Subdirección y Divisiones de Técnica Aduanera, Subdirección y Divisiones de Fiscalización Aduanera. DIAN, 2006.

La participación del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en el control de la protección de la Capa de Ozono, se realiza a través del Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, en especial, el Grupo de Prevención de Riesgos Fitosanitarios, en lo concerniente al Bromuro de Metilo, sustancia controlada por el Protocolo de Montreal y utilizada ampliamente a nivel mundial como plaguicida de uso agrícola y como agente para tratamientos cuarentenarios y de preembarque. DIAN, 2006.

El Ministerio de La Protección Social orienta su accionar hacia el Bromuro de Metilo y los aerosoles que utilizan CFC como propelentes, participando en reuniones de coordinación interinstitucional para control y seguimiento. DIAN, 2006.

2.3 CIFRAS DEL SECTOR

La producción y consumo de SAO a nivel mundial y regional ha disminuido de acuerdo con los compromisos establecidos por el Protocolo de Montreal pero han generado impactos sobre el comercio y la economía. DIAN, 2006.

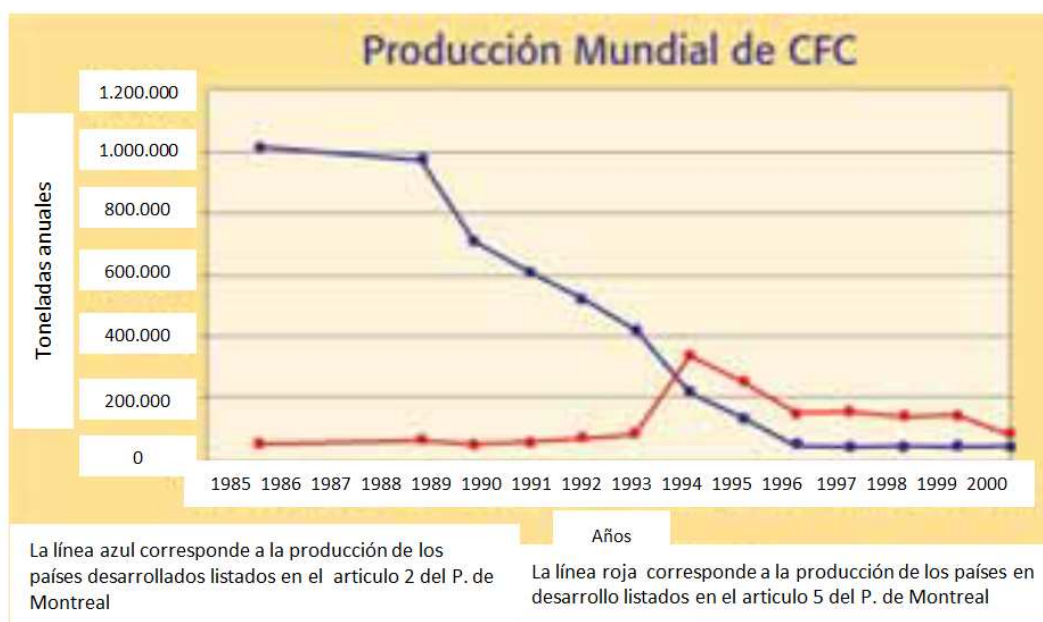
2.3.1 Producción y consumo mundial de Sustancias Agotadoras de Ozono

Los clorofluorocarbonados (CFC) están compuestos de carbono, flúor y cloro, que fueron sintetizados por primera vez en 1930, y desde esa época han sido ampliamente utilizados en unidades de refrigeración, espumas y otros productos industriales, por sus excelentes características Zhao, 2011.

Con el paso de los años su consumo se familiarizó y su demanda se incremento a cifras que para 1986 el consumo mundial total se acercaba a las 1.100.000 toneladas, pero hacia 1973 se encontró que estas sustancias al llegar a la estratósfera reaccionaban con las moléculas del Ozono, destruyéndolas y contribuyendo al agotamiento de la capa que protege a la tierra de los rayos ultravioletas (Glynn, 2002), lo que ocasionó que estos productos fueran retirados del mercado en forma paulatina, por lo que su consumo para el año 2001 descendió a menos de 110.000 toneladas (DIAN, 2006), de acuerdo a los compromisos de los países que suscribieron el Protocolo de Montreal, y para el 2010 su consumo se aproximara a cero.

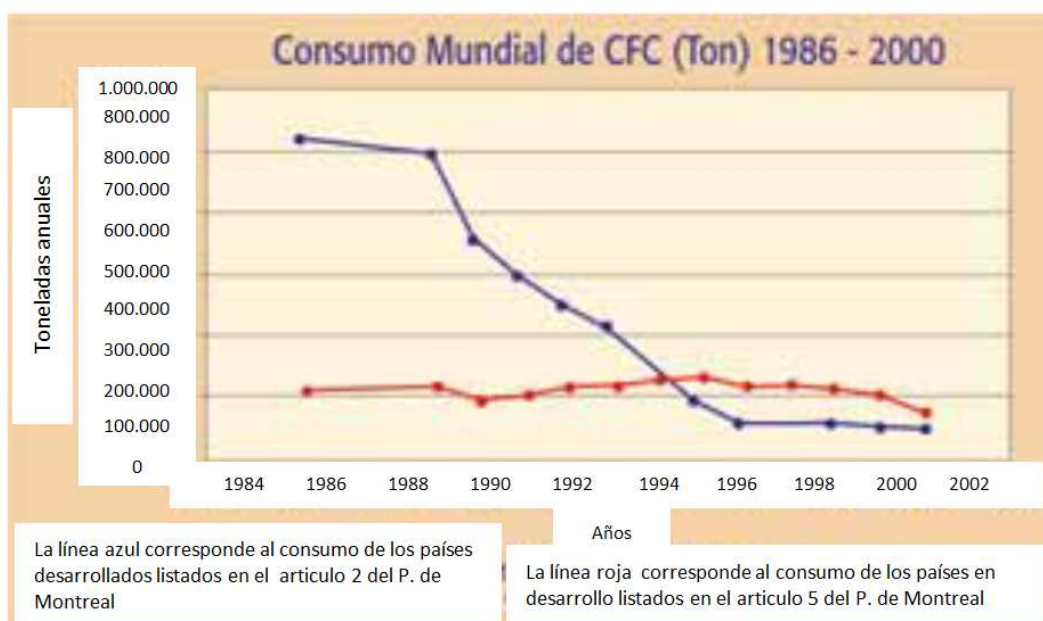
En las Gráficas 1 y 2. (DIAN, 2006) se puede apreciar como fue el comportamiento de la producción y del consumo mundial en los últimos años y en la gráfica 3 se muestra como fue ese comportamiento de la producción para China, India y Brasil específicamente. Kim, 2011.

Gráfica 1. Producción mundial de Clorofluorocarbonados



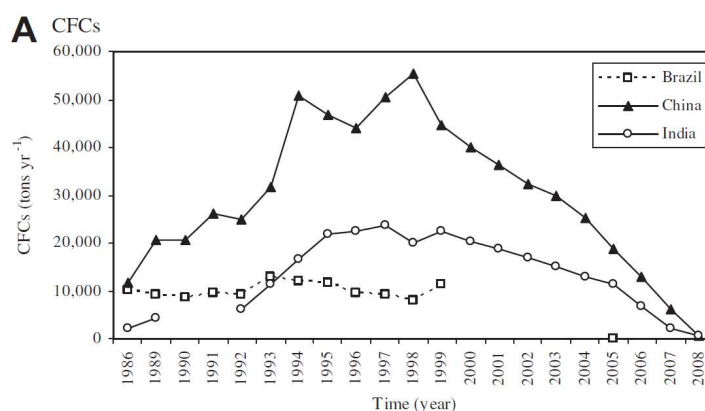
Fuente: DIAN, 2006

Gráfica 2. Consumo mundial de Clorofluorocarbonados



Fuente: DIAN, 2006

Gráfica 3. Producción de CFC en China, India y Brasil en los últimos años



Fuente: Kim, 2011

En las figuras anteriores se puede ver el comportamiento de la producción y el consumo de clorofluorocarbonados a nivel mundial, apreciándose una disminución considerable en ambos casos, siendo mayor la disminución en los países desarrollados en comparación con los países en desarrollo.

En la actualidad el Protocolo de Montreal restringe el uso de todos los CFC y los halones, prohibiéndose su uso en los países desarrollados, mientras que en los países en desarrollo se ha permitido su uso en forma restrictiva para los equipos existentes que usan este tipo de sustancias y para los equipos de uso esencial, pero deben salir del mercado al final de su vida útil. McCulloch, 1999.

En la gráfica 4 se muestra como ha sido el proceso de liberación anual mundial de CFC, HCFC, HFC desde 1990 con proyecciones hasta el 2020 (Hanaoka, 2003), mientras que en la gráfica 5 se muestra la liberación global de los CFC -11 y CFC -12 desde 2009 hasta 2020. Zhao, 2011.

Gráfica 4. Emisiones de CFC, HCFC, HFC desde 1990 con proyecciones al 2020

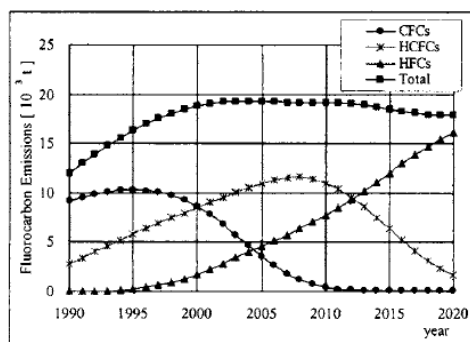


Figure1: Fluorocarbon Emissions in tons

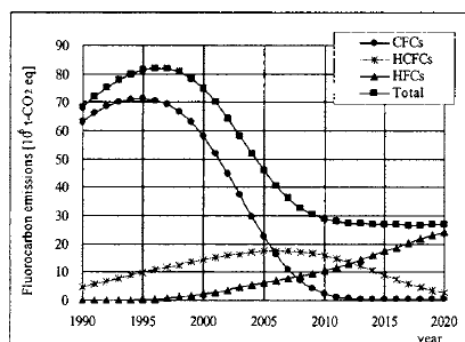
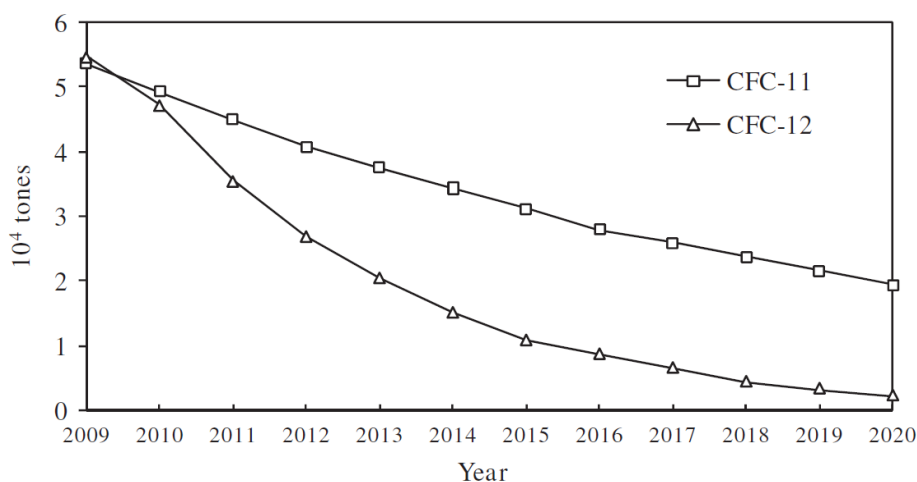


Figure 2: Fluorocarbon Emissions in tons of CO₂ equivalent

Fuente: Hanaoka, 2003

Gráfica 5. Liberación global residual de CFC-11 y CFC-12



Fuente: Zhao. 2011

Bivens (2000), menciona en su investigación que en el caso de los refrigeradores domésticos en Estados Unidos se estimaban pérdidas anuales de 2.4% del total equivalente de las emisiones de CO₂, y se daban en lo que no se puede recuperar al final de la vida útil de los equipos, dato que es muy similar a lo reportado por las pérdidas de los equipos en Europa, mientras que con respecto a los enfriadores comerciales eran menores, del orden de 0.46% y con posibilidades de reducirlas al 0.1% con la implementación de cambios tecnológicos a futuro.

El mismo autor menciona que en las unidades de aire acondicionado, las pérdidas se redujeron del 8% de los reportes históricos al 4% en 1993 y estimó que para el año 2005 las pérdidas serían del 2%, mientras que para el caso específico del aire acondicionado de los vehículos, se estimaban en un 35% en los 70s y los 80s donde no se tenían claro el impacto potencial en el ambiente, pero que a partir de 1991 se redujeron en un 67% por mejoras en el sistema, estimándose una pérdida anual promedia del 12% como ponderación entre las recargas que se realizan cada cuatro años y el 25% de pérdida al final de la vida útil.

Para el caso de los sistemas de refrigeración de los supermercados por expansión directa, Bivens (2000) afirma que se han obtenido recuperaciones significativas, pues inicialmente se tenían pérdidas entre el 30 y el 50% por año, pero con las medidas tomadas para la época se estima que las pérdidas estaban entre el 7 y el 17% y calcula que a futuro serán del 4 al 8%.

2.3.2 Producción y consumo en Latinoamérica de Sustancias Agotadoras de Ozono

América Latina para el año 2000 aún producía volúmenes importantes de Clorofluorocarbonados, destacándose Argentina, Brasil, México y Venezuela como los principales productores con 12.854 Ton (DIAN, 2006), mientras que el consumo fue de 22.000 Ton. En la actualidad la producción de CFC es cero acorde con lo establecido en el Protocolo de Montreal, y su consumo esta más relacionado con los procesos de recuperación y regeneración.

Con respecto a los usuarios que en Latino América aún conservan equipos que requieren de este tipo de sustancias, se han identificado los siguientes, que se discriminan en dos categorías. Stavro, 2009:

- **Grandes usuarios de sustancias agotadoras de la capa de Ozono**
 - Industrias de fabricación de equipos de refrigeración, aire acondicionado y espumas de poliuretano.
 - Industrias de alimentos.
 - Industrias de bebidas.
 - Almacenes de grandes superficies.
 - Hoteles.
 - Clínicas, hospitales.
 - Usuarios de sistemas contraincendio a base de Halon (sector bancario, telecomunicaciones, generación de energía, petrolero).
- **Pequeños usuarios de sustancias agotadoras de la capa de Ozono:**
 - Empresas que utilizan SAO en sus procesos (mueblerías que utilizan aislantes de espumas de poliestireno o poliuretano; agencias de venta y recarga de equipos para control de incendios; agencias de venta de solventes, limpiadores, aerosoles; vehículos de transporte refrigerado, fabricantes de hielo o helados)).
 - Laboratorios de análisis químico (TCC).
 - Empresas dedicadas al mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado.

- Aplicadores de Bromuro de Metilo (almacenes agropecuarios que comercializan insecticidas, acaricidas, herbicidas). Stavro, 2009.

2.3.3 Consumo de SAO en Colombia

Colombia no produce SAO, pero si ha sido importador y consumidor de este tipo de sustancias. Para el año 1995, con base en las restricciones establecidas en el Protocolo de Montreal, se determinó la línea base de consumo de Clorofluorocarbonados para Colombia estimándose en 2,208 Toneladas, a partir de la cual se programó una disminución paulatina para los años subsiguientes, presentándose caídas sustanciales en su consumo entre 1995 y 1999, en más de 1000 toneladas, para continuar estable su consumo hasta el año 2004 con cifras inferiores a 900 toneladas, y luego presentar un descenso en el consumo, que en el 2005 alcanzó las 565,19 Ton, en el 2007 las 315,33 Ton, en el 2009 cifras inferiores a 100 Ton, llegando a cero en el año 2010. (UTO 2011).

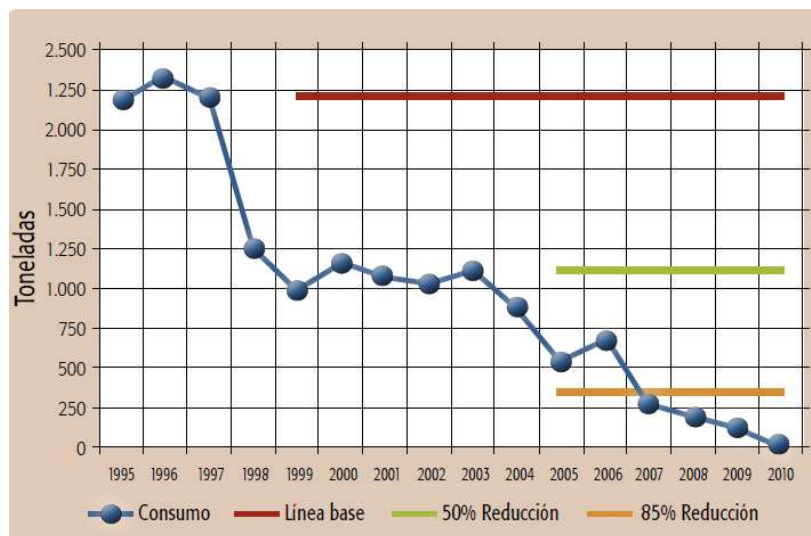
En las gráficas 6 y 7, se aprecia como ha sido el comportamiento de las importaciones y el consumo de los CFC en los últimos años, siendo una constante su disminución hasta llegar a cero en el 2010. En la gráfica 8 se establecen los porcentajes de disminución de acuerdo a la ratificación de Colombia del Protocolo de Montreal.

Gráfica 6. Importación de CFC 12 en Colombia



Fuente: UTO, 2010

Gráfica 7. Consumo de CFC en Colombia



Fuente: UTO, 2011

Gráfica 8. Porcentajes de reducción de importación y consumo de CFC.

Eliminación (Línea base = consumo promedio 1995 - 97)	Año
50%	2005
85%	2007
100%	2010

Fuente. UTO, 2011

Debido al vacío dejado por los CFC como gases refrigerantes, aparecieron otras sustancias, que aunque no fueron consideradas inicialmente como SAO, si fueron identificadas con posterioridad como nocivas por ser gases de efecto invernadero o calentamiento global. Estas sustancias correspondían a los llamados Hidroclorofluorocarbonados, que aunque fueron manufacturadas desde 1930, su uso como gases refrigerantes en forma masiva, se dió a partir de la restricción en el uso de los CFC. Glynn, 2002.

En la tabla 8 se muestra el cambio de las Sustancias Agotadoras de Ozono, por otras menos agresivas con el medio ambiente. Es así como se pasó de usar CFC 11 en espumas a utilizar HCFC 141b, para la refrigeración comercial se empleó el HFC 134 como sustituto del CFC 12; el HFC 134a es un gas inocuo para la capa de Ozono, pero sus impactos y aportes al efecto invernadero son demasiado altos, teniéndose como potencial de calentamiento global unos valores de 4.400 +/- 1.500 de forzamiento

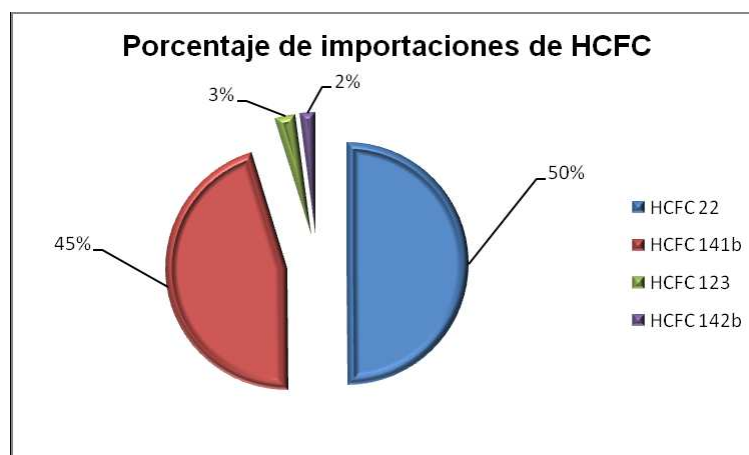
radiactivo directo en relación con el CO₂ para un horizonte de 100 años (PNUMA, 2005), lo que lo hacen con el CO₂ y al vapor de agua, uno de los gases de efecto invernadero más agresivos con el ambiente. En equipos de aire acondicionado y equipos de refrigeración comercial e industrial se utiliza HCFC 22, en reemplazo de CFC 12. Arredondo, 2010.

Tabla 8. Proceso de reconversión en uso de SAO

Proceso	SAO	Reemplazo
Fabricación espumas	CFC 11	HCFC 141b
Refrigeración	CFC 12	HFC 134
Aire Acondicionado	CFC 12	HCFC 22

Colombia entre el 2003 y el 2007 importó 9.412,89 toneladas de HCFC, de las cuales el 44,12% eran provenientes de China, y el 18,03% provenientes de Estados Unidos. Del total de importaciones, 4.668,02 Ton correspondieron a HCFC 22 para el empleo en los sistemas de aire acondicionado doméstico y comercial, 4.249,85 Ton a HCFC 141b cuyo uso estaba destinado a gas refrigerante, agente de limpieza y materia prima en la fabricación de espumas rígidas de polietileno; 251,6 Ton de HCFC 123 que fueron utilizadas en enfriadores centrífugos de baja presión (chillers centrífugos) y en sistemas contra incendio y el resto correspondió a HCFC 142b. En la gráfica 9 se aprecian las importaciones realizadas por Colombia entre el 2003 y el 2007 de HCFC. Arredondo, 2010.

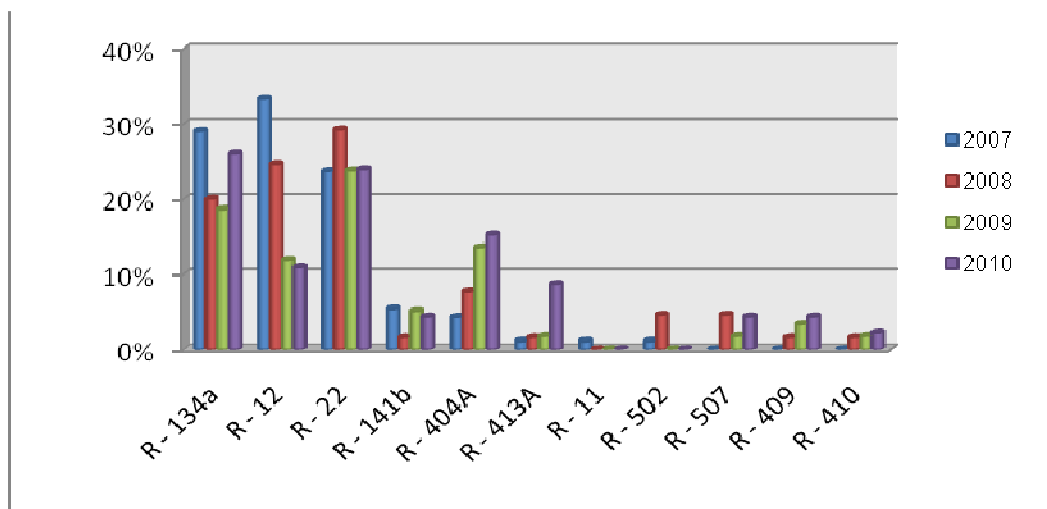
Gráfica 9. Porcentaje de importaciones de HCFCs.



Fuente: Arredondo, 2010

Para el período comprendido entre el 2007 y el 2010 se encontraron en el comercio local algunos gases refrigerantes, cuyo origen no pudo identificarse plenamente, debido a importaciones realizadas posiblemente de manera ilegal. Véase gráfica 10. Stavro, 2011.

Gráfica 10. Porcentaje de refrigerantes comúnmente encontrados en el comercio local en el período 2007 -2010



Fuente: Stavro, 2011

Debido al incremento en el consumo mundial de los HCFCs, en la XIX reunión del Protocolo de Montreal realizada en el 2007, se aprobó la reducción del consumo a un período de antelación de 10 años para ser eliminados, contribuyendo de esta forma a la recuperación de la Capa de Ozono y a la mitigación del efecto invernadero. Sánchez (2007) citado por Arredondo, 2010.

El R22 es el más utilizado de los HCFCs, en equipos de aire acondicionado tipo ventana, grandes sistemas de refrigeración y bombas de calefacción, entre otras, por lo que el hecho que se reduzcan las importaciones de HCFCs, no significa que todos los equipos de refrigeración y aire acondicionado deban de ser sacados de línea antes de que culmine su ciclo de vida, por lo que éstos seguirán en el medio por mucho más tiempo. Es ahí cuando la recuperación y el reciclaje de refrigerantes se convierten en una medida de corrección para evitar la emisión de gases clorados (CFCs, HCFCs) a la atmósfera. Para eso se emplean unidades de recuperación que extraen el gas de la instalación, lo deshidratan y extraen el aceite. Después este gas se puede emplear otra vez o almacenarse para su destrucción en el caso de los CFC. Orozco *et al* 2004 citado por Arredondo, 2010.

Cuando un refrigerante recuperado de un equipo de refrigeración o aire acondicionado está contaminado o mezclado con otros refrigerantes, su reciclaje o regeneración es poco probable y por ende no puede volver a ser utilizado, por lo que debe someterse a un proceso de disposición final y destrucción. Arredondo, 2010.

De acuerdo a la legislación colombiana, cuando una sustancia agotadora de la Capa de Ozono termina su ciclo de vida, se convierte en un residuo peligroso (Sánchez 2004 citado por Arredondo 2010), sin que existan en el País tecnologías que permitan destruir o dar disposición adecuada a este tipo de gases, sin que vayan a parar a la atmósfera. Arredondo, 2010.

2.4 RECUPERACIÓN, RECICLAJE Y REGENERACIÓN

Las grandes existencias de sustancias controladas que hoy contienen muchos equipos fabricados con anterioridad al Protocolo, son potencialmente recuperables mediante su reciclaje o regeneración con el fin de acelerar la reducción de la producción, lo cual fue tenido en cuenta por las partes para eximir el consumo de sustancias recicladas cuando calcularon el consumo de acuerdo con el Protocolo. UTO, 2005.

Para los países en desarrollo contemplados en el artículo 5 del Protocolo, como Colombia, se les dió un plazo máximo de diez años, además de asistencia técnica y ayuda financiera para la reducción total de la producción y uso de Sustancias Agotadoras de Ozono. UTO, 2005.

De acuerdo con los planteamientos de la UTO en Colombia, se definen los siguientes avances en las medidas de control por sectores:

- **Reconversión industrial en la fabricación de refrigeradores, domésticos y comerciales**

Las fábricas de refrigeradores domésticos y muchos comerciales no utilizan CFC, debido a que los fondos a los que han tenido acceso, los han empleado en reemplazar el agente refrigerante R12 por el gas R134a y el R11 por gas R141b y también en la reestructuración y modernización de sus instalaciones, lo que a su vez les ha permitido ser más competitivos en el mercado nacional e internacional (UTO, 2005), al producir con mejor calidad, alta tecnología y a menores costos, así como emplear refrigerantes que no tienen restricciones para su uso a nivel mundial.

- **Aire acondicionado móvil**

Con el fin de reducir las emisiones de gases a la atmósfera procedente de las fuentes móviles, se desarrolló un proyecto piloto de recuperación y reciclaje de gases refrigerantes utilizados en sistemas de acondicionamiento de aire en automóviles, buses

de pasajeros y transporte de carga refrigerados, y así evitar su liberación a la atmósfera. UTO, 2005.

- **Capacitación y Certificación de técnicos de mantenimiento**

El sector de mantenimiento en refrigeración es el que presenta mayor consumo de gases refrigerantes agotadores de la Capa de Ozono, debido principalmente a la carencia de tecnologías que permitan un manejo responsable de SAO, por lo que el SENA y la empresa privada han realizado seminarios sobre buenas prácticas en refrigeración, recuperación y reciclaje de R12, con el fin de certificar a los técnicos en buenas prácticas del manejo ambiental de refrigerantes dentro del marco de las Normas de Competencia Laboral ya aprobadas. UTO, 2005.

Dentro de las estrategias definidas para la eliminación de los CFC se han desarrollado los siguientes programas:

- Programa de otorgamiento de licencias técnicas para el sector de servicio de refrigeración y aire acondicionado, para aplicar un marco jurídico que haga que la liberación intencional de refrigerantes durante las actividades de servicio sea ilegal; establecer un sistema de acreditación de técnicos que restrinja las operaciones de servicio de refrigeración a los técnicos entrenados y aplicar códigos de buenas prácticas laborales; proporcionar las herramientas para reducir las pérdidas de refrigerantes durante el servicio y eliminar el uso de CFC para purgar, con lo que se espera eliminar de 40 a 60 por ciento del uso de CFC. UTO (2005)
- Asistencia técnica para consolidar el marco jurídico, mejorar el control de las importaciones y exportaciones de SAO, y reducir la dependencia de las SAO. Los expertos jurídicos lo pondrán en ejecución con la cooperación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Dirección de Aduanas y el Ministerio de Comercio Exterior e Interior.
- Asistencia técnica para información y concientización, destinada a apoyar los subproyectos propuestos bajo el PNE.
- Asistencia técnica para la ejecución y supervisión, destinada a ayudar a verificar los resultados, análisis de los problemas que se presentaron, y uso de medidas correctoras.

- **Recuperación y reciclaje de refrigerantes**

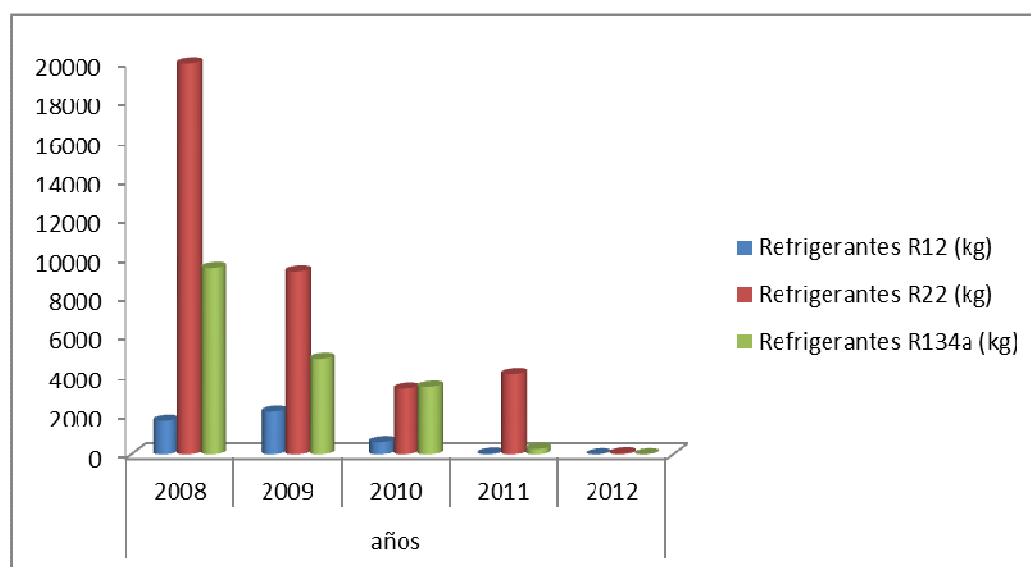
De acuerdo con Ortiz (2010) y ARAP (2007), la recuperación consiste en el proceso de retirar la carga de refrigerante de un sistema de refrigeración y depositarlo en un contenedor con el fin de almacenarlo, regenerarlo o transportarlo, mientras que el reciclaje

consiste en reducir los contaminantes que se encuentran en el refrigerante usado, mediante el proceso de separación de aceite, eliminación de no condensables, remoción de partículas contaminantes sólidas y volverlo a utilizar en el mismo sistema refrigerante.

Con base en el proceso de capacitación y certificación de técnicos, se suministró el equipo necesario a más de 300 técnicos para la utilización responsable de los gases refrigerantes al momento de hacer servicios de mantenimiento o desmontar los sistemas industriales que utilicen CFC, con el fin de reducir el consumo de gas refrigerante y aprovechar al máximo los ya instalados, mediante estaciones de reciclaje que están al servicio de los técnicos. UTO, 2005.

Entre los años 2008 y 2012 se han recuperado más de 36.763 kg de refrigerante R22, más de 4.560 kg de R12, y más de 18.078 kg de R134a, como se aprecia en la gráfica 11.

Gráfica 11. Refrigerantes recuperados entre 2008 y 2012



Fuente: formato de reporte RED R&R, agosto de 2012.

- **Reconversión industrial de empresas productoras de espumas de poliestireno y poliuretano**

Se estimuló a las empresas fabricantes de espumas a reemplazar el CFC 12 como agente espumante en su proceso, por butano, siendo un gas proveniente de la industria del petróleo, que ofrece buenos resultados de acabado superficial en los productos terminados. UTO, 2005.

De otro lado, se ha realizado un proyecto demostrativo para la erradicación del Bromuro de Metilo en plantaciones bananeras de Urabá y Magdalena, que es un plaguicida usado

ampliamente en el sector agrícola para el control de plagas, como el Moko del banano. UTO, 2005.

- **Aerosoles**

Para el 31 de marzo de 1989 se expidió en Colombia la resolución 526 del Ministerio de Desarrollo Económico, mediante la cual se normatizó la no utilización de sustancias agotadoras de la Capa de Ozono en los envases a presión (Aerosoles), quedando permitido el uso de CFC en aerosoles de aplicación médica (Inhaladores de Dosis medida – IDM), aún se utiliza CFC. UTO, 2005.

En Antioquia el proceso de recuperación de SAO no ha dejado de ser importante en los últimos tres años, como se muestra en las tablas 9, 10 y 11, para el R12, R22 y R134a respectivamente:

Tabla 9. R12 recuperado en Antioquia

Año	R12 Reutilizado (kg)	R12 Vendido (kg)	R12 Para regeneración (kg)	R12 Para destrucción (kg)	R12 Total recuperado (kg)
2008	214,0	0,0	4,092	5,0	223,09
2009	68,73	0,0	279,30	0,0	348,03
2010	2,72	0,0	8,18	0,0	10,91
2011	10,0	0,0	0,0	0,0	7,0
2012*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: * Formato de reporte RED R&R, agosto de 2012.

Tabla 10. R22 recuperado en Antioquia

Año	R22 Reutilizado (kg)	R22 Vendido (kg)	R22 Para regeneración (kg)	R22 Para destrucción (kg)	R22 Total recuperado (kg)
2008	2.231,72	0,00	171,18	27,85	3.373,76
2009	956,06	0,00	6,00	4,00	971,06
2010	615,64	0,00	0,00	0,00	516,64
2011	286,00	3,00	3.775,80	0,00	3.843,80
2012*	150,0	0,00	26,00	0,00	0,00

Fuente: *Formato de reporte RED R&R, agosto de 2012.

Tabla 11. R134a recuperado en Antioquia

Año	R134a Reutilizado (kg)	R134a Vendido (kg)	R134a Para Regeneración (kg)	R134a Para destrucción (kg)	R134a Total recuperado (kg)
2008	499,36	0,00	16,2	10,72	526,29
2009	276,73	0,00	139,87	27,57	444,17
2010	64,55	0,00	0,00	2,00	66,55

Año	R134a Reutilizado (kg)	R134a Vendido (kg)	R134a Para Regeneración (kg)	R134a Para destrucción (kg)	R134a Total recuperado (kg)
2011	21,00	0,00	15,5	0,00	3,00
2012*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: *Formato de reporte RED R&R, agosto de 2012.

• Regeneración de gases refrigerantes

La regeneración consiste en tratar un refrigerante para llevarlo al grado de pureza correspondiente a las especificaciones del refrigerante original, mediante procedimientos de filtrado, secado y destilación, todo verificado en un análisis químico. Los fabricantes de refrigerantes así como de equipo recomiendan que el nivel de pureza del refrigerante regenerado sea igual al del refrigerante original. El elemento clave de la regeneración es que se efectúe una serie completa de análisis y que el refrigerante sea sometido a reprocesamiento hasta poder satisfacer las especificaciones correspondientes al refrigerante virgen.

En la tabla 12 se muestran las características que tienen los refrigerantes R12, R22 y R134a nuevos, las cuales debe cumplir un refrigerante que haya sido regenerado.

Tabla 12. Características de los refrigerantes R12 y R22 y R134a

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	R12	R22	R134a
Aire y otros gases no condensables	% en volumen @ 23.9°C	1,5	1,5	1,5
Agua	ppm en peso	10	10	10
Otras impurezas volátiles	% en peso	0.5	0.5	0.5
Residuos de alto punto de ebullición	% en volumen	0.01	0.01	0.01
Partículas solidas	Visualmente limpio Pass	Pass	Pass	Pass
Acidez	ppm en peso	1,0	1,0	1,0
Cloro	(como HCl)	Pass	Pass	Pass

Fuente: Norma ARI 700, 2006.

Hasta el momento en el año 2012, no se encuentra funcionando en Colombia ningún Centro para la regeneración de gases refrigerantes, de cinco que se tiene pensados instalar en las principales ciudades del país, por lo que todavía no se puede hablar de cantidades de gas regenerado en Colombia, pero a nivel de latinoamerica ya se encuentran funcionando algunos centros en Argentina, Chile, Brasil y México, de los cuales se presentan algunos datos interesantes

Argentina: la empresa Fiasa (Frío Industrias Argentinas S.A.) y Giacomino S.A. cuentan cada una con un centro de regeneración, los cuales sirven para regenerar el gas refrigerante de sus equipos, así como prestar servicios al público en general. Los datos

que se tienen de Argentina son de 35 ton. de gas recuperado, regenerándose al año de 2 a 3 toneladas; lo cual es un bajo rendimiento por lo que deben implementarse medidas para comercialización. MADS, 2011

Brasil: Los centros de almacenamiento y recolección están integrados con los de regeneración y poseen equipos de alta capacidad (1 ton/día); entre las desventajas actuales de su proceso se encuentran; un bajo precio de los gases vírgenes, el bajo índice en la recolección de gas a través de las bolsas de almacenamiento, lo que quiere decir que las bolsas poseen un índice bajo en su costo beneficio y por último no existe confianza en el gas regenerado para su venta posterior. MADS, 2011

Chile: actualmente se encuentra en la implementación de los centros de regeneración. MADS, 2011

México: Industrias HVAC&R de México posee un Centro de Regeneración que presta servicios adicionales a la regeneración, como lo es la destrucción de refrigeradores; su centro de regeneración es llamado un centro de acopio y cuenta con un alto número de operadores, actualmente tiene convenios con una gran empresa de refrescos; por ende su porcentaje de gas regenerado es mayor. MADS, 2011

- **Destrucción de gases refrigerantes**

Cuando los gases refrigerantes no pueden ser regenerados por diversas razones, como estar mezclados con otros gases, o su nivel de contaminación es muy alto o por presentar compuestos no regenerables, es necesario proceder a su almacenamiento por un gestor de residuos peligrosos para exportarlo a un país donde se cuente con la tecnología para su destrucción.

En Colombia se han hecho algunos estudios para tratar de destruir los refrigerantes no regenerables, como una forma de disponer finalmente las sustancias agotadoras de la capa de ozono, pero todavía no se ha logrado llegar a una solución viable técnica y económicamente.

Huertas (s.f.), construyó un incinerador tipo laboratorio para la destrucción de los gases refrigerantes, donde las temperaturas alcanzan los 825°C, empleando en su combustión hidrógeno y determinando experimentalmente las condiciones óptimas para que el proceso de incineración se lleve a cabo de la manera más eficiente posible, pero los costos del proceso son todavía altos, debido al alto consumo de hidrógeno.

En latinoamerica no se emplean equipos para la destrucción de gases refrigerantes, pero el protocolo de Montreal aprobó las siguientes tecnologías, las cuales se agrupan en tres categorías. (UTO, 2009):

1. Incineración (6): Reactor de craqueo, Oxidación en medio gaseoso, Inyección líquida, Horno rotatorio, Incinerador de basuras y Horno cementero.
2. Plasma (6): Arco de Plasma con Argón, Plasma de frecuencia de radio inductivamente acoplado, Plasma AC, Plasma con CO₂, Plasma en microondas y Plasma con nitrógeno.
3. Tecnologías de no incineración (otras tecnologías) (4):
 - Descomposición por electrones solvatados
 - Reducción química en fase gaseosa
 - Deshalogenación catalítica en fase gaseosa
 - Reactor con vapor sobrecalentado.

Para el año 2013 se tiene pensado la construcción de un incinerador de gases refrigerantes en la ciudad de Barranquilla, donde se empleará tecnología aprobada por el Protocolo de Montreal.

3. CASO DE ESTUDIO: CENTRO DE REGENERACIÓN DE REFRIGERANTES DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

La Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) a través de la Escuela de Ingeniería, y específicamente la Facultad de Ingeniería Mecánica y su Grupo de Investigación en Energía y Termodinámica, ha incentivado la investigación a través de publicaciones, proyectos de grado y construcción de prototipos, entre otros, que buscan generar alternativas para las buenas prácticas relacionadas con la recuperación y el reciclaje de refrigerantes.

El trabajo con la UPB se inició a partir de la formación como evaluador en competencias laborales de uno de los docentes de planta de la UPB, a través del cual se ha adelantado el proceso de certificación en la Norma de manejo ambiental de sustancias refrigerantes usadas en los sistemas de refrigeración y aires acondicionados según la normatividad nacional e internacional, de técnicos en los departamentos de Córdoba y Antioquia respectivamente. La UPB acompaña los procesos de evaluación, con asesoría y capacitación a los candidatos a certificarse, cubriendo parte de la demanda del sector, que por sus pocas capacidades de personal, no puede atender el Servicio Nacional de Aprendizaje –SENA-; éste último, actúa como auditor del proceso y de esta manera se lleva a cabo un trabajo articulado que permite agilizar la certificación de los técnicos.

La UPB adelanta trabajos de grado con estudiantes de último semestre relacionados con levantamiento de información y caracterización de los principales sectores consumidores de sustancias refrigerantes en la ciudad de Medellín, esta información sirve de insumo para la ubicación y puesta en marcha de centros de acopio abastecedores de los centros de regeneración. También se adelantan proyectos de investigación con empresas del sector tendientes a mejorar la eficiencia de los equipos que utilizan gases refrigerantes.

La UPB ha establecido convenios con agremiaciones del sector como la Asociación Colombiana del Acondicionamiento del Aire y de la Refrigeración –ACAIRE-, el SENA y la Secretaría del Medio Ambiente de la Alcaldía de Medellín con el fin de participar de forma conjunta y activamente en todos los temas relacionados con la ejecución de los proyectos tendientes a la eliminación del consumo de SAO en la región. Como resultado de estas alianzas se destacan las siguientes actividades:

- Realización de una Feria Ambiental en la cual se involucró al sector productivo, cuyo tema principal fue el manejo de las sustancias refrigerantes (2009).

- Creación de una mesa de trabajo coordinada por la UPB y en la cual participan entes gubernamentales, autoridades ambientales, empresas y técnicos del sector de mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado (2009)
- Formación de una Cooperativa de técnicos en refrigeración que permite la organización de los técnicos del sector independiente lo que facilita su capacitación y el acceso a los proyectos de la UTO como la certificación y la entrega de equipos y herramienta básica (2009).

Es así, como la UPB se perfila como una entidad con gran reconocimiento en el sector de mantenimiento, lo que ha permitido satisfacer la demanda de personal capacitado en el tema de las Buenas Prácticas Ambientales, específicamente en el manejo adecuado de las sustancias refrigerantes, esto sumado a la cualificación de su personal, sus instalaciones, su ubicación estratégica y el conocimiento y compromiso de las directivas con los proyectos que se ejecutan en la región para la eliminación del consumo de las SAO que permita el cumplimiento de los cronogramas establecidos por el Protocolo de Montreal.

3.1 OBJETIVO DE LA UNIVERSIDAD EN EL MARCO DE COOPERACIÓN

Establecer un escenario de cooperación y colaboración mutua entre el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD, la UTO, el MADS y La UPB, para la creación y dotación del Centro de Regeneración de Refrigerantes R12, R22 y R134a en la ciudad de Medellín, como apoyo a la red de Recuperación y Reciclaje de Refrigerantes que opera en la región, con el fin de reducir el consumo de refrigerante virgen en el sector de servicio y mantenimiento de la refrigeración y el aire acondicionado.

3.2 OBLIGACIONES DE LA UNIVERSIDAD COMO BENEFICIARIO

La UTO en su programa definió la creación de cinco (5) Centros de Regeneración de Gases Refrigerantes en el País, siendo la UPB una de las entidades seleccionadas para atender la zona de Antioquia, Córdoba y Chocó, teniendo a su cargo las obligaciones referidas al establecimiento y operación del Centro, con relación a los siguientes aspectos:

3.2.1 Legales

- El beneficiario de los equipos de regeneración se obliga a obtener de Licencia Ambiental para el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, recuperación y/o disposición final de residuos peligrosos, específicamente residuos de SAO, ante la autoridad ambiental regional competente.
- Firma de Memorando de entendimiento entre la Universidad Pontificia Bolivariana y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que se constituye como el Contrato mediante el cual, el MADS hace entrega de los equipos a la UPB como beneficiaria. Este comodato deberá ser elaborado con base en la Ley 80 de Contratación y el Código Civil, y debe ser publicado en el Diario Oficial y obliga a la suscripción de Pólizas de Cumplimiento y de Responsabilidad Civil para garantizar el buen uso y manejo de los equipos.
- Ser una empresa y/o entidad constituida legalmente.
- Contar con un esquema definido para el suministro de gas refrigerante que permita la operación lo más continua posible del centro de regeneración.
- Presentación de un informe de la operación del centro cada tres meses, el cual incluya el tipo y la cantidad de refrigerante regenerado y los usos finales de él.
- Articularse y participar activamente en las estrategias que para el tema promueva el MADS.

3.2.2 Manejo del laboratorio de pruebas

- Contar con al menos un operario entrenado en el manejo de los equipos de laboratorio. La capacitación para el manejo de estos equipos será impartida por el proveedor de los mismos.
- Garantizar el suministro de elementos consumibles para la realización de las pruebas, esto posterior a la finalización de los consumibles entregados inicialmente por el MADS, los cuales se calcula permitan la operación del centro por aproximadamente 6 meses.

3.3 SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LA OPERACIÓN DEL CENTRO

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través de la Unidad Técnica Ozono, realizará un seguimiento trimestral a la operación del centro de regeneración. Este seguimiento permitirá obtener información concerniente a:

- Cantidad de gas regenerado
- Usuarios del centro de regeneración
- Comercialización del gas – reutilización.
- Otros aspectos (problemas en la operación de equipos, costos de operación etc.)

3.4 PERSPECTIVAS DE TRABAJO DE COOPERACIÓN

Existe un mutuo interés de las entidades relacionadas en este acuerdo, en definir un plan de trabajo colaborativo que facilite el desarrollo de acciones de cooperación técnica y administrativa que permitan dar cumplimiento a los objetivos propuestos relacionados con la reducción del uso de refrigerantes vírgenes R12, R22 y R134a, para lo cual se plantean las siguientes actividades:

ESTRATEGIA 1. MEMORANDO DE ENTENDIMIENTO MUTUO (MOU)					
TEMAS GENERALES	META	PRODUCTOS	INDICADORES	ACTIVIDADES	Responsables
Memorando de entendimiento mutuo (mou)	Establecer un escenario de cooperación y colaboración mutua entre el PNUD, la UTO, el MADS y La Universidad Pontificia Bolivariana – UPB, para la creación y dotación del Centro de Regeneración de Refrigerantes R-12 y R-22 en la ciudad de Medellín, como apoyo a la red de Recuperación y Reciclaje de Refrigerantes que opera en la región, con el fin de reducir el consumo de refrigerante virgen en el sector de servicio y mantenimiento de la refrigeración y el aire acondicionado.	Memorando de entendimiento entre las partes.	% de avance del memorando de entendimiento.	Definir líneas técnicas generales de cooperación.	U.P.B. MADS –
				Solicitar formato de figura legal a PNUD.	UTO
				Establecer un responsable jurídico de la Universidad Pontificia Bolivariana.	U.P.B.
				Elaborar borrador, con el objeto de socializar y ajustar.	UPB. - UTO
				Finalmente someterlo a aprobación de PNUD y U.P.B..	UPB. - UTO

ESTRATEGIA 2. FORMULACIÓN DE PROYECTOS ESPECÍFICOS EN EL MARCO DEL MOU					
TEMAS GENERALES	META	PRODUCTOS	INDICADORES	ACTIVIDADES	Responsables
Investigación	Generar conocimiento relacionado con el tema de Sustancias Refrigerantes utilizadas en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado.	Documento sobre estado del arte del manejo, regeneración y disposición de refrigerantes.	% de avance	Indagar sobre el estado del arte del manejo, regeneración y disposición de refrigerantes	U.P.B
		Proyectos de investigación formulados o en ejecución.	No. De proyectos de investigación formulados o en ejecución.	Interactuar con los diferentes grupos de investigación de la Universidad, para intercambiar conocimiento en las diferentes áreas relacionadas con el tema de interés.	U.P.B
				Promover actividades de apoyo académico para fortalecer el componente investigativo.	U.P.B
				Formular y ejecutar proyectos de investigación relacionados con el manejo adecuado de Refrigerantes.	U.P.B
Cooperación Interinstitucional	Realizar convenios, acuerdos o cualquier figura de cooperación con fin de brindar apoyo para el funcionamiento del Centro de Regeneración de Refrigerantes R-12 y R-22.	Convenios formulados o en ejecución.	No. De convenios formulados o en ejecución.	Realizar convenios con las Corporaciones Autónomas Regionales (CORANTIOQUIA, CORNARE, AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ), Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA, ó cualquier otra entidad, para el montaje y operación del Centro de Recuperación y Regeneración de Refrigerantes (CRRR).	U.P.B
				Brindar intercambio de servicios con entidades que quieran participar de las actividades del Centro de Regeneración de Gases Refrigerantes.	U.P.B
Capacitación y fortalecimiento interno continuo	Proponer e implementar programas de capacitación al personal, que desarrollen nuevos conocimientos y habilidades, acordes con las necesidades de operación del CRRR.	Programas de capacitación propuestos y/o ejecutados.	No. De Programas de capacitación propuestos y/o ejecutados	Determinar las necesidades de capacitación del personal.	U.P.B
				Realizar jornadas de capacitación en el tema de Manejo de Refrigerantes.	U.P.B
				Evaluar el programa de capacitación para medir el grado de eficiencia del mismo.	U.P.B
Creación de reconocimiento para motivar el uso de refrigerante regenerado	Promover e inculcar en el cliente potencial el uso de refrigerante regenerado, basado en los beneficios adicionales y reconocimiento para su empresa que este le puede	Informe de la Gestión para la creación de Incentivo o reconocimiento por uso de refrigerante regenerado.	% de avance	Establecer mecanismo de reconocimiento para las empresas que utilicen refrigerante regenerado.	U.P.B – UTO – AMVA
				Solicitar la inclusión de este incentivo a los programas de reconocimiento ambiental ante las Corporaciones Autónomas Regionales.	U.P.B – UTO – AMVA

ESTRATEGIA 2. FORMULACIÓN DE PROYECTOS ESPECÍFICOS EN EL MARCO DEL MOU					
TEMAS GENERALES	META	PRODUCTOS	INDICADORES	ACTIVIDADES	Responsables
	ofrecer			Divulgar entre los clientes el valor agregado que le daría este reconocimiento a su empresa.	U.P.B – UTO – AMVA
Estrategias de comunicación y divulgación del Centro de Regeneración	Promocionar los servicios que ofrece el Centro de Regeneración de Refrigerantes entre las empresas consumidoras de frío en la región.	Página WEB con portafolio de servicios ofrecidos por el CRRR.	Página WEB	Crear una página web para publicitar el portafolio de servicios del Centro, así como las investigaciones y proyectos que se estén llevando a cabo.	U.P.B
		Pautas emitidas por radio, revistas, periódico, correos electrónicos, plegables, entre otros, con el fin de dar a conocer el Centro de Regeneración y sus servicios.	No. De pautas emitidas.	Estudiar las estrategias de divulgación apropiadas según el tipo de cliente identificado.	U.P.B
				Utilizar diferentes medios divulgativos como radio, revistas, periódico, correos electrónicos, plegables, entre otros, con el fin de dar a conocer el Centro de Regeneración y sus servicios.	U.P.B
Estrategia Comercial	Comercializar los servicios del Centro de Regeneración de Refrigerantes.	Estrategia comercial		Realizar estudios de mercado que permitan conocer los clientes potenciales y la demanda actual.	U.P.B
			% de avance	Crear el modelo de negocio del Centro de Regeneración.	U.P.B
				Diseñar la imagen corporativa que hará parte de la publicidad.	U.P.B
			No. De empresas atendidas.	Implementar diferentes estrategias que permitan la consecución de los clientes.	U.P.B
Servicios ofrecidos	Establecer un paquete de servicios que involucre las actividades relacionadas con el manejo integral de los refrigerantes utilizados en el sector de la Refrigeración y el Aire Acondicionado.	Refrigerante regenerado	lb/mes de refrigerante regenerado	Servicio de Regeneración de refrigerantes R12, R-22 y R134a.	U.P.B
		Refrigerante regenerado vendido	lb/mes de refrigerante regenerado vendido	Venta de refrigerante R12, R-22 y R134a regenerado.	U.P.B
		Análisis Físico – Químico de los refrigerantes R-22 y R-12	lb/mes de refrigerante analizado.	Análisis Físico – Químico de los refrigerantes R12, R-22 y R134a para garantizar su grado de pureza. Servicio especial para técnicos y proveedores que tengan dudas del estado del refrigerante que utilizan.	U.P.B
		Asistencia técnica en procesos de reconversión	No. De servicios atendidos.	Brindar asistencia Técnica en procesos de reconversión de equipos de Refrigeración y Aire Acondicionado.	U.P.B
		Refrigerante recuperado y/o reciclado in situ.	lb/mes de refrigerante recuperado y/o reciclado in situ.	Disposición de equipos de recuperación y reciclaje y transporte para recuperar o reciclar in situ, si el cliente así lo requiere.	U.P.B

ESTRATEGIA 2. FORMULACIÓN DE PROYECTOS ESPECÍFICOS EN EL MARCO DEL MOU					
TEMAS GENERALES	META	PRODUCTOS	INDICADORES	ACTIVIDADES	Responsables
		Capacitación en el Manejo integral de las sustancias refrigerantes (uso, recolección, disposición).	No. De capacitación en el Manejo integral de las sustancias refrigerantes (uso, recolección, disposición).	Ofrecer capacitación permanente y abierta en el Manejo integral de las sustancias refrigerantes (uso, recolección, disposición).	U.P.B
		Convenio para Certificación de Personas en las Normas de Competencia Laboral (NCL), Mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado.	% de avance.	Establecer convenio para Certificación de Personas en las Normas de Competencia Laboral (NCL), Mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado.	U.P.B

3.5 CRONOGRAMA DE TRABAJO DE LA COOPERACIÓN

La Universidad ha definido un cronograma de trabajo, donde detalla las actividades realizadas y por realizar en el marco de cooperación para el manejo de los gases refrigerantes tipo SAO, el cual se muestra a continuación.

PRODUCTOS	ACTIVIDADES	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Memorando de entendimiento entre las partes.	Definir líneas técnicas generales de cooperación								
	Solicitar formato de figura legal a PNUD								
	Establecer un responsable jurídico de la Universidad Pontificia Bolivariana								
	Elaborar borrador, con el objeto de socializar y ajustar.								
	Finalmente someterlo a aprobación de PNUD y UPB								
Documento sobre estado del arte del manejo, regeneración y disposición de refrigerantes.	Indagar sobre el estado del arte del manejo, regeneración y disposición de refrigerantes								
Proyectos de investigación formulados o en ejecución.	Interactuar con los diferentes grupos de investigación de la Universidad Pontificia Bolivariana, para intercambiar conocimiento en las diferentes áreas relacionadas con el tema de interés								
	Promover actividades de apoyo académico para fortalecer el componente investigativo								
	Formular y ejecutar proyectos de investigación relacionados con el								

PRODUCTOS	ACTIVIDADES	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Convenios formulados o en ejecución.	manejo adecuado de Refrigerantes								
	Realizar convenios con el Área Metropolitana del Valle de Aburrá para el montaje y operación del CRRR de refrigerantes								
	Brindar intercambio de servicios con entidades que quieran participar de las actividades del Centro de Regeneración de Gases Refrigerantes								
Programas de capacitación propuestos y/o ejecutados.	Determinar las necesidades de capacitación del personal								
	Realizar jornadas de capacitación en el tema de Manejo de Refrigerantes								
	Evaluar el programa de capacitación para medir el grado de eficiencia del mismo								
Informe de la Gestión para la creación de Incentivo o reconocimiento por uso de refrigerante regenerado.	Establecer mecanismo de reconocimiento para las empresas que utilicen refrigerante regenerado								
	Solicitar la inclusión de este incentivo a los programas de reconocimiento ambiental ante el Área Metropolitana del Valle de Aburrá								
	Divulgar entre los clientes el valor agregado que le daría este reconocimiento a su empresa								
Página WEB con portafolio de servicios ofrecidos por el CRRR.	Crear una página web para publicitar el portafolio de servicios del Centro, así como las investigaciones y proyectos que se estén llevando a cabo								
Pautas emitidas por radio, revistas, periódico, correos electrónicos, plegables, entre otros, con el fin de dar a conocer el Centro de Regeneración y sus servicios.	Estudiar las estrategias de divulgación apropiadas según el tipo de cliente identificado.								
	Utilizar diferentes medios divulgativos como radio, revistas, periódico, correos electrónicos, plegables, entre otros, con el fin de dar a conocer el Centro de de Regeneración de Gases Refrigerantes								
	Regeneración y sus servicios								
Estrategia comercial	Realizar estudios de mercado que permitan conocer los clientes potenciales y la demanda actual								
	Crear el modelo de negocio del Centro de Regeneración								
	Diseñar la imagen corporativa que hará parte de la publicidad								
	Implementar diferentes estrategias que permitan la consecución de los clientes								
Refrigerante regenerado	Servicio de Regeneración de refrigerantes R12, R-22 y R134a								
Refrigerante regenerado vendido	Venta de refrigerante R12, R-22 y R134a regenerado								
Análisis Físico – Químico de los refrigerantes R-22 y R-12	Análisis Físico – Químico de los refrigerantes R12, R-22 y R134a para garantizar su grado de pureza. Servicio especial para técnicos y proveedores que tengan dudas del estado del refrigerante que utilizan								
Asistencia técnica en	Brindar asistencia Técnica en								

PRODUCTOS	ACTIVIDADES	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
procesos de reconversión	procesos de reconversión de equipos de Refrigeración y Aire Acondicionado								
Refrigerante recuperado y/o reciclado in situ.	Disposición de equipos de recuperación y reciclaje y transporte para recuperar o reciclar in situ, si el cliente así lo requiere								
Capacitación en el Manejo integral de las sustancias refrigerantes (uso, recolección, disposición).	Ofrecer capacitación permanente y abierta en el Manejo integral de las sustancias refrigerantes uso, recolección(, disposición).								
Convenio para Certificación de Personas en las normas de competencia laboral	Establecer convenio para Certificación de Personas en las normas de competencia laboral								
(Normas de Competencias Laborales NCL), Mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado.	(NCL), Mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado.								

4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL CENTRO DE REGENERACIÓN DE REFRIGERANTES DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

En el Anexo D se presentan los términos de referencia remitidos por la autoridad ambiental del Área Metropolitana del Valle de Aburrá para la elaboración del estudio de impacto ambiental para el almacenamiento, reciclaje, tratamiento y recuperación de sustancias refrigerantes y otras sustancias agotadoras de la Capa de Ozono (SAO), los cuales son una exigencia contemplada en el decreto 2820 de 2010 sobre Licenciamiento Ambiental. Título IV (procedimiento para la obtención de Licencia Ambiental) y la ley 1450 de 2001 en lo referente al trámite de licenciamiento)

4.1 RESUMEN EJECUTIVO ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Luego de conocer las necesidades que en materia ambiental enfrenta el país para el manejo de sustancias refrigerantes, la UPB propone la creación de un Centro de Regeneración para realizar un manejo adecuado de dichas sustancias con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través de la Unidad Técnica de Ozono (UTO).

Para la creación de dicho Centro de Regeneración, se requiere contar con un plan de manejo ambiental basado en un estudio de impacto ambiental.

Para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental se siguieron las siguientes etapas:

- Revisión de literatura
- Selección del sitio para la implementación del Centro de Regeneración
- Metodología para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental:

La identificación y evaluación de impactos ambientales se realizó a través de la construcción de una matriz donde se muestran las variables ambientales que son impactadas con el Centro de Regeneración, ya sea de una forma positiva o negativa y donde se determinó la ocurrencia de los impactos, medidos en periodicidad, intensidad, permanencia, cumplimiento de los requisitos legales y afectación a las partes interesadas.

La metodología aplicada para la evaluación y valoración de la significancia de los impactos ambientales identificados se retomó de la presentada por Arboleda (2005) para estudios de impacto ambiental diversos.

Dentro de las actividades tenidas en cuenta para del estudio de impacto ambiental, se asumieron como principales la recolección y transporte de sustancias al Centro, el descargue, el almacenamiento, el tratamiento de las sustancias peligrosas, la prueba de contaminantes de los gases y la regeneración de los gases.

Mediante la elaboración de una matriz de impactos se definieron las principales afectaciones al medio ambiente con la operación del Centro de Regeneración, en donde se analizaron las actividades en relación a su impacto ambiental, el aspecto a evaluar y su valoración, encontrándose 26 aspectos ambientales evaluados.

Una vez identificados los impactos ambientales de la regeneración de refrigerantes se procede a la elaboración del Plan de Manejo Ambiental, el cual se estructura a partir de los programas de manejo para la mitigación de los impactos, dentro de los que se destacan el programa para el manejo del residuos peligrosos, programa para el manejo de los consumibles no peligrosos, programa para el manejo de aguas residuales sección administrativa, programa para el manejo de aguas residuales tipo industrial, programa para el control de emisiones atmosféricas de fuentes móviles, programa de revisión y mantenimiento de equipos y programa de salud ocupacional, entre otros.

Para cada uno de los programas determinados, se definieron una serie de procedimientos a seguir, tendientes a prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos generados por el proyecto durante las diferentes etapas relacionadas con el proceso de construcción, el de operación y el de abandono, complementando así el Estudio de Impacto Ambiental para el Centro de Regeneración de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín.

4.2 GENERALIDADES DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

4.2.1 Introducción

La Universidad Pontificia Bolivariana, haciendo alusión al enorme compromiso que tienen las instituciones de educación superior en la protección y conservación del medio ambiente, y basado en la trayectoria que ha recorrido en cuanto a proyectos e investigaciones relacionadas con el Manejo Ambiental de las Sustancias Refrigerantes y su impacto negativo, tiene gran interés de crear y operar en sus instalaciones el Centro de Regeneración de Refrigerantes que cubrirá los departamentos de Antioquia, Córdoba y

Chocó, para regenerar gases tipo R12, R-22 y R134a que pueden ser reutilizados en equipos de refrigeración y aire acondicionado y evitar así su liberación a la atmósfera con las consabidas consecuencias ambientales que ello implica.

Para ello la Universidad tiene el propósito de crear la infraestructura necesaria, para este Centro, en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Mecánica, específicamente en el laboratorio de Térmicas, el cual operará como una unidad de recuperación, reciclaje y regeneración de refrigerantes, donde las empresas y técnicos pertenecientes a su zona de influencia podrán llevar el refrigerante recuperado para su limpieza o comercialización.

Para la puesta en operación del Centro de Regeneración se han identificado tres etapas fundamentales que son: **Adecuación del Centro**, que tiene que ver con el acondicionamiento de las instalaciones locativas para albergar áreas de oficina, laboratorio, bodegaje, operación de equipos de regeneración y disposición de residuos. **Operación del Centro** que tiene que ver con las labores inherentes al funcionamiento del centro desde la recepción del gas refrigerante, las pruebas de laboratorio, la regeneración, el almacenamiento bajo las condiciones de seguridad necesarias, la disposición de los residuos generados y la entrega a gestores de éstos. **Abandono del Centro**, contemplada para el final de la vida útil del Centro cuando no se tenga un volumen de gas refrigerante significativo para regenerar.

Debido a que el espacio donde operará el Centro de Regeneración se encuentra construido en un área urbana que cuenta con los servicios de energía, comunicaciones, acueducto, alcantarillado, vías, entre otros, y no será necesario realizar nuevas construcciones, tan solo se realizarán adecuaciones al interior del espacio construido, no fue necesario realizar estudios del medio biofísico (geología, geomorfología, suelos, hidrología, flora, fauna), el estudio se basó fundamentalmente en los elementos del medio que serían afectados directamente con la puesta en funcionamiento, operación, mantenimiento y abandono del Centro de Regeneración, los cuales hacen referencia a manejo de insumos de oficina, manejo de reactivos empleados en las pruebas de laboratorio y sus residuos, manejo de los residuos del proceso de regeneración de los gases refrigerantes, consumos de energía, agua y manejo de aguas residuales fundamentalmente.

Debido a que en el país no se encuentra todavía ningún centro de regeneración de gases refrigerantes en operación, la búsqueda de información referida a su proceso y residuos generados en sus diferentes etapas, fue obtenida con base en información secundaria y normas técnicas internacionales para la regeneración de los gases refrigerantes, las cuales serán adoptadas en el Centro para garantizar que el producto salga con calidades similares a las de un gas virgen.

La búsqueda de la información pertinente para la realización del estudio de impacto ambiental se desarrolló a lo largo del año 2011 y lo transcurrido del 2012, en la cual se consultó abundante material relacionado con la normatividad existente para el transporte, manipulación, manejo, uso y disposición de los gases refrigerantes, los cuales fueron involucrados como insumos fundamentales en la definición del estudio de impacto ambiental y sus diferentes componentes.

4.2.2 Objetivos

4.2.2.1 Objetivos Generales

Elaborar un estudio de impacto ambiental para la adecuación y dotación del Centro de Regeneración de Refrigerantes R12, R22 y R134a de la Universidad Pontificia Bolivariana, en la ciudad de Medellín, como apoyo a la red de Recuperación y Reciclaje de Refrigerantes que opera en la región.

4.2.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar y evaluar los impactos ambientales generados en la adecuación y operación del centro de regeneración de gases refrigerantes
- Identificar y caracterizar los residuos generados en el proceso de regeneración de los gases refrigerantes.
- Elaborar un plan de manejo ambiental para el centro de regeneración que contenga los programas y proyectos que deban implementarse para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos generados por la actividad de regeneración.
- Cumplir con la normatividad ambiental relacionada con el almacenamiento, transporte, manejo y disposición de los gases refrigerantes y los residuos peligrosos.

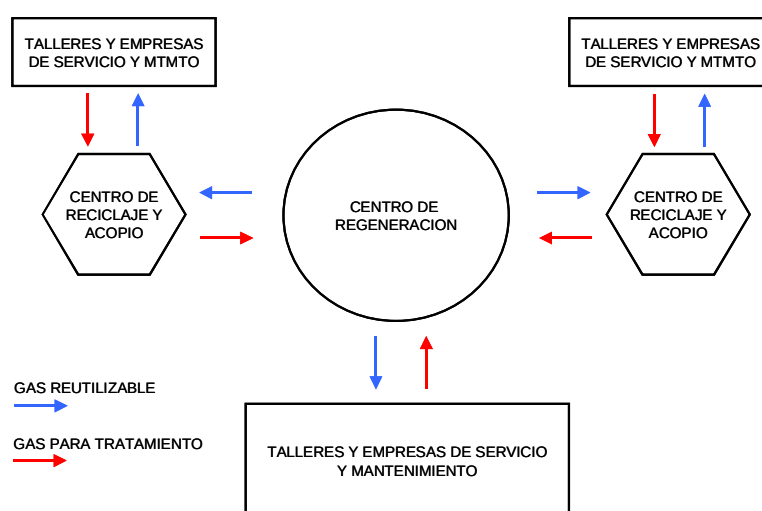
4.2.3 Antecedentes

Como se mencionó antes Colombia hace parte del Protocolo de Montreal, y dentro de sus compromisos está la eliminación de las sustancias agotadoras de la capa de Ozono, y el establecimiento de una red de Recuperación y Reciclaje de Refrigerantes, que cubra la demanda de las nuevas sustancias controladas cuando la oferta en el mercado sea baja, se elimine la liberación de éstas a la atmósfera y reduzca el consumo de refrigerante virgen, haciendo de la regeneración una herramienta económica y eficaz para el cumplimiento de Colombia frente al Protocolo de Montreal.

La creación de estos centros de gestión de refrigerantes se sustenta en la viabilidad técnica y económica de su ejecución. En tal sentido, su funcionamiento se basa en la prestación de servicios de regeneración a los demás elementos de la red de recuperación y reciclaje y en el abastecimiento al mercado de gas refrigerante reutilizable y certificado, como lo muestra la figura 10.

En Medellín el trabajo con la Universidad se inició a partir de la formación como evaluador en competencias laborales de uno de los docentes de planta de la Universidad Pontificia Bolivariana, a través del cual se ha adelantado el proceso de certificación de técnicos en los departamentos de Córdoba y Antioquia, en la Norma de manejo ambiental de sustancias refrigerantes usadas en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado según la normatividad nacional e internacional.

Figura 10. Esquema de funcionamiento de la red de recuperación y reciclaje, introduciendo los centros de regeneración



La Universidad adelanta trabajos de grado con estudiantes de último semestre relacionados con levantamiento de información y caracterización de los principales sectores consumidores de sustancias refrigerantes en la ciudad de Medellín, ésta información sirve de insumo para la ubicación y puesta en marcha de centros de acopio abastecedores de los centros de regeneración. También se adelantan proyectos de investigación con empresas del sector tendientes a mejorar la eficiencia de los equipos que utilizan gases refrigerantes.

Es importante resaltar que la Universidad cuenta con los medios logísticos y de personal, soporte suficientes para la administración del Centro de Regeneración de Refrigerantes; además tiene el respaldo de la administración de la Universidad Pontificia Bolivariana en

cabeza del señor Rector y de todas las demás dependencias que servirán de apoyo al centro (Laboratorios, Unidad de Transferencia, CIDI, etc.).

El marco normativo vigente que se consideró para la elaboración del estudio es el siguiente:

Constitución política en el capítulo III del Título II referido a la protección del medio ambiente.

Decreto 2811 de 1974. Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente, el cual constituye uno de los pilares de la Política Ambiental en Colombia.

Ley 99 de 1993 relacionada con todos los preceptos que en materia ambiental adoptó el Estado Colombiano, la competencia de las corporaciones autónomas regionales y la necesidad de contar con licencias ambientales para emprender obras de desarrollo que caucen un impacto al ambiente.

Ley 388 de 1997 que provee a las autoridades ambientales municipales de unos lineamientos conceptuales y recomendaciones generales en torno a la importancia que la dimensión ambiental reviste en el proceso de formulación de los planes de ordenamiento territorial municipal.

Acuerdo 46 de 2006. Plan de Ordenamiento Territorial de Medellín relativo a los polígonos para el uso del suelo.

Decreto 2820 del 5 de agosto de 2010, relacionado con el procedimiento para la obtención de licencia ambiental)

Ley 1450 de 2011 en lo referente al trámite de licenciamiento.

Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005. Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.

Decreto 1609 de 2002 por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.

Resolución 879 de 2007 por medio de la cual se adoptan los planes de manejo integral de residuos sólidos para el Valle de Aburrá.

4.2.4 Alcances

Con el Centro de Regeneración se pretende crear un espacio idóneo para el mejoramiento de las condiciones medioambientales a través de la regeneración de las sustancias agotadoras de la Capa de Ozono, enmarcadas en un ambiente de racionalización en el uso de los recursos naturales, minimizando los riesgos e impactos ambientales que dicha actividad pueda generar, mediante la toma de medidas de manejo adecuadas, donde se controlen los posibles efectos de la actividad.

Al momento de abandono del proyecto el cual está programado para el 2019, los impactos serán bajos por cuanto se presentará el desmantelamiento del laboratorio y los equipos, que son recibidos por la Universidad en calidad de comodato, serán devueltos al Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, y las instalaciones locativas serán destinadas a actividades de laboratorios o docencia en la Universidad, previo a la realización de una evaluación del estado del mismo y del sistema de alcantarillado.

Los impactos generados con la adecuación, operación y abandono del Centro de Regeneración son debidamente analizados en el presente documento y están relacionados en los capítulos de matriz de impactos ambientales y plan de manejo, donde se especifican las estrategias, planes y programas que se deben realizar para garantizar el menor impacto posible al medio ambiente.

Como esta actividad requiere del transporte de las sustancias agotadoras de la Capa de Ozono desde el lugar de reciclaje hasta el Centro de Regeneración, en este estudio se contempla el protocolo a seguir para este transporte de acuerdo a la normatividad vigente, donde la UPB asume las responsabilidades del transporte establecidas como parte de la cadena de custodia, aclarando que el Centro de Regeneración no ofrecerá el servicio de transporte sino que éste será realizado por el propietario de la sustancia o será contratado con una empresa especializada en el transporte y manipulación de sustancias peligrosas, como lo establece la Ley.

Como ya se mencionó en el capítulo 4, esta etapa de creación del centro de regeneración hace parte de todo un programa de capacitación y educación emprendida por la UTO y respaldada por varios organismos del Estado, donde se ha presentado un contacto directo con las personas involucradas en la manipulación y uso de las sustancias agotadoras de la Capa de Ozono, por lo que la operación de este centro es una necesidad sentida de la comunidad.

4.2.5 Metodología general del estudio

La elaboración del estudio de impacto ambiental (EIA) para el Centro de Regeneración de Sustancias Refrigerantes Agotadoras de la Capa de Ozono, se realizó a través de la modalidad de tesis de grado de maestría, desarrollada por el Ingeniero Forestal Jaime Diego González Ruiz, aspirante a la Maestría en Ingeniería Ambiental y quien contó con la colaboración de las personas que se muestran en la tabla 13:

Tabla 13. Listado de personas que participaron en el EIA del Centro de Regeneración

Nombre	Disciplina	Responsabilidad	Formación Experiencia
Cesar Alejandro Isaza Roldán	Ing. Mecánico	Director del proyecto	Docente investigador UPB. Grupo de Energía y Termodinámica. Instituto de Energía Materiales y Medio Ambiente
Jaime Diego González Ruiz	Ing. Forestal	Investigador principal	Estudiante de la Maestría en Ingeniería Ambiental
Xiomara Ibeth Stavro Tirado	Ing. Química	Colaboración en Gases Refrigerantes y técnicas de regeneración	Representante de la UTO en el manejo de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO)
Inga C. Rodriguez Mur	Ing. Química	Colaboración en Residuos peligrosos	Manejo en residuos peligrosos de CORANTIOQUIA
Mayte Eugenia Tamayo Trujillo	Ing. Ambiental	Colaboradora en manejo y disposición de residuos peligrosos	Directora Industriales y Tratamientos Especiales de ASEI
Sergio Bedoya H	Ing. Químico	Colaborador en manejo y disposición de residuos peligrosos	Asistente Gestión Técnica de ECOLOGISTICA

Debido a que no fue necesario realizar estudios previos del medio biofísico y que la actividad a realizar es puntual para la regeneración de los gases refrigerantes, se llevó a cabo un proceso metodológico relacionado con la documentación del proceso y los impactos que dicha actividad genera en el medio ambiente. Fue así como la metodología partió del avance realizado por la UPB en alianza con la Unidad Técnica de Ozono (UTO) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para el montaje en Medellín de uno de los cinco centros de regeneración de refrigerantes en el país que cumplirá con la función

de prestar el servicio de regeneración a los demás miembros de la red de recuperación y reciclaje, y abastecer al mercado de gas refrigerante reutilizable y certificado.

En la tabla 14 se presenta el cronograma general de actividades realizadas en el desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental para el Centro de Regeneración.

Tabla 14. Cronograma de actividades del EIA del Centro de Regeneración

Actividad	Meses						
	1	2	3	4	5	6	7
Contexto general de los gases refrigerantes y sus efectos en el ambiente							
Solicitud de términos de referencia para el Estudio de Impacto Ambiental a la Autoridad Ambiental							
Revisión de literatura							
Trabajo de campo (visita a las instalaciones donde se ubicará el centro de regeneración)							
Definición metodológica para abordar el EIA							
Solicitud certificación usos del suelo en la curaduría							
Definición procesos en el Centro de Regeneración y diseños de áreas							
Elaboración de la matriz de impactos							
Identificación de impactos							
Elaboración del plan de manejo ambiental							
Elaboración del programa de seguimiento y monitoreo							
Elaboración del plan de contingencia para el almacenamiento de residuos o desechos peligrosos							
Elaboración del plan de abandono y restauración final							
Entrega del EIA a la autoridad ambiental							
Respuesta a observaciones y obtención de la licencia							

Las etapas metodológicas para el desarrollo de este estudio se enuncian a continuación:

4.2.5.1 Revisión de Literatura

Esta primera etapa contó con la revisión del material bibliográfico disponible en la UTO, la UPB, la legislación colombiana, bases de datos científicos y genéricos de internet, relacionado con los gases refrigerantes, cantidades, uso, usuarios, efectos ambientales de su utilización, disposición, así como el Ozono, la Capa de Ozono, el efecto invernadero, las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono SAO, los protocolos internacionales para el control de las SAO, así como su impacto en la salud, lo social y lo económico en el País, cuya información se presentó en los capítulos 1, 2 y 3 de este documento.

De otro lado se realizó una revisión exhaustiva de los procesos seguidos para la regeneración de los gases refrigerantes desde las pruebas para verificación del tipo de gas refrigerantes hasta la identificación de los contaminantes y cantidades, pasando luego por el proceso mismo de regeneración y posteriormente su almacenamiento. Aquí también se identificaron los contaminantes, se realizó su caracterización y se definió la forma más adecuada de disposición, cumpliendo con el decreto 4741 de 2005. Dicha información se presenta más adelante.

Otra parte importante de la revisión bibliográfica fue la identificación de las normas, leyes, decretos, resoluciones y otras que rigen la manipulación, el uso, la regeneración, el transporte, el almacenamiento y otros de las sustancias agotadoras de ozono, en las cuales se enmarca el presente estudio de impacto ambiental, las cuales se muestran en el Anexo C.

4.2.5.2 Selección del Sitio para la Implementación del Centro de Regeneración

La Universidad tiene disponible para este Centro, un espacio en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Mecánica, específicamente en el laboratorio de Térmicas, el cual operará como una unidad de recuperación, reciclaje y regeneración de refrigerantes, donde las empresas y técnicos pertenecientes a su zona de influencia podrán llevar el refrigerante recuperado para su limpieza o comercialización.

Este sitio contará con las siguientes características de personal y áreas:

- Tendrá por lo menos un operario certificado en la Norma de Competencia Laboral “Manejo Ambiental de Sustancias Refrigerantes” y un técnico auxiliar.
- Para el Laboratorio dispondrá de un área total de operación de 140 m² con un espacio destinado para el Centro de Regeneración de Refrigerantes de 50 m², en la sección 5.3.2.1 Distribución de las áreas del Centro de Regeneración, se hará una descripción detallada de esta distribución.

4.2.5.3 Metodología para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

El estudio de impacto ambiental se realizó siguiendo lo establecido en los términos de referencia suministrados por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, lo estipulado en el Decreto 2820 de 2010, TITULO IV (Procedimiento para la obtención de Licencia Ambiental) y la Ley 1450 de 2011 en lo referente al trámite de licenciamiento.

Al considerar el Centro de Regeneración de Gases Refrigerantes, como una actividad humana donde se generan procesos y funciones que pueden alterar las condiciones medioambientales, es necesario definir un procedimiento para medir de forma cualitativa y cuantitativa las afectaciones de tipo negativo o positivo que dicha actividad conlleva.

Dentro de las metodologías más empleadas en el medio para determinar los impactos ambientales que las obras, proyectos o actividades generan, esta la desarrollada por Arboleda (2005), la cual tiene aplicabilidad en la identificación y valoración de los impactos que ocasionará el funcionamiento del Centro de Regeneración de Gases Refrigerantes de la Universidad Pontificia Bolivariana.

4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

4.3.1 Descripción de la infraestructura planeada para el almacenamiento, tratamiento y/o aprovechamiento de residuos y/o desechos peligrosos (SAO)

4.3.1.1 Distribución de las áreas.

El Centro de Regeneración de Refrigerantes de la UPB, se encuentra dentro del Centro de Investigación, Desarrollo y Calidad en Refrigeración y Climatización de la UPB. Este cuenta con un área de operación de 165,7 m² con una distribución estimada de las áreas más importantes como sigue y como se muestra en la figura 11.

- Investigación y Desarrollo (44,6 m²)
- Cabina para pruebas y ensayos en refrigeradores domésticos (50 m²)
- Oficinas (14,4 m²)
- Centro de Regeneración de Refrigerantes (26 m²)
- Zona de lavado de tanques (2,5 m²)
- Almacenamiento de residuos peligrosos (1,5 m²)
- Zona de circulación (27,5 m²)

La subáreas del Centro de Regeneración de Refrigerantes, se presentan a continuación y se pueden observar en la figura 12.

- Área equipos de regeneración, bombas de transferencia, máquinas de recuperación, identificadores de refrigerante, detectores, báscula (2,7 m²)
- Área para 50 cilindros estándar de 25-30 lb, 10 cilindros estándar de 30 lb con protección sobrellenado, 5 tanques de 57-66 kg para el almacenamiento de refrigerante regenerado y 18 cilindros estándar de 80-100 lb con protección sobrellenado. (7,7 m²)

- Área para laboratorio de pruebas y almacenamiento de reactivos, cromatógrafo y Karl Fisher (4,4 m²)
- Área de circulación y trabajo (11,2 m²)

Figura 11. Distribución de las diferentes áreas de operación del Centro de Investigación, Desarrollo y Calidad en Refrigeración y Climatización de la UPB



Figura 12. Distribución de las diferentes áreas de operación del Centro de Regeneración



4.3.1.2 Equipos de regeneración e insumos

El Centro de Regeneración de la Universidad Pontificia Bolivariana funcionará con equipos que recibirá a modo de comodato del Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible a través de la Unidad Técnica de Ozono.

Los equipos para el establecimiento del Centro de Regeneración de Refrigerantes, que serán entregados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible son:

Equipos para regeneración

- Equipos de proceso no continuo de regeneración multirefrigerante. cumplimiento de la norma ARI 700-1999 (test de pureza)
- 50 cilindros estándar de 25-30 lb
- 10 cilindros estándar de 30 lb con sistema de protección de sobrellenado over fill protection OFP
- 5 tanques de 57-66 kg para almacenamiento de refrigerante regenerado
- 18 cilindros estándar de 80-100 lb
- 2 set de manómetros de dos vías de servicio con mangueras R12
- Equipo recuperador de gas refrigerante
- 2 bombas de transferencia para la recuperación de refrigerante
- 1 identificador de refrigerantes.
- 1 balanza electrónica de carga.
- 1 báscula para pesar tanques

Equipos de laboratorio

- Balanza analítica
- Equipo para la determinación de contenido de humedad Karl Fisher
- Bomba de vacío
- Cromatógrafo de gases para la determinación de pureza y contenido de gases no condensables de marca Shimadzu, modelo GC 2014.

Consumibles de laboratorio

- 3 Litros de Solución Karl Fisher
- Paquete detección presencia de cloro incluye:
 - 10 vasos de precipitados de 100 mL
 - 16 frascos de 2,5 litros c/u de Metanol Anhidro.

2 frascos de 2,5 litros de solución saturada de Nitrato de Plata.

1 frasco de 500 mililitros de Acido Nítrico concentrado.

Agitadores de vidrio.

Pipetas.

- Paquete detección presencia de residuos en punto de ebullición incluye:
Tubo Goetz graduación centrífuga. Perlas de ebullición, cristales de carbono Platos desechables de aluminio.
- Paquetes presencia detección de acidez incluye:

Paquete a. Conectores y tubos para la conexión del cilindro con refrigerante al Erlenmeyer. (Extractado NORMA ARI 700 Apéndice C Parte 1 Sección 8).

1. Stainlesssteel capillary tubing: Cat# 3021 1,
2. Alltech, Inc., Melrose, IL.
3. 100 ml stainless steel cylinder: Cat#
4. 304L-HDF4-100, Swagelok, Inc., Solon, OH.
5. Two 1/4" stainless steel valves with male pipe
6. fittings: Cat# SS-1RM4, Swagelok, Inc., Solon, OH
7. 4. Two 1/4" female pipe x 1/4" flare fittings: Cat#
8. 2P-199, W. W. Grainger, Chicago, E.
9. 5, 1/16 Swagelok x 1/4" Swagelok reducing union
10. Cat# SS400-61, Swagelok, Inc., Solon, OH.
11. 1/4" Swagelok x 1/4" flare AN adaptor CaH
12. SS400-A4ANF, Swagelok, Inc., Solon, OH
13. 1/4" x 1/4" flare connector.
14. 1/4" inlet NPT male x 1/4" outlet NPT female
15. Hoke pressure relief valve: Cat# 67 1 1UY. Hoke,
16. Inc., Cresskill, NJ.
17. 250 ml Erlenmeyer flask: Cat# 121-954, Curtin
18. Matheson Scientific, Broadview Heights, OH.

Paquete b. reactivos y accesorios de laboratorio:

Bureta 20 ml. (5) pipetas graduadas. (2) pipetas aforadas 1ml. (2) pipetas aforadas de 5 ml. (5) balones aforados 100 ml. (5) balones aforados 50 ml. (5) vasos precipitados 100 ml. (5) vasos precipitados 50 ml. (5) vidrios de reloj. (3) espátulas preparación de reactivos. (30 lt) isopropano grado espectrofotométrico. (30 lt) tolueno grado

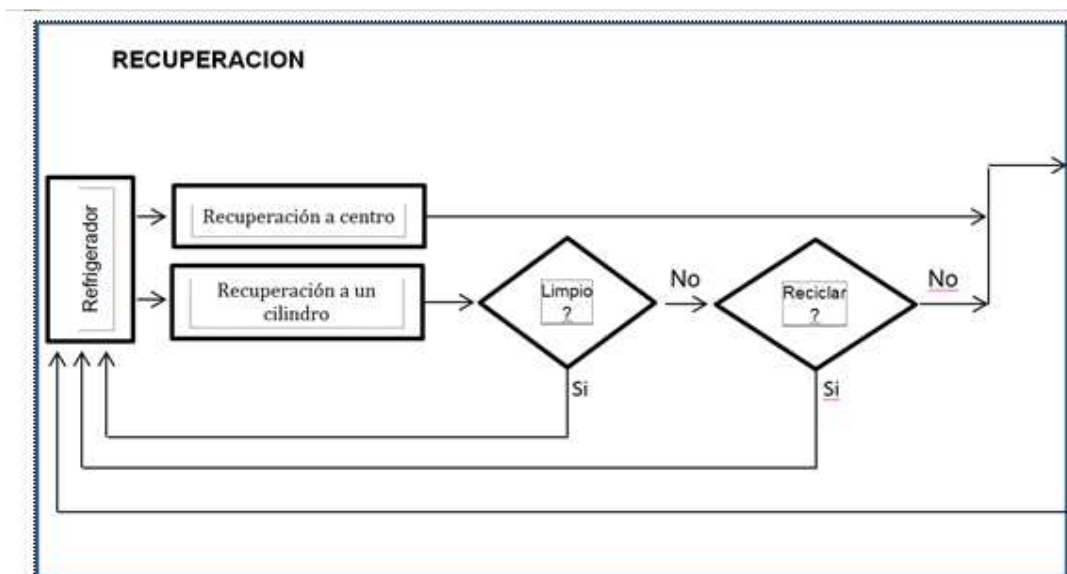
espectofotométrico. (1 kg) hidróxido de potasio. (30 lt) metanol anidro. (9lt) ácido sulfúrico. (10 gr) sal sódica de azul de bromotimol.

Una descripción detallada de los equipos y sus características principales se presentan en el Anexo E.

4.3.2 Diagrama de Flujo del proceso de regeneración de refrigerantes

En la figura 13 se presenta el diagrama de flujo de la fase de recuperación de los refrigerantes, desde el momento en que el refrigerante es extraído de los electrodomésticos descompuestos y es recuperado en un cilindro y luego retornado al electrodoméstico una vez reparado o es destinado a un centro de reciclaje si el electrodoméstico queda inservible o a un centro de regeneración si este requiere de limpieza.

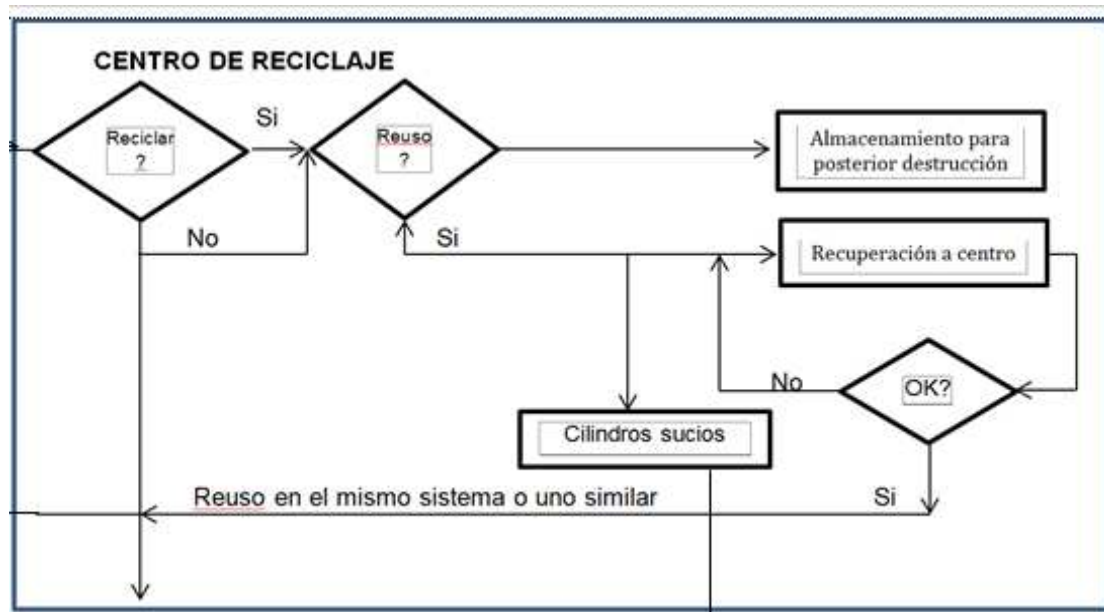
Figura 13. Fase de la recuperación de refrigerantes desde la fuente.



Fuente: RTI technologies. 2010

En la figura 14 se muestra el diagrama de flujo de la forma como el refrigerante es reciclado, dependiendo de las condiciones del refrigerante. Si el refrigerante con una limpieza mínima se puede recuperar, es enviado a electrodomésticos que lo requiera, sino el refrigerante es almacenado para su posterior destrucción o es enviado a un centro de regeneración para su limpieza y reutilización como refrigerante nuevo.

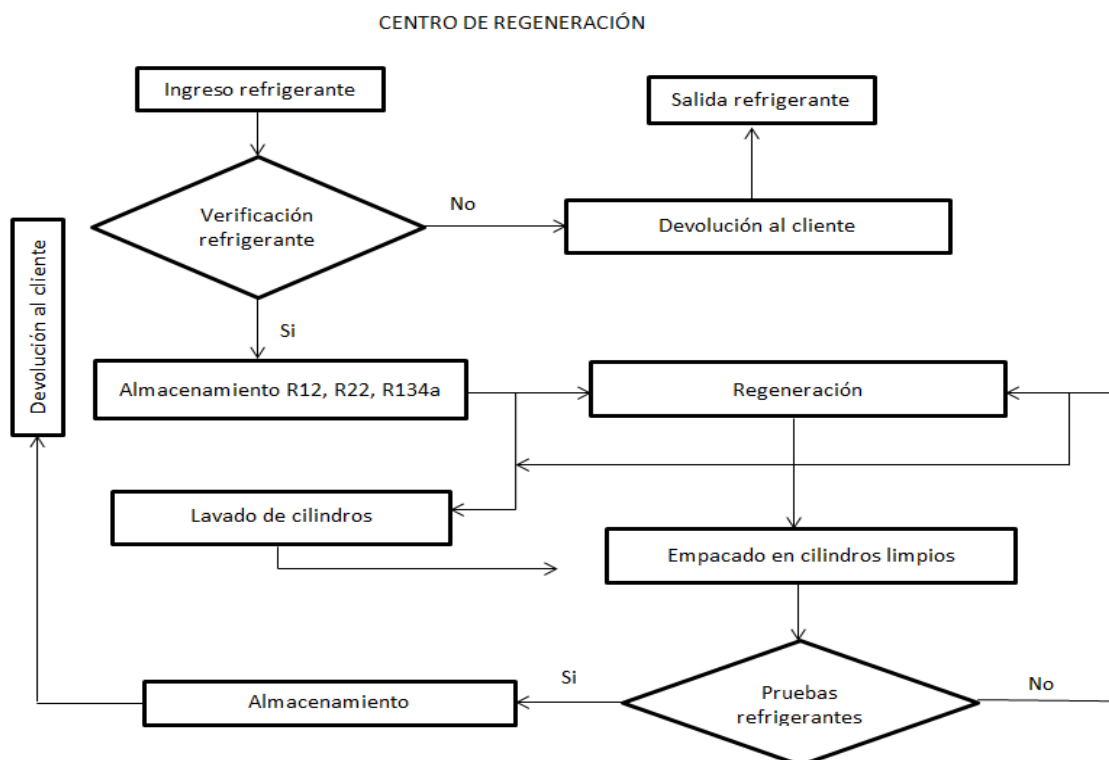
Figura 14. Fases del proceso de reciclaje



Fuente: RTI technologies. 2010

En la figura 15 se muestra el detalle del proceso de regeneración en el Centro de Refrigerantes con el que contará la Universidad Pontificia Bolivariana.

Figura 15. Ciclos correspondientes al Centro de Regeneración de la UPB



En el diagrama de flujo se presenta la forma como funcionará el Centro de Regeneración de Refrigerantes, el cual comienza con el recibo de los cilindros con gas refrigerante, para luego pasar a una inspección, con el fin de verificar el contenido, y si no cumple con este requisito, se devuelven al cliente. Si se trata de un gas R12, R22 y R134a, inmediatamente pasan al proceso de regeneración, donde son tratados para eliminarle las impurezas, humedad y otros, y luego ser sometidos al pruebas de laboratorio, donde se verifica el cumplimiento de las condiciones iniciales que garantizan que el gas esta totalmente regenerado, si no cumple se regenera nuevamente y cuando cumpla los requerimientos mínimos, se almacena en nuevos cilindros y quedan disponibles para el cliente.

4.3.3 Descripción de las principales actividades en el almacenamiento, tratamiento y/o aprovechamiento de las Sustancias Agotadoras de Ozono (SAO)

4.3.3.1 Recolección y Transporte de Sustancias hasta el Centro

El usuario se encarga de la recolección y el transporte hasta el Centro de Regeneración para lo cual debe cumplir minimamente con todas las normas técnicas de acuerdo al decreto 1609 de 2002 y demás, que se indican en el capítulo 9 sobre las características de los vehículos de recolección.

4.3.3.2 Descargue

Para esta labor se contará con personal capacitado con el fin de garantizar el manejo adecuado de los gases refrigerantes de acuerdo a las recomendaciones de las hojas de seguridad o tarjetas de emergencia y por lo tanto se establecerán los procedimientos claros para garantizar una operación con mínimos riesgos e impactos al ambiente.

Una vez en se encuentre el refrigerante en la zona de descargue, se verificará el tipo de refrigerante contenido en los cilindros, mediante revisión de: UTO, 2005.

- La hoja de seguridad del producto.
- La marca impresa por estarcido de seda en el cilindro, donde se relaciona la información relativa al producto, a los aspectos de seguridad y advertencias. También se pueden obtener del fabricante boletines técnicos y hojas de datos sobre las cuestiones de seguridad de los materiales

- El tipo de válvula de expansión [TEV] empleado cuando sea específico para un tipo de refrigerante.
- La presión de equilibrio para la temperatura.
- Etiquetas fijadas por el técnico responsable de un cambio de refrigerante "retrofitting" en un servicio anterior.
- El color del cilindro y las etiquetas para identificar el contenido de los cilindros, han sido adoptadas voluntariamente por los fabricantes de refrigerantes que han ideado un código de colores para identificar sus productos. En la tabla 15 se muestran los colores más usados para los refrigerantes más comunes:

Tabla 15. Colores de los cilindros de refrigerantes

Refrigerante	Color
R11	Anaranjado (PMS 021)
R12	Blanco (PMS None)
R22	Verde Claro (PMS 352)
R113	Morado (Violeta) (PMS 266)
R114	Azul Oscuro (Marino) (PMA 302)
R134a	Azul Celeste (Cielo) (PMS 2975)

Fuente: Color ARI (American Refrigeration Institute)

Nota: no se recomienda volver a pintar ningún cilindro con un color diferente para usarlo con otro tipo de refrigerante.

Si los cilindros no cumplen con las características antes mencionadas o los cilindros no corresponden a los gases R12, R22 o R134a. o se tengan dudas de su contenido, éstos serán devueltos inmediatamente al cliente.

Si los cilindros, una vez verificado lo anterior se concluye que son del tipo R12, R22 o R134a, se depositarán con cuidado en una carretilla, a la cual se deben fijar mediante el amarre con riatas para su transporte hasta el Centro de Regeneración de forma segura y adecuada por el sendero demarcado entre la zona de cargue y el Centro de Regeneración,

4.3.3.3 Recibo de los gases refrigerantes

Una vez se verifique el contenido de los cilindros y estos se encuentren en el Centro de Regeneración, se realizará el recibo con el diligenciamiento del siguiente formato, donde el cliente certifica que el producto entregado corresponde a lo especificado.

FORMATO DE ENTRADA Y SALIDA DE CILINDROS CON GAS REFRIGERANTE		CONSECUTIVO:
FECHA:		HORA DE ENTRADA:
NOMBRE DEL PROPIETARIO:		CC/NIT:
DIRECCIÓN:		TELÉFONO:
NOMBRE DEL REFRIGERANTE:		CANTIDAD: ____ LB
NOMBRE DE QUIEN ENTREGA		
NOMBRE DE QUIEN RECIBE		
OBSERVACIONES:		
Firma de quien entrega		Firma de quien recibe

Los cilindros que contengan los refrigerantes R12, R22 o R134a son almacenados en el Centro de Refrigerantes en el sitio demarcado para ello que se muestra en la figura 12, cumpliendo con las normas de almacenamiento y de seguridad para sustancias peligrosas.

4.3.3.4 Procedimiento para el tratamiento de las sustancias refrigerantes

Las sustancias agotadoras de la Capa de Ozono y responsables del calentamiento global que se regenerarán corresponden a R12, R22 y R134a, las cuales pueden estar en estado gaseoso, líquido o sólido, y presentan condiciones inusuales relacionadas con la calidad, la existencia de mezclas, humedad e impurezas, entre otras condiciones que afectan su eficiencia. A continuación se presentan algunos contaminantes presentes en los gases refrigerantes, de acuerdo a su estado (Ortiz, 2010):

- **Gaseosos:** aire, ácidos, gases no condensables y vapor de agua.
- **Líquidos:** agua, resina, cera, solventes, aceites y ácidos.
- **Sólidos:** polvo, mugre, lodo, óxidos de hierro y cobre, sales metálicas como cloruro de hierro y cobre, partículas metálicas como soldadura, rebabas, limaduras, entre otros.

Sin importar el estado en el que se encuentren los gases refrigerantes, se les realiza el siguiente proceso de regeneración:

- **Identificación del refrigerante:** para esta identificación se requiere realizar una cromatografía de gases y los resultados de esta prueba son comparados con lo establecido en la norma ARI Estándar 700-2006.

Esta prueba tiene la ventaja de que es rápida y de alta precisión cuando el gas refrigerante se encuentra en condiciones óptimas, de lo contrario es necesario realizarle una limpieza previa, es decir se debe realizar el proceso de regeneración y luego se somete a la cromatografía de identificación.

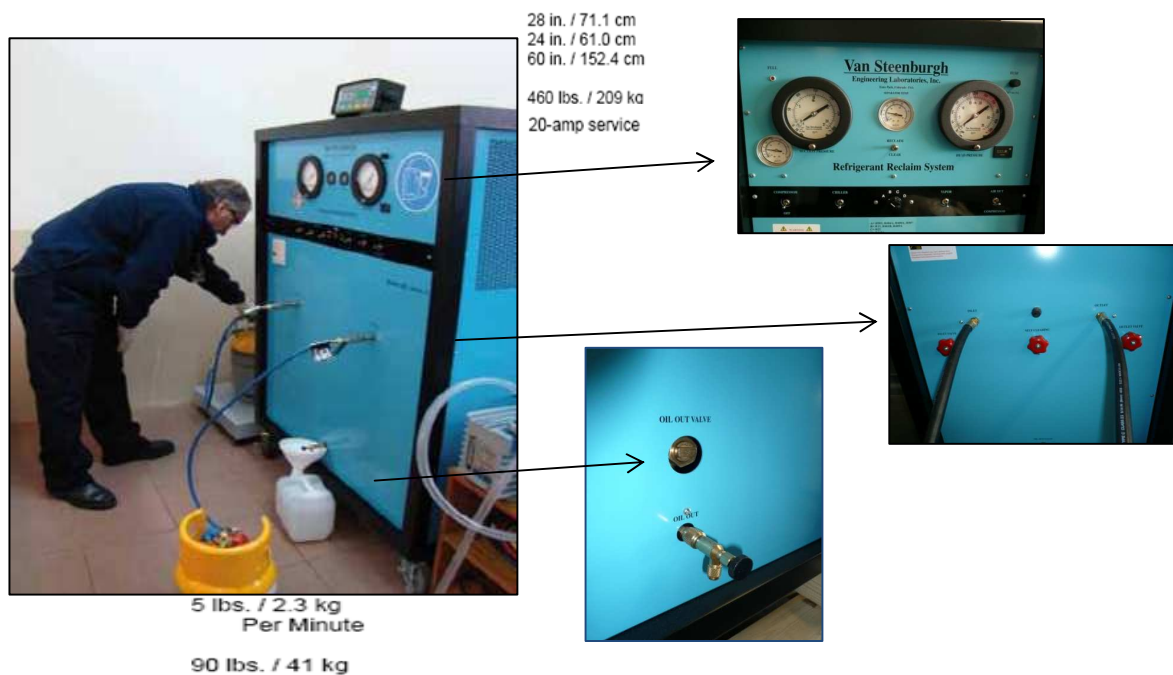
- **Proceso de regeneración** una vez se ha verificado la identificación del gas, pasa al proceso de regeneración, el cual consiste en reprocesar un refrigerante contaminado para llevarlo al grado de pureza correspondiente a las especificaciones del refrigerante virgen establecidas por la norma de calidad ARI-700.

El refrigerante resultante debe ser totalmente indistinguible del virgen y se puede comercializar como tal o diluirlo en éste si el volumen de producción fuese insignificante.

El proceso de regeneración se describe como sigue y se muestra en la figura 16:

- El refrigerante es admitido en el sistema ya sea gaseoso o líquido.
- El refrigerante entra en una gran cámara única de separación donde la velocidad se reduce radicalmente, esto permite que el gas a alta temperatura se eleve. Durante esta fase, los contaminantes (astillas de cobre, carbón, aceite, ácido y otros) caen al fondo del separador para que se extraigan durante la operación de “salida” del aceite.
- El gas destilado pasa al condensador enfriado por aire y cambia a líquido.
- El líquido pasa a la(s) cámara(s) de depósito incorporada(s), donde se le baja la temperatura en aproximadamente unos 56°C (100°F) a una temperatura de subenfriamiento de 3°C a 4°C (38°F a 40°F), teniendo cuidado de que no se presenten derrames.
- Un filtro secador reemplazable en el circuito elimina la humedad mientras continúa el proceso de limpieza para eliminar los contaminantes microscópicos.
- Si se enfría el refrigerante, la transferencia puede facilitarse cuando se efectúa a cilindros externos que se encuentran a la temperatura ambiente, los cuales se encuentran sobre una balanza para verificar que no sobrepase el peso indicado de acuerdo al cilindro. UTO, 2005.

Figura 16. Proceso de regeneración de gases refrigerantes



- **Prueba de contaminantes de los gases refrigerantes:** una vez se realiza la regeneración de los gases refrigerantes, estos son sometidos a pruebas de laboratorio para verificar la calidad de éstos y si cumple con las características de un refrigerante original, será reempacado en cilindros para su devolución al cliente o para venta.

Cada tipo de contaminante es evaluado en laboratorio de acuerdo al procedimiento establecido en la norma ARI-700-2006 APÉNDICE C 2008, la cual se muestra en el Anexo F.

A continuación se presenta un resumen de los procedimientos descritos en la norma ARI-700 que se deben seguir para la identificación de los contaminantes de los refrigerantes y que además son descritos en detalle en el trabajo desarrollado por Ortiz (2010), el cual se puede consultar en el Anexo G.

Prueba testigo: es el método seguido para evaluar varios contaminantes y demostrar con resultados que al menos el gas analizado equivale al especificado y las características de éste.

Para la realización de las pruebas se deben tomar precauciones de muestreo especiales para asegurar que la muestra es representativa del gas. Estas pruebas deben realizarse por personal calificado siguiendo los procedimientos adecuados y seguros descritos en la metodología para la determinación de los contaminantes de los gases que se muestran

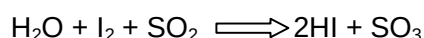
en el Anexo G, los cuales fueron traducidos de la Norma ARI-700-2006 APENDICE C 2008 que se muestra en el Anexo F.

El cilindro de prueba se debe limpiar y colocar vacío con la válvula abierta en un horno a 110°C por una hora, al término del cual se debe retirar del horno y en caliente, conectarlo a un sistema de evacuación de aire y generar un vacío a una presión de al menos 56 kPa, para luego cerrar la válvula y esperar su enfriamiento, para pesarlo y realizar las pruebas.

Prueba de contenido de agua: La presencia de agua en los refrigerantes, ocasiona la formación de otros contaminantes como ácidos orgánicos e inorgánicos, cloruro de cobre, entre otros, que afectan su desempeño en los equipos donde se emplean.

A través del método de titulación coulométrico de Karl Fischer, se determina el contenido de agua en los gases en la fase líquida mediante la aplicación del reactivo Karl Fischer. El valor límite del contenido de agua se expresa en partes por millón (ppm) de peso y no debe exceder el máximo especificado en la norma, el cual varía para cada clase de refrigerante.

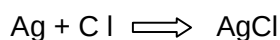
La volumetría Karl Fischer (KF) se basa en la reacción redox del agua, el yodo y el dióxido de azufre:



El solvente es normalmente una mezcla de metanol y una base orgánica débil (piridina, imidazol, etc), la base sirve para neutralizar los productos de reacción. En volumetría coulombimétrica KF, el yodo se genera en el ánodo en proporción directa a la cantidad de agua introducida, y el punto final se detecta con la primera aparición de Yodo (I_2) libre, la cantidad de analito se determina a partir de la corriente y el tiempo necesario para completar la valoración. El refrigerante adicionado se evapora, por lo que el solvente se puede usar repetidamente hasta que el dióxido de sulfuro (SO_2) o la solución de base se consuman (ARI-700-2006 APÉNDICE C 2008).

Prueba de cloro: indica la presencia de ácido clorhídrico o metales de cloro en los gases refrigerantes.

La determinación cualitativa de cloro en los refrigerantes se basa en la precipitación de los aniones como cloruros de plata:



El refrigerante se adiciona a una solución de nitrato de plata en metanol. La aparición de turbidez indica la presencia de cloro y se reporta como "fallo". Si no se observa turbidez,

el cloro está dentro de los límites aceptables y se reporta como “pasa”. (ARI-700-2006 APÉNDICE C 2008).

Prueba de acidez: Los ácidos normalmente se generan cuando el refrigerante reacciona con el aceite o con el agua, a temperaturas elevadas, formando compuestos corrosivos que deterioran las partes metálicas del sistema de refrigeración.

Esta prueba se realiza por el principio de titulación y el fin es detectar cualquier compuesto soluble en agua y cualquiera que ioniza como un ácido, siendo limitante para determinar el peso molecular de los ácidos orgánicos, el cual es identificado en los residuos al punto de ebullición. Esta prueba consiste en un análisis volumétrico, donde se mide el volumen de una disolución de concentración exactamente conocida que se necesita para reaccionar, de forma completa, con gas a analizar y el volumen gastado para llevar a cabo la valoración se determina por diferencia entre las lecturas final e inicial de la bureta.

Una cantidad conocida de refrigerante es añadida, o se hace burbujear a través de una mezcla de tolueno, isopropanol y agua con el indicador azul de bromo timol. La acidez impartida por el disolvente de extracción se valora con hidróxido de potasio estándar hasta el punto final del indicador. La acidez es reportada en ppm como HCl.

Procedimiento para la determinación de residuos de alto punto de ebullición en refrigerantes por medición volumétrica y/o gravimétrica y determinación de partículas sólidas por inspección visual:

Los residuos de alto punto de ebullición (HBR), también llamados como residuos no-volátiles, son determinados por evaporación de una cantidad conocida de refrigerante en un tubo de Goetz a temperatura ambiente o a una temperatura más elevada, luego los residuos remanentes son medidos visualmente o pesados. Si el volumen observado es mayor que la especificación, el tubo se coloca en un horno 60°C por 30 minutos, se deja enfriar y el volumen de residuos se vuelve a medir.

Para la determinación gravimétrica, el residuo se redisuelve en un solvente de alta pureza (R-141b) y cuantitativamente se transfiere a un recipiente pequeño de aluminio previamente tarado. El disolvente se elimina por evaporación y el recipiente de aluminio se vuelve a pesar para obtener el peso de los residuos. Antes de la evaporación, el volumen de refrigerante líquido medido es examinado visualmente para detectar la presencia de insolubles tales como fibras, suciedad, óxido, etc. el residuo a partir de muestras de alta presión se redisuelve en un disolvente limpio, se revuelve, y luego se examina visualmente para detectar cualquier partícula insoluble (ARI-700-2006 APÉNDICE C 2008).

Prueba al punto de ebullición: consiste en la determinación de los residuos después de evaporar un volumen estándar de gas a un alto punto de ebullición. Aceites y/o ácidos orgánicos pueden ser capturados por este método (ARI-700-2006 APÉNDICE C 2008).

Prueba de sólidos y partículas: una cantidad determinada de gas se dispone en el Tubo Goetz bajo unas condiciones de temperatura controlada y las partículas o sólidos pueden ser determinadas por una examinación visual en el tubo Goetz antes de la evaporación del refrigerante y finalmente su cantidad se determina por el peso de los contaminantes.

Estas partículas corresponden a limaduras, rebabas, gotas de soldadura, fundente, fragmentos de desgastes de piezas metálicas, fragmentos de sellos, virutas de hierro, arena de lija, productos de la degradación de aceite o productos de la degradación del equipo, entre otros (ARI-700-2006 APÉNDICE C 2008).

Prueba de no condensables: Son no condensables, las sustancias diferentes al refrigerante que al interior del sistema, no alcanzan una fase líquida.

Es un método en fase de vapor que consiste inicialmente en un aire que es acumulado en la fase de vapor del refrigerante, y luego es pasado a la fase líquida, donde la solubilidad del aire en el refrigerante en la fase líquida es extremadamente bajo y no es significativo como contaminante en esta fase, pero a través de esta prueba se pueden identificar gases no condensables. Esta prueba se realiza en cromatografía de gases.

Los gases no condensables (NCG) son medidos en el espacio de vapor por encima de la fase líquida del refrigerante por cromatografía de gas isotérmica usando un detector de conductividad térmica (TCD) y un estándar de calibración externo. Por definición, los NCG incluyen gases como el oxígeno y el nitrógeno (aire), dióxido de carbono, argón y monóxido de carbono. Sin embargo, en las muestras de refrigerantes mas comunes, el aire es el único NCG presente en cantidades significativas y los otros gases no son analizados con frecuencia. Los refrigerantes de presión muy alta (R13, R23, R503) a menudo no contienen fase líquida y son analizados directamente. El equilibrio de NCG entre la fase líquido y la fase de vapor del refrigerante depende de la temperatura y de la naturaleza de la muestra. Las correcciones de temperatura se aplican a resultados y estos se reportan a 24°C.

El procedimiento para determinar la pureza de los refrigerantes nuevos y regenerados R12, R22 y R134a por cromatografía de gases con columna empaquetada, es como sigue:

La pureza de refrigerantes es determinada por cromatografía de gases utilizando una columna de relleno. Los componentes separados se detectan mediante un detector de ionización de llama (FID) o detector de conductividad térmica (TCD). Las áreas de los

picos detectados son medidas con un sistema de datos capaz de integrar, y las concentraciones de los componentes son cuantificadas mediante el método de normalización de factor de respuesta (ARI-700-2006 APÉNDICE C 2008).

Prueba de impurezas: se realiza a través de una cromatografía de gases, donde los resultados deben ser menores a 0.5% del peso de impurezas volátiles.

Con la realización de estas pruebas se puede determinar que tipo de refrigerantes es y el nivel de contaminación presente en ellos, lo cual sirve para determinar si se puede o no realizar la regeneración (ARI-700-2006 APÉNDICE C 2008).

En la tabla 16, se resumen las pruebas para la identificación de los contaminantes en los gases y en la tabla 17 los niveles máximos de contaminación que pueden tener los gases regenerados.

Tabla 16. Prueba para la identificación de contaminantes en los gases refrigerantes

Tipos de contaminantes	Refrigerante	Método de Análisis utilizado	Referencia ARI 740 Apéndice c	Consumibles Utilizados
Agua	R12, R22 y R134a	Karl Fischer	Parte 2	Solución Karl Fisher 2 Litros
Cloro	R12, R22 y R134a	Precipitación Cloruro de plata	Parte 4	10 vasos de precipitados de 100 ml 16 frascos de 2,5 litros c/u de Metanol Anhidro. 2 frascos de 2,5 litros de solución saturada de Nitrato de Plata. 1 frasco de 500 mililitros de Acido Nítrico concentrado. Agitadores de vidrio. Pipetas.
Acidez	R12, R22 y R134a	Titulación	Parte 1	PAQUETE A. Conectores y tubos para la conexión del cilindro con refrigerante al Erlenmeyer. (Extractado NORMA ARI 700 Apéndice C Parte 1 Sección 8) 1. Stainlesssteel capillary tubing: Cat# 3021 1, Alltech, Inc., Mel d , IL. 2. 100 ml stainless steel cylinder: Cat# 304L-HDF4-100, Swagelok, Inc., Solon, OH 3. Two 1/4" stainless steel valves with male pipe fittings: Cat# SS-1RM4, Swagelok, Inc., Solon, OH 4. Two 1/4" female pipe x 1/4" flare fittings: Cat# 2P-199, W. W. Grainger, Chicago, E. 5. 1/16 Swagelok x 1/4" Swagelok reducing union: Cat# SS400-61, Swagelok, Inc., Solon, OH. 6. 1/4" Swagelok x 1/4" flare AN adaptor CaH SS400-A4ANF, Swagelok, Inc., Solon, OH 7. 1/4" x 1/4" flare connector. 8. 1/4" inlet NPT male x 1/4" outlet NPT female Hoke pressure relief vaive: Cat# 67 1 1UY. Hoke, Inc., Cresskill, NJ. 9. 250 ml Erlenmeyer flask: Cat# 121-954, Curtin Matheson Scientific, Broadview Heights, OH. PAQUETE B. REACTIVOS Y ACCESORIOS DE LABORATORIO: Bureta 20 ml. (5) pipetas graduadas. (2)Pipetas Aforadas 1ml (2) Pipetas aforadas de 5ml. (5) Balones aforados 100 ml. (5)Balones aforados 50ml. (5)Vasos precipitados 100ml. (5)Vasos precipitados 50ml. (5)Vidrios de

Tipos de contaminantes	Refrigerante	Método de Análisis utilizado	Referencia ARI 740 Apéndice c	Consumibles Utilizados
				reloj. (3) Espatulas preparación de reactivos. (30 lt) Isopropanal grado espectrofotométrico. (30 lt) Tulueno grado espectrofotométrico. (1kg) Hidroxido de Potasio. (30 lt) Metanol Anhidro. (9lt) Acido Sulfurico. (10gr) Sal sódica de azul de bromotimol.
Residuos punto ebullición	R12, R22 y R134a	Medición Gravimétrica y/o volumétrica e inspección visual	Parte 3	Tubo Goetz graduación centrífuga Perlas de ebullición, cristales de carbono Platos desechables de aluminio.
Sólidos/partículas	R12, R22 y R134a	Inspección Visual de partículas tubo Goetz	Parte 3	Tubo Goetz graduación centrífuga
No condensables	R12, R22 y R134a	Cromatografía	Parte 5	1000 viales de vidrio con septas y tapas de 2 ml 50 Férulas para las columnas solicitadas 50 Septas para el puerto de inyección
Impurezas	R12	Cromatografía	Parte 7	2 Linner de vidrio split, O-ring Split 1 linner de vidrio splitless. O-ron splitless
	R22 y R134a	Cromatografía	Parte 9	1 Trampa de universal de gases 1 Trampa de humedad 1 Jet

Fuente: ARI-700-2006 APÉNDICE C 2008

Tabla 17. Niveles de contaminación estándar en los gases refrigerantes R12, R22 y R134a

Contaminante	Refrigerante R12	Refrigerante R22	Refrigerante R134a
Contenido de humedad (PPM por peso)	80	200	200
Iones de cloro (paso / falla)	80	80	80
Acidez (PPM por peso)	100	500	100
Residuos punto de ebullición (% por volumen)	5	5	5
Sólidos / Partículas (paso/falla)	150 aceite mineral	300 aceite mineral	150 Aceite mineral
No condensables (% por volumen)	3	3	3

Fuente: AHRI Standard 740-1998

Aquellos gases que no puedan ser regenerados o no correspondan con lo establecido, se devolverán inmediatamente al propietario para que los disponga de una manera ambientalmente aceptable o lo almacene para su destrucción según disposición de las autoridades ambientales.

Tanto en el proceso de regeneración como en el análisis químico de la calidad del refrigerante, se tendrá especial cuidado en el manejo del gas para minimizar las

emisiones y también se dispondrán adecuadamente los residuos peligrosos y no peligrosos generados.

Manipulación del refrigerante recuperado A continuación se dan algunas recomendaciones que se deben tener en cuenta para la manipulación de los refrigerantes Forofrio, 2012.

Familiarizarse con el equipo de recuperación, leer el manual del fabricante y aplicar todos los métodos prescritos e instrucciones cada vez que se utilice el equipo

- Los refrigerantes líquidos pueden producir quemaduras por el frío. Evitar la posibilidad de contacto utilizando guantes adecuados y vestimenta o camisas de manga larga.
- El refrigerante que se está recuperando puede provenir de un sistema muy contaminado.

El ácido es uno de los productos de descomposición y puede haber tanto ácido clorhídrico como fluorhídrico (el ácido fluorhídrico es el único que puede atacar el vidrio), por lo que debe tenerse sumo cuidado de que el aceite que se derrame de los vapores del refrigerante no entre en contacto con la piel ni la superficie de la ropa al efectuar el servicio del equipo contaminado. Los aceites se deben recoger en un recipiente especial ya que se trata de residuos peligrosos.

- Usar siempre ropa e implementos de protección como anteojos de seguridad, calzado protector, guantes, casco protector, pantalones largos y camisas de manga larga.
- Los gases del refrigerante pueden ser nocivos si se inhalan con un riesgo de ligero a suave. Evitar la absorción directa y disponer siempre de ventilación, procurando en todo momento evitar que se liberen a la atmósfera.
- Asegurarse que toda la alimentación eléctrica esté desconectada y que el equipo en el que se procederá a la recuperación no tenga nada en funcionamiento. Desconectar y dejar cerrada la alimentación con un dispositivo de cierre aprobado.
- No exceder nunca el nivel seguro de peso del líquido del cilindro que se basa en el peso neto. La capacidad máxima de todo cilindro en el 80% del peso bruto máximo.
- Cuando se mueva un cilindro, utilizar un equipo apropiado dotado de ruedas. Asegurarse de que el cilindro esté firmemente ajustado con correas cuando el equipo es un pequeño carro de mano. Nunca hacer rodar el cilindro sobre su base o acostado de un lugar a otro.
- Utilizar mangueras de calidad superior. Asegurarse de que estén unidas correcta y firmemente. Inspeccionar todas las uniones de mangueras fuertemente.

- Las mangueras y los alargues eléctricos presentan el riesgo de que se pueda tropezar con ellos. Prevenir un accidente de este tipo colocando barreras y carteles apropiados.

Ubicar las mangueras donde el riesgo sea mínimo.

- Colocar etiquetas en el cilindro o recipiente/contenedor de conformidad con lo que especifica la reglamentación.
- Asegurarse que todos los cilindros están en condición segura, tapados como corresponde y con la debida identificación. Forofrio, 2012.

4.3.3.5 Almacenamiento de sustancias peligrosas (refrigerantes regenerados y sin regenerar)

Para el almacenamiento de las sustancias peligrosas se destinó un área de 7,7 m² en el Centro de Regeneración, que cumple con todas las especificaciones técnicas para tal fin, las cuales se describen en el capítulo 10 correspondiente a las características de la zona de almacenamiento.

Área de almacenamiento tiene una capacidad para 50 cilindros estándar de 25-30 lb, 10 cilindros estándar de 30 lb con protección sobrellenado, 5 tanques de 57-66 kg para el almacenamiento de refrigerante regenerado y 18 cilindros estándar de 80-100 lb con protección sobrellenado.

Los cilindros y el tipo de refrigerantes, llenos con refrigerante para ser regenerado, refrigerante regenerado y cilindros vacíos, se ubicarán en sitios debidamente señalizados.

4.3.3.6 Cantidades mensuales estimadas de los diferentes tipos de residuos peligrosos generados en el Centro de Regeneración

En la tabla 18, se muestran los residuos peligrosos que se generarán mensualmente por cada una de las pruebas de laboratorio que se deben realizar a los gases refrigerantes que ingresarán al Centro de Regeneración, estimándose un tratamiento a aproximadamente 100 cilindros mensuales.

Tabla 18. Tipo de residuos peligrosos generados en las pruebas de los contaminantes de los gases refrigerantes.

Acciones o actividades	Procesos	Salidas / efluentes / emisiones	Cantidad	Tratamiento
Análisis	Prueba de Karl Fischer para la	Solución de agua, yodo	No	Se almacena en

Acciones o actividades determinación de agua	Procesos determinación del contenido de agua en gas refrigerante	Salidas / efluentes / emisiones (I2), metanol (CH3OH), piridina (C5H5N) y dióxido de azufre (SO2 / se usa repetitivamente)	Cantidad determinada la cantidad, pero se estima en 250 ml	Tratamiento envase plástico y se destina a Incineración
	Gas refrigerante (40 g)	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera	4.000 g	
Análisis de Cloro	Análisis de Cloro por precipitación de Cloruro de Plata	Mezcla de metanol anhídrido, nitrato de plata, ácido nítrico	3.390 ml	Se almacena en recipiente plástico y se destina a bioremediación
	Refrigerante (40 g)	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera	4.000 g	
Análisis de acidez	Análisis de acidez del refrigerante por titulación Por muestra se utiliza: 100 ml de solvente de extracción 6 gotas de solución indicadora 0,5 gotas de hidróxido de potasio varias gotas ácido sulfúrico. Varias gotas de hidróxido de potasio	Mezcla de hidróxido de potasio, ácido sulfúrico, tolueno, isopropanol, azul de bromotimol, metanol	10.092,5 ml	Por ser residuos ácidos se hace pretratamiento para neutralizar y se almacena en canecas de plástico para su destinación a Biorremediación
	Gas refrigerante (50-100 g)	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera	5.000 g	
	Agua destilada (10 ml)			
Análisis de partículas sólidas	Procedimiento para la determinación de residuos de alto punto de ebullición en refrigerantes por medición volumétrica y/o gravimétrica y determinación de partículas sólidas por inspección visual. Por muestra se utiliza: 136 ml de solvente de alta pureza (R-11 o R-141b)	Aceite de silicona y R-11 o R-141b	13.600 ml	Se almacena en recipiente plástico y se destina a bioremediación
	Gas refrigerante (100 ml)	Liberación del solvente y gas refrigerante a la atmósfera	10.000 ml	
Análisis de gases no condensables	Análisis de gases no condensables por cromatografía de gases	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera	50.000 ml	
	Gas refrigerante (500 ml)		500 ml	
Análisis de impurezas	Análisis de impurezas por cromatografía de gases con columna empacada	Compuestos de polietilenglicol y diepóxido reaccionado con ácido nitroterftálico	1.000 ml	Se almacena en recipiente de plástico y se destina a incineración
	Gas refrigerante (125 ml)	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera	12.500 ml	
	Impurezas (30 ml)		3.000 ml	

Se consideran como residuos peligrosos en este proceso, todos los empaques y contenedores de los productos químicos utilizados como reactivos, así como los elementos utilizados en la limpieza de equipos y derrames menores, los cuales serán depositados en una caneca plástica de polietileno de alta densidad, destinada exclusivamente para ello, la cual será de color rojo y estará marcada con letreros de residuos peligrosos, Teniendo como destino final su disposición en una celda de

seguridad que gestionará la empresa gestora de residuos peligrosos, que presta este servicio a la Universidad (**Biológicos y Contaminados**).

El Centro podrá tratar aproximadamente 100 cilindros mensuales de gas refrigerante, o sea unas 2.500 kg (5.000 lb), lo que se estima que por el sólo proceso de regeneración, sin contar con las pruebas de gases, se están generando en promedio 187,5 gr/mes (0,4133 lb/mes) de residuos peligrosos (MADS, 2011), los que serán debidamente almacenados en recipientes de alta resistencia, y serán rotulados y almacenados en el sitio destinado del Centro para ello, y luego ser entregados al gestor de residuos (Biológicos y Contaminados), para que proceda a su bioremediación, incineración, depósito en celda de seguridad y otra, una vez se haya recolectado el material suficiente para que justifique su transporte.

Los filtros secadores que se emplean en la máquina de regeneración también serán dispuestos en los recipientes de polipropileno, donde se depositan los residuos sólidos peligrosos.

4.3.3.7 Almacenamiento de los residuos peligrosos generados

Como se mencionó anteriormente, en el proceso de regeneración se generan residuos de diferente índole como polvo, impurezas, lodo, óxidos de hierro y cobre, sales metálicas como cloruro de hierro y cobre, partículas metálicas como soldadura, rebabas, limaduras, agua, resina, cera, aceites, solventes y ácidos, los cuales son considerados residuos peligrosos y, deben ser tratados, almacenados y dispuestos adecuadamente.

De igual modo, en el proceso de análisis de los contaminantes de los gases refrigerantes se emplean reactivos, que una vez cumplen su misión, se convierten en residuos peligrosos, por lo que se deben tratar, almacenar y disponer adecuadamente para evitar que su disposición indebida ocasione daños al medio ambiente y la salud.

Los residuos peligrosos obtenidos de los procesos referidos serán envasados, etiquetados (identificación), y almacenados temporalmente en el Centro de Regeneración en un área de 1,5 m² que se destinará para ello y la cual cumple con las características de almacenamiento que se describen en el capítulo 10 Características de zonas de almacenamiento. Este almacenamiento en el Centro de Regeneración es temporal, mientras se adecua un sitio en Bienestar Universitario, donde se almacenarán los residuos peligrosos que se generan en la UPB.

Posteriormente, estos residuos serán entregados a la empresa gestora de residuos peligrosos **Biológicos y Contaminados**, con quien la Universidad tiene convenio para el tratamiento y disposición final de dichos residuos.

4.3.3.8 Tiempos de Residencia

El tiempo máximo estimado de residencia de los gases regenerados en el centro es de 30 días, en cambio los residuos peligrosos generados podrán permanecer un máximo de seis meses o hasta que se tengan cantidades suficientes para entrega a la empresa gestora de residuos peligrosos **Biológicos y Contaminados**.

4.3.4 Cronograma general y costos de las actividades de adecuación del sitio de almacenamiento, tratamiento y aprovechamiento, construcciones y operación del proyecto.

En la tabla 19 se muestra el conograma de la adecuación e implementación del Centro de Regeneración de la Universidad Pontificia Bolivariana de la ciudad de Medellín.

Tabla 19. Cronograma Etapas del proyecto

Actividades	Años							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Elaboración de estudio de impacto ambiental								
Adecuación del Centro								
Definición sitio de almacenamiento								
Dotación y adecuación del Centro de Regeneración								
Inicio de actividades Servicio de Regeneración de refrigerantes R12, R22 y R134a.								
Operación plena								
Clausura								

En la Tabla 20 se desglosan los costos de los equipos que la Universidad Pontificia Bolivariana recibirá a modo de Comodato a través de la Unidad Técnica de Ozono del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Tabla 20. Costos de los equipos dados en comodato y adecuación del Centro

EQUIPO PARA LA REGENERACIÓN DEL REFRIGERANTE					
ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	CANTIDAD	COSTO USD	COSTO COL \$
1	CILINDROS ESTÁNDARES DE 25-30 LB	30 LB de capacidad reutilizables para la recuperación de refrigerantes, sin sistema de protección de llenado Over-Fill Protection switch (OFF) con un solo puerto de llenado. PRESIÓN DE OPERACIÓN: Los cilindros deberán estar diseñados para una presión de operación mínima de 350 lbs. y el test de presión contra incendio deberá ser 4 veces la presión de operación o un estándar equivalente. La fecha de manufactura debe estar indicada en el cilindro y no deberá ser mayor de dos años contados a partir del embarque de los cilindros.	50	\$ 4.660	\$ 9.458.635
2	CILINDROS ESTÁNDARES DE 30 LB CON SISTEMA DE PROTECCIÓN DE SOBRELLENADO OVER FILL PROTECTION OFF	30 LB de capacidad reutilizables para la recuperación de refrigerantes, con dos puertos de llenado (vapor y líquido) con sensor de protección de llenado Over-Fill Protection switch (OFF) Este sensor debe tener en su parte superior, un conector de tres pins el cual debe permitir conectarse por un cable a una máquina de recuperación de refrigerantes, y durante el proceso de recuperación del gas una vez que el cilindro donde se recupera el gas alcance un 80% de llenado de su capacidad, el flotador interno del sensor deberá emitir una señal a través del cable interrumpiendo el proceso de recuperación para evitar un sobrellenado del cilindro. PRESIÓN DE OPERACIÓN: Los cilindros deberán estar diseñados para una presión de operación mínima de 350 lbs. y el test de presión contra incendio deberá ser 4 veces la presión de operación o un estándar equivalente. La fecha de manufactura debe estar indicada en el cilindro y no deberá ser mayor de dos años contados a partir del embarque de los cilindros.	10	\$ 1.300	\$ 2.638.675
3	TANQUES DE 57-66 KG PARA ALMACENAMIENTO DE REFRIGERANTE REGENERADO	ENTRE 57-66 KG de capacidad reutilizables para refrigerantes regenerados. PRESIÓN DE OPERACIÓN: Los cilindros deberán estar diseñados para una presión de operación mínima de 375 lbs y el test de presión contra incendio deberá ser 1,5 veces la presión de operación, estándar IRAM 2527 o un estándar equivalente. La fecha de manufactura debe estar indicada en el cilindro y no deberá ser mayor de dos años contados a partir del embarque de los cilindros.	5	\$ 950	\$ 1.928.263
4	CILINDROS ESTÁNDARES DE 80-100 LB CON SISTEMA DE PROTECCIÓN DE SOBRELLENADO OVER FILL PROTECTION OFF	80-100 LB de capacidad reutilizables para la recuperación de refrigerantes, con dos puertos de llenado (vapor y líquido) con sensor de protección de llenado Over-Fill Protection switch (OFF) Este sensor debe tener en su parte superior, un conector de tres pins el cual debe permitir conectarse por un cable a una máquina de recuperación de refrigerantes, y durante el proceso de recuperación del gas una vez que el cilindro donde se recupera el gas alcance un 80% de llenado de su capacidad, el flotador interno del sensor deberá emitir una señal a través del cable interrumpiendo el proceso de recuperación para evitar un sobrellenado del cilindro. PRESIÓN DE OPERACIÓN: Los cilindros deberán estar diseñados para una presión de operación mínima de 375 lbs. y el test de presión contra incendio deberá ser 4 veces la presión de operación o un estándar equivalente. La fecha de manufactura debe estar indicada en el cilindro y no deberá ser mayor de dos años contados a partir del embarque de los cilindros.	18	\$ 4.110	\$ 8.342.273
12	BOMBAS DE TRANSFERENCIA PARA LA RECUPERACIÓN DE REFRIGERANTE	Desplazamiento positivo de dos etapas. Operación: Neumática Limpieza: Sin requerimientos de lubricación. Desplazamiento: No menor a 8 pulgadas cúbicas. Sellos: Adecuado para el manejo de refrigerantes	2	\$ 2.600	\$ 5.277.350
13	MÁQUINA PARA LA REGENERACIÓN DE REFRIGERANTES	Cámara de separación apta para la regeneración de los gases refrigerantes recuperados bajo estándares ARI 700. Sistema de subenfriamiento para el mejoramiento de la operación de secado realizada por los filtros y compresor con lubricación durante la remoción de vapor. Purga de gases no condensables. Mirilla de aceite del compresor. Compresor: Hermético de 2 caballos de fuerza aprox. Tipo de refrigerantes: Apta para la regeneración de Refrigerantes: R12, R134A, R22. Capacidad de regeneración (líquido): 2.3 Kg/min. Circuitos de control: 115/120 VAC 60Hz.	1	\$ 13.000	\$ 26.386.750

EQUIPO PARA LA REGENERACIÓN DEL REFRIGERANTE

ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	CANTIDAD	COSTO USD	COSTO COL \$
		Capacidad de almacenamiento interna: Aprox 40 Kg. Manómetros: Calidad de laboratorio In/Out Válvulas: ¼ in. / 6,3 mm SAE conectores machos, o 3/8 in. / 9.5 mm Nota: El equipo debe estar montado sobre ruedas con cojinetes de bolas o rodillas para trabajo pesado. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO: En idioma español, de fácil entendimiento para técnicos en refrigeración con capacitación no formal. Se incluyen diagramas de flujo y diagramas eléctricos con la lista detallada de las partes de repuesto. Así mismo el manual debe incluir una descripción detallada (incluyendo fotos y/o gráficos) de los pasos para la realización del proceso de regeneración			
14	IDENTIFICADORES DE REFRIGERANTES	Refrigerantes: CFC, HCFC, HFC y MEZCLAS. Alarma para la advertencia de la presencia de hidrocarburos, con indicación de porcentaje de aire y grado de contaminación de los refrigerantes testeados. Suministro eléctrico: 12 VDC, con adaptador incluido y pantalla digital. Mangueras para muestreo de R12 y R134a. Elementos de consumo (filtros para tomas de muestras) cantidad 100 por cada identificador (3600 FILTROS) + 1600 FILTROS ADICIONALES PARA UN GRAN TOTAL DE 5200 FILTROS. Si el equipo cuenta con impresión de resultados en papel incluir rollos de papel para impresión de resultados.	1	\$ 1.425	\$ 2.892.394
15	EQUIPO RECUPERADOR DE GAS REFRIGERANTE	COMPRESOR: Tipo Compresor seco Capacidad mínima 1/3 de caballo. (Capacidad de recuperación de múltiples refrigerantes). Tasa de recuperación Por vapor $\geq 0,15$ kg/min. Tasa de recuperación Por líquido $\geq 2,2$ kg/min. La tasa de recuperación por líquido se calcula sin el empleo del método "push-pull" Cumplimiento Standard ARI 740. Sistema de auto purga Sistema de control de llenado. CONDENSADOR: Diseñado para trabajo pesado. PESO: Max 15 Kg. Carcasa ergonómica y portable preferiblemente plástica que evite la oxidación de fácil remoción que permita el fácil mantenimiento del equipo. Manómetros incorporados en el equipo. Configuración Tres mangueras de servicio con válvula de bola para cierre de flujo de refrigerante. Filtro interior para protección contra líquido. Indicador de presión automático ubicado en el panel de control, con luz de advertencia. Diseño Interior: La tubería así como el cableado deben ser claros con plena correspondencia a los diagramas del equipo, incluyendo el manual de servicio y mantenimiento. Suministro Eléctrico: 110 V sin la utilización de transformadores externos o en el interior del equipo. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO: En idioma español, de fácil entendimiento para técnicos en refrigeración con capacitación no formal. Se incluyen diagramas de flujo y diagramas eléctricos con la lista detallada de las partes de repuesto. Así mismo el manual debe incluir una descripción detallada (incluyendo fotos y/o gráficos) de los pasos para la realización del proceso de recuperación tanto por líquido como por vapor.	1	\$ 490	\$ 994.578
19	BÁSCULA PARA PESAR TANQUES	Báscula automática programable tipo industrial. Compacta, armazón metálico y material antideslizante. Autocero y función de tara. Rango de trabajo 50 gr a 150 kg aprox. Resolución 0,050 kg Exactitud 50 gr. Pantalla digital y teclado. Manual en español. Salida Rs 232 para PC. Sistema antishock y protección contra sobrecarga	1	\$ 2.270	\$ 4.607.533
subtotal				\$ 30.805	\$ 62.526.449

EQUIPO DE LABORATORIO PARA ANÁLISIS DE REFRIGERANTE

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	CANTIDAD	COSTO USD	COSTO COL \$
------	-------------	---------------------------	----------	-----------	--------------

EQUIPO PARA LA REGENERACIÓN DEL REFRIGERANTE

ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	CANTIDAD	COSTO USD	COSTO COL \$
20	BALANZA ANALÍTICA	Diseño compacto y transportable. Automática. Pantalla en cristal líquido con luz de fondo. Sistema de protección integrado contra sobrecarga, suministro eléctrico 110V. Autonomía de funcionamiento 20 horas. Sistema integrado para pesar dentro del rango de la escala. Interfase RS232C incorporada. Aplicación de múltiples programas. Calibración automática con el uso de pesos externos. Control de peso $\pm$. Selección de unidades de peso. Selección de Desconexión automática. Calibración de peso. Cubierta de protección. Baterías internas recargables. Máxima capacidad: 1,510 g. Legibilidad: 0,01 g. Rango de tara: 01,510 g. Repetitividad: 0,02 g. Linealidad: +/- 0,03 g. Tiempo de estabilización característico: 3 s. Ajuste con pesos externos: 1,000 g. Interfase: RS 232 C	1	\$ 1.138	\$ 2.309.856
21	EQUIPO PARA LA DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD KARLFISHER	Técnica de medición: Análisis volumétrico con diafragma. Rango de Medición (cantidad de agua): 1 ppm a 5 % Tamaño típico de muestra > 50 mg. Corrección automática de la corriente: Compensación Automática. GLP Impresiones ajustables: SI. Internase de impresora paralela o en serie: (GA 42 / RS – P 42). Conectividad: SI con software incluido. Memoria de análisis volumétrico: SI con KF estándares. Número de métodos utilizables: 1. Capacidad de medición para sólidos líquidos y gases. Punto de arranque automático. Punto final sin dirección de corriente (absoluto y relativo, t máx.). Determinación de dirección. Método de cálculo: 1. Control de calidad de identidad de usuario. Métodos: creador, fecha de última revisión. Documentación GLP. Funciones Auxiliares: Bombeo a la entrega del solvente y extracción de la solución utilizada. Mezclador: manual on/off, velocidad en %. Menú de ayuda. Guía de desarrollo de método en lenguaje español. Interfase de entrada para medición de voltametría de electrodo de doble platino DM143-SC. Entrada para conexión del culombímetro Conexión escala Conexión en serie para PC Conexión para impresora RS-P42. Hardware. Cabeza de análisis volumétrico, Vaso de laboratorio en vidrio "beaker "(200 ml) Culombímetro en vidrio. Mezclador mecánico desmontables. Construcción en bomba de membrana. Pantalla gráfica. Nota: El Culombímetro y la escala deberán poder comunicarse entre ellos, sin la utilización de una interfase adicional o sin la intervención de un operador	1	\$ 15.100	\$ 30.649.225
23	CROMATÓGRAFO DE GASES PARA LA DETERMINACIÓN DE PUREZA Y CONTENIDO DE GASES NO CONDENSABLES	Ver anexo equipos	1	\$ 44.436	\$ 90.193.971
24	BOMBA DE VACIO	Integradas de doble etapa, sello de aceite con alabes rotatorios. Capacidad nominal de 10 m3/hora. Capacidad de alcanzar un vacío final de 20 micrones con manómetros digitales de vacío electrónicos.	1	\$ 560	\$ 1.136.660
25	MISCELÁNEOS	SET DE MANGUERAS PARA R-12 DE 72". DESCRIPCION: Set de 3 colores de mangueras según código para R12 de 72" (roja, azul, amarilla). Presión de trabajo 870 psi, presión contra incendio 3.600 psi, sellos en teflón, cierres de flujo en cobre tipo perilla cobre (pequeñas válvulas de bola)	2	\$ 120	\$ 243.570
26-29	ELEMENTOS Y REACTIVOS DE LABORATORIO CONSUMIBLES	• Paquete detección presencia de cloro. Cantidad. • Paquetes detección presencia de residuos en punto de ebullición. • Paquete presencia detección de acidez. • Paquete A. • Paquete de reactivos y accesorios de laboratorio. Paquete B. Cantidad 1 Unidad	1	\$ 2.000	\$ 4.059.500
SUBTOTAL				\$ 63.354	\$ 128.592.782
TOTAL EQUIPOS				\$ 94.159	\$ 191.119.230
ADECUACIÓN DEL CENTRO DE REGENERACIÓN					\$ 25.000.000
TOTAL GLOBAL					\$ 216.119.230

En la tabla 21 se estiman los costos anuales asociados a la operación y mantenimiento del Centro de Recuperación, Regeneración y Reciclaje de Gases Refrigerantes de la UPB.

Tabla 21. Costos de los anuales de operación y mantenimiento

CLASIFICACIÓN			Item	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Valor Unitario	Total - Año	
COSTOS DE PRODUCCION	COSTOS DIRECTOS	MATERIALES DIRECTOS	Reactivos Químicos	Isopropanal	L/año	20	\$ 68.150	\$ 1.363.000	
				Solución Karl Fisher	L/año	2	\$ 263.900	\$ 527.800	
				Tolueno	L/año	20	\$ 113.100	\$ 2.262.000	
				Solución Saturada de Nitrato de Plata	g/año	3,33	\$ 17.285	\$ 57.559	
				Hidróxido de Potasio	kg/año	0,7	\$ 69.600	\$ 48.720	
				Ácido Nítrico Concentrado	L/año	3,3	\$ 92.800	\$ 306.240	
				Metanol Anhidro	L/año	20	\$ 24.476	\$ 489.520	
				Ácido Sulfúrico	L/año	6	\$ 37.120	\$ 222.720	
				Sal sódica de azul de bromotímol	g/año	6,6	\$ 48.720	\$ 321.552	
			Reparación y Mantenimiento de equipos	Equipo de proceso no continuo: regeneración mutirefrigerante				\$ 0	
				Equipo recuperdaor de gas refrigerante				\$ 0	
				2 bombas de transferencia				\$ 100.000	
				Balanza electrónica de carga	Mantenimiento anual			\$ 100.000	
				Báscula para tanques	Mantenimiento anual			\$ 50.000	
				Balanza analítica	Calibración y Mantenimiento anual			\$ 800.000	
				Equipo para determinación de CH Karl Fisher				\$ 0	
				Bomba de vacío	Mantenimiento anual			\$ 200.000	
				Cromatógrafo de gases	Mantenimiento anual			\$ 2.700.000	
			Mantenimiento de Materiales de Laboratorio	Reposición Materiales de Vidrio				\$ 300.000	
		SUBTOTAL							
	MANO DE OBRA DIRECTA	Item	No de operarios	Unidad de medida	Horas/año	Valor Unitario	Total - Año		
		Técnico	1	hora	1152	\$ 6.250	\$ 7.200.000		
		SUBTOTAL						\$ 7.200.000	

CLASIFICACIÓN		Item	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Valor Unitario	Total - Año
	COSTOS INDIRECTOS	Item	Descripción	Unidad de medida	Cantidad/año	Valor Unitario	Total - Año
		Servicios Técnicos	Asesoría Técnica	Horas	120	\$ 35.000	\$ 4.200.000
		SUBTOTAL					\$ 4.200.000
	GASTOS DE VENTAS Y COMERCIALIZACION	Item	Descripción	Unidad de medida	Cantidad/año	Valor Unitario	Total - Año
		Publicidad en Internet	Mantenimiento Pagina Web	Global	1	\$ 500.000	\$ 500.000
		Publicidad Impresa	Folletos, portafolio de servicios, otros	Global	2	\$ 500.000	\$ 1.000.000
		SUBTOTAL					\$ 1.500.000
	GASTOS GENERALES Y/O DE ADMINISTRACION	Item	No	Unidad de medida	Cantidad/año	Valor Unitario	Total - Año
		Administrador	1	Salario/mes	12	\$ 750.000	\$ 9.000.000
		SUBTOTAL					\$ 9.000.000
		Item	Descripción	Unidad de medida	Cantidad/año	Valor Unitario	Total - Año
		Gastos de Administración	Servicios públicos, predial. Telefonía internet	Global	12	\$ 300.000	\$ 3.600.000
		Mantenimiento de Oficina	Aseo, pintura.	Global	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
		Materiales de Oficina	Papelaría, computador	Global	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
		SUBTOTAL					\$ 5.600.000
COSTOS TOTALES ANUALES						\$ 37.349.111	

5. LÍNEA BASE AMBIENTAL

Por tratarse de un sitio urbano, cuya edificación se encuentra construida y que sólo requerirá de adecuaciones locativas para el funcionamiento y operatividad del Centro de Regeneración de Refrigerantes, se estima que los impactos a la flora, fauna, ecosistemas terrestres o acuáticos, no estarán afectados en mayor medida a las condiciones existentes y por el contrario se espera, con el desarrollo de este proyecto, contribuir al mejoramiento del entorno ambiental.

El diagnóstico de la línea base se realizó de la siguiente manera:

Elaboración Plano del área

El Centro de Regeneración de SAO se localizará en la ciudad de Medellín, en circular 1 No. 70-01, donde se encuentra la sede principal de la Universidad Pontificia Bolivariana, la cual se puede apreciar en la figura 17.

Figura 17. Localización de la Universidad Pontificia Bolivariana



Fuente: <http://maps.google.es/>. 2012

En la figura anterior se puede apreciar que el Centro de Regeneración se encontrará en un complejo educativo delimitado por importantes vías de circulación vehicular del sector de Laureles, en cuyo interior se desarrollan actividades académicas dirigidas a estudiantes de formación básica primaria, secundaria y profesional a nivel de pregrado y

posgrado. También se encuentran escenarios deportivos, iglesias, bancos y laboratorios de ingeniería y otros que atienden las necesidades de la población en general, la industria y el comercio.

Al exterior del centro educativo, el cual está delimitado por las calles 66B, transversal 39B y circular primera, se encuentran los barrios residenciales Laureles, San Joaquín y Conquistadores, en donde también se localizan establecimientos comerciales como centros comerciales, supermercados, bancos, restaurantes, papelerías y hoteles, entre otros.

Al interior del plantel educativo, el Centro de Regeneración se localizará en el primer piso del edificio destinado a los laboratorios de ingeniería como se muestra en la figura 18.

Figura 18. Localización del Centro de Regeneración dentro de la Universidad



Fuente: <http://maps.google.es/>. 2012

Una vez definido el sitio para la localización del Centro de Regeneración se elevó la consulta a la Curaduría Primera Urbana del municipio de Medellín para determinar si la destinación de este sitio a un centro de regeneración era compatible con el uso del suelo definido para el sector, quien la encontró como uso complementario, compatible condicionado al uso principal, el cual es educativo (véase Anexo H).

Una vez aclarada la compatibilidad de uso se procedió a elaborar los esquemas locativos del Centro de Regeneración que se muestran en las figuras 19, 20, y 21.

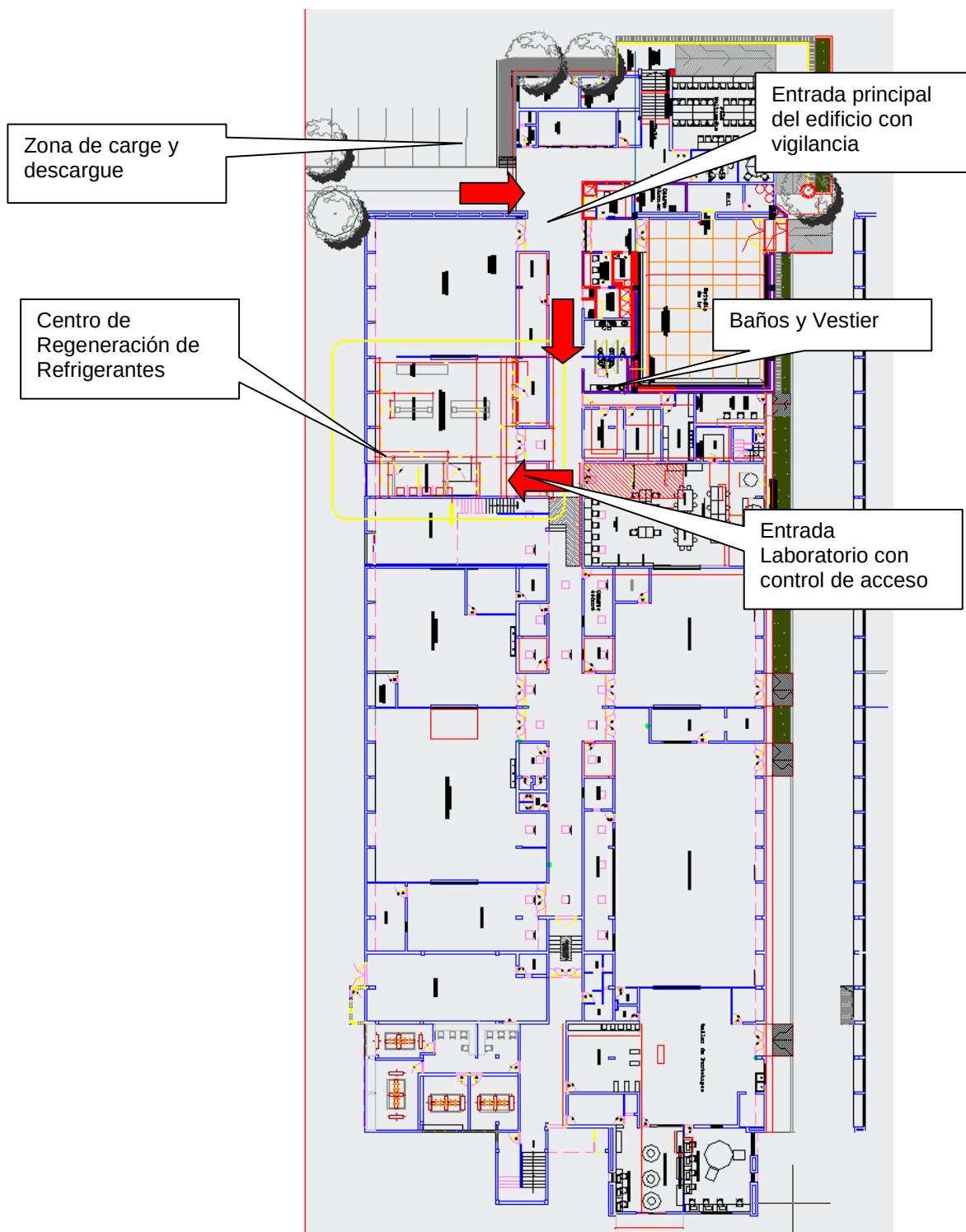
Figura 19. . Estado actual del centro de regeneración



Figura 20. Vista superior del centro de regeneración



Figura 21. Esquema general de la ubicación del Centro de Regeneración en el Bloque 8, con sus servicios y anexidades



6. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS

Como se mencionó en el numeral 5.2.5 metodología general del estudio, la identificación y evaluación de aspectos e impactos ambientales se realizó a través de la construcción de una matriz de doble entrada donde se muestran las variables ambientales que son impactadas con el Centro de Regeneración.

Es de aclarar que por tratarse de un sitio construido en una zona destinada exclusivamente para laboratorios al interior de la Universidad Pontificia Bolivariana, no se generarán mayor cantidad de impactos ambientales al momento de su implementación, pues más que construcción es necesario realizar adecuaciones dentro del espacio disponible y los equipos a emplear tienen como función contrarrestar los efectos ambientales que causa la liberación de clorofluorocarbonados al ambiente, con efectos secundarios mínimos.

A continuación se presenta la metodología desarrollada por Arboleda (2005) para la evaluación de impactos ambientales, que contempla el análisis de los siguientes aspectos, como pasos preliminares para la identificación de las actividades y sus efectos en el ambiente:

- **Determinación de las etapas y los componentes del proyecto**

Etapas del proyecto

Se parte de la premisa que existen unas instalaciones locativas para el Centro de Regeneración, por lo que las etapas del proyecto estarán constituidas por la adecuación del lugar, la operación y el abandono, por lo tanto en éstas se concentrará el análisis de los impactos ambientales que se pueden generar.

Componentes del proyecto

No existe una norma o una fórmula para determinar estos componentes, por lo que los mismos deben ser determinados por el equipo de trabajo que realiza el EIA de acuerdo con las características o complejidad del proyecto, los cuales para el caso específico del Centro de Regeneración se analizarán por las partes en que está distribuido éste como se muestra en la tabla 22.

Tabla 22. Etapas y componentes del Centro de Regeneración

Etapas	Componentes
Adecuación del lugar	Infraestructuras
Operación	Recepción gases refrigerantes
	Pruebas de laboratorio
	Proceso de regeneración de gases refrigerantes
	Tratamiento de los residuos
Abandono	Desmantelamiento

- **Acciones susceptibles de producir impacto (ASPI):**

Para cada una de las etapas contempladas en el funcionamiento del Centro de Regeneración, definidas como adecuación, operación y abandono, se identifican las acciones susceptibles de producir impacto, las cuales se realizan por los profesionales participantes en la EIA, a partir de la información que se obtuvo del análisis del proyecto.

Las acciones susceptibles de producir impactos deben cumplir unos principios fundamentales relacionados con:

- **Significancia:** es decir que sean **relevantes** o ajustadas a la realidad del proyecto y con capacidad de generar consecuencias **notables** en las condiciones medioambientales, descartándose aquellas irrelevantes o con poca capacidad de cambio.
- **Excluyente/independientes:** debe ser posible individualizarlas, para evitar superposiciones totales o parciales que puedan generar una cualificación o calificación errónea en la evaluación de su impacto.
- **Identificables/ubicables:** que sean definidas y ubicables físicamente o en los procesos donde se generan.
- **Cuantificables:** se deben expresar en números o rangos, para facilitar el dimensionamiento de su impacto.
- **Cubrir la duración de la actividad:** se hace con el fin de definir las afectaciones ambientales en el tiempo de cada etapa de la actividad.

- **Los aspectos ambientales**

Definidos como cualquier elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar recíprocamente con el ambiente, indicando la existencia potencial de un impacto ambiental negativo o positivo. El aspecto ambiental se entiende como un resultado, consecuencia, salida o producto con capacidad de producir

impacto en el ambiente, destacándose para el Centro de Regeneración los que se muestran en la tabla 23.

Tabla 23. Acciones susceptibles de producir impactos y aspectos ambientales del Centro de Regeneración

Etapa	Componente	Acciones o actividades (ASPI)	Entradas	Procesos	Aspectos ambientales/ Salidas / efluentes / emisiones
Adecuación del lugar	infraestructura	Adecuaciones locativas	Materiales de construcción	Construcciones de infraestructuras	Genera residuos sólidos Descarga aguas de lavado con residuos sólidos
Operación	Recepción gases refrigerantes	Actividades típicas de oficina como atención al público y elaboración de trabajos administrativos	Insumos de oficina	Actividades propias de oficina (recepción, registro, inventarios y demás relacionados con la regeneración de los gases refrigerantes)	Generación de residuos como papeles usados, cartuchos de impresoras, lapiceros, borradores, carpetas, grapas, equipos de oficina obsoletos, bolsas plásticas
			Energía	Funcionamiento equipos de oficina	Consumo de energía
				Iluminación	Consumo de energía
		Funcionamiento de Baterías Sanitarias, Orinales y Lavamanos	Implementos de aseo	Aseo del Centro de Regeneración	Generación de residuos (papel higiénico, servilletas, empaques de implementos de aseo)
			Agua	Funcionamiento de unidades sanitarias	Aguas residuales
				Labores de aseo	Aguas residuales
	Pruebas de laboratorio (análisis de gases refrigerantes)	Análisis determinación de agua	Solución de metanol-agua (agua menos de 500ppm.)	Prueba de Karl Fischer para la determinación del contenido de agua en gas refrigerante	Solución de agua, yodo (I ₂), metanol (CH ₃ OH), piridina (C ₅ H ₅ N) y dióxido de azufre (SO ₂) Liberación de gas a la atmósfera
			Gas refrigerante (40 g)		Liberación de gas refrigerante a la atmósfera
		Análisis de Cloro	Metanol anhidro (33,5 ml)	Análisis de Cloro por precipitación de Cloruro de Plata	Mezcla de metanol anhidrido, nitrato de plata, ácido nítrico Liberación de gas refrigerante a la atmósfera
			Nitrato de plata (7 gotas de solución saturada)		
			Ácido nítrico (1 gota=0,05ml)		
			Refrigerante (40 g) (densidad de R22 es 1,194 g/ml) (densidad de R12 es de 1,311 g/ml)		
		Análisis de acidez	. Hidróxido de potasio 0,01 N	Análisis de acidez del refrigerante por titulación Por muestra se utiliza: 100 ml de solvente de extracción 6 gotas de solución	Mezcla de hidróxido de potasio, ácido sulfúrico, tolueno, isopropanol, azul de bromotímol, metanol Liberación de gas refrigerante a la atmósfera
			Hidróxido de potasio en metanol 0.1 N. (KOH) (100 ml), aforado con metanol absoluto		
			. Ácido sulfúrico 0,01N		

Etapa	Componente	Acciones o actividades (ASPI)	Entradas	Procesos	Aspectos ambientales/ Salidas / efluentes / emisiones
			Acido sulfúrico 0.1 N. (100 ml), enrasar con agua destilada	indicadora 0,5 gotas de hidróxido de potasio varias gotas ácido sulfúrico Varias gotas de hidróxido de potasio	
			. Solvente de extracción		
			Tolueno grado analítico (495 ml)		
			Isopropanol grado analítico (495 ml)		
			Agua de solución tolueno / isopropanol (10 ml)		
			. Solución indicadora de Azul de bromotimol		
			Indicador azul de bromotimol (1 g)		
			Metanol (anhidro, grado analítico) (100 ml)		
			. Gas refrigerante (50-100 g)		
			. Agua destilada (10 ml)		
		Análisis de partículas sólidas	Una solución calibradora de 0,03% en peso de aceite de silicona en R-11 (pesando 0,220 g de aceite de silicona y disolviendo en 500 mL (738 g) de R-11 de alta pureza)	Procedimiento para la determinación de residuos de alto punto de ebullición en refrigerantes por medición volumétrica y/o gravimétrica y determinación de partículas sólidas por inspección visual. Por muestra se utiliza: 136 ml de solvente de alta pureza (R-11 o R-141b)	Aceite de silicona y R-11 o R-141b Liberación del solvente y gas refrigerante a la atmósfera
			Otra solución es pesar 0,187 g de aceite y disolver en 500 mL de solvente R-141b u otro solvente apropiado		
			Gas refrigerante (100 ml)		
		Análisis de gases no condensables	Agua	Análisis de gases no condensables por cromatografía de gases	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera
			Gas refrigerante (500 ml)		
		Análisis de impurezas	Columna de cromatografía de gases (empacada): 1 por ciento de compuestos de alto peso molecular del polietilenglicol y diepóxido reaccionado con ácido nitrotereftalico	Análisis de impurezas por cromatografía de gases con columna empacada	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera Compuestos de polietilenglicol y diepóxido reaccionado con ácido nitrotereftalico
			Gas refrigerante (125 ml)		
			Impurezas (30 ml)		

Etapa	Componente	Acciones o actividades (ASPI)	Entradas	Procesos	Aspectos ambientales/ Salidas / efluentes / emisiones
	Regeneración de gases refrigerantes	Tratamiento del gas	Gases refrigerantes R12 o R22	Empleo del equipo de Regeneración de gases refrigerantes	.Sólidos: polvo, mugre, lodo, óxidos de hierro y cobre, sales metálicas como cloruro de hierro y cobre, partículas metálicas como soldadura, rebabas, limaduras, entre otros. . Líquidos: agua, resina, cera, solventes y ácidos. . Gaseosos: aire, ácidos, gases no condensables y vapor de agua. Peligros de fugas
	En pruebas de laboratorio y regeneración de gases	Empleo de equipos que funcionan con energía eléctrica	Energía	Funcionamiento equipos de laboratorio	Consumo de energía
		Limpieza de equipos e instrumental laboratorio	Agua	Iluminación	Consumo de energía
				Limpieza de equipos e instrumentos	Aguas con grasas y aceites, residuos sólidos menores
Abandono	Desmantelamiento Centro de Regeneración	Devolución de equipos		Desmante de equipos	Generación de residuos sólidos

• Identificación de los impactos ambientales

Luego de tener identificadas las ASPI, se procede a identificar los impactos que cada una de ellas puede generar. Para ello se propone la utilización del **Método matricial para la identificación de impactos**, que consiste en la construcción de una tabla de doble entrada, donde las ASPI identificadas van en las filas y los distintos factores ambientales o partes del ambiente que pueden ser afectables o susceptibles de modificación, deterioro o transformación, van en las columnas.

Para cada ASPI, se buscan las relaciones que pueda tener con cada uno de los factores ambientales, y en el caso de encontrarlas, se marca con un número el factor ambiental afectado, el cual se relaciona con la acción que ocasiona impacto ambiental, especificándose en la columna de impacto ambiental, con un nombre asociado al número respectivo, tal como se muestra en la tabla 24:

Tabla 24. Identificación de los impactos generados por el Centro de Regeneración

Etapa	Componente	Acciones o actividades (ASPI)	Entradas	Procesos	Factor ambiental				Aspectos ambientales/ Salidas / efluentes / emisiones	Impacto Ambiental
					Aire	Agua	Suelo	Generación de energía		
Adecuación del lugar	infraestructura	1. Adecuaciones locativas	Materiales de construcción	Construcciones de infraestructuras	1	2	3		Genera material particulado, residuos sólidos Descarga aguas de lavado con residuos sólidos	1. Contaminación del aire 2. Contaminación del agua 3. Contaminación del suelo con residuos sólidos
Operación	Recepción gases refrigerantes	2. Actividades típicas de oficina como atención al público y elaboración de trabajos administrativos	Insumos de oficina	Actividades propias de oficina (recepción, registro, inventarios y demás relacionados con la regeneración de los gases refrigerantes)			4		Generación de residuos como papeles usados, cartuchos de impresoras, lapiceros, borradores, carpetas, grapas, equipos de oficina obsoletos, bolsas plásticas	4. Contaminación del suelo
			Energía	Funcionamiento equipos de oficina				5	Consumo de energía	5. Demanda de energía
				Iluminación				6	Consumo de energía	6. Demanda de energía
		Funcionamiento de Baterías Sanitarias, Orinales y Lavamanos	Implementos de aseo	Aseo del Centro de Regeneración			7		Generación de residuos (papel higiénico, servilletas, empaques de implementos de aseo)	7. Contaminación del suelo
			Agua	Funcionamiento de unidades sanitarias		8			Aguas residuales	8. Contaminación del agua
				Labores de aseo		9			Aguas residuales	9. Contaminación del agua
	Pruebas de laboratorio (análisis de gases refrigerantes)	Análisis determinación de agua	Solución de metanol-agua (agua menos de 500ppm.)	Prueba de Karl Fischer para la determinación del contenido de agua en gas refrigerante		10			Solución de agua, yodo (I ₂), metanol (CH ₃ OH), piridina (C ₅ H ₅ N) y dióxido de azufre (SO ₂) Liberación de gas a la atmósfera	10. Contaminación del agua
			Gas refrigerante (40 g)		11				Liberación de gas refrigerante a la atmósfera	11. Destrucción de la capa de ozono (contaminación del aire)
		Análisis de Cloro	Metanol anhidro (33,5 ml)	Análisis de Cloro por precipitación de Cloruro de Plata		12			Mezcla de metanol anhidrido, nitrato de plata, ácido nítrico Liberación de gas refrigerante a la atmósfera	12. Contaminación del agua
			Nitrato de plata (7 gotas de solución saturada)							

Etapas	Componente	Acciones o actividades (ASPI)	Entradas	Procesos	Factor ambiental				Aspectos ambientales/ Salidas / efluentes / emisiones	Impacto Ambiental
					Aire	Agua	Suelo	Generación de energía		
			. Agua destilada (10 ml)							
		Análisis de partículas sólidas	Una solución calibradora de 0,03% en peso de aceite de silicona en R11 (pesando 0,220 g de aceite de silicona y disolviendo en 500 mL (738 g) de R-11 de alta pureza) Otra solución es pesar 0,187 g de aceite y disolver en 500 mL de solvente R-141b u otro solvente apropiado	Procedimiento para la determinación de residuos de alto punto de ebullición en refrigerantes por medición volumétrica y/o gravimétrica y determinación de partículas sólidas por inspección visual. Por muestra se utiliza: 136 ml de solvente de alta pureza (R11 o R141b)		16			Aceite de silicona y R11 o R141b Liberación del solvente y gas refrigerante a la atmósfera	16. Contaminación del agua
			Gas refrigerante (100 ml)		17					17. Destrucción de la capa de ozono
		Análisis de gases no condensables	Agua	Análisis de gases no condensables por cromatografía de gases		18			Liberación de gas refrigerante a la atmósfera	18. Contaminación del agua
			Gas refrigerante (500 ml)		19					19. Destrucción de la capa de ozono
		Análisis de impurezas	columna de cromatografía de gases (empacada): 1 por ciento de compuestos de alto peso molecular del polietilenglicol y diepóxido reaccionado con ácido nitrotereftálico	Análisis de impurezas por cromatografía de gases con columna empacada		20			Liberación de gas refrigerante a la atmósfera Compuestos de polietilenglicol y diepóxido reaccionado con ácido nitrotereftálico	20. Contaminación del agua
			Gas refrigerante (125 ml)		21					21. Destrucción de la capa de ozono
			Impurezas (30 ml)				22			22. Contaminación del suelo
	Regeneración de gases refrigerantes	Tratamiento del gas	Gases refrigerantes R12 o R22	Empleo del equipo de Regeneración de gases refrigerantes	25 y 26	23	24		. Sólidos: polvo, mugre, lodo, óxidos de hierro y cobre, sales metálicas como cloruro de hierro y	23. Contaminación del suelo

Etapa	Componente	Acciones o actividades (ASPI)	Entradas	Procesos	Factor ambiental				Aspectos ambientales/ Salidas / efluentes / emisiones	Impacto Ambiental
					Aire	Agua	Suelo	Generación de energía		
									cobre, partículas metálicas como soldadura, rebabas, limaduras, entre otros.	
									. Líquidos: agua, resina, cera, solventes y ácidos.	24. Contaminación del agua
									. Gaseosos: aire, ácidos, gases no condensables y vapor de agua.	25. Destrucción capa de ozono
									Peligros de fugas	26. Destrucción capa de ozono
					27				Liberación del aire de sustancias peligrosas	27. Control contaminación ambiental
	En pruebas de laboratorio y regeneración de gases	Empleo de equipos que funcionan con energía eléctrica	Energía	Funcionamiento equipos de laboratorio				28	Consumo de energía	28. Demanda de energía
				Iluminación				29	Consumo de energía	29. Demanda de energía
		Limpieza de equipos e instrumental laboratorio	Agua	Limpieza de equipos e instrumentos		30			Aguas que contienen grasas y aceites, residuos sólidos menores	30. Contaminación del agua
Abandono	Desmantelamiento Centro de Regeneración	Devolución de equipos		Desmonte de equipos			31		Generación de residuos sólidos	31. Contaminación del suelo

- **Evaluación de los impactos ambientales**

Al identificar los impactos generados por las actividades que se desarrollarán en el Centro de Regeneración, se detalló una lista de dichos impactos ambientales, sin embargo es necesario evaluar la significancia o importancia de cada impacto, de tal forma que, con base en sus características más relevantes, se pueda valorar su trascendencia ambiental. Para ello se propone calificar cada impacto con base en los siguientes cinco criterios. Arboleda (2005):

CLASE (C): este criterio define el sentido del cambio ambiental producido por una determinada acción del proyecto, el cual puede ser:

Positivo (+, P): mejora la condición ambiental analizada

Negativo (-, N): desmejora la condición ambiental analizada

PRESENCIA (P): para la mayoría de los impactos hay certeza absoluta de que se van a presentar, pero otros pocos tienen un nivel de incertidumbre que debe determinarse. Este criterio califica la posibilidad de que el impacto pueda darse y se expresa como un porcentaje de la probabilidad de ocurrencia, de la siguiente manera:

Cierta: la probabilidad de que el impacto se presente es del 100% (se califica con 1.0)

Muy probable: la probabilidad está entre 70 y 100 % (se califica entre 0.7 y 0.99)

Probable: la probabilidad está entre 40 y 70 % (0.4 y 0.69)

Poco probable: la probabilidad está entre 20 y 40 % (0.2 y 0.39)

Muy poco probable: la probabilidad es menor a 20 % (0.01 y 0.19)

DURACIÓN (D): con este criterio se evalúa el período de existencia activa del impacto, desde el momento que se empiezan a manifestar sus consecuencias ambientales hasta que duren los efectos sobre el factor ambiental considerado. Se debe evaluar en forma independiente de las posibilidades de reversibilidad o manejo que tenga el impacto. Se expresa en función del tiempo de **permanencia o tiempo de vida** del impacto, así:

Muy larga o permanente: si la duración del impacto es mayor a 10 años (se califica con 1.0)

Larga: si la duración es entre 7 y 10 años (0.7 – 0.99)

Media: si la duración es entre 4 y 7 años (0.4 y 0.69)

Corta: si la duración es entre 1 y 4 años (0.2 y 0.39)

Muy corta: si la duración es menor a 1 año (0.01 y 0.19)

EVOLUCIÓN (E): califica la rapidez con la que se desarrolla el impacto, es decir la forma como éste se desarrolla a partir del momento en que se inician las afectaciones y hasta que se hace presente plenamente con todas sus consecuencias. Este criterio es importante porque dependiendo de la forma como evoluciona el impacto, se puede facilitar o no la forma de manejo. Se expresa en términos del **tiempo transcurrido** entre el inicio de las afectaciones hasta el momento en que el impacto alcanza sus mayores consecuencias o hasta cuando se presenta el máximo cambio sobre el factor considerado, así:

Muy rápida: cuando el impacto alcanza sus máximas consecuencias en un tiempo menor a 1 mes después de su inicio (se califica con 1.0)

Rápida: si este tiempo está entre 1 y 12 meses (calificar entre 0.7 – 0.99)

Media: si este tiempo está entre 12 y 18 meses (0.4 y 0.69)

Lenta: si este tiempo está entre 18 y 24 meses (0.2 y 0.39)

Muy lenta: si este tiempo es mayor a 24 meses (0.01 y 0.19)

MAGNITUD (M): este criterio califica la dimensión o tamaño del cambio ambiental producido en un factor determinado, por causa de una acción del proyecto. Se expresa en términos del **porcentaje de afectación** o de modificación (por este motivo se denomina magnitud relativa) y puede ser:

Muy alta: si la afectación del factor es mayor al 80%, o sea que se destruye o cambia casi totalmente (se califica con 1.0)

Alta: si la afectación está entre 60 y 80 %, o sea una modificación parcial del factor analizado (se puede calificar 0.7 – 0.99)

Media: si la afectación está entre 40 y 60 %, o sea una afectación media del factor analizado (0.4 y 0.69)

Baja: si la afectación está entre 20 y 40 %, o sea una afectación baja del factor analizado (0.2 y 0.39)

Muy baja: cuando se genera una afectación o modificación mínima del factor considerado, o sea menor al 20 % (0.01 y 0.19).

En la tabla 25 se presenta el resumen de la calificación de los criterios utilizados para la evaluación de impactos ambientales.

Tabla 25. Calificación de los criterios de evaluación de los impactos ambientales

PRESENCIA	DURACIÓN	EVOLUCIÓN	MAGNITUD	PUNTAJE
Cierta	Muy larga o permanente (> 10 años)	Muy rápida (< 1mes)	Muy alta (Mr 2> a 80%)	1.0
Muy probable	Larga (> 7 años y < 10 años)	Rápida (> 1 mes y < 12 meses)	Alta (> 60 %y < 80 %)	0.7<0.99
Probable	Media (> 4 años y < 7 años)	Media (> 12 meses y < 18 meses)	Media (> 40 % y < 60 %)	0.4<0.69
Poco Probable	Corta (> 1 años y < 4 año)	Lenta (> 18 meses y < 24 meses)	Baja (> 20 % y < 40 %)	0.2<0.39
No probable	Muy corta (< 1 año)	Muy lenta (> 24 meses)	Muy baja (< 19%)	0.01<0.19

La calificación ambiental del impacto

La calificación ambiental es la expresión de la interacción o acción conjugada de los criterios que caracterizan el impacto ambiental y representa la gravedad de la afectación o alteración que este está causando.

Para la calificación ambiental, el grupo de evaluadores ambientales de Empresas Públicas de Medellín (Arboleda, 2005), desarrolló una ecuación que permitió obtener y explicar las relaciones de dependencia que existen entre los cinco criterios anteriormente indicados, con el siguiente resultado:

$$Ca = Cx(Px(axExM + bxD))$$

Donde:

Ca= Calificación ambiental

C= Clase,

P= Presencia

E= Evolución

M= Magnitud

D= Duración

a = Constante de ponderación = 7

b = Constante de ponderación = 3

Ca = **C (P[a x ExM + b x D])** y reemplazando los valores de a y b se obtiene:

De acuerdo con las calificaciones asignadas individualmente a cada criterio, el valor absoluto de **Ca** será mayor que cero y menor o igual que 10.

El valor numérico que arroja la ecuación se convierte luego en una expresión que indica la importancia del impacto asignándole unos rangos de acuerdo con los resultados numéricos obtenidos, como se muestra en la tabla 26.

Tabla 26. Rangos de calificación de impactos y su importancia ambiental respectiva

CALIFICACIÓN AMBIENTAL (puntos)	IMPORTANCIA AMBIENTAL
≤ 2.5	Poco significativo o irrelevante
>2.5 y ≤ 5.0	Moderadamente significativo o moderado
> 5.0 y ≤ 7.5	Significativo o relevante
> 7.5	Muy significativo o grave

En la tabla 27 se muestran los resultados de los impactos ambientales que generará la operación del Centro de Regeneración, aplicando la metodología descrita.

Tabla 27. Matriz de valoración de impactos ambientales para el Centro de Regeneración

Procesos	Factor ambiental				Aspectos ambientales/ Salidas / efluentes / emisiones	Impacto directo	C	P	D	E	M	Ca	Impacto ambiental
	Aire	Agua	Suelo	energía									
Construcciones de infraestructuras	1	2	3		Genera residuos sólidos	1. Contaminación del aire con material particulado	N	1	0,19	1	0,01	0,64	Irrelevante
						2. Contaminación del suelo con residuos sólidos	N	1	0,19	1	0,01	0,64	Irrelevante
					Descarga aguas de lavado con residuos sólidos	3. Contaminación del agua	N	1	0,01	1	0,01	0,1	Irrelevante

Procesos	Factor ambiental				Aspectos ambientales/ Salidas / efluentes / emisiones	Impacto directo	C	P	D	E	M	Ca	Impacto ambiental
	Aire	Agua	Suelo	energía									
Actividades propias de oficina (recepción, registro, inventarios y demás relacionados con la regeneración de los gases refrigerantes)			4		Generación de residuos como papeles usados, cartuchos de impresoras, lapiceros, borradores, carpetas, grapas, equipos de oficina obsoletos, bolsas plásticas	4. Contaminación del suelo	N	1	0,39	1	0,01	1,24	Irrelevante
Funcionamiento equipos de oficina				5	Consumo de energía	5. Demanda de energía	N	1	0,69	1	0,4	4,87	Moderado
Iluminación				6	Consumo de energía	6. Demanda de energía	N	1	0,69	1	0,4	4,87	Moderado
Aseo del Centro de Regeneración			7		Generación de residuos (papel higiénico, servilletas, empaques de implementos de aseo)	7. Contaminación del suelo	N	1	0,39	1	0,01	1,24	Irrelevante
Funcionamiento de unidades sanitarias		8			Aguas residuales	8. Contaminación del agua	N	1	0,01	1	0,01	0,1	Irrelevante
Labores de aseo		9			Aguas residuales	9. Contaminación del agua	N	1	0,01	1	0,01	0,1	Irrelevante
Prueba de Karl Fischer para la determinación del contenido de agua en gas refrigerante		10			Solución de metano – agua	10. Contaminación del agua	N	1	0,69	1	0,4	4,87	Moderado
	11				Liberación de gas refrigerante a la atmósfera	11. Contaminación del aire. Destrucción de la capa de ozono	N	1	0,69	0,19	0,99	3,3867	Moderado
Análisis de Cloro por precipitación de Cloruro de Plata		12			Mezcla de metanol anhídrido, nitrato de plata, ácido nítrico	12. Contaminación del agua	N	1	0,69	1	0,4	4,87	Moderado
	13				Liberación de gas refrigerante a la atmósfera	13. Contaminación del aire. Destrucción de la capa de ozono	N	1	0,69	0,19	0,99	3,3867	Moderado
Análisis de acidez del refrigerante por titulación Por muestra se utiliza: 100 ml de solvente de extracción 6 gotas de solución indicadora 0,5 gotas de					Mezcla de hidróxido de potasio, ácido sulfúrico, tolueno, isopropanol, azul de bromotimol, metanol	14. Contaminación del agua	N	1	0,69	1	0,4	4,87	Moderado
	15				Liberación de gas refrigerante a la atmósfera	15. Contaminación del aire. Destrucción de la capa de Ozono	N	1	0,69	0,19	0,7	3,001	Moderado

Procesos	Factor ambiental				Aspectos ambientales/ Salidas / efluentes / emisiones	Impacto directo	C	P	D	E	M	Ca	Impacto ambiental
	Aire	Agua	Suelo	energía									
hidróxido de potasio varias gotas ácido sulfúrico Varias gotas de hidróxido de potasio													
Procedimiento para la determinación de residuos de alto punto de ebullición en refrigerantes por medición volumétrica y/o gravimétrica y determinación de partículas sólidas por inspección visual. Por muestra se utiliza: 136 ml de solvente de alta pureza (R-11 o R-141b)		16			Aceite de silicona y R-11 o R-141b	16. Contaminación del agua	N	1	0,69	1	0,4	4,87	Moderado
	17				Liberación del solvente y gas refrigerante a la atmósfera	17. Contaminación del aire. Destrucción de la capa de ozono	N	1	0,69	0,19	0,7	3,001	Moderado
Análisis de gases no condensables por cromatografía de gases		18			Liberación de gas refrigerante a la atmósfera	18. Contaminación del agua	N	1	0,69	1	0,4	4,87	Moderado
	19					19. Contaminación del aire. Destrucción de la capa de ozono	N	1	0,69	0,19	0,4	2,602	Moderado
Análisis de impurezas por cromatografía de gases con columna empacutada		20			Compuestos de polietilenglicol y diepóxido reaccionado con ácido nitroterefalico	20. Contaminación del agua	N	1	0,69	1	0,4	4,87	Moderado
	21				Liberación de gas refrigerante a la atmósfera	21. Contaminación del aire. Destrucción de la capa de ozono	N	1	0,69	0,19	0,4	2,602	Moderado
			22			22. Contaminación del suelo	N	1	0,69	1	0,4	4,87	Moderado
Empleo del equipo de Regeneración de gases refrigerantes	25 y 26	23	24		. Sólidos: polvo, mugre, lodo, óxidos de hierro y cobre, sales metálicas como cloruro de hierro y cobre, partículas metálicas como soldadura, rebabas, limaduras, entre otros.	23. Contaminación del suelo	N	1	0,69	1	0,4	4,87	Moderado

Procesos	Factor ambiental				Aspectos ambientales/ Salidas / efluentes / emisiones	Impacto directo	C	P	D	E	M	Ca	Impacto ambiental
	Aire	Agua	Suelo	energía									
					. Líquidos: agua, resina, cera, solventes y ácidos.	24. Contaminación del agua	N	1	0,69	1	0,4	4,87	Moderado
					. Gaseosos: aire, ácidos, gases no condensables y vapor de agua.	25. Contaminación del aire. Destrucción capa de ozono	N	1	0,69	0,19	0,4	2,602	Moderado
					Peligros de fugas	26. Contaminación del aire. Destrucción capa de ozono	N	1	0,69	0,19	0,4	2,602	Moderado
	27				Liberación del aire de sustancias peligrosas	27. Control contaminación ambiental	P	1	0,99	0,99	0,01	3,0393	Moderado
Funcionamiento equipos de laboratorio				28	Consumo de energía	28. Demanda de energía	N	1	0,69	1	0,4	4,87	Moderado
Iluminación				29	Consumo de energía	29. Demanda de energía	N	1	0,69	1	0,4	4,87	Moderado
Limpieza de equipos e instrumentos		30			Aguas que contienen grasas y aceites, residuos sólidos menores	30. Contaminación del agua	N	1	0,69	1	0,4	4,87	Moderado
Desmante de equipos			31		Generación de residuos sólidos	31. Contaminación del suelo	N	1	0,01	1	0,4	2,83	Moderado

Donde:

Ca: Calificación ambiental

C: Clase (N: negativo)

P: Presencia

E: Evolución

D: Duración

M: Magnitud

Como se observa en la tabla anterior, las actividades que se desarrollarán en el Centro de regeneración generarán 31 impactos ambientales que se catalogan como irrelevantes o moderados, algunos de los cuales serán temporales, que son los contemplados en la fase de adecuación y de abandono o desmante de equipos.

7. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

En términos generales, el plan de manejo ambiental que aquí se formula pretende generar un esquema de actuación para afrontar de la mejor manera, la alteración ambiental que el Centro de Regeneración pueda generar en su adecuación y operación, y plantear las soluciones que conlleven un mejor bienestar social y ambiental del entorno donde éste actúa.

El plan de manejo ambiental toma como punto de partida los resultados de la matriz de impactos ambientales, donde se identifican los que mayor impacto generan en su quehacer, y se plantean a través de programas la forma de afrontarlo y mitigar su efecto en el ambiente.

7.1 OBJETIVO GENERAL

Facilitar el cumplimiento de la legislación ambiental a través de la implementación de programas para el control de los impactos ambientales que genera el Centro de Regeneración de Refrigerantes.

7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Permitir una rápida y efectiva actuación para el control de los impactos ambientales generados por la adecuación, operación y abandono del Centro de Regeneración de Refrigerantes.
- Priorizar la ejecución de actividades correctivas a los impactos ambientales generados por la operación del centro.
- Optimizar el cumplimiento de los planes y programas a implementares
- Orientar a prevenir, evitar, controla y mitigar los posibles impactos que genera la actividad de regeneración en el centro.

7.3 METAS

Planear el manejo adecuado de los impactos ambientales que responda adecuadamente a las necesidades y exigencias de la autoridad ambiental y el funcionamiento adecuado y seguro del centro.

Generar procesos que permitan realizar un manejo óptimo de los impactos ambientales generados con la actividad de regeneración de gases refrigerantes.

Alcanzar en el menor tiempo posible la mitigación de los impactos que genera el centro de regeneración.

7.4 PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS

7.4.1 Programa para el Manejo de los Residuos sólidos, ordinarios, reciclables.
Objetivos: indentificar y cuantificar los residuos sólidos ordinarios que se generaran en las fases de adecuación y operación del Centro de Regeneración de Gases Refrigerantes.
Responsable: Adminsitrador del Centro de Regeneración
Descripción de la actividad: en las etapas de adecuación y operación del Centro de Regeneración se identificarán los residuos generados y se plantará el manejo más adecuado, para evitar la contaminación del medio ambiente.
Metas 1: identificar los residuos sólidos generados en el Centro de Regeneración
Metas 2: disponer adecuadamente los residuos generados, empleando un método de separación en la fuente para facilitar su disposición.
Fecha: al inicio de la adecuación del Centro de Regeneración
Plan de acción: • Manejo de escombros Como se ha mencionado anteriormente, se trata de un sitio que presenta las condiciones locativas para el montaje del Centro de Regeneración, que requiere de unas

adecuaciones mínimas relacionadas con la construcción de cabinas para la operación del laboratorio de pruebas, la adecuación de instalaciones eléctricas, comunicaciones y ajuste en el servicio de acueducto y alcantarillado, entre otros.

Los escombros que se generen con la adecuación del lugar, se estiman en una cantidad de 4 m³, correspondientes a las demoliciones de un mesón en adobe y cemento, localizado en la parte central del lugar, repiques de paredes para nuevas instalaciones y tuberías de agua, principalmente.

En el proceso de demolición y adecuación del sitio, se tendrá especial cuidado de mantener húmedos los escombros para evitar que se genere material particulado y afecte los sitios aledaños. El material resultante será empacado en bolsas plásticas, o de otro material resistente, y será dispuesto en el exterior del Centro en pilas que no superen un metro de altura, hasta acumular material suficiente en un lapso no mayor de 24 horas, para ser transportado en un vehículo habilitado para ello, hasta una escombrera oficial que cuente con la respectiva licencia expedida por la autoridad ambiental competente.

• **Manejo de residuos sólidos, ordinarios, reciclables**

La actividad cotidiana que desarrollará el Centro de Regeneración generará una serie de residuos sólidos, ordinarios o reciclables, provenientes principalmente de las actividades de oficina y de aseo, para los cuales se estiman los siguientes volúmenes de generación mensualmente:

Entradas	Proceso	Salidas	Cantidad (kg) mes
Insumos de oficina : Tintas impresoras Papelería Lapiceros, marcadores, cintas, capretas, grapas, ganchos. Café Muebles	Recepción, registro, inventarios y demás relacionados con la regeneración de los gases refrigerantes	Generación de residuos como papeles usados, cartuchos de impresoras, lapiceros, borradores, carpetas, grapas, equipos de oficina obsoletos, bolsas plásticas, residuos orgánicos, vasos desechables	8
Implementos de aseo: Traperos, escobas Sacudidores, secadores Bolsas plásticas Canecas de basura Papel higiénico Lamparas	Limpieza y lavado de instalaciones	Residuos sólidos de: Palos y trapos sucios Papel contaminado Lamparas polvo, y otros	8

Las cantidades de residuos producidas son estimativos con base en la generación de residuos del bloque 8 de la UPB, que están relacionados en el Plan de Manejo Integral de Residuos de la UPB que se muestra en el Anexo I.

De acuerdo al documento citado, de los 16 kg/mes de residuos que se generarán en el

Centro de Refrigerantes, el 21,1 % o sea 3,38 kg/mes deben corresponder a material sólido reciclable y el resto 12,62 kg/mes a material sólido no reciclable, los cuales se muestran en la tabla 28, discriminados por la caracterización que hace la UPB de ellos.

Tabla 28. Caracterización de los residuos generados en el bloque 8 de la UPB

RESIDUOS SOLIDOS RECICABLES	%	Kg/mes	RESIDUOS SOLIDOS NO RECICABLES	%	Kg/mes
Materia ferroso y no ferroso	4%	0,134	Papel higiénico	12%	1,52
Plástico	21%	0,71	Residuos de comida	66%	8,33
Vidrio	25%	0,84	Basura revuelta	18%	2,27
Papel	43%	1,45	Aserrín	4%	0,51
Otros	7%	0,24	Otros	0%	
Total		3,38			12,62

Fuente: Plan de manejo integral de residuos sólidos de la UPB.

Para la disposición de estos residuos se tendrán dos tipos de recipientes: uno para los residuos reciclables y otro para los no reciclables. Cada uno de estos recipientes contendrá una bolsa plástica que recibirá los residuos con el fin de facilitar la recogida y la higiene.

La UPB tiene disponibles sitios de acopio, para la disposición de residuos, desde donde son recogidos diariamente por un vehículo de Empresas Varias de Medellín para los no reciclables, los cuales son transportados y dispuestos en el Parque Ambiental La Pradera, y los reciclables son clasificados, empacados y vendidos por RECIMED entidad gestora de este tipo de residuos.

Plazo: Al iniciar la adecuación del sitio se debe ejecutar el programa, al igual que al momento de entrar en operación el Centro de Regeneración.

Recurso: documento del programa desarrollado en el plan de manejo ambiental

Costo implementación:

Ítem	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Personal	1	1.300.000	1.300.000
Materiales			
Escombros	Global	500.000	500.000
Recipientes	Global	100.000	100.000
Papelería	Global	100.000	100.000
Total			2.000.000

Indicadores: Planillas de registro con los residuos generados y dispuestos.

7.4.2 Programa para el manejo de los residuos no peligrosos

Es importante aclarar que con el programa de residuos sólidos que tiene la Universidad, el Centro de Regeneración tendrá en cuenta los protocolos y directrices establecidos en él (véase Anexo H).

Objetivo 1: Implementar un plan de gestión de residuos no peligrosos que incluya la búsqueda e implementación de opciones de reducción, reutilización o valorización.

Responsable: Operario del Centro de regeneración

Descripción de la actividad: Establecer los consumos de papelería y demás de acuerdo a las demandas e identificar las oportunidades de reducción de los recursos, así como separar en la fuente los orgánicos, los reciclables papeles y plásticos.

Meta 1: establecer procedimientos y capacitación sobre clasificación, separación, almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición adecuada y responsable de los residuos no peligrosos.

Fecha: Al inicio de actividades del Centro

Plan de acción 1: capacitar al personal que laborará en el centro en el manejo de residuos no peligrosos.

Plazo 1: al entrar en operación el centro

Recurso 1: Capacitación impartida por una entidad de aseo.

Plan de acción 2: dotar al centro con los recipientes adecuados que garanticen la separación en la fuente.

Plazo 2: al entrar en operación el centro

Recurso 2: compra de recipientes, señalización y rotulación

Costo:

Ítem	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Técnico responsable	1	1.300.000	1.300.000
Materiales			

	Capacitación	Global	500.000	500.000
	Recipientes	Global	100.000	100.000
	Papelería	Global	100.000	100.000
	Total			2.000.000
Indicadores: Capacitaciones recibidas, recipientes comprados, procedimientos o protocolos para los consumibles no peligrosos				

7.4.3 Programa para el Manejo de los Residuos Peligrosos

Según el decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005 “por el cual se reglamenta la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral”, es responsabilidad de los generadores de residuos peligrosos elaborar el Plan de gestión integral de residuos o desechos peligrosos, el cual contiene la descripción y la reglamentación internas que indican el protocolo a seguir para el manejo de los residuos generados en el desarrollo de las actividades del centro de regeneración de refrigerantes de la Universidad Pontificia Bolivariana.

Mediante este documento se plantea el desarrollo de dicho plan de acuerdo con los lineamientos determinados por la legislación vigente.

El propósito es mejorar el desempeño ambiental en las actividades generadoras de residuos peligrosos, con el fin de prevenir y/o minimizar la generación de estos, separar, almacenamiento, recolección y tratamiento adecuado, y desarrollar las actividades de la manera más segura posible para la salud y el medioambiente.

7.4.3.1 Componente 1: prevención en el manejo de residuos peligrosos

Objetivo 1: Identificación y cuantificación de los residuos peligrosos generados por el centro de regeneración.

Meta 1: Identificar el 100% de los residuos peligrosos generados y sus fuentes al finalizar el semestre posterior a la puesta en marcha del centro de regeneración.

Meta 2: Determinar la peligrosidad del 100% de los residuos y clasificarlos de acuerdo al decreto 4741 de 2005 a la puesta en marcha del centro de regeneración.
Meta 3: Tener cuantificado y registrado el 100% de los residuos peligrosos al finalizar el semestre posterior a la puesta en marcha del centro de regeneración.
Objetivo 2: Elaborar un manual de procedimientos para el adecuado manejo y disposición de los residuos peligrosos generados en el centro de regeneración.
Meta 1: Elaborar en el semestre posterior a la puesta en marcha del centro de generación, un manual de manejo y disposición de los residuos peligrosos, que permita la orientación de las personas que lleguen a hacer parte del equipo de trabajo.
Objetivo 3: Evaluar la factibilidad de reemplazar alguna(s) sustancia(s) con características de peligrosidad tóxica utilizadas en las pruebas de análisis de los gases refrigerantes.
Meta 1: Realizar un análisis de factibilidad para el cambio de reactivos o pruebas que utilicen sustancias con características de toxicidad tales como: análisis de humedad, análisis de impurezas, análisis de acidez y análisis de cloro; antes de la construcción y equipamiento del centro de regeneración.
• Identificación de fuentes En las instalaciones del centro de regeneración la generación de residuos peligrosos se evidencia en tres actividades macro las cuales son: regeneración, análisis de los gases y mantenimiento de la infraestructura. En el proceso de regeneración se presenta el esquema del flujo de materiales como se muestra en la figura 22.

Figura 22. Flujo de materiales en el proceso de regeneración



En el **análisis de los gases** como se mencionó anteriormente, corresponde al análisis de humedad (Prueba Karl Fisher), Cloro, acidez por titulación, y gases no condensables en refrigerantes por cromatografía de gases, se generan una serie de residuos como se muestra en la tabla 29.

Tabla 29. Flujo del proceso de generación de residuos peligrosos en el análisis de gases

ENTRADAS	PROCESO	SALIDAS
Gas refrigerante R12, R22, R134a, Solución de metanol – agua - base orgánica débil (piridina o imidazol)	Análisis determinación de agua (Prueba Karl Fisher)	Solución de metanol – agua - base orgánica débil (piridina o imidazol) / se usa repetitivamente
		Liberación de gas refrigerante a la atmósfera
Gas refrigerante R12, R22 y R134a, metanol anhídrido, nitrato de plata, ácido nítrico	Análisis de Cloro por precipitación de Cloruro de Plata	Mezcla de metanol anhídrido, nitrato de plata, ácido nítrico
		Liberación de gas refrigerante a la atmósfera
Gas refrigerante R12, R22 y R134a, hidróxido de potasio, ácido sulfúrico, tolueno, isopropanol, azul de bromotimol, metanol, agua destilada.	Análisis de acidez por titulación	Mezcla de hidróxido de potasio, ácido sulfúrico, tolueno, isopropanol, azul de bromotimol, metanol
		Liberación de gas refrigerante a la atmósfera

ENTRADAS	PROCESO	SALIDAS
Gas refrigerante R12, R22, R134a, solvente de alta pureza (R-11 o R-141b), aceite de silicona	Análisis de partículas sólidas	Aceite de silicona y R11 o R141b
		Liberación del solvente y gas refrigerante a la atmósfera
Gas refrigerante R12, R22, R134a	Análisis de gases no condensables por cromatografía de gases	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera
Gas refrigerante R12, R22, R134a impurezas	Análisis de impurezas	Compuestos de polietilenglicol y diepóxido reaccionado con ácido nitrotereftálico

Durante el **mantenimiento de la infraestructura** se presentan actividades conexas en las cuales se generan residuos de diferente tipo dentro de los cuales se encuentran: empaques y envases de los reactivos utilizados, material absorbente para derrames, material para limpieza de equipos, guantes, lámparas fluorescentes, pilas, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE y cartuchos de impresora, mostrándose el análisis de flujo del proceso como sigue:



- **Clasificación e identificación de las características de peligrosidad**

Al poseer conocimiento y dominio del comportamiento de los procesos, se realizará la identificación de las características de peligrosidad de los residuos generados en el funcionamiento del centro de regeneración de gases refrigerantes, mediante información técnica (balance de masas y hojas de seguridad) y listas de residuos o desechos

peligrosos, como herramientas primarias sugeridas en la normatividad ambiental vigente, las cuales se encuentran en el Anexo J.

En la tabla 30 se hace un resumen de las hojas de seguridad de los principales reactivos, las cuales en su mayoría se obtuvieron a partir del software CAMEO chemicals, teniendo en cuenta que las hojas de seguridad disponibles en los diferentes medios, generalmente se encuentran incompletas y con información técnica que cambia de una fuente a otra.

Tabla 30. Características más importantes de los reactivos empleados en el proceso de regeneración, de acuerdo al sistema globalmente armonizado (SGA)

REACTIVO	CLASE DE PELIGRO Y CATEGORIA SEGÚN EL SGA	CLASIFICACIÓN SGA	NORMAS DE SEGURIDAD	REACTIVIDAD
Metanol	Líquidos Categoría 3; Líquidos y vapores inflamables Toxicidad aguda por inhalación Categoría 3; tóxico si se inhala. Puede causar irritación significativa. Altas concentraciones pueden causar depresión del sistema nervioso.	Riesgo principal	No fumar cerca de estas sustancias. No exponerlas a radiación solar directa, mantenerlas lejos de fuentes de calor y de chispas. Usar equipo de protección personal y seguridad industrial de acuerdo a las características de la sustancia	Normalmente estable. Reacciona violentamente con bromuro de acetilo. Mezclas con ácido sulfúrico y peróxido de hidrógeno concentrados pueden causar explosión
		Riesgo secundario		
Yodo	Toxicidad aguda por inhalación Categoría 4; nocivo si se inhala. Corrosión cutánea Categoría 1A Peligroso en caso de contacto cutáneo y provoca lesiones oculares. Emite vapores tóxicos a condiciones normales.	Riesgo principal	En caso de derrame no manipular la sustancia, no agregar agua, mantener a las personas alejada del área afectada. Usar el equipo de protección personal y seguridad industrial de acuerdo a las características de la sustancia.	Agente oxidante fuerte. Incompatible con metales en polvo en presencia de agua, forma productos explosivos al mezclarse con amoníaco, reacciona explosivamente con el acetileno, reacciona violentamente
		Riesgo secundario		

REACTIVO	CLASE DE PELIGRO Y CATEGORIA SEGÚN EL SGA	CLASIFICACIÓN SGA	NORMAS DE SEGURIDAD	REACTIVIDAD
				con el acetaldéhid.
Piridina	Líquidos Categoría 3; Líquidos y vapores inflamables Toxicidad aguda por inhalación Categoría 4; nocivo si se inhala. Tóxico por ingestión e inhalación, puede causar lesiones graves o permanentes.	Riesgo principal  Riesgo secundario 	En caso de derrame no manipular la sustancia, no agregar agua, mantener a las personas alejada del área afectada. Usar el equipo de protección personal y seguridad industrial de acuerdo a las características de la sustancia	La piridina es una base, reacciona exotérmicamente con ácidos
Dióxido de azufre	Toxicidad aguda por inhalación Categoría 4; nocivo si se inhala. Corrosión cutánea Categoría 1B Peligroso en caso de contacto con la piel ya que provoca quemaduras por congelamiento y provoca irritación ocular. Puede causar la muerte u lesiones permanentes después de una exposición corta a pequeñas cantidades.	Riesgo principal  Riesgo secundario 	Usar el equipo de protección personal y seguridad industrial de acuerdo a las características de la sustancia	Reacciona con el agua, disuelto en agua forma ácido sulfúrico (líquido corrosivo)
Nitrato de plata	Sólido comburente Categoría 3. Puede agravar un incendio Oxidante (Reactivo). Soluciones concentradas pueden producir		No fumar cerca de estas sustancias. No exponerlas a radiación solar directa, mantenerlas lejos de fuentes de calor y de chispas. Usar	Agente oxidante fuerte. La exposición prolongada al fuego o al calor puede dar lugar a una explosión.

REACTIVO	CLASE DE PELIGRO Y CATEGORIA SEGÚN EL SGA	CLASIFICACIÓN SGA	NORMAS DE SEGURIDAD	REACTIVIDAD
	irritación, ulceración o decoloración en la piel.		equipo de protección personal y seguridad industrial de acuerdo a las características de la sustancia.	
Ácido Nítrico	Corrosión cutánea Categoría 1A Peligroso en caso de contacto cutáneo y provoca lesiones oculares Corrosivo- oxidante y tóxico por inhalación. Líquido comburente Categoría 3. Puede agravar un incendio Toxicidad aguda por inhalación Categoría 3; nocivo si se inhala. Toxicidad aguda por vía oral Categoría 2; mortal en caso de ingestión.	Riesgo primario  Riesgo secundario  	En caso de derrame no manipular la sustancia, no agregar agua, mantener a las personas alejadas del área afectada. Usar equipo de protección personal y seguridad industrial de acuerdo a las características de la sustancia	Agente oxidante fuerte, reacciona con el aire y el agua
Hidróxido de Potasio	Corrosión cutánea Categoría 1A Peligroso en caso de contacto cutáneo y provoca lesiones oculares. Provoca quemaduras graves en los ojos, piel y membranas mucosas.		Usar equipo de protección personal y seguridad industrial de acuerdo a las características de la sustancia.	Reactivo con el agua

REACTIVO	CLASE DE PELIGRO Y CATEGORIA SEGÚN EL SGA	CLASIFICACIÓN SGA	NORMAS DE SEGURIDAD	REACTIVIDAD
Ácido Sulfúrico	Corrosión cutánea Categoría 1A Peligroso en caso de contacto cutáneo y provoca lesiones oculares. Puede causar lesiones graves o permanentes.		Usar equipo de protección personal y seguridad industrial de acuerdo a las características de la sustancia. Mantener lejos del calor, fuentes de chispas. Evitar la fricción, golpes y caídas.	Agente oxidante fuerte, reactivo con el agua. Reacciona violentamente con pentafluoruro de bromo. Es extremadamente peligroso en contacto con carburos, bromatos, cloratos, fulminatos, picratos y metales en polvo.
Tolueno	Líquido Categoría 1. Líquidos y vapores extremadamente inflamables. Puede causar incapacidad temporal o daño residual.		No fumar cerca de estas sustancias. No exponerlas a radiación solar directa, mantenerlas lejos de fuentes de calor y de chispas. Usar equipo de protección personal y seguridad industrial de acuerdo a las características de la sustancia.	Incompatible con agentes oxidantes fuertes
Isopropanol	Líquido Categoría 3. Líquidos y vapores inflamables. Daño si se tragase o inhalase. Causa irritación a los ojos y tracto respiratorio. afecta el sistema nervioso central. puede ser nocivo si se absorbe a través de la piel. Puede		No fumar cerca de estas sustancias. No exponerlas a radiación solar directa, mantenerlas lejos de fuentes de calor y de chispas. Usar equipo de protección personal y seguridad industrial de	Se puede incendiar fácilmente por calor, chispa o llama. Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire.

REACTIVO	CLASE DE PELIGRO Y CATEGORÍA SEGÚN EL SGA	CLASIFICACIÓN SGA	NORMAS DE SEGURIDAD	REACTIVIDAD
	causar irritación a la piel		acuerdo a las características de la sustancia	
Azúl de bromotimol	Líquido Categoría 1. Líquidos y vapores extremadamente inflamables. Nocivo leve. Altas concentraciones pueden producir irritación temporal en el tracto respiratorio		No fumar cerca de estas sustancias. No exponerlas a radiación solar directa, mantenerlas lejos de fuentes de calor y de chispas. Usar equipo de protección personal y seguridad industrial de acuerdo a las características de la sustancia	Estable. Evitar altas temperaturas. Incompatible con agentes oxidantes y reductores fuertes
Aceite de silicona	N/A No inhalar los vapores	N/A	Usar equipo de protección personal y seguridad industrial de acuerdo a las características de la sustancia	Evitar temperaturas elevadas. Incompatible con agentes oxidantes fuertes
Solventes de alta resolución R11 o R141b	Líquido Categoría 1. Líquidos y vapores inflamables. En general los solventes orgánicos pueden causar irritación significativa		Usar equipo de protección personal y seguridad industrial de acuerdo a las características de la sustancia	En general pueden encenderse en casi todas las condiciones a temperatura ambiente.
Polietilenglicol	N/A Ningún riesgo para la salud	N/A		Estable bajo condiciones normales. Incompatible con ácidos y bases fuertes
Ácido nitrotereftalico	Toxicidad aguda por inhalación Categoría 4; puede ser nocivo si se inhala Corrosión	SP	Usar equipo de protección personal y seguridad industrial de acuerdo a las	

REACTIVO	CLASE DE PELIGRO Y CATEGORÍA SEGÚN EL SGA	CLASIFICACIÓN SGA	NORMAS DE SEGURIDAD	REACTIVIDAD
	Cutánea Categoría 1ª; provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares		características de la sustancia	
Diépoxiso	Toxicidad aguda por inhalación, oral y cutánea, y Toxicidad Crónica Categorías 3, 2 y 3 respectivamente. Tos, dificultad respiratoria, enrojecimiento de piel y ojos		Usar equipo de protección personal y seguridad industrial de acuerdo a las características de la sustancia	Combustible. Riesgo de incendio y explosión en contacto con ácidos y bases

Fuente: Betancur, 2011

http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev02/Spanish/05-Anexo1-sp.pdf, 2012

A partir del análisis de los diferentes reactivos utilizados en cada una de las pruebas, se obtiene la clasificación de los residuos peligrosos generados en las actividades realizadas en el centro de regeneración de refrigerantes de la UPB, la cual se muestra en la tabla 31.

Tabla 31. Clasificación de los residuos peligrosos generados en regeneración de gases

PROCESO	RESIDUO	ANEXO I	ANEXO II	CARÁCTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD (ANEXO III DECRETO 4741)
Prueba de Karl Fischer para la determinación del contenido de agua en gas refrigerante	Solución de metano, Yodo (I ₂), Metanol (CH ₃ OH), Piridina (C ₅ H ₅ N), Dióxido de azufre (SO ₂)– agua	Y 42	A3140	Característica principal Inflamable Características secundarias: tóxico, corrosivo, según el análisis de hojas de seguridad del Ministerio y riesgos primarios y secundarios del SGA.
	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera R-12 o R-22 o R134a	Y45	N/A	Baja toxicidad (su toxicidad es asociada directamente a la destrucción de la capa de

PROCESO	RESIDUO	ANEXO I	ANEXO II	CARACTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD (ANEXO III DECRETO 4741)
				ozono más no a efectos directos en la salud humana ni ningún otro microorganismo vivo)
Análisis de Cloro por precipitación de Cloruro de Plata	Mezcla de metanol anhídrido, nitrato de plata, ácido nítrico	Y42	A3140	Característica principal: Inflamable Características secundarias: oxidante, corrosivo
	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera R-12 o R-22 o R134a.	Y45	N/A	Baja toxicidad (su toxicidad es asociada directamente a la destrucción de la capa de ozono más no a efectos directos en la salud humana ni ningún otro microorganismo vivo)
Análisis de acidez del refrigerante por titulación Por muestra se utiliza: 100 ml de solvente de extracción 6 gotas de solución indicadora 0,5 gotas de hidróxido de potasio varias gotas ácido sulfúrico Varias gotas de hidróxido de potasio	Mezcla de hidróxido de potasio, ácido sulfúrico, tolueno, isopropanol, azul de bromotimol, metanol	Y42, Y34, Y35	A4090, A 4140	Característica principal: Inflamable Características secundarias: corrosivo
	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera R-12 o R-22	Y45	N/A	Baja toxicidad (su toxicidad es asociada directamente a la destrucción de la capa de ozono más no a efectos directos en la salud humana ni ningún otro microorganismo vivo)
Procedimiento para la determinación	Aceite de silicona y R-11 o R-141b	Y42	A 3140	Inflamable

PROCESO	RESIDUO	ANEXO I	ANEXO II	CARÁCTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD (ANEXO III DECRETO 4741)
de residuos de alto punto de ebullición en refrigerantes por medición volumétrica y/o gravimétrica y determinación de partículas solidas por inspección visual. Por muestra se utiliza: 136 ml de solvente de alta pureza (R-11 o R-141b)	Liberación del solvente y gas refrigerante a la atmósfera R-12 o R-22 o R134a.	Y45	N/A	Baja toxicidad (su toxicidad es asociada directamente a la destrucción de la capa de ozono más no a efectos directos en la salud humana ni ningún otro microorganismo vivo)
Análisis de gases no condensables por cromatografía de gases Análisis de impurezas por cromatografía de gases con columna empacutada	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera R-12 o R-22 o R134a	Y45	N/A	Baja toxicidad (su toxicidad es asociada directamente a la destrucción de la capa de ozono más no a efectos directos en la salud humana ni ningún otro microorganismo vivo)
	Compuestos de polietilenglicol y diepóxido reaccionado con ácido nitrotereftalico	N/A	A4140	Tóxico, corrosivo (generación leve por arrastre ya que se trata de los compuestos que conforman la columna empacada, los cuales entran en contacto con el gas refrigerante)
	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera R-12 o R-22 o R134a	Y45	N/A	Baja toxicidad (su toxicidad es asociada directamente a la destrucción de la capa de ozono más no a efectos directos en la salud humana ni ningún otro microorganismo vivo)
Regeneración	Polvo, mugre, lodo, óxidos de hierro y cobre, sales metálicas como cloruro de hierro y cobre, partículas metálicas como soldadura, rebabas, limaduras			Corrosivo-Tóxico
	Agua, resina, cera, solventes y ácidos	N/A	A4140	Inflamable-corrosivo

PROCESO	RESIDUO	ANEXO I	ANEXO II	CARÁCTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD (ANEXO III DECRETO 4741)
	Aguas con grasas y aceites, residuos sólidos menores	Y9	A3020	Ecotóxico-Sustancia peligrosa miscelánea
Mantenimiento de la infraestructura	Lámparas usadas	Y29	A2010	Tóxico
	Tonners usados	Y12	A4070, A4130	Tóxico
	Equipos eléctricos y electrónicos en desuso RAEES	N/A	A1180	Potencialmente tóxicos
	Pilas usadas	Y23, Y29	A1170	Tóxico
	Material sólido contaminado (envases, empaques, toallas, guantes, entre otros)			Depende de la sustancia de la cual este contaminado el material, principalmente inflamables, corrosivos y tóxicos

• Cuantificación de los residuos peligrosos

El estimado de generación de residuos se realizó tomando como base 100 cilindros de gas refrigerante para regeneración, sin embargo es necesario contar con un registro mensual de generación de RESPEL que permitan tener datos reales mensuales para evaluar los avances en la gestión de éstos y adicionalmente faciliten la declaración en el registro de generadores de residuos peligrosos.

Los residuos generados en las actividades de regeneración y mantenimiento de la infraestructura, se documentarán en el momento en que se empiece a operar el centro.

A continuación se muestra la tabla 32, donde se exponen las cantidades aproximadas generadas en el desarrollo de las pruebas de laboratorio.

Tabla 32. Cantidades de residuos generados en los análisis de refrigerantes

PROCESO	ACTIVIDAD	RESIDUO	CANTIDAD GENERADA MENSUALMENTE
Análisis	Prueba de Karl Fischer	Solución de metanol –	No determinada la

PROCESO	ACTIVIDAD	RESIDUO	CANTIDAD GENERADA MENSUALMENTE
determinación de agua	para la determinación del contenido de agua en gas refrigerante	agua - base orgánica débil (piridina o imidazol) / se usa repetitivamente	cantidad, pero se estima en 250 ml
	Gas refrigerante (40 g)	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera	4.000 g
Análisis de Cloro	Análisis de Cloro por precipitación de Cloruro de Plata	Mezcla de metanol anhídrido, nitrato de plata, ácido nítrico	3.390 ml
	Refrigerante (40 g)	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera	4.000 g
Análisis de acidez	Análisis de acidez del refrigerante por titulación Por muestra se utiliza: 100 ml de solvente de extracción 6 gotas de solución indicadora 0,5 gotas de hidróxido de potasio varias gotas ácido sulfúrico. Varias gotas de hidróxido de potasio	Mezcla de hidróxido de potasio, ácido sulfúrico, tolueno, isopropanol, azul de bromotimol, metanol	10.092,5 ml
	Gas refrigerante (50-100 g)	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera	5.000 g
	Agua destilada (10 ml)		
Análisis de partículas sólidas	Procedimiento para la determinación de residuos de alto punto de ebullición en refrigerantes por medición volumétrica y/o gravimétrica y determinación de partículas sólidas por inspección visual. Por muestra se utiliza: 136 ml de solvente de alta pureza (R-11 o R-141b)	Aceite de silicona y R-11 o R-141b	13.600 ml
	Gas refrigerante (100 ml)	Liberación del solvente y gas refrigerante a la atmósfera	10.000 ml
Análisis de gases no condensables	Análisis de gases no condensables por	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera	50.000 ml

PROCESO	ACTIVIDAD	RESIDUO	CANTIDAD GENERADA MENSUALMENTE
Análisis de impurezas	cromatografía de gases	atmósfera	
	Gas refrigerante (500 ml)		
	Análisis de impurezas por cromatografía de gases con columna empacada	Compuestos de polietilenglicol y diepóxido reaccionado con ácido nitrotereftalico	1.000 ml
	Gas refrigerante (125 ml)	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera	12.500 ml
	Impurezas (30 ml)		3.000 ml

• **Alternativas de prevención y minimización.**

Para llevar a cabo la prevención y minimización de los residuos peligrosos se llevarán a cabo las siguientes estrategias:

- Sustitución de reactivos con característica de peligrosidad tóxica.
- Evaluación de las cantidades de reactivos con alguna característica de peligrosidad, utilizadas en las pruebas de laboratorio, con el fin de disminuir la cantidad utilizada.
- Mantener el stock de reactivos con solo lo necesario para el funcionamiento del centro.
- Utilizar reactivos con empaques y envases de acuerdo a la cantidad consumida y fecha de vencimiento, con el fin de generar la menor cantidad posible de estos.
- Sensibilización y capacitación al personal que trabaje en el centro de regeneración de refrigerantes, específicamente en: características de peligrosidad, separación en la fuente, incompatibilidades químicas y demás temas que promuevan la prevención del aumento en la generación de residuos peligrosos.
- Utilización de material absorbente peso y volumen bajos y de acuerdo con las incompatibilidades químicas del residuo, como los fabricados en fibras sintéticas e inertes principalmente de polipropileno, ya que son ligeros y no generan polvo y tienen gran capacidad de absorción que minimiza la generación de residuos que deben desecharse.
- Evaluación del aprovechamiento o tratamiento al interior del centro de regeneración de los residuos peligrosos generados en este.

• Uso de pilas recargables. • Recarga de cartuchos de impresora o tonners. • Utilizar equipos eléctricos y electrónicos hasta el fin de su vida útil.
7.4.3.2 Componente 2: manejo interno ambientalmente seguro
Objetivo 1: Emplear los recipientes adecuados para envasar los residuos según la NTC 4702-1/9.
Meta 1: Utilizar los recipientes adecuados desde la puesta en marcha del centro de regeneración de refrigerantes.
Objetivo 2: Etiquetar y rotular los residuos peligrosos generados basado en el sistema globalmente armonizado con información uniforme desde el momento en que se inicie la operación del centro de regeneración.
Meta 1: Definir contenido de las etiquetas a utilizar y tener disponible en el momento del inicio de operaciones las etiquetas impresas.
Objetivo 3: Almacenamiento seguro de los residuos peligrosos generados, cumpliendo con los requisitos técnicos mínimos de seguridad.
Meta 1: Acondicionar el lugar de almacenamiento de los residuos con las condiciones mínimas de seguridad, éstas deberán estar listas al inicio de la operación del centro de regeneración.
Objetivo 4: Definir teniendo en cuenta las normas y documentos técnicos, las condiciones de entrega de los residuos al transportador.
Meta 1: Realizar lista de chequeo con el fin de verificar el cumplimiento de las responsabilidades del centro de regeneración como receptor y el transportador.

Meta 2: Facilitar al transportador las hojas de seguridad antes del viaje y las tarjetas de emergencia en el momento en que se haga la entrega de estos.
Objetivo 5: Realizar el plan de contingencia enfocado a los incidentes y/o accidentes que se puedan ocasionar a partir de la manipulación de residuos peligrosos.
Meta 1: Elaborar durante el primer semestre de operación el plan de contingencias.
Meta 2: Socializar el plan de contingencia con las personas que trabajen en el centro de regeneración, definiendo las responsabilidades y funciones de cada uno de los empleados.
Meta 3: Realizar simulacros donde se pongan en marcha las acciones planteadas en el plan de contingencias.
• Envasado de residuos peligrosos Una vez generados los respel, es necesario depositarlos en envases o contenedores apropiados de acuerdo a su estado físico, sus características de peligrosidad, el volumen generado y tomando en consideración su compatibilidad con el residuo a contener. Los envases a utilizar para cada residuo se muestran en las tablas 33, 34 y 35, los cuales se eligieron teniendo en cuenta los principios establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 4702-1/9.

Tabla 33. Envases según NTC 4702-1/9 para los respel generados en el centro de regeneración de refrigerantes para las pruebas de laboratorio

Proceso de Pruebas de laboratorio	Prueba Karl Fisher (Análisis de Humedad)	Análisis de cloro por precipitación de plata	Análisis de acidez	Análisis de gases no condensables por cromatografía de gases	Análisis de impurezas por cromatografía de gases con columna empacada	Determinación de residuos de alto punto de ebullición en refrigerantes por medición volumétrica y/o gravimétrica y determinación de partículas sólidas por inspección
--	--	--	--------------------	--	---	---

						visual
Tipo de residuo	Solución Líquida Inflamable con características secundarias de toxicidad y corrosividad	Solución Líquida Inflamable y con características secundarias de oxidante y toxicidad	Solución Líquida Inflamable y con características secundarias de toxicidad	N/A	Tóxico-corrosivo en pequeñas cantidades	N/A
Tipo de envase	Bidones de plástico de tapa fija o móvil	Bidones de plástico de tapa fija o móvil, opacos para evitar el paso de la luz	Bidones de plástico de tapa fija o móvil	N/A	Bidones de plástico de tapa fija o móvil	N/A

Tabla 34. Envases según NTC 4702-1/9 para los respel generados en el centro de regeneración de refrigerantes para el proceso de regeneración

Proceso Regeneración	polvo, mugre, lodo, óxidos de hierro y cobre, sales metálicas como cloruro de hierro y cobre, partículas metálicas como soldadura, rebabas, limaduras	Agua, resina, cera, solventes y ácidos	Aguas con grasas y aceites, residuos sólidos menores.
Tipo de residuo	Corrosivo-tóxico	Inflamable-corrosivo	Ecotóxico-Sustancia peligrosa miscelánea
Tipo de envase	Bidones de plástico de tapa fija o móvil, opacos para evitar el paso de la luz	Bidones de plástico de tapa fija o móvil	Bidones de plástico o metal de tapa fija o móvil

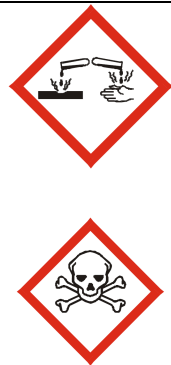
Tabla 35. Envases según NTC 4702-1/9 para los respel generados en el centro de regeneración de refrigerantes para el proceso de mantenimiento de la infraestructura

Proceso Mantenimiento de la infraestructura	Lámparas usadas	Tonners usados	Equipos eléctricos y electrónicos en desuso	Material sólido contaminado (envases, empaques, toallas, guantes, entre otros)	Pilas usadas
Tipo de residuo	Tóxico	Tóxico	Potencialmente tóxicos	Depende de la sustancia de la cual este contaminado el material, principalmente inflamables, corrosivos y tóxicos	Tóxico
Tipo de envase	Empaque original o cajas de cartón especiales	Empaque original	Almacenar en empaques originales, o big-bags	Bidones de plástico de tapa fija o móvil con bolsa en el interior del	Bidones de plástico de tapa fija o móvil

				recipiente	
Teniendo en cuenta las incompatibilidades químicas asociadas a las características de peligrosidad, los residuos provenientes de las pruebas Análisis de humedad, Análisis de acidez y Análisis de impurezas por cromatografía de gases con columna empaquetada se pueden almacenar en el mismo recipiente. • Rotulado y empaquetado Los envases y embalajes que contengan materiales peligrosos deben estar rotulados y etiquetados de forma clara, legible e indeleble, de acuerdo con lo establecido en la Norma Técnica Colombiana NTC 1692. El etiquetado tiene como objetivo principal identificar el riesgo y reconocer la naturaleza del peligro que representa, alertando a las personas involucradas en el transporte o manejo sobre las medidas de precaución y prohibiciones. Para este fin, se utilizan etiquetas de riesgo, que contienen información relacionada con la identificación del residuo, los datos del generador, el código de identificación del residuo y la naturaleza de los riesgos que representa el residuo. El tamaño de la etiqueta será de acuerdo al recipiente dispuesto para el envasado, siendo siempre igual o mayor a 10x10 cm y deberá estar fijada firmemente sobre el envase o el contenedor. La etiqueta que se utilizará para los diferentes tipos de residuo debe contener la información que se muestra en la tabla 36.					

Tabla 36. Etiquetas que deben contener los diferentes residuos peligrosos generados

Centro de Regeneración de gases refrigerantes Universidad Pontificia Bolivariana sede Medellín	
<i>Análisis de acidez del refrigerante</i>	
Identificación del producto: Mezcla de hidróxido de potasio, ácido sulfúrico, tolueno, isopropanol, azul de bromotimol, metanol Descripción: Por muestra se utiliza: 100 ml de solvente de extracción 6 gotas de solución indicadora 0,5 gotas de hidróxido de potasio varias gotas ácido sulfurico. Varias gotas de hidróxido de potasio	

Palabra de advertencia: Inflamable Identificación de peligro: <i>Tóxico y corrosivo</i> Consejos de prudencia: Almacenar lejos de fuentes de ignición Identificación del proveedor: Centro de Regeneración de RE Fecha de envasado: 6 de diciembre de 2012	
--	---

Fuente: Betancur, 2011.

• Transporte interno

Teniendo en cuenta el espacio del centro de regeneración de gases refrigerantes, se tendrán en cuenta dos rutas de transporte de residuos peligrosos: una para los cilindros y otra para los residuos resultantes de la regeneración, pruebas de laboratorio y mantenimiento de la infraestructura.

Ruta 1. Cilindros

Los cilindros son recibidos en la celda del parqueadero destinada exclusivamente para este fin, donde son descargados de los vehículos transportadores a un cargador o carretilla manual, y deben ser asegurados con correas, para luego ser conducidos hasta el Centro de Regeneración; allí su ingreso es registrado con base en el etiquetado suministrado por el transportador, el cual debe corresponder con la Norma Técnica Colombiana 1692 “Transporte de mercancías peligrosas. Clasificación, etiquetado y rotulado”, para luego ser colocados en el sitio de almacenamiento hasta que se tenga disponibilidad en el equipo de regeneración para su proceso de limpieza.

Una vez el gas refrigerante pase por el equipo de regeneración, es envasado en un nuevo cilindro que cumple con las características de estar limpio y libre de trazas de sustancias distintas a las que se va a envasar, para luego ser transportado hasta la celda de almacenamiento para los cilindros regenerados, quedando disponible para retornarlo al cliente o para la venta a quien cumpla con la normatividad existente en cuanto al manejo y disposición de gases refrigerantes.

Para el caso de los cilindros que quedan inservibles, éstos serán perforados para evitar

su reuso y luego pueden ser vendidos como chatarra.

El tiempo máximo de almacenamiento de los cilindros se estima en 30 días calendario.

Ruta 2. Regeneración, pruebas de laboratorio y mantenimiento de la infraestructura

Los residuos generados en las actividades de regeneración, pruebas de laboratorio y mantenimiento de la infraestructura se transportarán de los espacios en los cuales se lleva a cabo cada una de las actividades hasta el sitio de almacenamiento temporal de residuos peligrosos en el bloque de Bienestar Universitario. La frecuencia de dicho transporte será semanalmente y de ser necesario se utilizará el cargador o carretilla manual utilizada para los cilindros, de no ser necesario se realizará un transporte manual teniendo en cuenta las precauciones necesarias como lo son: cantidad de personas laborando, condiciones del recipiente, equipo de protección personal, entre otras.

Se enumeran los registros que se llevarán en el proceso de almacenamiento de los residuos peligrosos, los cuales son similares al de sustancias peligrosas:

- Registro de entrada y salida del residuo peligroso en el almacenamiento, para lo cual se propone el formato que se muestra en la tabla 37:

Tabla 37. Formato de registro de entrada y salida de residuos peligrosos

Formato de entrada y salida de RESPEL del sitio de almacenamiento			
FECHA			
HORA DE ENTRADA		ENTRADA _____	SALIDA _____
HORA DE SALIDA		RESPONSABLE:	
NOMBRE DEL RESIDUO		CANTIDAD	
SALIDA			
JUSTIFICACIÓN DE SALIDA	ALMACENAMIENTO EXTERNO _____		TRATAMIENTO _____
	APROVECHAMIENTO _____		DISPOSICIÓN FINAL _____
	OTRO _____		
OBSERVACIONES:			

- **Registro de inspección de deterioro o caducidad de las sustancias.**

A continuación se enuncian condiciones por tipo de peligrosidad teniendo en cuenta el resto de residuos diferentes a los cilindros que contienen gases refrigerantes (residuos de análisis químicos, residuos del proceso de regeneración y residuos provenientes del mantenimiento de la infraestructura), los cuales fueron tomados de la Guía para el

almacenamiento y transporte de sustancias químicas y residuos peligrosos MAVDT .:

Líquidos inflamables:

- Los líquidos inflamables podrán almacenarse junto con sólidos inflamables.
- Los materiales inflamables no deben almacenarse jamás cerca de ácidos.
- Las áreas de almacenamiento deben estar suficientemente frías para evitar la ignición en el caso de que los vapores se mezclaran con el aire.
- Deben estar bien ventiladas para evitar la acumulación de vapores.
- Se debe evitar almacenar materiales inflamables en neveras convencionales (que no son a prueba de explosiones).
- Las chispas producidas por las luces interiores o los termostatos pueden generar la ignición de los materiales inflamables que hubiera en el interior de la nevera, provocando un peligro de explosión.
- Las áreas de almacenamiento deben tener materiales de limpieza de derrames y equipo adecuado contra incendios en las proximidades. Los extintores portátiles deben ser de espuma química seca o de dióxido de carbono.
- Las áreas de almacenamiento deben revisarse periódicamente para detectar deficiencias y los materiales inflamables deben almacenarse en cantidades mínimas.
- Los líquidos inflamables deben separarse en categorías dependiendo de su punto de ignición.
- Se debe utilizar guantes cuando se manipulan líquidos o vapores inflamables.
- El transvase de líquidos inflamables o combustibles solo se debe llevar a cabo en una campana extractora o en un almacén acondicionado.
- Se debe estar seguro de que no hay cerca ninguna fuente de ignición cuando se transfiere o se usa un líquido inflamable.
- No se debe usar directamente llamas de mecheros o placas alentar líquidos inflamables.

- No debe utilizarse agua para limpiar los derrames de un líquido inflamable.

Tóxicos

- Estas sustancias se almacenarán en doubles recipientes que impidan ocasionales derrames.
- Los compuestos venenosos deben tratarse con precauciones extremas
- Se debe llevar traje de protección, guantes y gafas de seguridad y trabajar en una campana de seguridad bien ventilada.
- Las manos deben lavarse con frecuencia
- En caso de almacenamiento junto con otras sustancias químicas peligrosas, deberá existir una distancia de 2,4 m entre ellos y una distancia de 1,2 m de cualquier otro producto no peligroso.
- En caso que una sustancia tóxica sea además inflamable, las condiciones de almacenamiento se regirá por las indicadas para los líquidos y/o sólidos inflamables. Además, la cantidad máxima de almacenamiento de este tipo de sustancias (inflamables-venenosas) por bodega es de 500 toneladas.
- Altura máxima por pila en tambores: 3 estibas.
- Altura máxima por pila en sacos: 2 estibas.

Corrosivos

- Se deben separar de los materiales orgánicos inflamables.
- Los materiales corrosivos se deben almacenar cerca del suelo para minimizar el peligro de caída de las estanterías.
- Se deben almacenar en áreas frías, secas y bien ventiladas, alejadas de la luz solar.
- El área de almacenamiento no debe estar sometida a cambios bruscos de temperatura.
- Se debe llevar el equipo de protección adecuado (delantal, guantes de caucho y protección ocular contra salpicaduras). Si hay peligro de salpicaduras frecuentes,

también se debe llevar protección en la cara.

- Los materiales corrosivos deben utilizarse en una campana extractora de gases para protegerse de la posible generación de humos peligrosos o nocivos.
- En caso de almacenamiento de corrosivos ácidos y básicos, estos deben tener un distanciamiento de 2,4 m entre ellos.
- En caso de almacenamiento junto con otras sustancias peligrosas u otras sustancias con los que podría reaccionar violentamente, deberán estar distanciados por 2,4 m.
- En caso de almacenamiento junto con otros productos no peligrosos deberán estar distanciados 1,2 m.
- En caso que una sustancia corrosiva sea además inflamable, las condiciones de almacenamiento se regirán por sólido o líquido inflamable.
- Altura máxima por estiba en tambores: 3 estibas.
- Altura máxima por pila en sacos: 2 estibas.

Características del sitio de almacenamiento temporal de residuos peligrosos en el Centro de Regeneración

a. Piso: Debe ser impermeable para evitar infiltración de contaminantes y resistente a las sustancias y/o residuos que se almacenen. Debe ser liso sin ser resbaloso y libre de grietas que dificulten su limpieza. Su diseño debe prever la contención del agua de limpieza, de posibles derrames, por tanto se recomienda un desnivel del piso de mínimo el 1% con dirección a un sistema colector, y la construcción de un bordillo perimetral de entre 20 y 30 cm de alto.

b. Techo: Debe estar diseñados de tal forma que no admitan el ingreso de agua lluvia a las instalaciones y en material no combustible.

c. La estructura: paredes y muros de material lavable y de fácil limpieza, no combustibles, sólidos y resistentes a actores ambientales.

d. Ventilación: la bodega debe tener óptima ventilación natural, una adecuada ventilación se puede lograr localizando conductos de ventilación en la pared, cerca al nivel del piso y conductos de ventilación en el techo y/o en la pared justo debajo del techo.

e. Iluminación

f. Capacidad: para contener los residuos que se espera almacenar más lo previsto para casos de acumulación o incrementos en la generación ($\square$ 4 m²). Con separación física dentro del cuarto para dividir el almacenamiento de los residuos con características inflamables y los residuos tóxicos

g. Estar señalizados con indicación para casos de emergencia y prohibición expresa de entrada a personas ajenas a la actividad de almacenamiento, así.

- Almacenamiento de residuos peligrosos (en color rojo)
- No permitido el ingreso de personal no autorizado
- Usar equipos de protección personal

h. Estar ubicados en lugar de fácil acceso.

i. Tener dotación de agua.

j. Los recipientes deben ubicarse sobre estibas de madera plástica.

k. Drenajes: evitar drenajes abiertos en sitios de almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos, para prevenir la descarga al sistema de alcantarillado público del agua contaminada usada para el control de sustancias derramadas. Este tipo de drenajes son adecuados para evacuar el agua lluvia de los techos y alrededores de la bodega. Los drenajes del interior de la bodega no se deben conectar directamente al sistema de alcantarillado; deben conectarse a pozos colectores para una posterior disposición responsable del agua residual.

Una vez se haya acumulado cantidad suficiente de residuos se procederá a remitirlos a la empresa Biológicos y Contaminados que es la empresa gestora de estos residuos para su tratamiento, aprovechamiento y/o disposición final.

A continuación se muestra una propuesta para la lista de chequeo de transporte de residuos peligrosos:

LISTA DE CHEQUEO PARA TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS	
FECHA: _____	
EMPRESA TRANSPORTADORA: _____	
NOMBRE DEL CONDUCTOR: _____	CELULAR: _____
CC. CONDUCTOR: _____	ARP CONDUCTOR: _____
PASE VIGENTE DEL CONDUCTOR: _____	
CLASES DE RESIDUOS A TRANSPORTAR: _____	

CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO	
PLACAS DEL VEHÍCULO: _____	
TIPO DE VEHÍCULO: Vactor :__ Furgón: __ Camión: __ Otro: __ Cual? _____	
FECHA DEL ÚLTIMO MANTENIMIENTO PREVENTIVO: _____	
¿EL VEHÍCULO SE ENCUENTRA EN ÓPTIMAS CONDICIONES PARA EL TRANSPORTE? SI __ NO __	
INSPECCIÓN DURANTE EL CARGUE	
El vehículo cuenta con:	
JUEGO HERRAMIENTAS: SI __ NO __	CINTA REFLECTIVA: SI __ NO __
2 EXTINTORES: SI __ NO __	BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS : SI __ NO __
LINTERNA: SI __ NO __	EQUIPO PARA RECOLECCIÓN: SI __ NO __
SIST. COMUNICACIÓN: SI __ NO __	FICHA DE SEGURIDAD DE RESIDUOS: SI __ NO __
SIST. ELÉCTRICO: SI __ NO __	DISPOSITIVOS DE SUJECIÓN DE CARGA: SI __ NO __
HACHA: SI __ NO __	DISPOSITIVO SONORO DE REVERSA : SI __ NO __
MATERIAL ABSORBENTE : SI __ NO __	JUEGO DE SEÑALIZACIÓN: SI __ NO __
CERTIFICADO DE GASES VIGENTE: SI __ NO __	PALA ANTICHISPA : SI __ NO __
NÚMERO UN VISIBLE EN LAS 4 CARAS DEL VEHÍCULO: SI __ NO __	RÓTULOS : SI __ NO __
¿Cuántas?	
El transportador cumple con:	
NO LLEVAR SIMULTÁNEAMENTE MERCANCÍAS PELIGROSAS, CON PERSONAS, ANIMALES, MEDICAMENTOS O ALIMENTOS DESTINADOS AL CONSUMO HUMANO O ANIMAL, O EMBALAJES DESTINADOS PARA ALGUNA DE ESTAS LABORES: SI __ NO __	
CARGAR MERCANCÍAS PELIGROSAS SEGÚN NORMAS DE SEGURIDAD PREVISTAS: SI __ NO __	
LLEVAR LA CARGA CORRECTAMENTE SUJETADA: SI __ NO __	
CONDUCTOR CUENTA CON:	
CASCO: __ BOTAS: __ GUANTES: __ TAPA BOCAS: __ OVEROL: __ GAFAS: __	
PLAN DE CONTINGENCIA: SI __ NO __	
7.4.3.3 Componente 3: manejo externo ambientalmente seguro	
Objetivo 1: Garantizar que la gestión externa se realice con empresas autorizadas que cuenten con las licencias y permisos respectivos.	
Meta 1: Solicitar la licencia ambiental y el permiso de emisiones previo a la contratación de los servicios con la empresa gestora.	
Meta 2: Auditar los servicios contratados con la empresa gestora: recolección, transporte y disposición final, para verificar que la empresa realice sus actividades dando cumplimiento a su plan de manejo ambiental y a las normas ambientales vigentes..	
En la tabla 38 se muestra en detalle el manejo y disposición final que se le debe realizar a cada uno de los residuos peligrosos generados en el proceso de regeneración de refrigerantes.	

Tabla 38. Aprovechamiento, tratamiento o disposición final de los residuos peligrosos

PROCESO	RESIDUO	CARACTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD (ANEXO III DECRETO 4741)	APROVECHAMIENTO O TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN FINAL
Prueba de Karl Fischer para la determinación del contenido de agua en gas refrigerante	Solución de metano, Yodo (I ₂), Metanol (CH ₃ OH), Piridina (C ₅ H ₅ N), Dióxido de azufre (SO ₂)– agua	Característica principal Inflamable Características secundarias: tóxico, corrosivo	Incineración
	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera R-12 o R-22 o R134	Tóxico	
Análisis de Cloro por precipitación de Cloruro de Plata	Mezcla de metanol anhidrido, nitrato de plata, ácido nítrico	Característica principal: Inflamable Características secundarias: oxidante, corrosivo	Biorremediación No puede ser llevado a incineración por presencia de metales pesados y cloro
	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera R-12 o R-22 o R134a	Tóxico	
Análisis de acidez del refrigerante por titulación Por muestra se utiliza: 100 ml de solvente de extracción 6 gotas de solución indicadora 0,5 gotas de hidróxido de potasio varias gotas ácido sulfúrico Varias gotas de hidróxido de potasio	Mezcla de hidróxido de potasio, ácido sulfúrico, tolueno, isopropanol, azul de bromotimol, metanol	Característica principal: Inflamable Características secundarias: corrosivo	Incineración, siempre y cuando las cantidades sean inferiores a 500 ml, superiores deber ser encapsuladas y enviadas a rellenos de seguridad
	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera R12 o R22 o R134a	Tóxico	
Procedimiento para la determinación de residuos de alto punto de ebullición en refrigerantes por medición volumétrica y/o gravimétrica y	Aceite de silicona y R11 o R141b	Inflamable	Incineración

PROCESO	RESIDUO	CARÁCTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD (ANEXO III DECRETO 4741)	APROVECHAMIENTO O TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN FINAL
determinación de partículas solidas por inspección visual. Por muestra se utiliza: 136 ml de solvente de alta pureza (R-11 o R-141b)	Liberación del solvente y gas refrigerante a la atmósfera R12 o R22 o R134a	Tóxico	
Análisis de gases no condensables por cromatografía de gases Análisis de impurezas por cromatografía de gases con columna empacada	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera R12 o R22 o R134a	Tóxico	
	Compuestos de polietilenglicol y diepóxido reaccionado con ácido nitrotereftalico	Tóxico, corrosivo (generación leve por arrastre ya que se trata de los compuestos que conforman la columna empacada, los cuales entran en contacto con el gas refrigerante)	Incineración
	Liberación de gas refrigerante a la atmósfera R12 o R22 o R134a	Tóxico	
Regeneración	polvo, mugre, lodo, óxidos de hierro y cobre, sales metálicas como cloruro de hierro y cobre, partículas metálicas como soldadura, rebabas, limaduras	Corrosivo-Tóxico	Encapsulamiento y relleno de seguridad
	Agua, resina, cera, solventes y ácidos	Inflamable-corrosivo	Incineración
	Aguas con grasas y aceites, residuos sólidos menores	Ecotóxico-Sustancia peligrosa miscelánea	Aprovechamiento, recuperación de aceite
Mantenimiento de la infraestructura	Lámparas usadas	Tóxico	Tratamiento
	Tonners usados	Tóxico	Aprovechamiento-devolución al proveedor
	Equipos eléctricos y electrónicos en desuso RAEES	Potencialmente tóxicos	Aprovechamiento. - devolución al proveedor
	Pilas usadas	Tóxico	Devolución al proveedor, posterior envío a celda de seguridad
	Material sólido contaminado (envases, empaques, toallas,	Depende de la sustancia de la cual	Incineración a menos de que las

PROCESO	RESIDUO	CARÁCTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD (ANEXO III DECRETO 4741)	APROVECHAMIENTO O TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN FINAL
	guantes, entre otros)	este contaminado el material, principalmente inflamables, corrosivos y tóxicos	sustancias contengan algún compuesto clorado o de la familia de los cajones

En la tabla 39 se presenta un resumen de los residuos peligrosos generados en el proceso de regeneración y sus principales características de peligrosidad.

Tabla 39. Resumen de los residuos peligrosos y principales características

Residuo	Corrientes de desecho peligrosos perteneciente contemplada en el Decreto 4741 de 2005	Cantidad máxima a almacenar (kg)/mes	Tiempo máximo de almacenamiento (días)	Describir el principal riesgo de peligrosidad del residuo o desecho	Cuenta con Ficha Técnica del residuo o desecho?
Solución de metano, Yodo (I ₂), Metanol (CH ₃ OH), Piridina (C ₅ H ₅ N), Dióxido de azufre (SO ₂)– agua	Anexo I: Y42 Anexo II: A3140	250 ml	Seis meses	Característica principal Inflamable Características secundarias: tóxico, corrosivo	Ficha técnica de los componentes principales
Mezcla de metanol anhídrido, nitrato de plata, ácido nítrico	Anexo I: Y42 Anexo II: A3140	3390 ml	Seis meses	Característica principal: Inflamable Características secundarias: oxidante, corrosivo	Ficha técnica de los componentes principales
Mezcla de hidróxido de potasio, ácido sulfúrico, tolueno, isopropanol, azul de bromotimol, metanol	Anexo I: Y42, Y34, Y35 Anexo II: A4090, A4140	10.092,5 ml	Seis meses	Característica principal: Inflamable Características secundarias: corrosivo	Ficha técnica de los componentes principales
Aceite de silicona y R-11 o R-141b	Anexo I: Y42 Anexo II: A3140	13.600 ml	Seis meses	Inflamable	Ficha técnica de los componentes principales
Compuestos de polietilenglicol y diepóxido reaccionado con ácido nitrotereftálico	Anexo II: A4140	1.000 ml	Seis meses	Tóxico, corrosivo (generación leve por arrastre ya que se trata de los compuestos que conforman la columna empacada, los cuales entran en contacto con el	Ficha técnica de los componentes principales

Residuo	Corrientes de desecho peligrosos perteneciente contemplada en el Decreto 4741 de 2005	Cantidad máxima a almacenar (kg)/mes	Tiempo máximo de almacenamiento (días)	Describir el principal riesgo de peligrosidad del residuo o desecho	Cuenta con Ficha Técnica del residuo o desecho?
				gas refrigerante)	
Sólidos: polvo, mugre, lodo, óxidos de hierro y cobre, sales metálicas como cloruro de hierro y cobre, partículas metálicas como soldadura, rebabas, limaduras, entre otros.		187,5 gr	Seis meses	Corrosivo-Tóxico	Ficha técnica de los componentes principales
Líquidos: agua, resina, cera, solventes y ácidos.	Anexo II: A4140		Seis meses	Inflamable-corrosivo	Ficha técnica de los componentes principales
Aguas con grasas y aceites, residuos sólidos menores	Anexo I: Y29 Anexo II: A3020		Seis meses	Ecotóxico-Sustancia peligrosa miscelánea	Ficha técnica de los componentes principales
Lámparas usadas	Anexo I: Y29 Anexo II: A2010	5	Seis meses	Tóxico	
Tóneres usados	Anexo I: Y12 Anexo II: A4070, A4130	5	Seis meses	Tóxico	
Equipos eléctricos y electrónicos en desuso	Anexo II: A1180	5	Seis meses	Potencialmente tóxicos	
Pilas usadas	Anexo I: Y23, Y29 Anexo II: A1170	5	Seis meses	Tóxico	
Material sólido contaminado (envases, empaques, toallas, guantes, entre otros)		5	Seis meses	Depende de la sustancia de la cual este contaminado el material, principalmente corrosivos y tóxicos.	

Generación de residuos líquidos peligrosos

Normas:

- Antes de manipular cualquier residuo el trabajador debe conocer los posibles riesgos y los procedimientos seguros para su manipulación
- El residuo generado debe disponerse en recipientes cuya capacidad permita acumular la cantidad diaria de residuos.
- Los recipientes deben estar en perfectas condiciones y la etiqueta legible
- Los recipientes en las vitrinas o estantes deben colocarse alejadas de fuentes de calor, llamas, chispas o cualquier otra clase de riesgo.
- No guardar sustancias volátiles en recipientes abiertos
- Los recipientes con muestras o reactivos deben colocarse sobre una bandeja que confine los derrames que se puedan presentar.
- Los recipientes con diferentes residuos, deben colocarse separados de acuerdo a la reactividad que un residuo puede presentar en presencia de otro, teniendo en cuenta la matriz de compatibilidad.

Los recipientes de almacenamiento que se mencionan en la tabla 34, deben ser desocupadas diariamente y sus residuos depositados en los recipientes de almacenamiento temporal. Esta labor debe ser realizada por alguien que cuente con los elementos de protección necesaria, la cual debe cumplir las siguientes características:

- Ropa de seguridad
- Respirador
- Delantal de caucho
- Botas de caucho
- Monogafas
- Guantes de neopreno

Como área de almacenamiento se tendrá un estante para los residuos de volúmenes pequeños y compatibles y un cuarto ventilado, pero seguro, donde se guardarán las canecas con los residuos voluminosos en el Centro de Refrigerantes.

Costo de los 3 componentes:

Ítem	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Personal	1	3.000.000	3.000.000
Materiales			
Elementos de protección personal	Global	2.500.000	2.500.000
Adecuación sitio de almacenamiento temporal	Global	2.000.000	2.000.000
Recipientes	Global	500.000	500.000
Papelería y marcas	Global	2.000.000	2.000.000
Total			10.000.000

Indicadores: Planillas con el control de generación y entrega de residuos peligrosos a la empresa gestora, número de protocolos establecidos en el manejo de los residuos peligrosos, cantidad generada de residuos peligrosos.

7.4.4 Programa para el manejo del recurso agua

Objetivo: reducir el consumo de agua

Responsable: Operarios del Centro de Regeneración

Descripción de la actividad: Establecer los consumos de agua y vertimientos de acuerdo a las demandas e identificar las oportunidades de reducción de los recursos.

Meta 1: 100% de los consumos cuantificados y demandas reales definidas

Fecha: Al inicio de actividades del Centro

Plan de acción 1: Identificar las actividades que generan mayor consumo de agua y cuantificar los volúmenes por cada una de ellas.

Plazo 1: A los seis meses de entrar en operación el centro

Recurso 1: Planillas de registro para el consumo promedio

Plan de acción 2: Analizar los consumos y compararlos con demandas técnicas de los

equipos y/o necesidades locativas.			
Plazo 2: A los seis meses de entrar en operación el centro			
Recurso 2: Registros de medición y ficha técnica de equipos o locaciones			
Plan de acción 3: Sensibilizar a personal para el ahorro y uso eficiente del agua.			
Plazo 3: A los seis meses de entrar en operación el centro			
Recurso 3: Salon de capacitación y ayudas didácticas.			
Costo:			
Ítem	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Operario	1	1.300.000	1.300.000
Materiales			
Elementos de medición (contadores)	Global	400.000	400.000
Papelería y otros	Global	300.000	300.000
Total			2.000.000
Indicadores: Consumo de m ³ de agua por número de empleados.			

7.4.5 Programa para el manejo de la energía
Objetivo 1: Reducir el consumo de energía
Responsable: Operario del Centro de regeneración
Descripción de la actividad: Establecer los consumos de energía de acuerdo a las demandas e identificar las oportunidades de reducción de los recursos.
Meta 1: 100% de los consumos cuantificados y demandas reales definidas
Fecha: Al inicio de actividades del Centro
Plan de acción 1: Identificar las áreas de consumo de energía y los lugares para su medición.

Plazo 1: A los seis meses de entrar en operación el centro			
Recurso 1: Planos y equipos de medición de energía			
Plan de acción 2: Analizar los consumos y compararlos con demandas técnicas de los equipos y/o necesidades locativas.			
Plazo 2: A los seis meses de entrar en operación el centro			
Recurso 2: Registros de medición y ficha técnica de equipos o locaciones			
Plan de acción 3: Sensibilizar a personal para el ahorro y uso eficiente de la energía			
Plazo 3: A los seis meses de entrar en operación el centro			
Recurso 3: Capacitación y ayudas didácticas.			
Costo:			
Ítem	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Operario	1	1.300.000	1.300.000
Materiales			
Equipos de medición (contadores)	Global	400.000	400.000
Papelería y otros	Global	300.000	300.000
Total			2.000.000
Indicadores: Consumo de Kw/h por número de empleados y horas de operación de los equipos			

7.5 PROGRAMA DE VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES

La actividad de regeneración no involucra vertimientos en mayor medida, puesto que es una actividad limpia, que no requiere el empleo de agua en su proceso y por lo tanto no se generarán vertimientos importantes.

Una vez terminado el proceso de regeneración de gases y envasado, se procederá a lavar el cilindro desocupado con agua normal, cuyos residuos pueden contener algún tipo de grasas y/o aceites, instalándose en el sitio de lavado en una trampa de grasas, no requiriéndose otro tipo de tratamiento adicional.

7.5.1 Programa para el manejo de aguas residuales sección administrativa			
Objetivo: Reducir la generación de aguas residuales domésticas tratando de implementar un programa de ahorro y uso eficiente del agua			
Responsable: Operario del Centro de regeneración			
Descripción de la actividad: reducir generación de aguas residuales tipo doméstico generadas en los servicios sanitarios			
Meta: reducir 20% de la generación de aguas residuales			
Fecha: Al inicio de actividades del Centro			
Plan de acción 1: Concientización sobre el uso racional del agua y manejo adecuado de los sistemas de drenaje.			
Plazo 1: A los seis meses de entrar en operación el centro			
Recurso 1: Capacitación en las leyes y normas para el manejo de aguas residuales			
Plan de acción 2: Seguimiento al consumo de agua y al uso de los sistemas de drenaje			
Plazo 2: Planillas de consumo de agua y vertimientos			
Recurso 2: cuentas de servicios públicos			
Plan de acción 3: Mantenimiento de la red de alcantarillado.			
Plazo 3: A los seis meses de entrar en operación el centro			
Recurso 3: Planillas para el registro de mantenimiento y limpieza de la red de alcantarillado.			
Costo:			
Ítem	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Operario	1	1.300.000	1.300.000
Materiales			
Equipos de medición (contadores)	Global	400.000	400.000
Capacitaciones normas y leyes	Global	500.000	500.000

Mantenimiento alcantarillado	Global	300.000	300.000
Papelería y otros	Global	300.000	300.000
Total			2.800.000

Indicadores: consumo en cuentas de alcantarillado, cumplimiento de la norma, ya que no se sabe hasta el momento cuanta es la cantidad requerida para el lavado de los cilindros.

7.5.2 Programa para el manejo de aguas residuales tipo industrial
Objetivo: Manejar adecuadamente las aguas residuales producto del lavado de instrumentales de laboratorio y cilindros
Responsable: Operario del Centro de regeneración
Descripción de la actividad: Las aguas residuales tipo industrial se generan principalmente por el lavado de recipientes, por lo que se trata de reducir su consumo y minimizar los impactos.
Meta 1: Caracterizar las aguas residuales producto del lavado de instrumentos y cilindros
Fecha: al inicio de actividades del Centro
Plan de acción 1: medir el pH de las aguas residuales y neutralizarlas antes de realizar su vertimiento al sistema de alcantarillado y en caso de que no cumpla con este requisito se manejaran como residuos peligrosos y serán almacenados y entregados al gestor de residuos para su disposición final.
Plazo 1: cada seis meses después de entrar en operación el Centro
Recurso 1: Consecución de pHmetro
Meta 2: reducir la contaminación en las aguas residuales
Fecha: Al inicio de actividades del Centro
Plan de acción 2: diseñar y construir una trampa de grasas.

Plazo 2: Al inicio de la operación del centro de regeneración			
Recurso 2: construcción de la trampa de grasas			
Plan de acción 3: realizar mantenimiento preventivo de los sistemas de drenaje			
Plazo 3: seis meses después de entrar en operación el centro			
Recurso 3: Limpieza del sistema de alcantarillado			
Costo:			
Ítem	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Operario	1	1.300.000	1.300.000
Materiales			
Equipos de medición (pH metro)	1	1.100.000	1.100.000
Trampa de grasas	1	500.000	500.000
Papelería y otros	Global	300.000	300.000
Total			3.200.000
Indicadores: Estado del alcantarillado, parámetros críticos y concentración según normativas (caracterización de aguas residuales), las cuales realizará el Centro de Regeneración cada seis meses).			

7.6 PROGRAMA DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS

En el proceso de regeneración de gases no se emplearán máquinas o equipos que requieran para su operación el uso de combustibles generadores de emisiones. Todos los equipos empleados son mecánicos o eléctricos por lo que no se generarán emisiones de significancia.

7.6.1 Programa para el control de emisiones accidentales a la atmósfera por fugas
Objetivo: prevenir emisiones accidentales a la atmósfera
Responsable: Operario del Centro de regeneración

Descripción de la actividad: prevenir liberaciones accidentales de gases refrigerantes a la atmósfera realizando un chequeo constante de los cilindros, para evitar contaminación de la atmósfera y afectación a la salud por contacto o inhalación Las fugas se pueden presentar por: * Envases y embalajes en mal estado * Manejo inadecuado de los cilindros * Carga inadecuada o excesiva en los lugares de almacenamiento * Volcamiento de la unidad de transporte
Meta: Evitar liberaciones a la atmósfera
Fecha: Al inicio de actividades del Centro
Plan de acción 1: seguir estrictamente los procedimientos de adecuada manipulación, almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas para evitar fugas y derrames.
Plazo 1: todo el tiempo de operación del centro
Recurso 1: Planillas para el registro de estado de los cilindros en la recepción, almacenamiento y despacho.
Plan de acción 2: Implementar prácticas y procedimientos para la prevención de fugas, de acuerdo con los resultados del Análisis de Riesgos, que contiene: * Procedimientos y capacitación sobre almacenamiento de sustancias peligrosas que incluye criterios de recepción y aceptación de la mercancía de acuerdo a condiciones seguras del transporte y el cumplimiento de requisitos de etiquetado. * Rechazar los cilindros en mal estado que contengan o que estén destinados a contener gases refrigerantes. * Revisar que la unidad de transporte cumpla con las exigencias legales para ello. * Inspección de las rutas internas de transporte para verificar que no se encuentren obstáculos u otras situaciones que dificulten esta actividad. * Realizar chequeos de fugas diariamente con el medidor de fugas * Informar al superior de las anomalías en las rutas internas para el transporte y almacenamiento de carga.

* Cumplir con los procedimientos y el entrenamiento sobre manejo seguro de sustancias peligrosas a fin de evitar fugas. * Poner en práctica el plan de contingencia periódicamente para su evaluación			
Plazo 2: Al iniciar operaciones el centro			
Recurso 2: Certificado del curso de capacitación			
Plan de acción 3: Verificación del buen estado y el sellado de los recipientes durante la recepción, almacenamiento, transporte interno y despacho y en caso de fugas seguir las pautas dada en la hoja de seguridad.			
Plazo 3: Todo el tiempo de operación del centro.			
Recurso 3: Planilla que dé cuenta del chequeo del estado de los cilindros			
Costo:			
Ítem	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Operario	1	1.300.000	1.300.000
Materiales			
Equipo portátil de medición gases refrigerantes	1	1.500.000	1.500.000
Capacitaciones	1	500.000	500.000
Papelería y otros	Global	300.000	300.000
Total			3.600.000
Indicadores: capacitaciones realizadas y eventos de fugas identificados.			

7.6.2 Programa para la ventilación del Centro de Regeneración (sistema de extracción de gases)

Objetivo: garantizar en todo momento la ventilación adecuada del Centro de Regeneración

Responsable: el director del Centro de Regeneración

Descripción de la actividad: con el fin de garantizar la ventilación adecuada que debe tener el Centro de Regeneración se implementará un sistema de extractores en la parte

alta del Centro para evacuar cualquier fuga de refrigerante que pueda presentarse. También se deben tener disponibles máscaras de protección adecuadas para el personal que labora en el Centro, en caso de que se presenté una fuga de refrigerante.

Meta: garantizar la seguridad del personal que labora en el Centro de Regeneración, así como mantenerlo en condiciones óptimas de ventilación.

Fecha: al momento de entrar en operación el centro se debe tener implementado el sistema de aireación y los elementos de protección en caso de fugas.

Recurso: Verificación del funcionamiento de los extractores

Costo:

Ítem	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Operario	1	1.300.000	1.300.000
Materiales			
Extractor	1	1.000.000	1.000.000
Elementos de protección (mascaras)	2	100.000	200.000
Papelería y otros	Global	300.000	300.000
Total			2.800.000

Indicadores: extractores implementados y máscaras adquiridas.

7.6.3 Programa para el control de emisiones atmosféricas de fuentes móviles

Objetivo: Revisar estado del certificado de gases de los vehículos que transportan los gases refrigerantes al centro (aunque el transporte no es una labor que realice el Centro de Regeneración se hará seguimiento en este aspecto a los transportadores)

Responsable: Operario del Centro de regeneración

Descripción de la actividad: realizar un control permanente a los vehículos transportadores de sustancias peligrosas para verificar el cumplimiento de la norma en cuanto a emisión de gases.

Meta: Ejercer control sobre emisiones a la atmósfera de los vehículos transportadores de sustancias peligrosas de acuerdo a las responsabilidades del Centro en la cadena de

custodia.			
Fecha: Al inicio de actividades del Centro			
Plan de acción 1: exigir a los conductores la presentación del certificado de emisión de gases del vehículo transportador.			
Plazo 1: todo el tiempo de operación del centro			
Recurso 1: Planillas para el registro de la validez del certificado de emisiones.			
Costo:			
Ítem	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Operario	1	1.300.000	1.300.000
Materiales			
Papelería y otros	Global	100.000	100.000
Total			1.400.000
Indicadores: Incumplimientos a la norma.			

7.7 PROGRAMA DE REVISIÓN Y MANTENIMIENTO A LOS EQUIPOS Y/O SISTEMAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Los equipos con los que contará el Centro de Regeneración como se mencionó anteriormente son de tipo mecánico o eléctrico y además son nuevos, con lo que se garantiza un óptimo rendimiento y eficiencia en los procesos. No obstante contarán con un respaldo y garantía de los fabricantes mínimamente durante los primeros seis meses de operación y por tratarse de equipos especializados, cuentan con asesoría técnica y con protocolos de mantenimiento, con los cuales cumplirá cabalmente el Centro de Regeneración.

Dentro de los sistemas de seguridad industrial, el edificio donde operará el centro cuenta con todas las medidas de salud ocupacional y seguridad industrial como camillas, extintores, rutas de evacuación, señalización, sitios de encuentro, además de tener personal capacitado para el manejo de emergencias, que son entrenados periódicamente por el comité paritario de salud ocupacional de la Universidad y con la asesoría de la ARP a la que está adscrita la UPB.

Internamente el centro de regeneración contará con dos extintores para el control de los incendios que puedan generarse en una emergencia, para lo cual el personal operativo del centro estará capacitado en su manejo, y de igual modo los extintores se recargarán anualmente según la norma y su etiqueta será legible.

Los extintores tendrán una capacidad mínima de 20 libras de polvo químico seco o multipropósito y estarán en un lugar visible y al alcance de todos.

La inversión inicial de los sistemas de seguridad será de aproximadamente un millón seiscientos mil pesos (\$ 1.600.000).

Ítem	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Operario	1	1.300.000	1.300.000
Materiales			
Extintores y camilla	Global	200.000	200.000
Papelería y otros	Global	100.000	100.000
Total			1.600.000

Indicadores: Equipos revisados y en funcionamiento

7.8 PROGRAMA DE SEÑALIZACIÓN

La señalización que se colocará en el Centro de Regeneración y sitio de almacenamiento responderá con los siguientes estándares:

- Se señalizarán todas las áreas de almacenamiento y estanterías con la clase de riesgo correspondiente a los gases refrigerantes almacenados.
- Se señalizará el requerimiento de uso de equipo de protección personal para acceder a los sitios de almacenamiento de los gases refrigerantes.
- Se señalizará con restricciones como prohibido fumar, acceso restringido.
- Se señalizará la forma de circulación por el area de almacenamiento.
- Se señalizarán los sitios donde se encuentran los equipos para control de incendios y primeros auxilios.
- Se señalizaràn las rutas de evacuación
- Se señalizarán aquellos aspectos o condiciones que en coordinación con la Administradora de Riesgos Profesionales sean considerados como indispensables para la labor que se desarrollará en el Centro de Regeneración.

- Los costos de este programa se detallan a continuación

Ítem	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Operario	1	100.000	100.000
Materiales			
Señalización	Global	400.000	400.000
Papelería y otros	Global	100.000	100.000
Total			600.000

Indicadores. Señales implementadas

7.9 PROGRAMA DE HIGIENE, SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

Por la localización y dependencia de este Centro de Regeneración a la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), el programa de higiene, seguridad industrial y salud ocupacional será el que tiene dicho centro educativo en la actualidad, pero se reforzará con el programa que a continuación se describe:

7.9.1 Programa de salud ocupacional
Objetivo: Implementar un programa de seguridad industrial y salud ocupacional específica para la actividad del centro de regeneración.
Responsable: Operario del Centro de regeneración
Descripción de la actividad: realizar los procedimientos adecuados en la recepción y despacho de cilindros, en el almacenamiento interior, transporte interno y transvase de los gases refrigerantes con el fin de evitar la generación de enfermedades profesionales, lesiones, invalidez o la muerte de los operarios. En esta actividad puede haber afectación humana por la manipulación inadecuada de sustancias peligrosas, por la falta de protección personal, por equipos de protección inadecuados o en malas condiciones, por puestos de trabajo incómodos, o por la realización de procedimientos inadecuados que generan exceso de fuerza o mala postura.
Meta 1: Implementación del programa de salud ocupacional y seguridad industrial.

Fecha: Al inicio de actividades del Centro																															
Plan de acción 1: Revisión medica al personal al momento de ingreso																															
Plan de acción 2: Revisión de la ergonomía de los puestos de trabajo																															
Plan de acción 3: Asesoramiento especializado para la selección del Equipo de Protección Personal (EPP) adecuado a través de la ARP.																															
Plan de acción 4: Revisión periódica del buen estado de los Elementos de Protección Personal																															
Plan de acción 5: Seguimiento de los procedimientos de manejo y transporte de sustancias Peligrosas																															
Plan de acción 6: Concientización y verificación del uso del EPP																															
Plazo: Al entrar en operación el centro																															
Costo:																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ítem</th><th>Cantidad</th><th>Costo unitario</th><th>Costo total</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operario</td><td>1</td><td>1.300.000</td><td>1.300.000</td></tr> <tr> <td>Materiales</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Revisión médica</td><td>3</td><td>50.000</td><td>150.000</td></tr> <tr> <td>Capacitación en EPP</td><td>1</td><td>200.000</td><td>200.000</td></tr> <tr> <td>Papelería y otros</td><td>Global</td><td>100.000</td><td>100.000</td></tr> <tr> <td>Total</td><td></td><td></td><td>1.750.000</td></tr> </tbody> </table>				Ítem	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Operario	1	1.300.000	1.300.000	Materiales				Revisión médica	3	50.000	150.000	Capacitación en EPP	1	200.000	200.000	Papelería y otros	Global	100.000	100.000	Total			1.750.000
Ítem	Cantidad	Costo unitario	Costo total																												
Operario	1	1.300.000	1.300.000																												
Materiales																															
Revisión médica	3	50.000	150.000																												
Capacitación en EPP	1	200.000	200.000																												
Papelería y otros	Global	100.000	100.000																												
Total			1.750.000																												
Indicadores: Programa de salud ocupacional y seguridad industrial implementado. Accidentes de trabajo.																															

7.9.2 Programa de higiene personal y equipo de seguridad

Existen dos tipos generales de situaciones en donde es necesario el uso de equipos de protección personal contra los gases refrigerantes. El primer tipo es la eventualidad de un accidente que involucre la liberación de gases refrigerantes en el ambiente; el segundo tipo hace referencia a la exposición o el contacto con este mismo tipo de gases en

niveles, concentraciones o cantidades bajas para ambientes laborales en operación cotidiana. Las áreas donde se hace necesario el uso del equipo de protección personal son en todo el Centro de Refrigeración, exceptuando la zona administrativa que no está directamente expuesta a la liberación de los gases refrigerantes.
Meta 1: Implementación del programa de higiene personal y dotación de equipo de seguridad.
Fecha: al inicio de actividades del Centro de Regeneración
Plan de acción 1: Todos los operarios de la bodega de almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos se asearán y cambiarán de ropa al final de la jornada de trabajo.
Plan de acción 2: El consumo de alimentos, bebidas y fumar en el area de trabajo queda estrictamente prohibido.
Plan de acción 3: Para trabajo rutinario con sustancias y/o residuos peligrosos se contará al menos con el siguiente equipo de seguridad: • Casco protector. • Lentes de seguridad o anteojos de seguridad. • Máscaras para polvo o gases peligrosos. • Ropa de protección contra salpicaduras químicas. • Guantes. • Botas de seguridad con punteras. • Cuando se presenten visitantes en el lugar, éstos deben tener los mismos equipos de protección que el personal que labora periódicamente en el sitio, y además nunca deben dejarse circular libremente; siempre deben ir acompañados por el supervisor de turno.

Plazo: Al entrar en operación el Centro de Regeneración

Costo:

Ítem	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Operario	1	1.300.000	1.300.000
Materiales			
Programa de higiene personal	global	100.000	100.000
Equipos de seguridad	global	500.000	500.000
Papelería y otros	Global	100.000	100.000
Total			2.000.000

Indicadores: Programa de higiene personal y equipo de seguridad implementado y comprado

7.9.3 Programa de entrenamiento del personal

El personal que laborará en el Centro de Regeneración será debidamente capacitado por el SENA para competencias laborales para refrigerantes, donde se reciben sesiones de entrenamiento y prácticas de emergencia.

Debido al poco personal que laborará en el Centro de Regeneración, éstos serán entrenados en el uso del equipo contra incendios y serán quienes pongan en práctica los planes de emergencias y de evacuación cuando sean necesarios.

Meta 1: Capacitación del personal que laborará en el Centro de Regeneración

Fecha: Al inicio de actividades del Centro de Regeneración

Plan de acción 1: A continuación se describen los procedimientos que deben llevarse a cabo por el personal en el proceso de almacenamiento de los gases refrigerantes, para lo cual deben estar debidamente capacitados:

1. Embalaje. Rotulado y etiquetado
2. Recepción
3. Despacho
4. Almacenamiento
5. Manipulación
6. Disposición adecuada de residuos
7. Descontaminación y limpieza.

Plazo: Al entrar en operación el Centro de Refrigeración.

Costo:

Ítem	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Operario	1	1.300.000	1.300.000
Materiales			
Capacitación del personal en labores de regeneración de refrigerantes	global	400.000	400.000
Papelería y otros	Global	100.000	100.000
Total			1.800.000

Indicadores: Personal capacitado y operando.

7.10 PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

La capacitación del personal que laborará en el Centro de Regeneración estará a cargo de la Unidad Técnica de Ozono (UTO) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través del Proyecto de Certificación, quien es el ente encargado de adelantar una serie de acciones encaminadas a favorecer el establecimiento de una oferta nacional de certificación para todas aquellas personas que, por los requerimientos de su oficio, manipulan sustancias refrigerantes consideradas como agotadoras de la Capa de Ozono.

Desde octubre de 2005, con las normas de competencia laboral aprobadas para los trabajadores que se desempeñan en el mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado, se dió inicio al proceso de evaluación-certificación de grupos piloto pertenecientes a diferentes empresas del sector. El Servicio Nacional de Aprendizaje SENA como entidad certificadora participa del proyecto a través de 27 Centros de

Formación distribuidos en los principales centros urbanos del País. La meta trazada incluye la certificación tanto en la norma ambiental como en las normas técnicas que la titulación respectiva propone. Las experiencias y lecciones aprendidas, así como la participación y compromiso de todos los actores han enriquecido el proceso y permiten tener las herramientas necesarias para realizar una revisión técnica de las normas.

Complementario a esta capacitación de técnicos, la Universidad en su quehacer docente tiene a su cargo la promoción de este Centro de Regeneración con campañas educativas dirigidas a todas las entidades que manipulan con gases refrigerantes.

Las novedades y actualizaciones que en materia de manejo de gases refrigerantes se den en el medio, serán objeto de aprensión y capacitación para los técnicos pertenecientes al Centro de Regeneración.

El costo estimado de las capacitaciones se muestra a continuación:

Ítem	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Operario	1	1.300.000	1.300.000
Materiales			
Capacitación a técnicos y operarios de refrigerantes, en la importancia del manejo adecuado de los refrigerantes	20	100.000	2.000.000
Papelería y otros	Global	700.000	700.000
Total			4.000.000

Indicadores: Personal capacitado

7.11 ACCIONES ENCAMINADAS A LA PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, CORRECCIÓN Y COMPENSACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS IDENTIFICADOS EN EL E.I.A.

Como resultado de la matriz de impactos, se encontró que el Centro de Regeneración generará impactos de baja significancia, por lo que las afectaciones al medio no son significativas y por el contrario trae beneficios ambientales, al contribuir a la regeneración y posterior utilización de gases, que en caso de ser liberados a la atmósfera traerían efectos nocivos para el medio ambiente y la salud humana. Bajo estas circunstancias las acciones de prevención y mitigación están encaminadas a dar un buen manejo y

seguimiento protocolario a la manipulación de los gases refrigerantes para evitar descargas accidentales al medio que pudieran ocasionar un daño ambiental.

Estos procedimientos a seguir se especifican en el proceso de transporte, almacenamiento y operación del centro de regeneración.

7.12 MANUALES DE PROCEDIMIENTOS Y OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS Y/O RESIDUOS PELIGROSOS

Como ya se mencionó, el Centro de Regeneración no ofrecerá el servicios de transporte de sustancias peligrosas, esta labor será asumida directamente por el usuario, quien deberá contratar un vehículo que cumpla con la normatividad existente para el transporte de sustancias peligrosas y por lo tanto deberá cumplir con los protocolos existentes para ello, siendo una función del Centro de Regeneración, verificar el cumplimiento estricto de todos los procedimientos que rigen en la materia, que se especifican en el capítulo 9 de las características del vehículo de recolección, donde también se dan las indicaciones del almacenamiento.

De igual modo, los gases refrigerantes que se almacenen en el Centro de Regeneración cumplirán con los estándares de manipulación y almacenamiento contemplados en la ley, los cuales se especifican en detalle en el capítulo 10 de Características de las zonas de almacenamiento de sustancias químicas peligrosas y residuos o desechos peligrosos, lo que cumple con las funciones de un manual.

7.13 PROGRAMA DE CONTROL DE INVENTARIOS DE SUSTANCIAS O RESIDUOS PELIGROSOS QUE SON RECOLECTADOS, TRANSPORTADOS, APROVECHADOS, ALMACENADOS Y ENTREGADOS A DISPOSICIÓN FINAL O TRATAMIENTO

Los residuos o sustancias peligrosas que manejará el Centro de Regeneración son de aproximadamente 0,4133 Lb (187,5 gr) (MADS, 2011) mensuales, que pueden contaminar estopas y demás y que provienen del proceso de regeneración de los gases refrigerantes R12, R22 y R134a. Estos aceites y grasas se consideran residuos peligrosos de acuerdo al Anexo I del Convenio de Basilea, ratificado por Colombia mediante la Ley 253 de enero 9 de 1996.

Esta clasificación como sustancia o residuo peligroso hace que su disposición final requiera de un manejo especial. Los aceites provenientes de la limpieza de los gases refrigerantes contienen un alto potencial energético, constituyéndose en un valioso recurso que puede ser aprovechado como combustible industrial o como insumo para la industria. No obstante lo anterior y debido a los pocos volúmenes de aceite recopilado en el Centro de Regeneración su comercialización es inviable, donde se garantice un uso adecuado, por lo que la mejor opción es proceder a su disposición final como una medida ambientalmente segura, a través de su entrega al centro especializado en la disposición o destrucción de este tipo de sustancias o residuos peligrosos, con quien tenga contrato la Universidad Pontificia Bolivariana.

Para el acopio de los aceites se seguirán los siguientes procedimientos:

- La labor de acopio se realizará en el sitio donde se tiene el equipo de regeneración.
- El recipiente de vidrio donde se dispondrá el aceite y demás contaminantes, tendrá una capacidad de un (1) litro y estará debidamente rotulado y claramente marcado indicando su contenido, y su peligrosidad estará definida por los rombos de seguridad.
- El piso donde se llevará a cabo la recolección de los aceites y demás es en baldosa para evitar la contaminación del suelo y facilitar la limpieza de grasas y aceites o cualquier otra sustancia.
- El sitio no presenta ninguna conexión con alcantarillado
- La ventilación natural es adecuada, favorecida por el ventanal localizado en uno de los costados del laboratorio.
- La recolección de los aceites se realizará directamente desde la máquina regeneradora de gases a través de un sistema de drenaje (manguera) que llevará los aceites directamente al recipiente que será de material resistente a la acción de los hidrocarburos (vidrio) y contará con asas para garantizar una manipulación segura.
- Las estopas o material absorbente o adherente que sea empleado en la limpieza de derrames o goteos también se dispondrá en un recipiente que cumpla con las características de los contenedores de aceites y se almacenarán para su disposición final en igual forma y condiciones que los aceites.

- Los operarios que manipulen los aceites contarán con ropa de trabajo, zapatos antideslizantes, guantes resistentes a los hidrocarburos y gafas de seguridad, evitando en todo momento tener contacto físico con las sustancias peligrosas.
- El área de almacenamiento de estos residuos peligrosos, será un lugar destinado en el Centro de Regeneración para tal fin y estará en área cubierta donde no tiene influencia directa de los rayos solares o la intemperie.
- La zona de almacenamiento será confinada y de fácil circulación para la disposición o recolección de las sustancias o residuos peligrosos, pero contará con un dique o bordillo perimetral de contención para que en caso de un derrame accidental, el aceite quede contenido en el lugar.
- Se contará con una hoja de registro que dé cuenta de la cantidad de sustancias peligrosas acopiadas cada día.
- Cada mes se notificará a la empresa encargada de la disposición final de las sustancias peligrosas con la que la Universidad tenga contrato, para que realice el transporte y disposición adecuada, cumpliendo con los protocolos de transporte y seguridad que ello conlleva. Dicha empresa debe contar con la licencia ambiental para el transporte y disposición final de las sustancias peligrosas, lo cual será verificado al momento de su entrega.
- El envase donde se transporten las sustancias peligrosas estará rotulado con las palabras: SUSTANCIA LÍQUIDA POTENCIALMENTE PELIGROSA PARA EL MEDIO AMBIENTE N.E.P. – CONTIENE ACEITES Y GRASAS USADOS. MAVDT, 2006.

7.14 PROGRAMA DE MONITOREO DEL PROYECTO

Como se mencionó anteriormente, los impactos ambientales generados con la operación del Centro de Regeneración, se consideran de moderada significancia, por lo que no se elaborará un programa de monitoreo como tal del proyecto a los impactos ambientales generados, pero si se realizará un seguimiento a los programas propuestos en el plan de manejo ambiental, que se revisará al año de implementarse, teniendo en cuenta que se tienen seis meses para su evaluación inicial y seis meses adicionales de operación para verificar su efectividad; La revisión anual se hará con un monitoreo simple, de la misma forma como se efectúe el primero.

El manejo y la ubicación de los gases refrigerantes en el sitio de almacenamiento se controlará y monitoreará cada seis meses para evitar la generación de impactos ambientales adversos, donde se identificarán dificultades en su almacenamiento y manipulación y la definición de rutas más funcionales para el ingreso y retiro de cilindros con gas refrigerante, entre otras.

Para hacerle seguimiento y monitoreo al manejo y almacenamiento de los refrigerantes será necesario revisar y verificar que los equipos estén debidamente calibrados y que cuenten con los certificados respectivos, también se verificara que la señalización y la ubicación de los equipos cilindros, instrumentos y demás se encuentren en los sitios demarcados para ello. En caso de encontrarse alguna inconsistencia o si todo por el contrario está en su orden, esto se debe reportar en un informe que de cuenta de la actividad realizada, así como las modificaciones actualizaciones o mejoras que se hayan implementado en el desempeño del laboratorio. También es importante registrar las observaciones y sugerencias que a bien se tengan por realizar en la oración del centro.

Esta revisión tiene por fin identificar las fallas y plantear mejoras en el funcionamiento del Centro de Regeneración de Refrigerantes, para lo cual se presenta el formato de verificación que se muestra en la tabla 40.

Tabla 40. Formato de verificación del programa de monitoreo

CENTRO DE REGENERACIÓN DE GASES REFRIGERANTES UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA	
Programa de Monitoreo al Plan de Manejo Ambiental del Centro de Regeneración de Gases Refrigerantes	
1.DATOS GENERALES	
FECHA:_____	
RESPONSABLE:_____	
2. DATOS DEL CENTRO DE REGENERACIÓN:	
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD DESARROLLADA EN EL CENTRO DE REGENERACIÓN:	

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO:	MANEJO AMBIENTAL DEL
IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS	

3.CUESTIONARIO	
PREGUNTAS	OBSERVACIONES
El personal esta capacitado para el manejo de la obra?	
SI___ NO___ NA___	
Se generan residuos sólidos?	

SI ____ NO ____ NA ____	
Cuales residuos sólidos se generan? _____ Cantidad _____ kg _____ Cantidad _____ kg _____ Cantidad _____ kg _____ Cantidad _____ kg	
Cuales residuos peligrosos se generan? _____ Cantidad _____ kg o ml _____ Cantidad _____ kg o ml _____ Cantidad _____ kg o ml _____ Cantidad _____ kg o ml	
<u>Manejos dados a los residuos peligrosos</u>	
Fugas detectadas? Cuantas _____ Controladas _____ Manejo dado a las fugas _____	
Almacena adecuadamente los residuos? SI ____ NO ____ NA ____ Tiene los recipientes adecuados? SI ____ NO ____ NA ____	
Lleva registro de los lugares donde depositan los residuos? SI ____ NO ____ NA ____ Se hace uso de un transportador autorizado? SI ____ NO ____ NA ____	
Se hace separación de residuos? SI ____ NO ____ NA ____	
Se manejan adecuadamente los residuos de construcción y demolición? SI ____ NO ____ NA ____	
Se manejan adecuadamente los residuos peligrosos? SI ____ NO ____ NA ____	
Almacena todos los materiales peligrosos en un área encerrada, cubierta? SI ____ NO ____ NA ____	
Se tienen procedimientos establecidos para evitar fugas? SI ____ NO ____ NA ____	
Tiene todas las hojas de seguridad necesarias y las mantiene en un lugar asequible? SI ____ NO ____ NA ____	
Se tiene la señalización adecuada y en buen estado? SI ____ NO ____ NA ____	
Se tiene un plan para la atención de contingencias? SI ____ NO ____ NA ____	
Se tienen los recursos disponibles para la atención de contingencias?	

SI NO NA	
Los empleados usan los implementos de seguridad apropiados? SI NO NA	
Hay alguna persona encargada de la gestión ambiental? SI NO NA	
Los vehículos que transportan los gases refrigerantes tienen en regla los certificados de emisión de gases? SI NO NA	
Los trabajadores han recibido capacitación en temas ambientales y de seguridad? SI NO NA	
Los equipos se encuentran calibrados? SI NO NA	

7.15 PROGRAMA PARA LA PRESENTACIÓN ANTE LA ENTIDAD

Con respecto al proceso de regeneración, se llevarán registros diarios de operación que serán consolidados y analizados mensualmente y cada año se expedirá un informe general de gestión, que será remitido a la autoridad ambiental (Área Metropolitana del Valle de Aburrá) y contendrá las actas de capacitaciones, diligenciamiento del registro de generadores e indicadores de gestión, entre otras.

8. CARACTERÍSTICAS DE LOS VEHÍCULOS DE RECOLECCIÓN

Como se mencionó anteriormente, el Centro de Regeneración como tal no ofrecerá el servicio de recolección de los gases refrigerantes, éstos deben ser transportados hasta el Centro de refrigeración por el cliente, el cual debe cumplir con toda la normatividad para el transporte de sustancias peligrosas de acuerdo a lo estipulado en el decreto 1609 del 31 de julio de 2002.

A continuación se resumen las normas del decreto que deben ser verificadas por el Centro de Regeneración al momento de recibir la mercancía:

- **Rotulado y etiquetado de embalajes y envases**

El rotulado y etiquetado de los embalajes y envases de las mercancías peligrosas deben cumplir con lo establecido para cada clase en la Norma Técnica Colombiana NTC 1692

- **Pruebas de Ensayo, marcado y requisitos de los embalajes y envases**

I. Embalajes y envases para transporte de mercancías peligrosas CLASE 9 corresponde a Sustancias Peligrosas Varias, cuya Norma Técnica Colombiana es la NTC 4702-9 –Anexo N°12.

- **Requisitos generales para el transporte por carretera de mercancías peligrosas.**

A. Ningún vehículo automotor que transporte mercancías peligrosas podrá transitar por las vías públicas con carga que sobresalga por su extremo delantero.

B. Todos los vehículos que transporten mercancías peligrosas en contenedores por las vías públicas del territorio nacional, deberán fijarlos al vehículo mediante el uso de dispositivos de sujeción utilizados especialmente para dicho fin, de tal manera que garanticen la seguridad y estabilidad de la carga durante su transporte.

C. Cada contenedor deberá estar asegurado al vehículo por los dispositivos necesarios, los cuales estarán dispuestos, como mínimo, en cada una de las cuatro esquinas del contenedor.

- D. Cuando un cargamento incluya mercancías no peligrosas y mercancías peligrosas que sean compatibles, éstas deben ser estibadas separadamente.
- E. Para el transporte de mercancías peligrosas se debe cumplir con requisitos mínimos tales como: La carga en el vehículo deberá estar debidamente acomodada, estibada, apilada, sujeta y cubierta de tal forma que no presente peligro para la vida de las personas y el medio ambiente; que no se arrastre en la vía, no caiga sobre esta, no interfiera la visibilidad del conductor, no comprometa la estabilidad o conducción del vehículo, no oculte las luces, incluidas las de frenado, direccionales y las de posición, así como tampoco los dispositivos y rótulos de identificación reflectivos y las placas de identificación del número de las Naciones Unidas UN de la mercancía peligrosa transportada.
- F. La clasificación y designación, las condiciones generales para el transporte así como las condiciones específicas para el transporte de mercancías peligrosas, establecidas en cada Norma Técnica Colombianas NTC, son de obligatorio cumplimiento, teniendo en cuenta la CLASE 2 corresponde a Gases, la Norma Técnica Colombiana que la identifica y condiciona su transporte y uso es la NTC 2880 elaborada por el Organismo Nacional de Normalización (Icontec) –Anexo N° 14–. CLASE 9 corresponde a Sustancias Peligrosas Varias, la Norma Técnica Colombiana que la identifica y condiciona su transporte y uso es la NTC 3972 elaborada por el Organismo Nacional de Normalización (Icontec) –Anexo N° 21–.

El vehículo y la unidad que transporte mercancías peligrosas debe poseer:

- A. Rótulos de identificación de acuerdo con lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana 1692 segunda actualización –Anexo N° 1– para cada clase de material peligroso. Para camiones, remolques y semirremolques tipo tanque, los rótulos deben estar fijos, y para las demás unidades de transporte serán removibles, además, deben estar ubicados a dos (2) metros de distancia en la parte lateral de la unidad de transporte, a una altura media que permita su lectura; el material de los rótulos debe ser reflectivo.
- B. Identificar en una placa el número de las Naciones Unidas (UN) para cada material que se transporte, en todas las caras visibles de la unidad de transporte y la parte delantera de la cabina del vehículo de transporte de carga, el color de fondo de esta placa debe ser de color naranja y los bordes y el número UN serán negros. Las dimensiones serán 30 cm. x 12 cm., por seguridad y facilidad estas placas podrán ser removibles.

- C. Elementos básicos para atención de emergencias tales como: extintor de incendios, ropa protectora, linterna, botiquín de primeros auxilios, equipo para recolección y limpieza, material absorbente y los demás equipos y dotaciones especiales de acuerdo con lo estipulado en la Tarjeta de Emergencia (Norma Técnica Colombiana NTC 4532, –Anexo N°3–).
- D. Los vehículos que transporten mercancías peligrosas Clase 2, además de acatar lo establecido en este Decreto, deben cumplir lo referente a los requisitos del vehículo estipulados en la Resolución 074 de septiembre de 1996, expedida por la Comisión de Energía y Gas CREG, la Resolución 80505 de marzo 17 de 1997 expedida por el Ministerio de Minas y Energía o las demás disposiciones que sobre el tema emitan estas entidades o quien haga sus veces.
- E. Tener el sistema eléctrico con dispositivos que minimicen los riesgos de chispas o explosiones.
- F. Portar mínimo dos (2) extintores tipo multipropósito de acuerdo con el tipo y cantidad de mercancía peligrosa transportada, uno en la cabina y los demás cerca de la carga, en sitio de fácil acceso y que se pueda disponer de él rápidamente en caso de emergencia.
- G. Contar con un dispositivo sonoro o pito, que se active en el momento en el cual el vehículo se encuentre en movimiento de reversa.
- H. Los vehículos que transporten mercancías peligrosas en cilindros deben poseer dispositivo de cargue y descargue de los mismos.
- I. En ningún caso un vehículo cargado con mercancías peligrosas puede circular con más de un remolque y/o semirremolque.

Parágrafo 1º. Para los números oficiales UN de las mercancías peligrosas por transportar, del cual trata el literal B de este artículo, se debe remitir al Libro Naranja de la Organización de las Naciones Unidas “Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas”, elaboradas por el Comité de Expertos en Transporte de Mercancías Peligrosas, del Consejo Económico y Social, versión vigente.

Parágrafo 2º. Cuando se transporte más de una mercancía peligrosa en una misma unidad de transporte, se debe fijar el número UN correspondiente a la mercancía peligrosa que presente mayor peligrosidad para el medio ambiente y la población, en caso eventual de derrame o fuga.

Se debe verificar que el camión transportador de los gases refrigerantes, además de lo requerido por el tránsito para cualquier vehículo debe cumplir con los siguientes requisitos contemplados en el decreto 1609 de 2002:

- Tarjeta de Registro Nacional para el Transporte Mercancías Peligrosas.
- Certificado de aprobación técnica del vehículo para transporte de gas natural comprimido (GNC) o gas licuado de petróleo (GLP) expedido por personal idóneo acreditado por la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología.
- Póliza vigente de seguro de responsabilidad civil extracontractual que debe cubrir al menos los siguientes riesgos: 1. Muerte o lesiones a una persona; 2. Daños a bienes de terceros; 3. Muerte o lesiones a dos o más personas
- Diseñar y ejecutar un programa de capacitación y entrenamiento sobre el manejo de procedimientos operativos normalizados y prácticas seguras para todo el personal que interviene en las labores de embalaje, cargue, descargue, almacenamiento, manipulación, disposición adecuada de residuos, descontaminación y limpieza. Además, cumplir con lo establecido en la Ley 55 de julio 2 de 1993 sobre capacitación, entrenamiento y seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo.
- No despachar el vehículo llevando simultáneamente mercancías peligrosas, con personas, animales, medicamentos o alimentos destinados al consumo humano o animal, o embalajes destinados para alguna de estas labores.
- Elaborar o solicitar al importador, representante o fabricante de la mercancía peligrosa la Tarjeta de Emergencia en idioma castellano y entregarla al conductor, de acuerdo con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 4532, –Anexo N°3–.
- Solicitar al fabricante, propietario, importador o representante de la mercancía peligrosa la Hoja de Seguridad en idioma castellano y enviarla al destinatario antes de

despachar el material, según los parámetros establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 4435 –Anexo N°2–.

- Entregar para el transporte, la carga debidamente etiquetada según lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana NTC 1692 segunda actualización, –Anexo N°1–.
- Entregar para el transporte, la carga debidamente embalada y envasada según lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana de acuerdo con la clasificación dada en el numeral 2 del artículo 4 del presente Decreto.
- Entregar al conductor los demás documentos de transporte que para el efecto exijan las normas de tránsito y transporte.
- Cumplir con las normas establecidas sobre protección y preservación del medio ambiente y las que la autoridad ambiental competente expida.
- Debe contar con el Plan de Contingencia para la atención de accidentes durante las operaciones de transporte de mercancías peligrosas, cuando se realice en vehículos propios, teniendo en cuenta lo estipulado en la Tarjeta de Emergencia NTC 4532. – Anexo N°3–
- Responder porque todas las operaciones de cargue de las mercancías peligrosas se efectúen según las normas de seguridad previstas, para lo cual dispondrá de los recursos humanos, técnicos, financieros y de apoyo necesarios para tal fin y diseñar un plan de contingencia para la atención de accidentes durante las operaciones de cargue y descargue teniendo en cuenta lo estipulado en la Tarjeta de Emergencia NTC 4532, –Anexo N°3–.
- Evaluar las condiciones de seguridad de los vehículos y los equipos antes de cada viaje, y si éstas no son seguras abstenerse de autorizar el correspondiente despacho y/o cargue.
- Prestar la ayuda técnica necesaria en caso de accidente donde esté involucrada la carga de su propiedad y dar toda la información que sobre el producto soliciten las

autoridades y organismos de socorro, conforme a las instrucciones dadas por el fabricante o importador de la mercancía transportada.

- Exigir al conductor el certificado del curso básico obligatorio de capacitación para conductores de vehículos que transporten mercancías peligrosas.
- Exigir al conductor la tarjeta de registro nacional para el transporte de mercancías peligrosas.
- No despachar en una misma unidad de transporte o contenedor, mercancías peligrosas con otro tipo de mercancías o con otra mercancía peligrosa, salvo que haya compatibilidad entre ellas.
- El importador y/o fabricante o su representante deben adoptar un plan de contingencia y un programa de seguridad para que todas las operaciones que involucren la disposición final de residuos y desechos peligrosos se efectúen con las normas de seguridad previstas, para lo cual dispondrá de los recursos humanos, técnicos, financieros y de apoyo necesarios para tal fin, además debe cumplir con lo establecido en la Ley 1252 de 2008, “Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones” o las normas que las adicionen o modifiquen.
- Cuando los vehículos que se utilicen para el transporte de mercancías peligrosas sean de propiedad del remitente, este debe elaborar y entregar al conductor, antes de cada recorrido, un plan de transporte el cual debe contener los siguientes elementos:
 1. Hora de salida del origen.
 2. Hora de llegada al destino.
 3. Ruta seleccionada.
 4. Listado con los teléfonos para notificación de emergencias: de la empresa, del fabricante y/o dueño del producto, destinatario y comités regionales y/o locales para atención de emergencias, localizados en la ruta por seguir durante el transporte.

5. Lista de puestos de control que la empresa dispondrá a lo largo del recorrido.

Los destinatarios de la mercancía deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Diseñar y ejecutar un programa de capacitación y entrenamiento en el manejo de procedimientos operativos normalizados y prácticas seguras para todo el personal que interviene en las labores de embalaje, cargue, descargue, almacenamiento, movilización, disposición adecuada de residuos, descontaminación y limpieza. Además, cumplir con lo establecido en la Ley 55 de julio 2 de 1993 sobre capacitación, entrenamiento y seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo.
- Diseñar el Plan de Contingencia para la atención de accidentes durante las operaciones de cargue y descargue de mercancías peligrosas, teniendo en cuenta lo estipulado en la Tarjeta de Emergencia NTC 4532, –Anexo N°3–
- Responder porque todas las operaciones de descargue de las mercancías peligrosas se efectúen según las normas de seguridad previstas, para lo cual dispondrá de los recursos humanos, técnicos, financieros y de apoyo necesarios para tal fin.
- Cumplir con las normas establecidas sobre protección y preservación del medio ambiente y las que la autoridad ambiental competente expida.
- Después de la operación de descargue, verificar que el vehículo vacío salga completamente limpio de cualquier tipo de residuo que haya podido quedar por derrames y/o escapes de la mercancía,
- Solicitar al conductor la Tarjeta de Emergencia, antes de iniciar el proceso de descargue de la mercancía peligrosa, con el fin de conocer las características de peligrosidad del material y las condiciones de manejo de acuerdo con lo estipulado NTC 4532 –Anexo N°3–.
- Exigir al conductor la carga debidamente etiquetada y rotulada según lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana NTC 1692 segunda actualización, –Anexo N°1–.
- Los transportadores de la mercancía están obligados a:
- Diseñar el Plan de Contingencia para la atención de accidentes durante las operaciones de transporte de mercancías peligrosas, teniendo en cuenta lo estipulado en la Tarjeta de Emergencia NTC 4532 –Anexo N°3–

- Garantizar que el conductor del vehículo que transporte mercancías peligrosas posea el certificado del curso básico obligatorio de capacitación para conductores, este curso será reglamentado por el Ministerio de Transporte.
- Exigir al remitente o al contratante, la carga debidamente etiquetada y rotulada conforme a lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana NTC 1692 segunda actualización, –Anexo N°1–.
- Exigir al remitente la carga debidamente embalada y envasada de acuerdo con lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana correspondiente para cada clase de mercancía según la clasificación dada en el numeral dos (2) del artículo 4° de decreto 1609.
- Garantizar que las unidades de transporte y el vehículo estén identificados, según lo establecido en los literales A y B del artículo 5° del decreto 1609.
- Garantizar que el vehículo, ya sea propio o vinculado, destinado al transporte de mercancías peligrosas, vaya dotado de equipos y elementos de protección para atención de emergencias, tales como: extintor de incendios, ropa protectora, linterna, botiquín de primeros auxilios, equipo para recolección y limpieza, material absorbente y los demás equipos y dotaciones especiales, conforme a lo estipulado en la Tarjeta de Emergencia NTC 4532 –Anexo N°3–
- Elaborar y entregar al conductor, antes de cada recorrido, un plan de transporte en formato previamente diseñado por la empresa, el cual debe contener los siguientes elementos:
 1. Hora de salida del origen.
 2. Hora de llegada al destino.
 3. Ruta seleccionada.
 4. Listado con los teléfonos para notificación de emergencias: de la empresa, del fabricante y/o dueño del producto, destinatario y comités regionales y/o locales para atención de emergencias, localizados en la ruta por seguir durante el transporte.
 5. Lista de puestos de control que la empresa dispondrá a lo largo del recorrido.
- Dotar a los vehículos propios y exigir a los propietarios de los vehículos vinculados para el transporte de mercancías peligrosas, un sistema de comunicación tal como:

teléfono celular, radioteléfono, radio, entre otros (previa licencia expedida por el Ministerio de Comunicaciones).

- Cumplir con las normas establecidas sobre protección y preservación del medio ambiente que existan y las demás que la autoridad ambiental competente expida.
- Comunicar inmediatamente al remitente, destinatario, organismos de socorro, cuerpo de bomberos y al comité local y/o regional para la prevención y atención de desastres, cuando se presenten accidentes que involucren las mercancías peligrosas transportadas.
- Mantener un sistema de información estadístico sobre movilización de mercancías, el cual debe contener la siguiente información:
 1. Vehículo: Placa del vehículo, tipo de vehículo y tipo de carrocería. Informar si es propio o vinculado.
 2. Carga: Clase de mercancía, nombre de la mercancía, número UN, cantidad, peso, nombre del contratante o remitente, municipio origen y municipio destino de la carga.
 3. Esta información se debe remitir al Ministerio de Transporte, Subdirección Operativa de Transporte Automotor, dentro de los primeros diez días hábiles de enero y julio de cada año.
 4. Exigir al remitente y/o contratante, la Tarjeta de Emergencia de acuerdo con los lineamientos dados en la Norma Técnica Colombiana NTC 4532 –Anexo N°3–.
- En caso de daño del vehículo y/o unidad de transporte, el operador y la empresa de transporte debe sustituirla, a la mayor brevedad, por otro que cumpla con los requisitos físicos y mecánicos para la operación.
- Asegurar que en las operaciones de transbordo de mercancías peligrosas, cuando fueren realizadas en vía pública, solo podrá intervenir personal que haya sido capacitado sobre la operación y los riesgos inherentes a su manejo y manipulación.
- Al conductor del vehículo que transporte mercancías peligrosas se le exigirá:

- El certificado del curso básico obligatorio de capacitación para conductores que transporten mercancías peligrosas.
- La verificación de que la unidad de transporte y demás dispositivos estén en óptimas condiciones de operación tanto físicas, mecánicas y eléctricas.
- La conservación y buen uso de los equipamientos y accesorios del vehículo, además debe garantizar que los rótulos de identificación de la mercancía, placa de número UN y luces reflectivas permanezcan limpias y en buen estado, que permitan su plena identificación y visibilidad.
- Examinar regularmente y en un lugar adecuado, las condiciones generales del vehículo, la posible existencia de fugas y cualquier tipo de irregularidad en la carga. En caso tal, avisar inmediatamente a la empresa.
- Colocar en un lugar visible de la cabina del vehículo las respectivas Tarjetas de Emergencia antes de comenzar el viaje.
- No movilizar simultáneamente con las mercancías peligrosas: personas, animales, medicamentos o alimentos destinados al consumo humano o animal, o embalajes destinados para alguna de estas labores.
- Por ningún motivo abrir un embalaje, envase, recipiente, contenedor o contenedor cisterna que contenga mercancías peligrosas, entre los puntos de origen y destino, salvo por emergencia o inspección ordenada por una autoridad competente. En este caso, la autoridad tendrá en cuenta la información contenida en la Tarjeta de Emergencia y dejará constancia por escrito del hecho.
- Prohibido fumar en la cabina y no debe operar el vehículo cuando realice tratamientos médicos con drogas que produzcan sueño.
- No participar de las operaciones de carga, descarga y transbordo de las mercancías peligrosas, salvo que esté debidamente capacitado y cuente con la autorización de la empresa de transporte.
- No estacionar el vehículo en zonas residenciales, lugares públicos, áreas pobladas o de gran concentración de vehículos y zonas escolares.
- Cuando por motivo de emergencia, falla mecánica o accidente el vehículo se detenga en un lugar diferente de su destino, debe permanecer señalizado y vigilado.

- Notificar cualquier incidente, accidente o avería que durante el transporte de la mercancía peligrosa se presente, a la autoridad local más cercana y/o al Comité local para la Atención y Prevención de Desastres, a la empresa transportadora y a los teléfonos que aparecen en la Tarjeta de Emergencia.
- Pedir al remitente y entregar al destinatario la documentación que le corresponda de acuerdo con lo establecido por el remitente y la empresa de transporte.
- Portar la tarjeta de registro nacional para el transporte de mercancías peligrosas.
- Cumplir con las normas establecidas sobre protección y preservación del medio ambiente y las que la autoridad ambiental competente expida.

El control al transporte comprende entre otras acciones:

- Examinar los documentos de porte obligatorio.
- Verificar que los embalajes y envases estén rotulados y etiquetados con el tipo de material por transportar de acuerdo con lo estipulado en la Tarjeta de Emergencia y la NTC 1692 segunda actualización, –Anexo N° 1– y que corresponda con lo descrito en el manifiesto de carga.
- Verificar la adecuada instalación y ubicación de los rótulos en las unidades de transporte y las etiquetas en los envases y embalajes de acuerdo con la NTC 1692 segunda actualización –Anexo N° 1– y el número de las Naciones Unidas (UN) de acuerdo con lo establecido en el literal B del artículo 5° del presente Decreto.
- Comprobar el respectivo marcado de los envases y embalajes de las mercancías peligrosas de acuerdo con lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana según la relación del numeral 2 del artículo 4° del presente reglamento.
- Verificar que no existan fugas en la unidad de transporte y en los envases y embalajes.
- Verificar el estado de operación de los vehículos, la unidad de transporte y los accesorios.
- Verificar la existencia de los elementos de protección para atención de emergencias descrita en la Tarjeta de Emergencia y el literal C del artículo 5°.

Cadena de transporte

Aunque el Centro de Regeneración de Gases Refrigerantes no prestará el servicio de transporte de estos gases, de acuerdo al decreto 1609 del 2002 si es responsable de su adecuado manejo en ciertas instancias, ya que hace parte de la cadena de transporte de mercancías peligrosas (remitente o propietario, destinatario de la carga, empresa transportadora, conductor del vehículo, propietario o tenedor del vehículo) al ser destinatario, debe velar porque el transporte de estas mercancías cuente con el cumplimiento de todos los dispositivos de seguridad que se tengan para su manejo y en su defecto esta obligado a:

- Capacitación y entrenamiento del personal.
- Control de la exposición del personal a agentes químicos y físicos.
- Control de la carga de mercancías.
- Control de los documentos de transporte.
- Control del etiquetado, embalado y envasado e identificación de unidades de transporte.
- Control y prevención de la contaminación.
- Preparación y respuesta ante contingencias.
- Control de las normas y condiciones de seguridad.
- Control de itinerarios.
- Garantías de responsabilidad civil.
- Verificación de la limpieza del vehículo después de la descarga.
- Sistema de comunicaciones.
- Sistema de información estadística.
- Mantenimiento de vehículos.

Con respecto a los cursos de capacitación básico a conductores y todo el personal que está en contacto con los gases refrigerantes, éstos figurarán en el expediente de los empleados para hacerle siguiendo, el cual consta de los siguientes items:

- Clasificación de las sustancias químicas peligrosas.
- Reconocimiento de los símbolos utilizados en la identificación de las sustancias químicas peligrosas.
- Forma de obtener y usar la información que aparece en las etiquetas, Hojas de Seguridad, Tarjetas de Emergencia y demás documentos de transporte.
- Información sobre los peligros que implica la exposición a estas sustancias.
- Manejo y uso del equipo de protección.
- Medidas en caso de una emergencia.

Documentos de transporte

Durante la operación de transporte es necesario verificar que el transportador porte los siguientes documentos:

Manifiesto de Carga

- Datos de la empresa que expide el documento.
- Información del vehículo que transporta la sustancia peligrosa.
- Datos relacionados con el propietario o tenedor del vehículo.
- Datos relacionados con el conductor del vehículo.
- Información de la sustancia peligrosa transportada.
- Datos del remitente y destinatario.
- Información referente al flete.
- Datos de los seguros de transporte.

Remesa Terrestre de Carga

Registro Nacional de Transporte de Carga

Registro Nacional para el Transporte de Mercancías Peligrosas

Tarjeta de Emergencia

- Sección 1: Identificación del producto químico y la compañía
- Sección 2: Identificación de peligros
- Sección 3: Controles de exposición y protección personal
- Sección 4: Estabilidad y reactividad
- Sección 5: Medidas de primeros auxilios
- Sección 6: Medidas para extinción de incendios
- Sección 7: Medidas en caso de vertido accidental

Plan de transporte

Capacitación y entrenamiento del personal

El programa de capacitación para el personal que manipulará los cilindros con gases refrigerantes incluye la siguiente temática:

- Clasificación de las sustancias químicas peligrosas.
- Reconocimiento de los símbolos utilizados en la identificación de las sustancias químicas peligrosas.
- Forma de obtener y usar la información que aparece en las etiquetas, Hojas de Seguridad, Tarjetas de Emergencia y demás documentos de transporte.
- Información sobre los peligros que implica la exposición a estas sustancias.
- Manejo y uso del equipo de protección.
- Medidas en caso de una emergencia.

Procedimientos operativos normalizados y prácticas seguras sobre:

- Embalaje. Rotulado y etiquetado.
- Carga.
- Descarga.
- Almacenamiento.
- Manipulación.
- Disposición adecuada de residuos.
- Descontaminación y limpieza.
- Y lo establecido en la Ley 55 de julio 2 de 1993 sobre capacitación, entrenamiento y seguridad en la utilización de las sustancias peligrosas en el trabajo.

Cargue y descargue

Para esta labor se contará con personal capacitado con el fin de garantizar el manejo adecuado de los gases refrigerantes de acuerdo a las recomendaciones de las hojas de seguridad o tarjetas de emergencia y por lo tanto se establecerán los procedimientos claros para garantizar una operación con mínimos riesgos e impactos al ambiente.

El formato seguido en este proceso es similar al presentado para el manejo de los residuos peligrosos.

9. CARACTERÍSTICAS DE ZONAS DE ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS Y RESIDUOS O DESECHOS PELIGROSOS

Es importante aclarar que las sustancias que se almacenarán corresponden a gases refrigerantes y no sustancias líquidas, que sólo son peligrosas cuando se liberan a la atmósfera, ya que destruyen la Capa de Ozono. No obstante se tratará de tener los mejores cuidados para evitar la fuga de éstos verificando que las válvulas de los cilindros se encuentren en buen estado y cerradas a su ingreso, en la permanencia y a la salida del Centro de Regeneración, y en caso de presentarse alguna fuga, se atenderá ésta con base en el protocolo del plan de contingencia establecido.

De otro lado, en el Centro de Regeneración se empleará un cromatógrafo que requiere para su funcionamiento el empleo de algunos reactivos en cantidades que se manejarán bajo las normas estándares de laboratorios en un sitio seguro y cerrado.

Localización

El área donde se ubica el Centro de Regeneración corresponde a un lugar destinado a laboratorios de diferente índole que prestan servicios a la comunidad universitaria como al público en general y no se encuentra cercano a sitios de manipulación de alimentos, fuentes de captación de agua potable, áreas inundables o de fuentes externas que representen peligro para lo que se almacena en este sitio. Su ubicación está contemplada en el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Medellín como uso complementario.

El sitio donde se almacenarán los cilindros contenedores de gases refrigerantes se localizará dentro del Centro de Regeneración, que se ubica en el primer piso de un bloque de laboratorios en una edificación de dos pisos. El sitio de almacenamiento está cubierto y tiene un área de 3 x 3 m², que estará marcada con una línea de pintura amarilla y señalizada indicando el contenido de los cilindros. Los cilindros se ubicarán en posición vertical y serán sujetados con riatas para evitar volcamiento que puedan generar algún accidente que permita la fuga de los gases contenidos en ellos. Los alrededores del sitio de almacenaje estarán libres de cualquier uso para facilitar el acceso al personal capacitado y la manipulación de los mismos.

El acceso a este sitio es a través de la entrada principal al edificio de laboratorios, para luego seguir por un amplio corredor y en la segunda entrada a mano derecha se encuentra el Centro de Regeneración y el sitio de almacenamiento de los cilindros con los gases refrigerantes, el cual cuenta con todos los servicios públicos necesarios para su funcionamiento (agua, iluminación, energía, alcantarillado, teléfonos e internet, entre otros).

Es importante aclarar que por tratarse de gases y no líquidos, el piso que es de concreto, no es necesario revestirlo con pintura epóxica en el sitio de almacenamiento, ya que cualquier derrame implica liberación a la atmósfera y no al piso, por lo que se demarcará con pintura amarilla, y no se construirá bordillo alrededor precisamente porque no existe la posibilidad de liberación de sustancias al piso.

El lugar donde se almacenen los residuos peligrosos líquidos contará con un bordillo para evitar que cualquier derrame accidental alcance la red de alcantarillado.

El sitio por estar localizado en un primer piso, con paredes en ladrillo, y techo de loza, presenta protección contra las inclemencias del tiempo evitando la oxidación de los cilindros y protegiéndolos de los rayos solares, al igual que actúa como aislante en caso de incendios. La parte superior del muro presenta un ventanal abierto de 40 cm de alto, que permite la circulación del aire en el Centro de Regeneración, no obstante se implementará un extractor que garantice la circulación del aire en el lugar. La puerta de acceso es metálica de doble ala, lo que permite controlar el fuego en caso de incendio y a la vez facilita la evacuación del personal que labora en el Centro en caso de alguna emergencia.

Hasta el sitio de almacenamiento no llegan vehículos; los cilindros serán transportados por carretillas manuales, debidamente soportados y fijados con riatas desde el vehículo transportador hasta el sitio de almacenaje y viceversa.

La iluminación del sitio se hace por medio de lámparas de tubos convencionales instaladas en todo el edificio donde funciona el Centro de Regeneración, ya que por tratarse de gases refrigerantes, no requiere de iluminación especial, pues los gases refrigerantes no son inflamables o explosivos.

El sitio de almacenamiento así como las demás dependencias del Centro de Regeneración contarán con marcación y señalización adecuada de cada lugar que sirva como advertencia de la actividad, riesgos y prohibiciones que tienen ocurrencia en el sitio, para prevenir accidentes que afecten la salud de las personas o el medio ambiente.

Señalización

La señalización que se colocará en el Centro de Regeneración y sitio de almacenamiento responderá con los siguientes estándares:

- Se señalizarán todas las áreas de almacenamiento y estanterías con la clase de riesgo correspondiente a los gases refrigerantes almacenados.
- Se señalizará el requerimiento de uso de equipo de protección personal para acceder a los sitios de almacenamiento de los gases refrigerantes.
- Se señalizará con las restricciones como prohibido fumar, comer o beber y acceso restringido.
- Se señalizará la forma de circulación por el area de almacenamiento.
- Se señalizarán los sitios donde se encuentran los equipos para control de incendios y primeros auxilios.
- Se señalizarán las rutas de evacuación.
- Se señalizarán aquellos aspectos o condiciones que en coordinación con la Administradora de Riesgos Profesionales sean considerados como indispensables para la labor que se desarrollará en el Centro de Regeneración.

El sitio contará con una ducha de emergencias y fuente lava ojos para atender rápidamente un accidente ocasional que se pueda presentar por contacto con los reactivos utilizados por el cromatógrafo, que aunque son manejados en pequeñas cantidades, puede presentarse algún accidente en su manipulación, pues los gases refrigerantes no presentan riesgos de derrame por su condición gaseosa.

El Centro de Regeneración contará con un sistema de detección de humo, el cual hará parte del sistema de alarmas con que cuenta el edificio del bloque 8 de la UPB.

Operación de almacenamiento

Previamente al recibo de los gases refrigerantes es necesario conocer la hoja de seguridad de cada uno de los gases que se van a recibir, con el fin de prever las medidas necesarias para su manipulación.

Al momento de llegar el vehículo transportador al Centro de Regeneración se seguirán los protocolos establecidos para las características del vehículo de transporte y se solicitará al conductor del vehículo transportador la tarjeta de emergencia para verificar que los

gases refrigerantes estén debidamente etiquetados y que los cilindros estén en buenas condiciones. En caso de que los cilindros no se encuentren en buenas condiciones, éstos serán devueltos a su remitente.

Los cilindros son recibidos en la celda del parqueadero destinada exclusivamente para este fin, donde son descargados de los vehículos transportadores a un cargador o carretilla manual, y deben ser asegurados con correas, para luego ser conducidos hasta el Centro de Regeneración; allí su ingreso es registrado con base en el etiquetado suministrado por el transportador, el cual debe corresponder con la Norma Técnica Colombiana 1692 "*Transporte de mercancías peligrosas. Clasificación, etiquetado y rotulado*", para luego ser colocados en el sitio de almacenamiento hasta que se tenga disponibilidad en el equipo de regeneración para su proceso de limpieza.

Una vez el gas refrigerante pase por el equipo de regeneración, es envasado en un nuevo cilindro que cumple con las características de estar limpio y libre de trazas de sustancias distintas a las que se va a envasar, para luego ser transportado hasta la celda de almacenamiento para los cilindros regenerados, quedando disponible para retornarlo al cliente o para la venta a quien cumpla con la normatividad existente en cuanto al manejo y disposición de gases refrigerantes.

Para el caso de los cilindros que quedan inservibles, éstos serán perforados para evitar su reuso y luego pueden ser vendidos como chatarra.

El tiempo máximo de almacenamiento de los cilindros se estima en 30 días calendario.

En el proceso de almacenamiento de sustancias peligrosas se tendrá especial cuidado en su manejo para evitar liberaciones al medio ambiente por lo tanto se verificarán los siguientes procedimientos en su almacenaje:

- Se solicitarán a los transportadores las Hojas de Seguridad (NTC 4435) de las sustancias a almacenar antes de ser llevadas al sitio de almacenamiento.
- El sitio de almacenamiento se encuentra ubicado en el Centro de Regeneración ocupando un área de 7,7 m² debidamente delimitada y demarcada y protegida contra la incidencia directa de las inclemencias del tiempo.
- El sitio cuenta con sistemas de emergencia como extintores y detectores de humo, así como extractores de aire en caso de fugas.

- Los trabajadores serán debidamente capacitados en el manejo, uso, riesgos, procedimientos y otros, que se deben seguir en el almacenamiento de los gases refrigerantes y en sus contratos laborales quedarán claramente consignadas las responsabilidades en cuanto al manejo de los gases refrigerantes.
- En el sitio de almacenaje permanecerán en lugar visible los teléfonos de emergencia en caso de presentarse algún incidente o accidente relacionado con el almacenaje de los gases refrigerantes.
- Las sustancias almacenadas serán debidamente clasificadas, etiquetadas y rotuladas con su contenido y características, de acuerdo a lo establecido en la norma NTC 1692. Transporte de mercancías peligrosas. Clasificación, etiquetado y rotulado», de obligatorio cumplimiento para el transporte (Decreto 1609/02).
- Se mantendrá un registro de los gases refrigerantes almacenados en la bodega.
- Los trabajadores contarán con los equipos de protección personal requeridos para el manejo de los gases refrigerantes, que son :
 - Guantes de cinco dedos de cuero o se rajé flexible, totalmente forrado y de manga larga
 - Gafas con montura integral con sujeción por bandas elásticas o pantalla facial de protección completa
 - Ropa de protección tipo overol
 - Botas con seguridad de puntera de acero
- En el Centro de Regeneración se seguirán todas las leyes y regulaciones ambientales que rigen el manejo de los gases refrigerantes, para lo cual su director estará pendiente de todos los cambios que en legislación al respecto se emitan de las entidades oficiales encargadas de ello.
- Se cuenta con el Plan de Emergencias el cual se presenta en este documento y cumple con lo establecido Resolución 1016 de 1989 y Decreto 321/99.
- El director del Centro será la persona responsable de la operación, seguridad, medio ambiente y comunicaciones con las autoridades y medios.

- El director del Centro tendrá a su cargo la responsabilidad de mantener equipo apropiado, organizar sistemas de trabajo seguro, asignar cargas, procedimientos y responsabilidades de los trabajadores, definir las jornadas de capacitación y actualización en el manejo de cargue y descargue de cilindros, riesgos de su manipulación e impactos ambientales de su inadecuada manipulación, tener al día los permisos de trabajo, informes, registros de accidentes de trabajo, y demás propios de la actividad del Centro de Regeneración.
- El almacenamiento se hará en tres niveles, debidamente ordenados y señalizados y para el manejo de éstos se contará con un montacargas eléctrico.
- El sitio de trabajo se mantendrá ordenado y limpio.

El manejo y la ubicación de los gases refrigerantes en el sitio de almacenamiento se controlará y monitoreará cada seis meses para evitar la generación de impactos ambientales adversos, donde se identificarán dificultades en su almacenamiento y manipulación y se definirán rutas más funcionales para el ingreso y retiro de cilindros con gas refrigerante, entre otras.

Los operadores tendrán a su disposición los siguientes documentos y manuales para hacer esta actividad confiable y segura:

- a) Instrucciones de la operación segura y correcta de todos los equipos incluyendo equipo de protección personal y del almacenamiento de los materiales peligrosos.
- b) Hojas de Seguridad para todos los gases refrigerantes almacenados en el sitio.
- c) Instrucciones y procedimientos sobre higiene, seguridad y medio ambiente.
- d) Instrucciones y procedimientos sobre emergencias.

Planificación del almacenamiento

Con el objeto de tener una visión general del tipo y volumen de gases refrigerantes almacenados en el Centro de Refrigeración se definen las siguientes condiciones de almacenamiento:

- Volumen total máximo de almacenamiento: 6,0 m²
- Volumen máximo de almacenamiento por refrigerante: 6,0 m²

- Secciones de almacenamiento donde están localizados los distintos refrigerantes: 3
- Cantidad almacenada según refrigerante: 83 cilindros
- Cantidad de pilas que se pueden almacenar: 1
- Plano del sitio de almacenamiento donde se ilustre la ubicación de los distintos gases refrigerantes, con los pasillos de tráfico peatonal.

Se enumeran los registros que se llevarán en el proceso de almacenamiento de los gases refrigerantes:

- Registros de entrada y salida de sustancias peligrosas en el almacenamiento que es similar al formato empleado para la entrada y salida de residuos peligrosos.
- Registro de inspección de deterioro o caducidad de las sustancias.

Orden y aseo

Para mantener el sitio de trabajo en orden y aseado se seguirán las siguientes recomendaciones:

- Los materiales serán frecuentemente inspeccionados para localizar fugas o daños mecánicos.
- Los pisos se mantendrán limpios y libres de polvo con particular atención a las superficies grasosas.
- Toda el área se mantendrá libre de polvo, trapos, basura, disponiendo de recipientes adecuados metálicos o plásticos para recoger los residuos en forma regular.
- Se evitará la ubicación de materiales combustibles en el área almacenamiento de sustancias inflamables.
- Después de todo trabajo, incluido el mantenimiento, los materiales y equipos se limpiarán adecuadamente.
- Todas las vías de evacuación, y equipo de emergencia se mantendrán en forma adecuada.

Inspecciones ambientales y de seguridad

Se realizarán inspecciones ambientales y de seguridad cada seis meses para asegurar que las medidas de control ambiental y preparación ante emergencias de la organización sean entendidas por el personal, y para corregir las deficiencias.

Requisitos específicos de almacenamiento

El almacenamiento se realizará en tres sectores, debidamente separados y con letreros de la siguiente manera:

Sector 1: Cilindros vacíos

Sector 2.1: Cilindros con gas regenerado R12

Sector 2.2: Cilindros con gas regenerado R22

Sector 2.3: Cilindros con gas regenerados R134a

Sector 3: Cilindros vacíos e inservibles

Se seguirán las recomendaciones adicionales del fabricante para el almacenamiento de los gases refrigerantes R12, R 22 y R134a.

10. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Por tratarse de un Centro de Regeneración que busca mejorar las condiciones medioambientales al evitar la liberación masiva a la atmósfera de sustancias agotadoras de la Capa de Ozono, el seguimiento que aquí se plantea es la realización de un informe semestral que dé cuenta de las actividades realizadas en este período de tiempo y los resultados obtenidos en cuanto a cantidad de gases regenerados y el manejo y seguimiento realizado a las actividades de control y los hallazgos encontrados, con base en los indicadores de gestión definidos en los programas identificados en el plan de manejo ambiental, que se listan en la tabla 41.

Dicho informe se debe dirigir al director del Centro y a la autoridad ambiental para constatar el funcionamiento adecuado del Centro de Regeneración.

Tabla 41. Cronograma de ejecución y costo de los Programas ambientales establecidos en el Plan de Manejo Ambiental

Programa	Costos \$	Indicadores	Cronograma (meses)					
			1	2	3	4	5	6
Programa para el Manejo de los Residuos sólidos, ordinarios, reciclables	2.000.000	* Planillas de registro con los residuos generados y dispuestos						
Programa para el manejo de los residuos no peligrosos	2.000.000	* Capacitaciones recibidas, recipientes comprados * Procedimientos o protocolos establecidos para cada consumible						
Programa para el Manejo de los Residuos Peligrosos	10.000.000	* Planillas con el control de generación y entrega de residuos peligrosos a la empresa gestora. * Número de protocolos establecidos en el manejo de los residuos peligrosos * cantidad generada de residuos peligrosos						

Programa	Costos \$	Indicadores	Cronograma (meses)					
			1	2	3	4	5	6
		* cantidad de gases regenerados * Derrames detectados						
Programa para el manejo del recurso agua	2.000.000	* Consumo de m ³ de agua por número de empleados						
Programa para el manejo de la energía	2.000.000	* Consumo de Kw/h por número de empleados * Horas de operación de los equipos						
Programa para el manejo de aguas residuales sección administrativa	2.800.000	* consumo en cuentas de alcantarillado * cumplimiento de la norma * Cantidad aguas residuales generadas						
Programa para el manejo de aguas residuales tipo industrial	3.200.000	* Estado del alcantarillado * Parámetros críticos y su concentración según normatividad. * Cumplimiento de la norma. * Caracterizaciones realizadas * Cantidad de agua residual generada						
Programa para el control de emisiones accidentales a la atmósfera por fugas	3.600.000	* Capacitaciones realizadas * Eventos de fugas identificados						
Programa para la ventilación del Centro de Regeneración (sistema de extracción de gases)	2.800.000	* extractores implementados * máscaras adquiridas						
Programa para el control de emisiones atmosféricas de fuentes móviles	1.400.000	* Incumplimientos a la norma * Cantidad de emisiones ocurridas						
Programa de	1.600.000	* Equipos revisados						

Programa	Costos \$	Indicadores	Cronograma (meses)					
			1	2	3	4	5	6
revisión y mantenimiento de equipos		* Equipos funcionando						
Programa de señalización	600.000	* Señales implementadas						
Programa de salud ocupacional	1.750.000	* Programa de salud ocupacional y seguridad industrial implementado. * Accidentes de trabajo reportados						
Programa de higiene personal y equipo de seguridad	2.000.000	* Programa implementado * equipos adquiridos						
Programa de entrenamiento de personal	1.800.000	* Personal capacitado y operando						
Programa de capacitación y educación ambiental	4.000.000	* Programas ejecutados						
Costo total	43.550.000							

De igual modo este informe contendrá información del mantenimiento de los equipos y las mejoras que deben realizarse en los procedimientos, equipo y centro, para prestar un mejor y más eficiente servicio sin descuidar las condiciones medioambientales óptimas que debe mantener.

Para los impactos no previstos, el director del Centro será el encargado de identificarlos durante el funcionamiento del Centro y proponer las actividades que sean necesarias para mitigar, controlar o suprimir, los efectos al ambiente o sociales que dichos impactos generen, los cuales serán debidamente identificados y documentados, y tenidos en cuenta dentro del plan de manejo ambiental del lugar, además de reportar dicho impacto a la autoridad ambiental.

Cuando se presenten inquietudes o requerimientos por parte de la comunidad o los usuarios con respecto al funcionamiento del Centro, el director dará respuesta a dicha

comunicación en un plazo no mayor a quince días hábiles o en su defecto anunciará por escrito en cuanto tiempo se le dará solución al planteamiento formulado.

En esta etapa de seguimiento y monitoreo se tendrá en cuenta la sistematización y análisis estadístico de todas las planillas que se llevan en el funcionamiento del Centro de Regeneración de Refrigerantes como una medida de verificar la efectividad del plan de manejo ambiental que se realiza o identificar las fallas del sistema para plantear los correctivos necesarios.

11. PLAN DE CONTINGENCIA PARA EL ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS O DESECHOS PELIGROSOS

La elaboración del Plan de Contingencia del Centro de Regeneración está orientado a definir los procedimientos alternativos necesarios para garantizar el funcionamiento cuando ocurra un incidente o accidente o cualquier actividad que pueda alterar el funcionamiento normal del Centro.

Dicho Plan de Contingencia tiene como finalidad identificar y definir las acciones a seguir, tanto administrativas como técnicas para lograr el funcionamiento normal del Centro.

A continuación se presentan los aspectos fundamentales del plan de contingencia:

11.1 PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACIÓN Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS

- **Objetivo**

Definir las actividades de planificación, preparación, respuesta y evaluación de las situaciones reales y potenciales de emergencia, que permitan una acción eficaz de control sobre las causas y consecuencias ambientales.

- **Alcance**

Este procedimiento cubre todas las emergencias ambientales reales o potenciales relativas al escape de gases refrigerantes de los cilindros ocasionados por una válvula en mal estado o el rompimiento de una manguera de transferencia o el riesgo por la generación de un incendio en el edificio donde funciona el Centro de Regeneración

- **Definiciones**

Brigada de Emergencia: Grupo de apoyo especializado y equipado, cuya finalidad es minimizar las lesiones y pérdidas que se puedan presentar como consecuencia de una emergencia.

Emergencia: Serie de eventos que se generan como resultado de una accidente y que requiere de una intervención inmediata para minimizar sus efectos

Riesgo: Es la combinación de la probabilidad y las consecuencias de un evento peligroso específico (accidente o incidente).

Simulacro: Ejercicio de campo en el cual las personas que participarían en una emergencia, sea en condición de actores principales, personal de apoyo o de víctima, aplican los conocimientos y ejecutan las técnicas y estrategias que le están asignadas, ante un escenario planteado a fin de resolver las situaciones o problemas presentados como consecuencia de un evento dado.

- **Desarrollo**

En el proceso de prevención de una emergencia se debe establecer una secuencia de actividades con su respectivo responsable, para cuando se llegue la emergencia, estar mejor preparados para afrontarla.

En la tabla 42 se describe la secuencia de las actividades que se deben llevar a cabo para prevenir la emergencia.

Tabla 42. Secuencia de actividades para la prevención de emergencias

SECUENCIA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1	Identificar, valorar y priorizar anualmente los peligros potenciales conducentes a posibles emergencias ambientales, elaborando una Matriz de identificación y Análisis de Emergencias Ambientales.	Líder de Gestión Humana y Líderes de procesos.
1.1	Proceso: se escribe el proceso que está siendo analizado en cuanto a sus posibles emergencias.	Líder de Gestión Humana y Líderes de procesos.
1.2	Actividad: se escribe la actividad que está siendo analizado en cuanto a sus posibles emergencias.	Líder de Gestión Humana y Líderes de procesos.
1.3	Ubicación esta relacionada con el área física donde se desarrolla la actividad.	Líder de Gestión Humana y Líderes de procesos.
1.4	Responsable: se escribe el empleo de la persona responsable de la actividad que está siendo analizado en cuanto a sus posibles emergencias.	Líder de Gestión Humana y Líderes de procesos.
1.5	Denominación de la emergencia: Se escribe el nombre de la emergencia identificada.	Líder de Gestión Humana y Líderes de procesos
1.6	Causa probable: Se escribe el evento que puede generar la emergencia. Ej. Inadecuado almacenamiento y manipulación de insumos, etc.	Líder de Gestión Humana y Líderes de procesos

SECUENCIA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1.7	Consecuencias: Se relacionan los posibles efectos de la emergencia sobre el ambiente, las personas o la propiedad	Líder de Gestión Humana y Líderes de procesos
1.8	Probabilidad: Se evalúan según los siguientes parámetros: • Si la emergencia es "INMINENTE", es decir que se genere siempre que se presente la causa, su puntaje es 5. • Si la emergencia es "PROBABLE", es decir que no se genera exclusivamente por la causa, su puntaje es 3 • Si la emergencia es "POCO PROBABLE", es decir que no hay evidencia de que la causa lo haya generado, pero que no se descarta su ocurrencia, su puntaje es 1 Severidad: Se evalúa según los siguientes parámetros establecidos: Catastrófica: • Genera consecuencias de alta intensidad, extensas, de efecto directo, permanentes e irrecuperables e irreversibles o, temporales pero mitigables o reversibles en el largo plazo • Generan muerte o incapacidad total o permanente a las personas • Afectación a la comunidad del entorno • De conocimiento nacional e internacional • Suspensión de operaciones mayor a 25 días • Daños a equipos, infraestructura con pérdidas mayores a 100 millones Grave: • Genera consecuencias de mediana intensidad, temporales, efecto directo y recuperable o reversible en el mediano plazo • Ocasionan lesiones leves o incapacidad temporal a las personas • De conocimiento local • Suspensión de operaciones entre cuatro (4) y veinticinco (25) días. • Daños a equipos, infraestructura con pérdidas entre 50 y 100 millones Leve: • Genera consecuencias de baja intensidad, puntuales, fugaces, de efecto secundario y recuperable de manera inmediata o reversible en el corto plazo • No producen lesiones sobre las personas o las produce sin incapacidad. Casos de primeros auxilios • De conocimiento interno • Suspensión de operaciones menor a tres días • Daños a equipos, infraestructura con pérdidas menores a 50 millones	Líder de Gestión Humana y Líderes de procesos
1.9		Líder de Gestión Humana y Líderes de procesos

SECUENCIA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1.10	Nivel de riesgo: Se calcula como el producto de los puntajes obtenidos en los parámetros probabilidad y severidad	Líder de Gestión Humana y Líderes de procesos
1.11	Prioridad: Es la interpretación del resultado del Nivel del Riesgo, de la siguiente manera: • Si la prioridad se considera “MUY ALTA” • Si la prioridad se considera “ALTA” • Si la prioridad se considera “MEDIA” • Si la prioridad se considera “BAJA” • Si la prioridad se considera “MUY BAJA”	Líder de Gestión Humana y Líderes de procesos
1.12	Método de Respuesta ante la Emergencia: Se describen las diferentes acciones establecidas por la organización para atender cada tipo de emergencia. El mayor o menor nivel de detalle en la preparación y respuesta ante las emergencias depende de la prioridad de la misma y los resultados obtenidos en los respectivos simulacros.	Líder de Gestión Humana y Líderes de procesos
2	Elegir y coordinar la Brigada de Emergencias.	Gerente General
3	Capacitar al personal de la Brigada de Emergencias	Líder de Gestión Humana
4	Implementar el Instructivo para la Planeación, Ejecución y Evaluación de Simulacros	Coordinador de Emergencias y Brigadistas
6	Registrar en el Formato Reporte de Emergencias el suceso	Coordinador de Emergencias
7	Proceder al análisis del tipo de emergencia presentada, el manejo dado y los resultados y consecuencias del manejo.	Líder de Gestión Integral, Líder de Gestión Humana y Brigada de Emergencias
8	Definir e implementar las acciones correctivas y preventivas, según el Procedimiento para Correcciones, Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora.	Líder de Gestión Integral, Líder de Gestión Humana y Brigada de Emergencias

11.1.1 Respuesta ante una Emergencia

- **Modo de ejecución**

Reconocimiento: Una vez detectada la anormalidad, la cual se considera como un riesgo bajo, ya que la amenaza de un escape de gases o generación de incendio por la actividad, es poco probable y la vulnerabilidad baja o mínima, se procede con el reconocimiento y tipo de anormalidad y luego se sigue el siguiente esquema de atención, acorde con lo establecido por el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

de la UPB al que pertenece el Centro de Regeneración el cual presenta el siguiente esquema de atención:

Aislamiento: en caso de presentarse una liberación accidental a la atmósfera de gases refrigerantes se debe aislar el lugar momentáneamente para evitar que los trabajadores o personas cercanas al sitio de la contingencia inhalen los gases liberados, mientras ellos se dispersan en el ambiente, en caso de que haya algún herido por la liberación, este debe ser remitido con urgencia al centro de atención más cercano al sitio del accidente, en este caso, la Clínica de Las Américas.

Evaluación: cuantificar, medir o determinar el impacto ocasionado con el impase, identificar la cantidad de gases liberados o daños ocasionados y determinar la forma de controlarlo en caso de que no se haya podido realizar.

Control: una vez identificado y evaluado el daño se debe buscar la mejor forma de controlarlo, así sea con ayuda especializada, con el fin de restablecer las condiciones normales y se dé continuidad a la actividad lo más pronto posible.

Señalización: mientras se realiza la investigación del accidente de trabajo, el sitio se acordonará para facilitar la identificación de las causas del accidente con el fin de corregir a futuro lo inesperado y poder evitar que se repita un accidente de las características que se han presentado.

Definición de puntos de encuentro y vías de escape: el Centro de Regeneración se encuentra al interior de un edificio de laboratorios, perteneciente a la Universidad Pontificia Bolivariana, quien cuenta con un sistema de evacuación y puntos de encuentro definidos por el Comité Paritario de Salud Ocupacional, que será retomado y dado a conocer por las personas que laboran en el Centro para su interiorización y adopción.

Determinación de la cantidad y localización estratégica de equipos de seguridad y protección individual: Como ya se mencionó, los gases refrigerantes ofrecen su mayor riesgo en la liberación a la atmósfera por la destrucción de la Capa de Ozono, por lo que los equipos de seguridad y protección personal están asociados a los equipos estándares de protección como casco, guantes, ropa de trabajo y botas con puntera reforzada y como equipos adicionales se cuenta con extintores de incendios tipo multipropósito (A,B,C), que serán revisados y recargados cada año.

Reporte del hecho: es importante elaborar un informe con los pormenores del hecho con el ánimo de prevenirlo o manejarlo adecuadamente en una próxima vez que ocurra.

Para el caso donde se presenten incendios o derrames que son las dos condiciones probables de presentarse en el Centro, se deben seguir las siguientes recomendaciones:

11.1.1.1 En caso de incendios

Se efectuará una eficiente coordinación con los cuerpos de bomberos locales, para obtener asistencia inmediata en caso de un incendio, además de contar con la capacitación en manejo de sustancias refrigerantes con que cuenta el personal que operará el Centro de Regeneración y los equipos para control de incendios que se encuentran en este lugar y los del edificio.

Se efectuarán cada año ejercicios o simulacros de incendios para revisar las condiciones de los equipos de combate contra el fuego y familiarizar al personal en su uso.

Como medida para evitar un incendio en las instalaciones del Centro de Regeneración, se deben seguir estos procedimientos:

- * Los sistemas de desconexión como interruptores automáticos, fusibles y cuchillas deben estar marcados claramente para indicar su propósito.
- * Los toma corrientes de pared y los cables de extensión deben tener sistema de conexión a tierra.
- * A los cables eléctricos y enchufes, se les debe hacer un mantenimiento periódico.
- * Se debe evitar la manipulación de las instalaciones con las manos húmedas
- * Se debe verificar que los cables eléctricos no se recalienten.

En el caso de incendio, se efectuarán las siguientes acciones en forma inmediata, y simultáneamente según el tipo de emergencia:

- * Hacer sonar la alarma y despejar el área de todo el personal excepto de los que participan en la emergencia.
- * Llamar a las brigadas contra incendios especiales del cuerpo de bomberos y a las entidades de emergencia. Cerca del teléfono deben ser ubicados, en un lugar visible, los números telefónicos a los cuales se debe llamar en caso de presentarse un incendio tales como bomberos, dirección de atención y prevención de emergencias, defensa civil, etc.
- * Retirar el personal del área de influencia y llevarlo a un lugar donde no corran riesgo.

* Tratar de extinguir el fuego, si es posible, y si no lo es, al menos limitarlo y prevenir que se extienda a otras instalaciones adyacentes hasta el arribo de bomberos, sin provocar el riesgo a las vidas humanas.

* Asegurar que los encargados de las instalaciones sean avisados y estén pendientes de la llegada del cuerpo de bomberos.

* Avisar a los servicios médicos correspondientes.

* Para combatir el incendio, la brigada debe tomar las siguientes medidas: trabajar con el viento a favor, trabajar lo más lejos posible de la fuente del fuego en caso de una posible explosión, y enfriar los cilindros y las instalaciones adyacentes con agua.

* La persona encargada del laboratorio debe elaborar un informe de atención a la emergencia en el que se registrará la fecha y hora del incidente, el tipo de incidente, los motivos que lo causaron, las acciones de atención adoptadas, las personas que participaron en la atención de la emergencia y las recomendaciones que permitan evitar este tipo de incidentes en el futuro. Documento que se mantendrá en los archivos y deberá servir para rendir informes a las autoridades competentes. (MAVDT, 2006).

11.1.1.2 En caso de derrames de residuos peligrosos

Este tipo de emergencias pueden darse por goteos o fugas, derrames o incendios, para lo cual se deben seguir los siguientes pasos:

- **Goteos o fugas**

En caso de presentarse goteos o fuga, seguir cuidadosamente las siguientes indicaciones:

- a. Recoger, limpiar y secar el aceite o grasas con materiales oleofílicos absorbentes o adherentes con que cuenta el Centro de Regeneración.
- b. Almacenar los materiales contaminados con aceites o grasas en forma independiente, alejado de fuente de ignición y protegidos de agua, en los sitios que se destinen para ello en el laboratorio, que pueden ser aledaños al sitio, donde se guardan regularmente las sustancias o residuos peligrosos generados en el proceso de regeneración.
- c. Entregar los materiales contaminados a personal debidamente autorizado por la autoridad ambiental para realizar la disposición final, de acuerdo con las normas

vigentes y con quien la Universidad tenga contrato para la disposición de este tipo de materiales.

- **Derrames**

En caso de presentarse un derrame, seguir cuidadosamente las siguientes indicaciones:

- a. Identificar el sitio de donde proviene el derrame y suspender inmediatamente la fuente del mismo.
- b. Aislar el área afectada, suspender operaciones en ella y controlar posibles fuentes de ignición.
- c. Confinar el área del derrame con diques de materiales oleofílicos absorbentes o adherentes, evitando que los fluidos lleguen al sistema de alcantarillado, al suelo o entren en contacto con agua u otro líquido.
- d. Se deberá evacuar el lugar por el personal que no este atendiendo la emergencia.
- e. Recoger, limpiar y secar el aceite o grasas con materiales oleofílicos absorbentes o adherentes y recolectar el material en vasijas o baldes el derrame. En esta labor se deben usar los elementos de protección personal y no se deberá aplicar agua ni otros líquidos sobre el derrame.
- f. Almacenar los materiales contaminados en lugares alejados de fuentes de ignición y protegidos del agua.
- g. Entregar el material contaminado a personal debidamente autorizado por la autoridad ambiental para realizar la disposición final, de acuerdo a las normas vigentes.

11.1.2 Primeros Auxilios

Se contará con un botiquín de primeros auxilios equipado de acuerdo a la actividad realizada, así mismo, se debe contar con personal capacitado en su uso y con los manuales respectivos y números de teléfono de emergencias.

El equipo de primeros auxilios revisará frecuentemente para mantener en perfecto estado para asegurar su uso.

En caso de emergencia las etiquetas o las hojas de seguridad serán enviadas al doctor junto al paciente.

11.2 IMPLEMENTACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PLAN DE CONTINGENCIA

La implementación y el mantenimiento del plan de contingencia consiste de tres etapas fundamentales, siendo la primera una capacitación teórico práctica, que será dictada por la ARP dentro de su programa de gestión del riesgo ocupacional a la que deben asistir todos los trabajadores del Centro de Regeneración; la segunda tiene que ver con un ejercicio de campo o simulacro de emergencias el cual debe ser practicado cada seis meses para estar preparados y afrontar eficazmente la contingencia, así como corregir las deficiencias que pueda tener el plan y abordarlas; y la tercera etapa esta referida a la coordinación con el plan de contingencia de la UPB, donde opera el Centro de Regeneración.

Para el mantenimiento del plan se mantendrán registros de las contingencias con el detalle de lo ocurrido y los motivos que la ocasionaron; de otro lado, se deben actualizar los equipos cuando estos hayan cumplido su vida útil.

- **Personas encargadas de llevar a cabo el plan y sus respectivas responsabilidades:** debido a que en el Centro de Regeneración laborarán tres personas, estas harán parte de la estructura organizacional para la atención de contingencias, quienes estarán organizadas de la siguiente manera y estarán capacitadas por la ARP del Centro de Regeneración en esta labor:

Coordinador del Plan: Tiene como misión garantizar el cumplimiento del programa de preparación para Emergencias y Contingencias asegurando los medios técnicos y logísticos necesarios para su implementación, mantenimiento y puesta en práctica.

En situaciones de emergencia es el responsable por la toma de decisiones que corresponden a altos niveles jerárquicos (evacuación parcial o total, suspensión de actividades, retorno de actividades). Sus funciones específicas son:

* Avalar las directrices, procedimientos, programas y actividades propias del Plan de Emergencia y Contingencias en las fases de planeación, implementación y seguimiento.

- * Ejercer el control y seguimiento sobre el desarrollo y continuidad del programa de preparación para emergencia y contingencias garantizando su divulgación y mantenimiento.
- * Elaborar el plan de emergencias donde se incluyan las recomendaciones dadas en la tarjeta de emergencia de los gases refrigerantes.
- * Coordinar la realización de simulacros periódicos con todos los niveles de la organización.
- * Aprobar los programas de capacitación para los grupos operativos de emergencia (Brigadas) y la adquisición y mantenimiento de los equipos básicos que se utilizan en el control de emergencias.
- * Garantizar la capacitación de las personas que conforman la estructura organizacional.
- * Cuando no exista un grupo específico para apoyo de comunicación en emergencias, debe suministrar la información necesaria sobre el desarrollo del evento.

Brigadistas: son las personas encargadas de determinar y dirigir las acciones necesarias para el control de una situación en las instalaciones de la organización; reporta sus actividades directamente al equipo coordinador de emergencia. Sus funciones específicas son:

- * De acuerdo con la magnitud del evento recibe la alarma y activa el Plan de Emergencia y Contingencias.
- * Indaga con el Brigadista de área sobre el tipo y características del evento.
- * Establece comunicación permanente con los Brigadistas de cada área.
- * Está atento a las indicaciones sobre acciones y requerimientos del Brigadista de área coordinando y apoyando las labores de control.
- * Define con el equipo coordinador de emergencias las decisiones y acciones extraordinarias no contempladas en el planeamiento para el efectivo control de la situación.
- * En orden de prioridad evalúa y comunica las necesidades de evacuación, intervención de la brigada, intervención de equipos de socorro y rescate de exteriores.

- * Establece el retorno a la normalidad.
- * Extinguir el fuego cuando esta sea la situación que se presente en las instalaciones; Para ello debe aplicar los procedimientos de actuación en caso de incendio que previamente la organización ha establecido.
- * Apoyar a los grupos de socorro externo como el cuerpo de Bomberos cuando sea necesario.
- * Cuando se presenten derrames de residuos de la regeneración como aceites y otros, estos de deben recoger o absorber con estopa y colocar esta en el lugar destinado a residuos peligrosos.
- * Anunciar la evacuación del área al cual está asignado una vez se ha dado la orden general de salida.
- * En caso de evacuación guiar a los ocupantes de su sector hacia las vías de evacuación que previamente se han designado.
- * Mantener el orden y la rapidez al evacuar.
- * Indicar el punto de reunión final.
- * Ayudar a la evacuación de las personas con limitaciones físicas, heridas o con algún tipo de limitación.
- * No permitir el ingreso a las áreas evacuadas hasta que no se declare como zona en condiciones normales.
- * Comprobar que no hay personas atrapadas en su área de evacuación.
- * Comprobar la ausencia de personas a su cargo y hacer el reporte, de tal manera que de ser necesario se inicien procedimientos específicos de búsqueda y rescate.
- * Aplicar los procedimientos específicos para la prestación de primeros auxilios cuando sea necesario.
- * Recibir y orientar al personal de ayuda externo.
- * Tener el registro e información a cerca de las personas que se trasladen a hospitales o que a causa de la emergencia hayan fallecido.

- **Tiempo de duración:** durante todo el tiempo de operación del Centro de Regeneración
- **Costos estimados:** será una labor ejecutada por el operario del centro en horario laboral
- **Recursos necesarios:** por definir en la operación

12. PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL

El Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible, a través de la Unidad Técnica de Ozono suministrará a la Universidad Pontificia Bolivariana los equipos para la operación del Centro de Regeneración a modo de comodato por un período de seis años, los cuales pueden ser prorrogables, al final de los cuales los equipos serán devueltos a la Unidad Técnica de Ozono y las instalaciones locativas donde funciona el Centro, se destinarán para la operación de un laboratorio que requiera la Universidad Pontificia Bolivariana para el ejercicio de su función académica y de formación de pregrado o posgrado. Esto se proyecta para el año 2019.

Los cilindros por ser en comodato, serán devueltos al Ministerio y los que sean propiedad de la UPB serán vendidos a los clientes que los requieran, y los que no, serán perforados y vendidos como chatarra. Los que contengan gas refrigerante que no puedan generarse serán remitidos a la empresa Biológicos y Contaminados para su disposición adecuada hasta tanto se tenga la tecnología para su destrucción.

Dentro del plan de abandono se contempla la inspección del sistema de alcantarillado para determinar el estado de las tuberías, con el empleo de sistemas de detección, antes de definir otro uso para el lugar.

Previo a las actividades de desmonte del Centro de Regeneración, con por lo menos seis meses de anticipación, se dará aviso a todos los clientes del Centro, de la suspensión de actividades para que programen la regeneración por última vez de los gases refrigerantes que puedan ser regenerados en el Centro o determinen la medida más conveniente para el manejo y disposición final de los cilindro con gas refrigerante que aún posean.

Con el cierre del Centro se elaborará un informe detallado de las actividades realizadas durante su operación y la cuantificación del volumen o peso de los gases refrigerantes regenerados, así como otras particularidades y hechos de interés que deban ser resaltados en dicho documento.

13. GUÍA PRÁCTICA DE VERIFICACIÓN DE SITIOS DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS O DESECHOS PELIGROSOS

Listado de verificación del cumplimiento del Centro de Regeneración con los requerimientos que debe cumplir un sitio de almacenamiento de sustancias peligrosas

DESCRIPCIÓN	SI	NO	OBSERVACIONES
RESPONSABILIDAD			
¿Tiene la empresa una política ambiental documentada?		x	
¿Se les ha facilitado esta política a todos los empleados en un lenguaje que puedan comprender?		x	
¿Están definidos los objetivos ambientales de la empresa?	x		
¿Se cuenta con un programa o programas de gestión ambiental para dar cumplimiento a los objetivos?	x		
¿Se han identificado los impactos ambientales derivados del almacenamiento de residuos o desechos peligrosos?	x		
¿Se tienen identificados los requisitos legales ambientales, de seguridad y sanitarios que le aplican en relación al almacenamiento de residuos o desechos peligrosos?	x		
¿Están definidas y documentadas las responsabilidades de cada actor asociado a la operación del almacenamiento?	x		
¿El proveedor y/o dueño del residuo peligroso provee la ficha técnica?	x		
¿Se asegura que todos los residuos o desechos almacenados estén debidamente etiquetados o marcados?	x		
¿Se cuenta con un registro de los residuos o desechos peligrosos almacenados que garantice el conocimiento de la cantidad y ubicación los mismos?	x		
¿Se capacita a los trabajadores sobre la forma de acceder y usar la información que aparece en las etiquetas y en las fichas técnicas?	x		
Se informa a los trabajadores sobre el peligro que conlleva la manipulación de residuos peligrosos?	x		
¿Los procedimientos e instrucciones para todos los puestos de trabajo están documentados?		x	Se iniciará el proceso con la operación del

DESCRIPCIÓN	SI	NO	OBSERVACIONES
			Centro
¿Se capacita en forma continua a los trabajadores sobre las buenas prácticas de almacenamiento y procedimientos de emergencia?	x		
¿Se capacita a los trabajadores sobre el uso de equipos para atención de emergencias?	x		
¿Se capacita a los trabajadores sobre el uso de elementos para recolección de derrames?	x		
¿Se cuenta con un programa de salud ocupacional?	x		
¿Se cuenta con un Plan de Emergencia?	x		
¿El Plan de Emergencia está integrado al Plan Local de Emergencia?	x		
¿Se realizan periódicamente simulacros del Plan de Emergencias dentro de las instalaciones?	x		
CONDICIONES DE LA BODEGA			
¿La bodega está alejada de zonas densamente pobladas, de fuentes de captación de agua potable, de áreas inundables y de posibles fuentes externas de peligro?		x	Por estar en una Universidad está cercana a población, pero los riesgos de derrame y afectaciones a la población cercana son mínimos por el tipo de residuos que se maneja
¿La bodega está ubicada en un sitio de fácil acceso para el transporte y para situaciones de emergencia?	x		
¿Las áreas de oficina están fuera del área de riesgo?	x		
¿Las paredes externas y las divisiones internas son de material sólido que resista el fuego durante 3 horas?	x		Son en ladrillo cocido
¿Las puertas en las paredes interiores están diseñadas para confinar el fuego con una resistencia de 3 horas?	x		Son puertas metálicas
¿Existen salidas de emergencia distintas a las puertas principales de ingreso de las mercancías?		x	La puerta de acceso es suficientemente grande y permite la evacuación rápida en caso de emergencia
¿Las salidas de emergencia están señalizadas?		x	No existe salida de emergencia como

DESCRIPCIÓN	SI	NO	OBSERVACIONES
			tal, ya que es la misma puerta de acceso de dos alas
¿El piso es no resbaloso, impermeable, libre de grietas y resistente a las sustancias y/o residuos que se almacenen?	x		
¿Los drenajes del interior de la bodega están conectados a pozos colectores para una posterior disposición del agua residual?		X	Se verificará el pH del agua residual y si no cumple, se manejará como residuo peligros y será entregado al gestor de éstos
¿Los drenajes están sellados y protegidos de daño por el paso de vehículos y el movimiento de estibas?		x	No hay circulación de vehículos al interior del Centro
¿Todos los residuos peligrosos almacenados están ubicados en un sitio confinado mediante paredes, diques o bordillos perimetrales?	x		
¿El techo está diseñado de tal forma que no admita el ingreso de agua lluvia a las instalaciones, pero que permitan la salida del humo y el calor en caso de un incendio?	x		
¿La bodega cuenta con ventilación adecuada? (ya sea natural o forzada)	x		Se implementara un extractor de aire
¿La bodega opera con iluminación natural?. De no ser así ¿Se cuenta con instalación eléctrica a prueba de fuego?	x		
¿Si se almacenan materiales inflamables se cuenta con equipos de protección contra relámpagos?		x	Se encuentra en un área protegida y el edificio cuenta con pararrayos
Si se almacenan sustancias en el exterior se tienen condiciones satisfactorias respecto a:		x	No se almacenan sustancias en el exterior
¿Seguridad?			
¿Protección de la lluvia?	x		
¿Acceso para emergencias?	x		
¿Sistema de contención de derrames?	x		
¿Están señalizadas todas las áreas de almacenamiento y estanterías con la clase de riesgo correspondiente a la sustancia química peligrosa almacenada?	x		

DESCRIPCIÓN	SI	NO	OBSERVACIONES
¿Están señalizados todos los lugares de almacenamiento con las correspondientes señales de advertencia, obligación, prohibición e información?	x		
¿Se cuenta con dispositivos de detección de fuego y sistemas de respuesta?	x		
¿Se cuentan con ducha de emergencias y fuente lava ojos cada 200 m ² ?	x		
OPERACIÓN DE ALMACENAMIENTO			
¿Está establecido un sistema de documentación para todo el personal?	x		
¿Se disponen las fichas técnicas de todos los residuos almacenados, en un lugar visible, en idioma español y señalizado?	x		
¿Se verifica que los vehículos que transportan desechos o residuos peligrosos tengan toda la documentación establecida por el Decreto 1609/02 y cumplan con los requisitos dispuestos en este mismo?	x		
¿Se verifican los documentos y la integridad de los envases y embalajes durante la recepción?	x		
¿Ofrecen suficiente resistencia física y química los envases de confinamiento de los residuos peligrosos almacenados?	x		
¿Es totalmente seguro el sellamiento de los envases y embalajes utilizados?	x		
¿El almacenamiento de los residuos o desechos está basado en un plan documentado?	x		
¿Se almacenan los residuos o desechos peligrosos de acuerdo con las compatibilidades y agrupando los que tienen riesgos comunes?	x		
¿Se ha dejado un pasillo peatonal perimetral entre los materiales almacenados y los muros?	x		
¿El apilamiento de recipientes y bultos es menor a tres metros de altura?	x		
¿Los estantes son suficientemente estables y firmes, de forma que no exista el riesgo de derrumbamiento del mismo?	x		
¿Los estantes son de un material resistente a los residuos almacenados?	x		
¿Los residuos almacenados tienen las debidas protecciones para evitar caídas y derrames?	x		

DESCRIPCIÓN	SI	NO	OBSERVACIONES
¿Se tiene en cuenta las recomendaciones de las Fichas técnicas para la ubicación de los residuos peligrosos dentro de la bodega?	x		
¿Los montacargas utilizados para el transporte interno de los residuos son eléctricos?	x		
¿El servicio de carga de baterías para los montacargas operados eléctricamente está ubicado en un área ventilada y alejada de los sitios de almacenamiento de los residuos peligrosos?	x		
¿Se revisa periódicamente el estado de los equipos de transporte interno (montacargas, bandas transportadoras, etc.)?	x		
¿El manejo y mantenimiento de los montacargas es realizado por personal entrenado y calificado?	x		
¿Se cuenta con un área específica para limpieza y cambio de los trabajadores?	x		
¿El lavado de la ropa de trabajo lo efectúa personal especializado?		x	No es necesario por el tipo de proceso
¿Se disponen y se usan equipos de protección personal para la manipulación de los residuos peligrosos?	x		
¿Los equipos de protección personal son adecuados para los residuos almacenados?	x		
¿Se verifica periódicamente el estado de los equipos de protección personal?	x		
¿Se tienen establecidos y documentados procedimientos para el manejo de visitantes?	x		
¿Se dispone de medios específicos para la neutralización y limpieza de derrames o control de fugas?	x		
¿Se cuenta con un plan de manejo de residuos?	x		
¿Los residuos de las operaciones de limpieza y recolección de derrames se disponen adecuadamente?	x		A través de un operario externo
¿Se da un adecuado tratamiento a las aguas residuales domésticas?	x		Alcantarillado y trampa de grasas
¿La bodega de almacenamiento se mantiene limpia y ordenada?	x		
¿Se organizan regularmente inspecciones ambientales y de seguridad?	x		

14. CONCLUSIONES

La implementación de este Centro de Regeneración traerá consigo más beneficios ambientales, que impactos negativos por la trascendencia que tiene en controlar liberaciones de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono, contribuyendo así al cumplimiento del Protocolo de Montreal.

Con la regeneración de los gases refrigerantes se evita la liberación de estos a la atmosfera y por lo tanto se contribuye al mejoramiento de la calidad medio ambiental, ya que estos gases tienen efectos en el calentamiento global (R22, R134a) y en el agotamiento de la capa de ozono (R12).

En la actividad de regeneración de gases refrigerantes se forman residuos peligrosos, que son debidamente identificados y se establece la mejor forma de disponerlos, para que no afecten el medio ambiente.

Con el estudio ambiental del Centro de Regeneración se han identificado los impactos ambientales que se generarían y también se han encontrado las soluciones para su control o mitigación, así como acciones de prevención, las cuales se deben seguir estrictamente para hacer que esta actividad sea segura y garantice un manejo responsable con el ambiente.

Existen algunos factores externos dentro de la cadena de transporte y cuidado de los recipientes contenedores de SAO que escapan al control directo del Centro de Regeneración, pero dentro de las políticas de seguridad establecidas en este documento se dan las pautas para que se realice el seguimiento establecido en la normatividad existente.

Con la implementación del centro de regeneración se evitará la liberación a la atmósfera de aproximadamente 2.500 kg de R12, R22 y R134a mensualmente.

Con la determinación de pureza de los refrigerantes regenerados se determina su utilización futura o su destrucción mediante una disposición final adecuada.

Con la implementación del centro de refrigerantes se tendrán más beneficios ambientales que impactos negativos, ya que se controlará la liberación a la atmósfera de los gases

refrigerantes causantes del efecto invernadero y de destrucción de la capa de ozono, dando así cumplimiento a los protocolos de Montreal y de Kioto.

En este estudio de impacto ambiental se caracterizaron los aspectos e impactos ambientales y se definieron los residuos peligrosos generados principalmente a partir del uso de reactivos para la identificación de los gases refrigerantes, plantéandose acciones de prevención y alternativas de manejo para controlar o mitigar los impactos de éstos al ambiente, lo cual se establece en el Plan de Manejo Ambiental.

En el estudio de impacto ambiental, se identificaron los factores externos dentro de la cadena de transporte y cuidado de los recipientes contenedores de SAO que deben ser vigilados, para garantizar el adecuado manejo de ellos.

Con la elaboración del estudio de impacto ambiental del Centro de Regeneración se documentaron los procedimientos para el proceso de regeneración de los gases refrigerantes R12, R22 y R134a. y se crea un referente a nivel nacional para Estudios de impacto ambiental de Centros de Regeneración de Refrigerantes.

15. RECOMENDACIONES

Para que el Centro de Regeneración logre su objetivo principal, se debe realizar una amplia labor de difusión y educación, entre los usuarios de gases refrigerantes R12, R22 y R134A, así como entre los operarios del mantenimiento de equipos de refrigeración, para que operen los equipos adecuadamente y conozcan los beneficios ambientales de la regeneración de los gases refrigerantes.

Para el buen funcionamiento del Centro de Regeneración se debe implementar todo el plan de manejo ambiental propuesto, ya que con el se garantiza la minimización de los impactos ambientales.

Se requieren realizar estudios que conlleven a la sustitución de los reactivos utilizados en el proceso de regeneración por otros más benévolos con el medio ambiente.

Se debe continuar con el proceso de vigilancia tecnológica sobre el proceso de regeneración con el fin de minimizar los impactos ambientales que la actividad genera.

Para que el Centro de Regeneración logre su objetivo principal, se debe realizar una amplia labor de difusión y educación, entre los usuarios de gases refrigerantes R12, R22 y R134A, así como entre los operarios del mantenimiento de equipos de refrigeración, para que operen los equipos adecuadamente y conozcan los beneficios ambientales de la regeneración de los gases refrigerantes.

Se debe realizar un estudio que conlleve a la sustitución de reactivos utilizados en la actualidad para la identificación de los gases refrigerantes por otro más benévolos con el medio ambiente.

Se debe continuar en el proceso de vigilancia tecnológica sobre los procesos de regeneración con el fin de minimizar aún más los impactos ambientales generados en el proceso de regeneración de refrigerantes.

Es importante integrar los laboratorios de la UPB bajo un plan de manejo integral de residuos peligrosos con el fin de optimizar recursos y facilitar la gestión y disposición final de los mismos de una forma confiable y segura con el medio ambiente.

Tanto en el proceso de análisis químico de la calidad del refrigerante como en el proceso de regeneración se debe tener especial cuidado en el manejo del gas para minimizar las emisiones.

BIBLIOGRAFÍA

AIR-CONDITIONING AND REFRIGERATION INSTITUTE –ARI. 2006 Standard 700 for specifications for fluorocarbon refrigerants. Arlington, Virginia. Estados Unidos. 2006 15p.

ALMADA. Destruição da Camada de Ozono. Câmara Municipal de Almada. Portugal. 2007. http://www.m-almada.pt/portal/page/portal/AMBIENTE/AR/?amb=0&ambiente_ar=13835787&cboui=13835787. 15-09-2012

ARAGONAIRE. La calidad del aire en Aragon. Que es el ozono?. Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente. Gobierno de Aragon, España. 2012. http://www.aragonaire.es/ozone.php?n_action=about 08-09-2012

ARAP, 2007. Responsible Use Principles for Refrigerant Recovery, Recycling and Reclamation. The Alliance for Responsible Atmospheric Policy. Arlington. USA. http://www.arap.org/docs/RRRR907_2.pdf 15-09-2012.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental para el almacenamiento, reciclaje, tratamiento y recuperación de sustancias refrigerantes y otras sustancias agotadoras de la capa de Ozono (SAO). Medellín, 2011. 24p.

ARI (Air conditioning and refrigeration institute). ARI Stándar 740 (AHRI Standard 740). 1998 Standard for Refrigerant Recover/Recycling Equipment. Arlington, VA, USA. www.ahrinet.org. 1998. 17 p.

ARREDONDO GONZÁLEZ, John Alexander. Plan de Gestión para la reducción del consumo de hidroclorofluorocarbonados HCFCs – en el Área Metropolitana Centro Occidente. Pereira, 2010, 125p. Trabajo de grado (Administrador del Medio Ambiente). Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias Ambientales. Administración Ambiental.

BETANCUR, M; GÓMEZ, B. y BUSTAMANTE, A. Guía para la gestión de residuos peligrosos. Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín, Colombia. 2011. 148p.

BIVENS, D. Refrigeration and Air Conditioning with Reduced Environmental Impact. International Refrigeration and Air Conditioning. Eighth International Refrigeration Conference. School of Mechanical Engineering. Purdue University. West Lafayette, EUA. DuPont Fluoroproducts. 2000. Pp 505-511.

CALM, James M. Emissions and environmental impacts from air-conditioning and refrigeration systems. International Journal of Refrigeration 25 (2002) 293–305. Engineering Consultant. Great Falls, USA.

CEC. Aire y atmósfera. Ozono troposférico. Comisión para la cooperación ambiental de América del Norte. 2012. http://www.cec.org/soe/files/es/SOE_Ground-levelOzone_es.pdf. 08-09-2012

CONVENIO DE BASILEA. Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. 1989, 82P. 5 de enero de 2012. http://www.aduana.gov.ec/archivos/aduanas_verdes/Text_Basel_Convention_es.pdf.

CHUNG, I. LEE, K. y HWANG, S. Separation of CFC-12 from air by polyimide hollow-fiber membrane module. *Journal of Membrane Science* 105 (1995) 177-185.

DEPARTAMENTO DE COORDINACIÓN DE POLÍTICAS Y DE DESARROLLO SOSTENIBLE (DCPDS) DE LAS NACIONES UNIDAS. DECLARACION DE RIO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO. 1992, 7p. 05 de enero de 2012. http://portal.uned.es/pls/portal/docs/PAGE/UNED_MAIN/LAUNIVERSIDAD/DEPARTAMENTOS/0614/ASIGNAT/MEDIOAMBIENTE/TEMA%201/%20%20%20%20%20DECLARACION%20DE%20R%C3%8DO%201992.PDF.

DIAN. Control del comercio de sustancias agotadoras de la capa de Ozono. Manual para Capacitación de Servidores Públicos de Aduanas. Bogotá, junio de 2006. 96p. ISBN 958 - 97878 - 7 – 8.

FOROFRIO. Recuperación, Reciclado y Regeneración de gas refrigerante. (http://www.forofrio.com/index.php?option=com_content&view=article&id=101:recuperacion-reciclado-y-regeneracion-de-gas-refrigerante&catid=9:actualidad&Itemid=54). . 2012

GIL LOPEZ, Sergio. Determinación del Ozono atmosférico de las medidas de MIPAS/ENVISAT. Granada. 2006, 238 p. Trabajo de grado (tesis doctoral en Ciencias Físicas). Universidad de Granada. Departamento de Física Aplicada. <http://hera.ugr.es/tesisugr/15934214.pdf>

GLYNN, Steven. Constructing a selection environment: competing expectations for CFC alternatives. *Research Policy* 31 (2002) 935–946. *University of Manchester*. Manchester, Reino Unido.

GÓMEZ, M. Que es el ozono. <http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Curiosid/Rc-21/RC-21.htm>. 2000. 15-09-2012.

HANAOKA, T., MATSUHASHI, R. y YOSHIDA, Y. A quantitative evaluation of fluorocarbon emissions and a study of multilateral environmental policies. *Greenhouse Gas Control Technologies*, Volume I. The University of Tokyo, Japón. 2005. Pp. 861-869.

HANAOKA, T. y otros. Potencial reduction of fluorocarbon emissions under the enforcement of new laws in japan. *Greenhouse Gas Control Technologies*, volume II. Elsevier Science Ltd. 2003. Pp. 1257-1262.

HANAOKA, T., ISHITANI, H. y MATSUHASHI, R. Recovery of fluorocarbons in Japan as a measure for abating global warming. *Applied Energy* 72 (2002) 705–721. Department of

Geosystem Engineering, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo. Tokyo, Japon.

HUERTAS, J.I., ACEVEDO, H. y OCHOA, C. Eliminación de refrigerantes agotadores de la capa de ozono por incineración. Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Los Andes. Bogotá. s.f., Pp. 31-36.

IDEAM. Cambio climático. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. Bogotá. 2012.
<http://www.cambioclimatico.gov.co/jsp/loader.jsf?lServicio=Publicaciones&lTipo=publicaciones&lFuncion=loadContenidoPublicacion&id=1302> 15-09-2012

KIM, Ki-Hyun, y otros. A review of major chlorofluorocarbons and their halocarbon alternatives in the air. Department of Environment & Energy, Sejong University (Seul), Department of Environmental Engineering, Dong-Eui University (Busan), República de Corea. Atmospheric Environment 45 (2011) 1369-1382. 2011.
www.elsevier.com/locate/atmosenv.

MCCULLOCH, Archie. CFC and Halon replacements in the environment. Journal of Fluorine Chemistry 100 (1999) 163±173. ICI Chemicals & Polymers Ltd. Runcorn, Reino Unido.

MIDGLEY, T.,. From the periodic table to production. Industrial and engineering chemistry Vol.29, No.2:241-244. 1937

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, UNDP, UTO, CENTROS DE REGENERACION DE GASES REFRIGERANTES EN COLOMBIA. UNIDAD TECNICA OZONO, Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana, 2011. Presentación power point.

MADS. Taller: como fomentar la recuperación y el reciclado de refrigerantes (Buenos Aires – Argentina). Presentación Power Point. Bogotá, Colombia. 2011.

MESSINEOA, A., LA ROCCAB, V. y PANNON, G. On-site Experimental Study of HCFC-22 substitution with HFCs Refrigerants. Energy procedia 14(2012) 32-38. University of Enna, University of Palermo, Palermo. Italia. www.sciencedirect.com

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL REPÚBLICA DE COLOMBIA. Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos. Bogotá, Colombia. S.f. 167p.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Manual técnico para el manejo de aceites lubricantes usados. Convenio de cooperación científica, tecnológica y financiera para el diseño de las estrategias y lineamientos técnicos requeridos para la gestión ambientalmente adecuada de los aceites usados de origen automotor e industrial en el territorio nacional. Bogotá, Colombia, 2006. 88p.. Convenio 063 de 2005.

MOLINA, J. y ROWLAND, S.F., Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atom-catalyses destruction of ozone. Nature Vol.249, No.5460:810-812. 1974.

MUNDOHVACR. Recuperación, reciclado y regeneración de gas refrigerante. Documento de internet. México. <http://www.mundohvacr.com.mx/mundo/2008/07/recuperacion-reciclado-y-regeneracion-de-gas-refrigerante/> 16-08-2012.

MURCIA. El ozono troposférico y sus efectos sobre la salud. Servicio de Sanidad Ambiental, Dirección General de Salud Pública, Consejería de Sanidad y Consumo, Región de Murcia. España. 26p. <http://www.murciasalud.es/recursos/ficheros/99897-OZONOTROPOSFERICO.pdf>

NACIONES UNIDAS. Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. 1992. 27p. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>.

ORTIZ VALENCIA, Harvy Andrés. Documentación de los procedimientos para el análisis químico de los gases refrigerantes R-12 y R-22 para el centro regional de producción más limpia eje cafetero. Trabajo de grado (Químico Industrial). Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología Química Industrial. Pereira, Colombia, 2010, 93p.

PNUMA. Manual del protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la Capa de Ozono. Ed. 7. Nairobi, Kenya. Pp 24-26.

PNUMA. La protección de la Capa de Ozono y el sistema climático mundial. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. P 7. 2005 http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/sroc/sroc_spm_ts_sp.pdf 19-08-2012.

PUEBLA, JORGE ALBERTO. Manual de buenas prácticas en refrigeración. Fondo de Reconversión Industrial – FONDOIN. Caracas, Venezuela, 2005.156p.

RTI technologies. Reclaim workshop. Ole Reinholdt Nielsen Bogota, Colombia, January 21, 2010. Presentación en Power Point.

SEAM/PNUD/PNUMA. Manual de buenas prácticas en refrigeración.– Paraguay. Asunción. Secretaria del Ambiente, PNUMA, PNUD. 89p. <http://es.scribd.com/doc/57110880/26/Estandar-ARI-700-American-Refrigeration-Institute.15-09-2012>

SEKIYA, A. y otros. Evaluation and Selection of CFC Alternatives (chapter 2). Fluorine and the environment (Vol. 1). Research Institute for Innovation in Sustainable Chemistry, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Central 5-2, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki, Japan. 2006. P 34 -85.

STAVRO TIRADO, Xiomara Ibeth. Manejo de residuos de sustancias agotadoras de Ozono. Unidad Técnica Ozono – UTO – Sustancias Agotadoras Ozono – SAO. Bogotá, Colombia, 2009. Presentación Power point.

STAVRO TIRADO, Xiomara Ibeth. Identificación de gases refrigerantes. Casos de comercio ilícito. Unidad Técnica Ozono – UTO – PNUD. Bogotá, Colombia, 2011. Presentación Power point.

TECNOZONO. Ozono estratosférico. 2012 http://www.tecnozono.com/ozono_estratosferico.htm, 15-09-2012.

UNIDAD TÉCNICA OZONO – UTO. Buenas prácticas en refrigeración, recuperación y reciclaje de refrigerantes. Documento digital. Capítulo 1. REPÚBLICA DE COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Bogotá, Colombia, 2005.

UNIDAD TÉCNICA DE OZONO. – UTO. Boletín Ozono abril de 2009 No. 20. Ministerio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Programa de las Naciones Unidas para El Desarrollo. Unidad Técnica Ozono Colombia. Bogotá D.C. página 3.

UNIDAD TÉCNICA DE OZONO – UTO. Boletín Ozono septiembre de 2011 No. 27. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Programa de las Naciones Unidas para El Desarrollo. Unidad Técnica Ozono Colombia. Bogotá D.C. página 5 – 11.

VILLEGAS CALDERON, Laura Inés. Actualización de la valoración de aspectos e impactos ambientales. Oficina de Planeación del Instituto de Investigaciones Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia, 2009. 16p. Documento.

ZHAO, X., DUAN, H. y , LI, J. An evaluation on the environmental consequences of residual CFCs from obsolete household refrigerators in China. Waste Management 31 (2011) 555–560 Department of Environmental Science & Engineering, Tsinghua University, Beijing, China. journal homepage: www.elsevier.com/locate/wasman. Contents lists available at ScienceDirect Waste Management

http://www.infra.com.mx/servicio_atencion/libreria/gases/documentos/msds/isobutano.pdf 17-08-2012. Hoja de seguridad Isobutano.

<http://hse.com.co/devphp/infhse/SAR%20Procedimiento%20para%20el%20Uso%20y%20Manejo%20de%20Quimicos/Hojas%20de%20Seguridad%20MSDS/Propano.pdf> 17-08-2012 Hoja de seguridad del propano.

<http://www.bc.com.ve/GuiasManualesPDF/Seguridad-Suva410.pdf> 17-08-2012 Hoja de seguridad del HFC32.

<http://www.ahg.com.sa/pdf/MSDS%20S%20143a.pdf> 17-08-2012 Hoja de seguridad del HFC143a.

<http://www.cabarria.com/files/2544MSDS%2008%20R-152A.pdf> 17-08-2012 Hoja de seguridad del 152a.

<http://www.cabarria.com/files/2539MSDS%2001%20R-11.pdf> 17-08-2012. Hoja de seguridad CFC 11.

<http://www.cabarria.com/files/2540MSDS%2002%20R-12.pdf> 17-08-2012 Hoja de seguridad CFC 12.

<http://www.bc.com.ve/GuiasManualesPDF/Seguridad-Freon22.pdf> 17-08-2012 Hoja de seguridad HCFC 22.

<http://www.cabarria.com/files/2549MSDS%2015%20R-125.pdf> 17-08-2012 Hoja de seguridad HFC 125.

<http://www.bc.com.ve/GuiasManualesPDF/Seguridad-Suva134.pdf> 17-08-2012 Hoja de seguridad HFC 134a.

http://www.cisproquim.org.co/HOJAS_SEGURIDAD/Amoniaco.pdf 17-08-2012 Hoja de seguridad R717 Amoniaco.

<http://periodicoelsatelite.com/2012/01/05/ideam-estima-aumento-significativo-de-radiacion-uv-en-colombia/> 17-08-2012

<http://www.acaire.org/doc/normas/resolucion601de2006-Minambiente.pdf> 17-08-2012 Resolución 601 de 2006 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá. 13 p. 2006.

http://bart.ideam.gov.co/wrfideam/Ozono_total/Ozono1.html 17-08-2012 IDEAM. 2012. Sistema de información Ambiental de Colombia –SIAC- 2012.

<http://bart.ideam.gov.co/wrfideam/indiceuv/> 17-08-2012. Índice UV. Sistema de información Ambiental de Colombia –SIAC- 2012. IDEAM.

<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/WorldOfChange/ozone.php>. 15-08-2012

<http://www.theozonehole.com/ozoneholehistory.htm> 18-08-2012

<http://www.vidamasverde.com/glosario-2-2/capa-de-ozono/> 15-08-2012