



FACULTAD DE CIENCIAS

UNIVERSIDAD DE CHILE

**“MANEJO AMBIENTAL DE CLORO- FLUORO-CARBONOS Y
COMPROMISOS NACIONALES EN LA PROTECCION DE LA
CAPA DE OZONO”**

Seminario de Título entregado a la Universidad de Chile en cumplimiento parcial de los
requisitos para optar al Título de:

Químico Ambiental

Denis Katina Clavijo Contador

Director de Seminario de Título: Dr. Raúl Morales Segura.

Enero de 2012

Santiago - Chile

UCH-FC
Q. Ambiental
C617
C.1



INFORME DE APROBACIÓN SEMINARIO DE TÍTULO

Se informa a la Escuela de Pregrado de la Facultad de Ciencias, de la Universidad de Chile que el Seminario de Título, presentado por el o (la) candidato (a):

DENIS KATINA CLAVIJO CONTADOR

“Manejo Ambiental de Cloro-Floro-Carbonos y Compromisos Nacionales en la Protección de la Capa de Ozono”

Ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación, en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Químico Ambiental

COMISIÓN DE EVALUACIÓN

Dr. Raúl G.E. Morales Segura
Director Seminario de Título

Dr. Manuel A. Leiva Guzmán
Corrector

Dr. Rodrigo J. Seguel Albornoz
Corrector

A circular stamp from the Faculty of Sciences, Central Library of the University of Chile. The text inside the stamp reads "FACULTAD DE CIENCIAS", "BIBLIOTECA CENTRAL", and "UNIVERSIDAD DE CHILE".

Santiago de Chile, Enero de 2012

Reseña



Desde pequeña me he inclinado por las ciencias en especial la química y la biología, pero mi gran sueño fue ingresar a la Universidad de Chile, aun cuando no tenía muy claro la carrera a la que quería dedicarme.

En el momento de decidir, se me abrió un campo que no conocía, el medio ambiente, del cual conocía muy poco, por lo que me llamo mucho la atención.

Mi interés se enfocó por el desconocimiento del tema en nuestro país, y ahora por las ganas de crear conciencia ambiental, y ser capaz de aportar en el área.

Ahora puedo decir, que en esta carrera encontré las herramientas necesarias para contribuir al desarrollo responsable del cuidado del medio ambiente y que nosotros mismos somos los grandes responsables de los quiebres en los equilibrios de nuestro planeta. El desarrollo de nuestras actividades con lleva una gran generación de desechos de diferentes índoles.

En base a esto es que el presente seminario de título, pretende contribuir a la gestión de un tipo de residuos que a largo plazo pueden producir graves consecuencias, esto por la falta de conocimiento, información y legislación en nuestro país.



Dedicatoria
A mi Familia...

Agradecimientos

Agradezco al Centro de Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile por la gran acogida que me dieron y en especial al Profesor Dr. Raúl Morales Segura por ayudarme, orientarme y alentarme cada vez que conversamos sobre el seminario de título, además le agradezco profundamente a la Sra. Luzmira Carreño por su buena voluntad y paciencia siempre, además por todo el trabajo que realizó para concretar la reunión con empresarios y técnicos del sector refrigeración y climatización.

A cada uno de los empresarios, técnicos del área de refrigeración y climatización que estuvieron dispuestos a ayudarme y dedicarme parte de su tiempo para contarme sus experiencias en el área. Además agradezco específicamente a cada uno de los que integraron la reunión del método de Delphis.

Al Ministerio del Medio Ambiente, en particular a Johanna Arriagada Díaz, Ingeniero Ambiental de la Unidad de Ozono, que pese a la complicación del tema, siempre tuvo la mejor de las disposiciones a poder ayudarme y darme a conocer la información con la que ella contaba.

A mis padres, por todo el esfuerzo que han hecho para darme una buena educación, por la paciencia, apoyo y cariño incondicional que me han entregado. A mi hermano Alvaro, que siempre estuvo dispuesto a ayudarme y escucharme.

A Mauricio Maldonado por su gran apoyo, amor, paciencia y por ser un gran compañero en este proceso.

A Paola Cofré, Manuel Leiva, Richard Toro, Rodrigo Seguel, Mauricio Canales, Carlos Mancilla por sus tiempos, conocimientos y opiniones que me fueron de gran ayuda.

A mis amigos y amigas que han estado junto a mi en este proceso.

Y la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile por enseñarme, acogerme y darme a conocer un mundo nuevo, por darme días de desesperación y días de triunfos, por permitirme soñar cada día más y sobre todo por incentivar me a ser un buen profesional.



Índice de contenidos

I. INTRODUCCION	1
1. Marco Teórico.....	3
1.1. La Química del Ozono	3
1.1.1. Importancia del Ozono (O ₃).....	3
1.1.2. Formación de la Capa de O ₃	6
1.1.3. Destrucción de O ₃	7
1.1.3.1. Radicales de Cloro (ClO _x).....	8
1.1.3.2. La Pérdida del Ozono Polar	11
1.1.3.3. Mecanismo de pérdida de la Capa de Ozono.....	11
1.1.4. Efectos de la Radiación Ultravioleta	17
1.1.4.1. En organismos acuáticos.....	17
1.1.4.2. En plantas terrestres	18
1.1.4.3. En seres humanos.....	18
1.1.4.4. En el ojo humano	19
1.2. Química de los CFC	20
1.2.1. Propiedades de los CFC.....	21
1.2.2. Usos y producción	22
1.3. Estado de Situación internacional	23
1.3.1. Protocolo de Montreal	23
1.4. Objetivos	26
1.4.1. Objetivo general.....	26
1.4.2. Objetivos específicos	26
II. METODOLOGIA	27
2. Marco de Gestión	27
III. RESULTADOS	29
3.1. Situación Internacional.....	29

3.1.1. Canadá	29
3.1.2. Unión Europea	30
3.1.3. México	31
3.1.4. Uruguay	34
3.2. Estado de la Situación Nacional	39
3.2.1. Generalidades.....	39
3.3. Encuesta: Uso de CFC en el sector de Refrigeración y Climatización	49
3.3.1. Resultados Encuesta:	50
3.3.2. Análisis de los resultados de la Encuesta.....	58
3.4. Método de Delphi.....	59
IV. DISCUSION	63
4.1. Vacíos Legales en nuestro país	63
4.2. Proposición del Modelo de Gestión	64
4.2.1. Disposiciones Generales	64
4.2.2. Identificación y Clasificación	66
4.2.3. Generación	66
4.2.4. Almacenamiento	68
4.2.5. Transporte	69
4.2.6. Eliminación.....	71
4.2.7. Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Controlados	76
4.2.8. Sanciones y Procedimientos	77
4.2.9. Disposiciones Complementarias y Referenciales	77
4.3. Estado de Avance en el País en Relación al Modelo Propuesto.....	78
V. CONCLUSIONES.....	80
VI. RECOMENDACIONES	82
VIII ANEXOS	90

Índice de Tablas

Tabla 1. Parámetros medioambientales de algunos CFC.....	21
Tabla 2. Aplicaciones de los CFC.....	22
Tabla 3. Clasificación de SAO.....	24
Tabla 4. Volumen máximo total de importación de SAO	41
Tabla 5. Estado de ratificación de Chile	41
Tabla 6. Proveedores de SAO	43
Tabla 7. Estimación de CFC-12 (2006)	46
Tabla 8. Proyección de CFC-12 (2010)	48
Tabla 9. Toneladas de recuperación, recicladas y recarga de CFC)	48
Tabla 10. Obligaciones de los generadores, transportistas y destinatarios	77
Tabla 11. Tecnologías de destrucción de CFC.....	78

Índice de Figuras

Figura 1. Molécula de Ozono.	4
Figura 2. Capa de Ozono en el perfil de temperatura de la atmósfera	5
Figura 3. Mecanismo de Chapman.....	7
Figura 4. Disminución de la Capa de Ozono en el Polo Sur (1980-2001)	8
Figura 5. Producción Global de CFC durante los años (1950-1992)	9
Figura 6. Evolución histórica del total de Ozono, en la Bahía Halley	11
Figura 7. Distribuciones de la temperatura y la aparición del PSC en cada hemisferio	14
Figura 8. Cronología del agujero de Ozono Antártico	15
Figura 9. Promedio Mensual de la columna de O ₃	17
Figura 10. Moléculas de 2 tipos de CFC	20
Figura 11. Consumo histórico de CFC en México	32
Figura 12. Distribución de escuelas con personal capacitado en México	33
Figura 13. Consumo Inicial SAO Uruguay (1992)	36
Figura 14. Consumo de SAO entre los años 1989 y 2008.....	44
Figuras de la encuesta	
Figura 15. Gráfico de sector de utilización de CFC.....	50
Figura 16. Tiempo en que se dejó de utilizar los CFC.	51
Figura 17. Rubro de los que aun utilizan CFC.....	52
Figura 18. Sistema de gestión de calidad o ambiental de los encuestados	53
Figura 19. Poseen un procedimiento de gestión de desechos de CFC	54
Figura 20. Interesados en implementar un sistema de gestión de desechos de CFC	54
Figura 21. Frecuencia de Fugas de CFC	55
Figura 22. Disposición final de los desechos de CFC	57
Figura 23. Rubro de los encuestados que liberan sus desechos a la atmósfera	58

Resumen

Mediante estudios realizados a nivel troposférico y estratosférico se ha demostrado que la disminución del espesor de la Capa de Ozono a nivel planetario, con sus correspondientes consecuencias de aumento de la radiación ultravioleta, se ha transformado en un proceso cíclico anual y significativo, de particular importancia y principalmente por su magnitud en la Antártica. Dado el impacto que este fenómeno tiene sobre la flora, fauna y la población a nivel mundial, organismos internacionales y la propia ONU iniciaron una serie de acciones que culminaron con el Protocolo de Montreal (1987) y sus medidas consecutivas en materia de Control de los principales agentes químicos causantes de este fenómeno.

Chile no ha estado exento de estas preocupaciones, sumándose a la tarea de contribuir al proceso de recuperación planetario de la Capa de Ozono e implementando programas educativos que, en la práctica, han abierto un espacio a una serie de aspectos normativos vinculados a las prácticas y restricciones que debe tener la manipulación y disposición final de todos aquellos gases de uso industrial que afectan al ozono estratosférico, particularmente los de tipo Clorofluorocarbonos (CFC).

En este seminario de título se realizó un análisis del estado actual en que estos gases forman parte del desarrollo productivo nacional, como también, de sus agentes de distribución y manipulación, disposición final y recambio tecnológico que está teniendo lugar en nuestro país. Todo ello, enfrentado desde la perspectiva ambiental por velar que nuestro país este al día en los compromisos internacionales que este tema requiere. De este modo, ante las carencias existentes, se propondrán elementos necesarios que nos permitan, formular las bases de un Modelo de Gestión Ambiental Integrado para desarrollar seguimientos de distribución, manipulación y disposición final de los compuestos Clorofluorocarbonados que cumplen su ciclo de vida tecnológico en el sector productivo de nuestro país.

Abstract

In studies of tropospheric and stratospheric levels has been shown to decrease the thickness of the Ozone Layer on a global level, with corresponding consequences of increased ultraviolet radiation, has become a significant annual cyclical process, of particular importance and especially for its size in the Antarctic. Given the impact that this phenomenon has on the flora, fauna and people worldwide, international organizations and the UN itself, a series of actions that culminated in the Montreal Protocol (1987) and consecutive measurements on Control main chemical responsible for this phenomenon.

Chile has not been exempt from these concerns, adding to the task of contributing to global recovery process of the Ozone Layer and implementing educational programs, in practice, have opened a space for a number of regulatory issues related to practices and restrictions should be handling and disposal of all those industrial gases affecting the ozone layer, particularly the type Chlorofluorocarbons (CFCs).

In this seminar title is an analysis of current status in that these gases are part of the national productive development, as well as, their distribution agents and handling, disposal and technological change that is taking place in our country. All this from an environmental perspective faced by ensuring that our country is up to date on international commitments that this issue requires. Thus, to fill gaps, propose necessary elements that allow us to formulate the basis of an Integrated Environmental Management Model to develop tracking distribution, handling and disposal of chlorofluorocarbon compounds that meet the technology life cycle in the productive sector of our country.

I. INTRODUCCION

La capa de ozono estratosférica (Fahey, 2002) es trascendental para la vida de nuestro planeta, debido al alto porcentaje de radiación ultravioleta proveniente del sol, que puede absorber. Aun cuando se ha observado una disminución sostenida de ella, desde los años 70, probándose que esta disminución se debe a la emisión de compuestos químicos asociados con contenido de cloro, denominados clorofluorocarbonos (CFC) (Jacob, 1999).

Los CFC surgieron en 1928 como sustancias reemplazantes del amoníaco y dióxido de azufre en los sistemas de refrigeración, además de un amplio espectro de uso industrial. Otra de sus características es su gran estabilidad y bajo costo de producción lo que produjo un aumento masivo de su uso. A partir de 1950, se utilizaron no solo en sistemas de refrigeración sino que también en sistemas de aire acondicionado, en gases propulsores de los aerosoles, en la fabricación de plásticos expansibles los que tienen múltiples usos en la construcción, la industria automotriz y la fabricación de envases, además se utilizaron en la limpieza de componentes electrónicos, esponjas sintéticas, etc.

Paralelamente en estos años se iniciaron diversas investigaciones sobre la atmósfera y la influencia de los CFC en ella. James Lovelock (Lovelock, 1972) inventó un sistema de cromatografía gaseosa con detección por captura de electrones, especialmente diseñado para detección de CFC, permitiendo que otros connotados autores como Mario Molina, Paul Crutzen y Sherwood Rowland (Molina y col., 1974) mediante experimentos singulares llegarán a la conclusión de que éstas sustancias químicas eran las causantes de la destrucción del ozono en la estratósfera.

Los estudios registraron que dada la estabilidad molecular de los CFC, estos eran capaces de llegar hasta la estratósfera, donde la intensa radiación ultravioleta fragmentaba uno de sus enlaces químicos, liberándose un radical cloro ($Cl\cdot$), que era

capáz de capturar un átomo de oxígeno perteneciente a la molécula de ozono (O_3) y convertirlo en oxígeno molecular (O_2).

Por lo tanto el cloro actúa como catalizador y provoca la destrucción en un proceso cíclico. En estas condiciones, se llega a estimar que **un átomo de cloro puede destruir en promedio de hasta 100.000 moléculas de ozono** (EPA, 2010) antes de reaccionar con otra especie que lo neutralice, para así lograr salir de la estratósfera.

Es por todo esto que, a nivel mundial, se han tomado medidas para no continuar utilizando a escala industrial sustancias dañinas para la capa de ozono y, así, en 1987 se firmó el Protocolo de Montreal (UNEP, 2010-11), que señala el compromiso de disminución en la utilización de sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO), en donde no sólo se consideran los CFC, sino que además otros compuestos de impacto similar como el bromuro de metilo y el tetracloruro de carbono, los cuales son tanto o más dañinos que los CFC pero se encuentran en menores concentraciones en la atmósfera.

Entre los más de 140 países que han ratificado el Protocolo y sus posteriores enmiendas, se encuentra nuestro país, él cual no ha estado exento de estas preocupaciones y, a través de diversas iniciativas gubernamentales y legislativas, nos hemos sumado a la tarea de contribuir al proceso de recuperación planetario de la Capa de Ozono, implementando la Ley N° 20.096 (BBCNC, 2006), que establece mecanismos de control aplicables a las sustancias agotadoras de la capa de ozono. Con esta ley se logró cumplir con las metas estipuladas, sin embargo, aspectos educativos esenciales en materia de prácticas y restricciones en la manipulación y disposición final de todos aquellos gases que afectan al ozono estratosférico, particularmente los de tipo CFC, hasta ahora no se han incorporado apropiadamente a la agenda nacional.

Debido a lo anterior es que este Seminario de Título se orienta al **“Manejo Ambiental de CFC y Compromisos Nacionales en la Protección de la Capa de**

Ozono”, a objeto de proponer la realización de un Modelo de Gestión Ambiental Integrado para desarrollar seguimientos de distribución, manipulación y disposición final de los Compuestos CFC, que permitirá contar con una herramienta de orientación para la legislación o normativa ambiental, así como también para las buenas prácticas industriales en producción limpia, de acuerdo a las políticas orientadoras del Protocolo de Montreal y los compromisos de nuestro país en esta materia, de modo de evitar la liberación de estos gases a la atmósfera, que actualmente no están siendo controlados, almacenados ni tratados apropiadamente en su disposición final.

1. Marco Teórico

Desde hace varios años se ha tomado conciencia de la importancia de cuidar el medio ambiente, esto por los diferentes cambios que se han observado a nivel climático, pérdida de biodiversidad, por alteraciones en la genética de especies y por consecuencias en la salud de las personas debido a los contaminantes, entre muchas otras.

Uno de los cambios globales observados es la formación del llamado agujero de la capa de ozono, que corresponde a la disminución por debajo de 220 Unidades Dobson, observadas en septiembre y octubre en la antártica ya que luego se regenera en el periodo de nuestro verano.

Según estudios realizados, se ha descubierto que un aumento en el diámetro del agujero de la capa de ozono y produce un aumento de la cantidad de radiación ultravioleta que llega a la superficie terrestre, lo que trae como consecuencias daños a los ecosistemas a niveles de material orgánico e inorgánico.

1.1. La Química del Ozono

1.1.1. Importancia del Ozono (O₃)

El O₃ es un compuesto en estado gaseoso formado por tres átomos de oxígeno (Figura 1). Forma parte de los gases habituales de la atmósfera, pero en una proporción realmente insignificante en zonas bajas de la atmósfera, más bien, se concentra en la

estratósfera (20-50 kilómetros), esta acumulación de ozono recibe el nombre de capa de ozono (Figura 2).

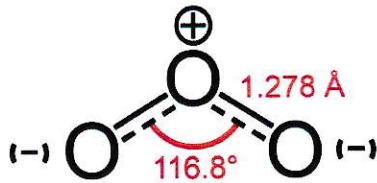


Figura 1. Molécula de ozono.

La presencia de altas concentraciones de O₃ en la llamada capa de ozono de la estratósfera tiene como consecuencia una elevación de la temperatura, generando una capa de inversión térmica que la separa de la tropósfera. Esta capa se produce a través de los procesos fotoquímicos de absorción de la radiación ultravioleta por O₂, por ello la importancia de la capa de ozono, ya que, protege la vida terrestre de los peligrosos rayos ultravioletas. Si ésta capa llegase a desaparecer, la luz ultravioleta del sol esterilizaría la superficie del globo terráqueo y aniquilaría toda la vida terrestre.

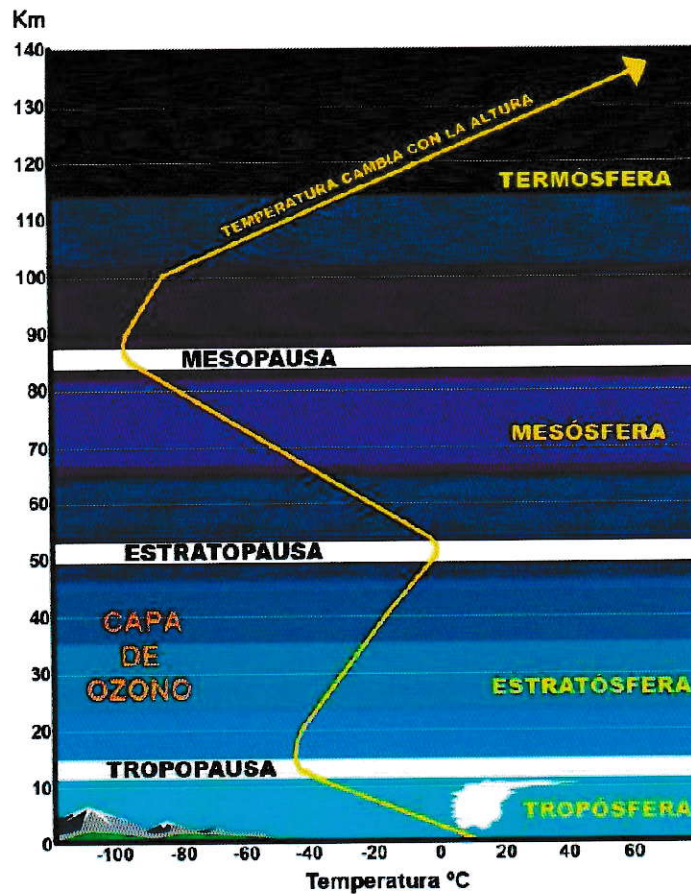


Figura 2. Capa de Ozono en el perfil de temperatura de la atmósfera.

*(Modificado de apuntes "The Structure of the Atmosphere" por Steven C. Wofsy, Abbott Lawrence Rotch, 2006).

Una característica relevante de la Capa de Ozono es que no tiene una distribución uniforme alrededor del planeta (Fahey, 2002), se mide su contenido de ozono en Unidades Dobson (siendo UD= $2,69 \times 10^{16}$ moléculas/cm² ó $2,69 \times 10^{20}$ moléculas/m²), representando 1 UD un espesor de 0,01 mm en condiciones estándar de temperatura y presión.

Según estudios, si se lograra comprimir todo el ozono que se encuentra en la atmósfera, se obtendría una capa de un espesor no superior a 3 mm.

1.1.2. Formación de la Capa de O₃

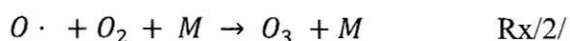
En la década de 1920 se determinó la presencia de la Capa de Ozono a partir de observaciones del espectro UV solar. Una teoría sobre el origen de esta capa fue propuesta en 1930 por el científico británico Sydney Chapman, conocida como el *mecanismo de Chapman* (Seinfeld y col., 2006).

Chapman propone que el O₃ se origina de la fotólisis de O₂ atmosférico, con fotones de longitudes de onda inferior a 240 nm los que están presentes en el espectro solar a gran altura.

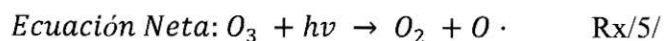
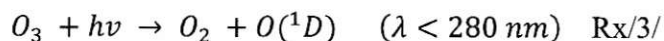
El resultado de la fotólisis de la molécula de O₂ son dos átomos de oxígeno (O·):



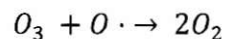
Los átomos de oxígeno están en su estado fundamental de triplete (3P), es decir, son altamente reactivos frente a sus dos electrones desapareados y se combinan rápidamente con oxígeno molecular (O₂) para formar ozono:



Las moléculas de O₃ son fotolizadas con fotones ultravioleta de baja energía, ya que, éstas presentan enlaces más débiles que la molécula de oxígeno:



Donde O (¹D) es el átomo de oxígeno en su estado excitado singulete y que se ha estabilizado con rapidez a O·(3P) por colisión con nitrógeno molecular u oxígeno molecular, y que a su vez éste puede reaccionar con el ozono, formando O₂, es decir:



Rx/6/

En resumen, el mecanismo de Chapman se presenta en el siguiente esquema (Figura 3), que demuestra que hay un ciclo rápido entre $O \cdot$ y O_3 por las reacciones (2) y (3), y un ciclo más lento entre O_2 y $(O + O_3)$ por las reacciones (1) y (4). Debido a los ciclos rápidos entre $O \cdot$ y O_3 , es conveniente referirse a la suma de los dos como una familia química, oxígeno impar ($O_x \equiv O_3 + O$), que es producido por (1) y consumido por (4).

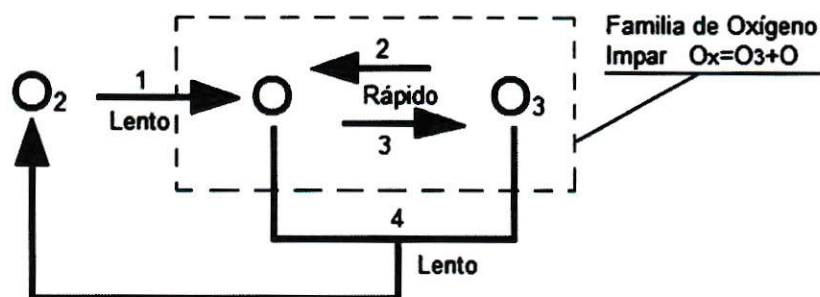


Figura 3. Mecanismo de Chapman.
(Modificado de "Introduction to Atmospheric Chemistry, by Daniel J. Jacob, Princeton University Press, 1999, pág 157)

1.1.3. Destrucción de O_3

En la década de 1970, los científicos realizaron estudios y observaron un agujero temporal sobre la Antártida durante varios meses en el hemisferio sur. De acuerdo a las investigaciones posteriores, se descubrió que la capa de ozono se ve amenazada por la presencia de algunas sustancias químicas que se encuentran en la atmósfera como resultado de las actividades humanas (Figura 4). Una de las principales especies contaminantes son los clorofluorocarbonos, compuestos que contienen carbono, flúor y cloro, también llamados CFC.

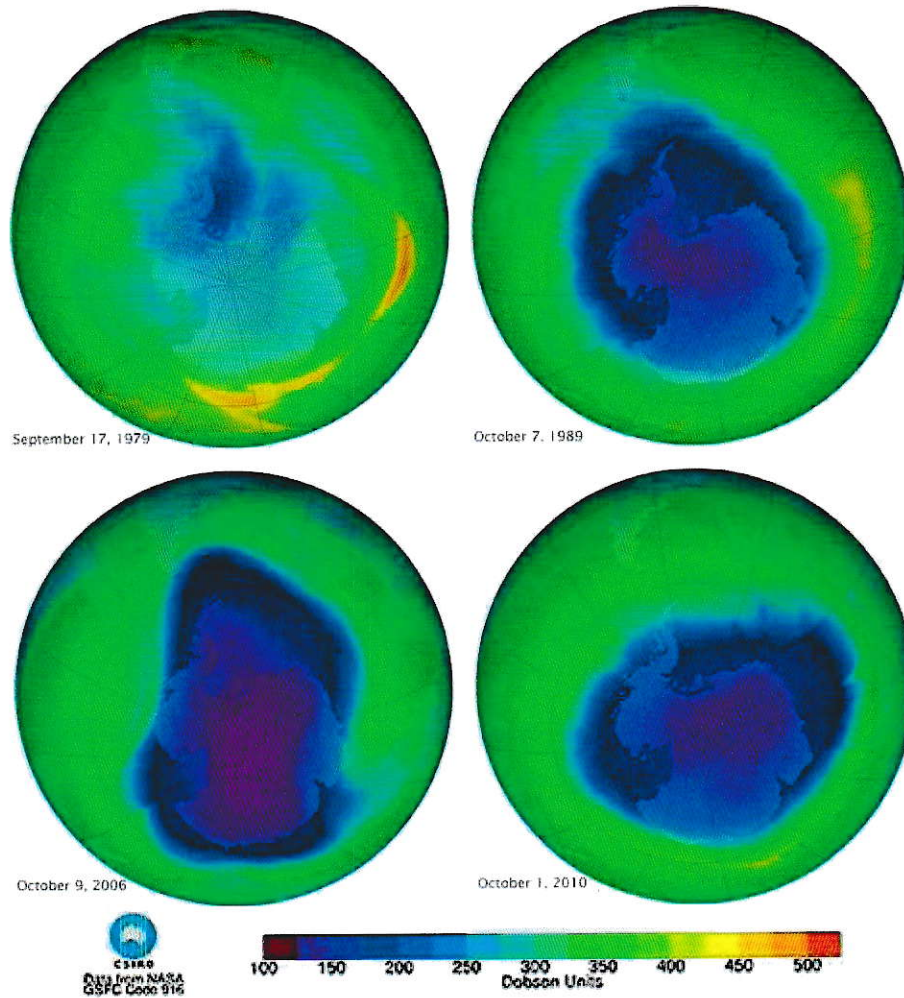


Figura 4. Disminución de la capa de ozono, mediciones realizadas en el Polo Sur en los años 1980 a 2001.
(Tomada de NASA/Goddard Space Flight Center)

1.1.3.1. Radicales de Cloro (ClO_x)

En 1974, Mario Molina y Sherwood Rowland (Molina y col., 1974) señalaron la posibilidad de una pérdida de O_3 asociada al aumento de las concentraciones de CFC en la atmósfera. Como se mencionó anteriormente, estos gases tienen un origen antropogénico masificado en la década de 1930 y su uso se incrementó rápidamente en las décadas siguientes. Durante los años 1960 y 1980, sus concentraciones atmosféricas

aumentaron un 4,2% por año. Posteriormente con la investigación y tratados, su producción comenzó su baja en los años 1990 aproximadamente (Figura 5.).

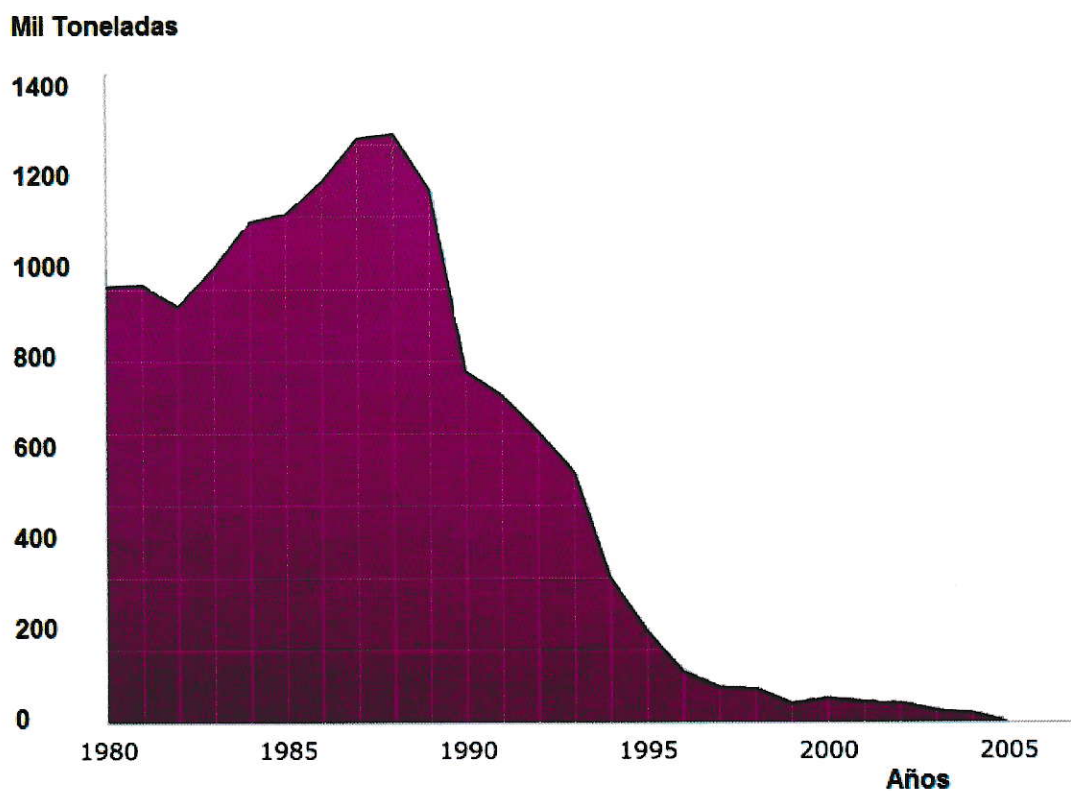
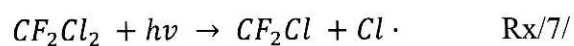


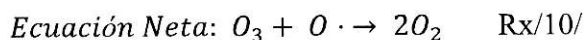
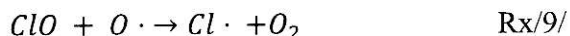
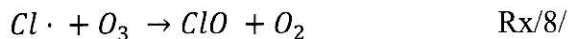
Figura 5. Producción Global de CFC durante los años 1980-2005.

(Tomada y modificada de PNUMA/ GRID- Arendal, environmental knowlegde for change).

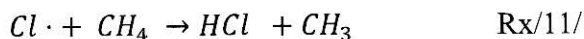
Las moléculas de los CFC son inertes en la tropósfera, por lo que son transportadas a la estratósfera, donde se fotolizan para liberar átomos de cloro. Es el caso del CFC-12 (CF_2Cl_2), al estar en contacto con la radiación, se produce la liberación de un átomo de cloro (Seinfeld y col., 2006):



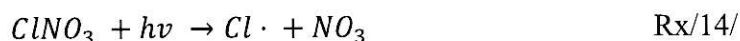
Los átomos de Cl reaccionan con el O₃, produciendo óxido de cloro (ClO), el cual vuelve a reaccionar con los radicales de oxígeno:



El ciclo catalítico se termina cuando el átomo de cloro logra la conversión de ClO a HCl y ClNO₃:



La vida útil de HCl es usualmente de un par de semanas y la de ClNO₃ es del orden del día. Formándose nuevamente radicales Cl·:



Molina y Rowland advirtieron que la pérdida de O₃ por la presencia y aumento en las concentraciones de CFC, se convertiría en una amenaza significativa para la capa de O₃. Esta advertencia tomo fuerza cuando se descubrió, una década después, a través de evidencia experimental (Figura 6), el agravado estado del agujero de ozono antártico (Jacob, 1999). En la Figura 6. se muestra la evolución histórica de O₃ desde 1979 hasta el 2011, donde se observa una disminución abrupta hasta aproximadamente 1990, luego se producen fluctuaciones más o menos constantes. Lo que llevó a una serie de acuerdos internacionales, como el Protocolo de Montreal en 1987, que finalmente concluyó en la recomendación de disminuir la producción de CFC a partir de 1996.

Por este trabajo Molina y Rowland y con otros estudios desarrollados e paralelo por Paul Crutzen, los 3 recibieron el Premio Nobel de Química, en 1995.

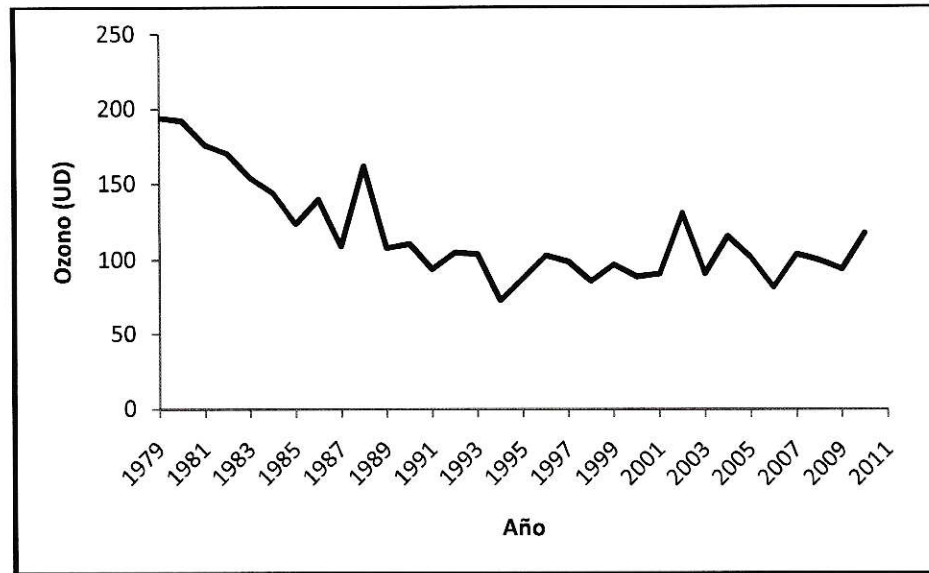


Figura 6. Evolución histórica del total de ozono, medido espectroscópicamente en la Bahía Halley.

(Gráfico de información obtenida en <http://www.theozonhole.com/ozonholehistory.htm>)

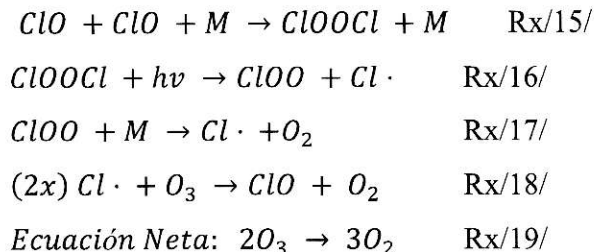
1.1.3.2. La Pérdida del Ozono Polar

En 1985, científicos británicos dieron a conocer información sobre la drástica disminución de O_3 estratosférico en primavera en una columna de aire atmosférico de la estación en la Bahía Halley (Jacob, 1999), proceso que estaba ocurriendo desde la década de 1980 (Figura 6), el que se limitaba a los meses de primavera (septiembre-noviembre) y no se observaba alguna disminución en otras estaciones del año.

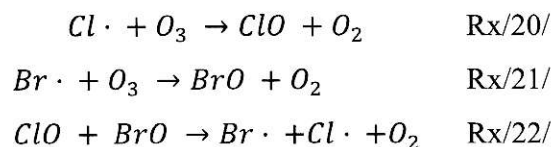
1.1.3.3. Mecanismo de pérdida de la Capa de Ozono

Tras varias investigaciones y mediciones a finales de 1980, se demostró que el agotamiento de O_3 está asociado a la concentración de ClO (Spiro, 1996), ya que altas

concentraciones de ClO, forman un ciclo catalítico de auto-reacción del dióxido de cloro, el cual, explicaría la mayor parte de la disminución observada del O₃ antártico:

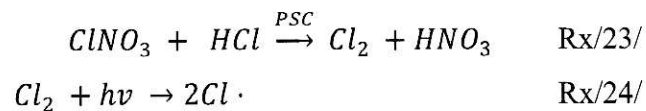


Se descubrió otro ciclo catalítico importante en el agotamiento de O₃ durante la primavera antártica, este implica radicales de Bromo (Br), producidos en la estratósfera por fotólisis y oxidación de Bromo antropogénico contenido en gases como el CH₃Br.



De acuerdo con los modelos actuales, el mecanismo de ClO + ClO explica alrededor del 70% de la pérdida total de O₃ en el agujero de ozono antártico, y el restante 30% se explica por el mecanismo BrO + ClO.

Lo extraño resulta ser, el por qué las concentraciones de dióxido de cloro en la Antártida son tan elevadas. De acuerdo a una investigación realizada en la década de 1990, se demostró el papel fundamental de la baja temperatura en las reacciones estratosféricas, ya que, las temperaturas en la estratósfera antártica durante el invierno son lo suficientemente frías para provocar la formación de nubes persistentes como el hielo en la parte inferior de la estratósfera, llamadas nubes estratosféricas polares (Jacob, 1999) (Polar stratospheric clouds, PSC). Las partículas de las PSC proporcionan superficies para la conversión de HCl y ClONO₂ (ClO_x) a Cl₂, que rápidamente en primavera se fotoliza para producir Cl·, él que destruye el O₃:



La primera reacción se produce rápidamente, pero esto no sólo sucede en las superficies del PSC, sino también en las superficies del HNO₃ acuoso presente en la estratósfera cuando las temperaturas caen a los valores (por debajo de 200 K). Por lo tanto, las PSC desempeñan un papel fundamental en el desarrollo del agujero de O₃, proporcionando un mecanismo de desnitrificación de la atmósfera.

La formación de las nubes estratosféricas polares (PSC), se produce cuando las temperaturas caen por debajo de 190 K. Aunque investigaciones muestran que las PSC comienzan a formarse a una temperatura más alta, alrededor de 197 K (Figura 7), y este umbral de temperatura es responsable de la gran extensión del agujero de O₃. La figura 7. muestra las distribuciones de la temperatura en ambos polos, observándose que existe un promedio de temperatura menor en el polo sur, lo que produce una mayor aparición de PSC en el invierno. Es por ello que el agujero de la capa de ozono se observa en el Polo Sur y no así en el Polo Norte.

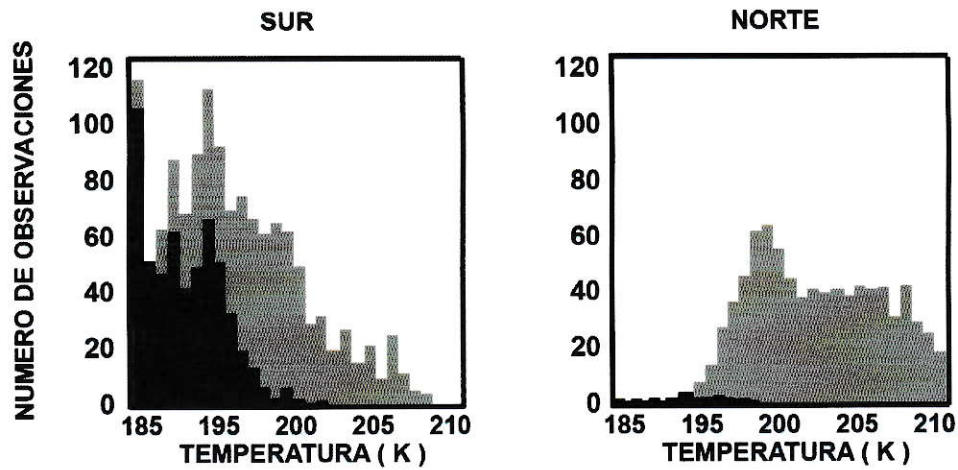


Figura 7. Distribuciones de la temperatura (barras grises) y la aparición del PSC (barras negras) en el invierno la estratosfera inferior de cada hemisferio en la latitud 65°-80°.

(Traducido de "Introduction to Atmospheric Chemistry, by Daniel J. Jacob, Princeton University Press, 1999, pág 184)

A causa de lo anterior, el agujero de la capa de ozono antártico sigue la siguiente cronología (Figura 8). La figura muestra que se produce la formación del vórtice antártico en el otoño austral (mayo), que corresponde a la masa de aire antártico aislado en invierno, debido a la fuerte circulación circumpolar.

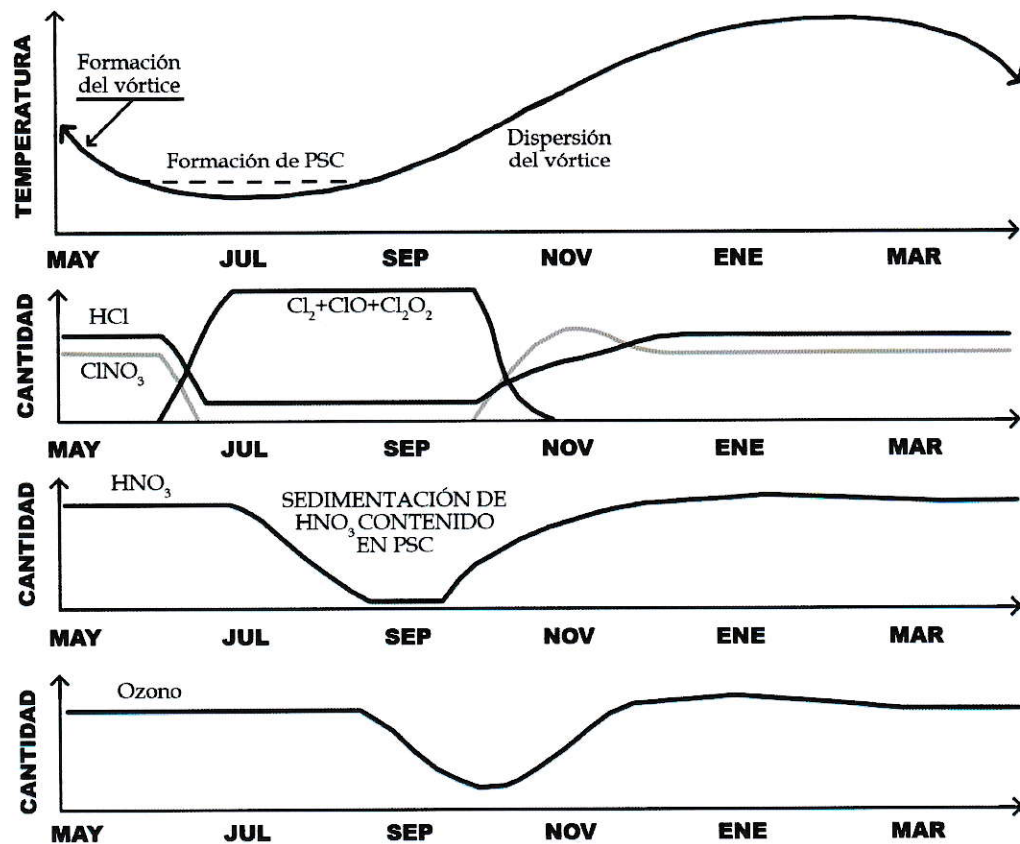
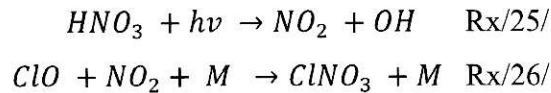


Figura 8. Cronología del agujero de ozono antártico.

(Traducido y completado desde referencia de sitio web: www.theozonehole.com)

En junio, las temperaturas en el vórtice antártico disminuyen, permitiendo la formación de PSC, que a continuación convierten el HCl y ClNO₃ en átomos de cloro. En el invierno, sin embargo, la pérdida de O₃ se ve limitada por la falta de radiación solar para fotólisis del dímero ClOOCl. El agotamiento significativo de O₃ sólo comienza en septiembre, cuando hay luz suficiente para la fotólisis de ClOOCl.

En septiembre, las temperaturas han aumentado lo suficiente para que las PSC comiencen a evaporarse. Entonces se podría esperar que el HNO₃ en el vórtice fuera barrido por ClO_x, suprimiendo la pérdida de O₃.



Sin embargo esta eliminación de ClO_x resulta ser ineficiente, porque las concentraciones de HNO_3 en el vórtice antártico en primavera son muy bajas. Por lo tanto, el agotamiento de HNO_3 en la estratósfera antártica es causado por la sedimentación de las partículas HNO_3 que se encuentran contenidas en las PSC en el transcurso del invierno, aunque todavía no se comprende cómo las PSC crecen a tamaños lo suficientemente grandes para someterse a la sedimentación.

Las observaciones indican que la estratósfera de la Antártica se ha enfriado en los últimos años. Una explicación propuesta para el enfriamiento es el aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero, estos gases en la estratósfera tienen un efecto de enfriamiento neto (Jacob, 1999) (en contraste con la tropósfera), ya que irradian el calor generado por la absorción de radiación UV por O_3 , generando un enfriamiento en la estratósfera antártica, que en las próximas décadas podría causar un mayor desarrollo del "agujero de la capa de ozono en la Antártica", aun cuando los niveles de cloro disminuyan debido a la prohibición de los CFC.

Estudios realizados recientemente durante el 2010 y 2011 en la zona central de nuestro país, específicamente en Los Andes y Rancagua, “permiten constatar que la columna de ozono alcanza un mínimo durante los meses de enero y febrero, correspondiente a 207 y 202 UD respectivamente” (Seguel, 2011), como se muestra en la figura 9.

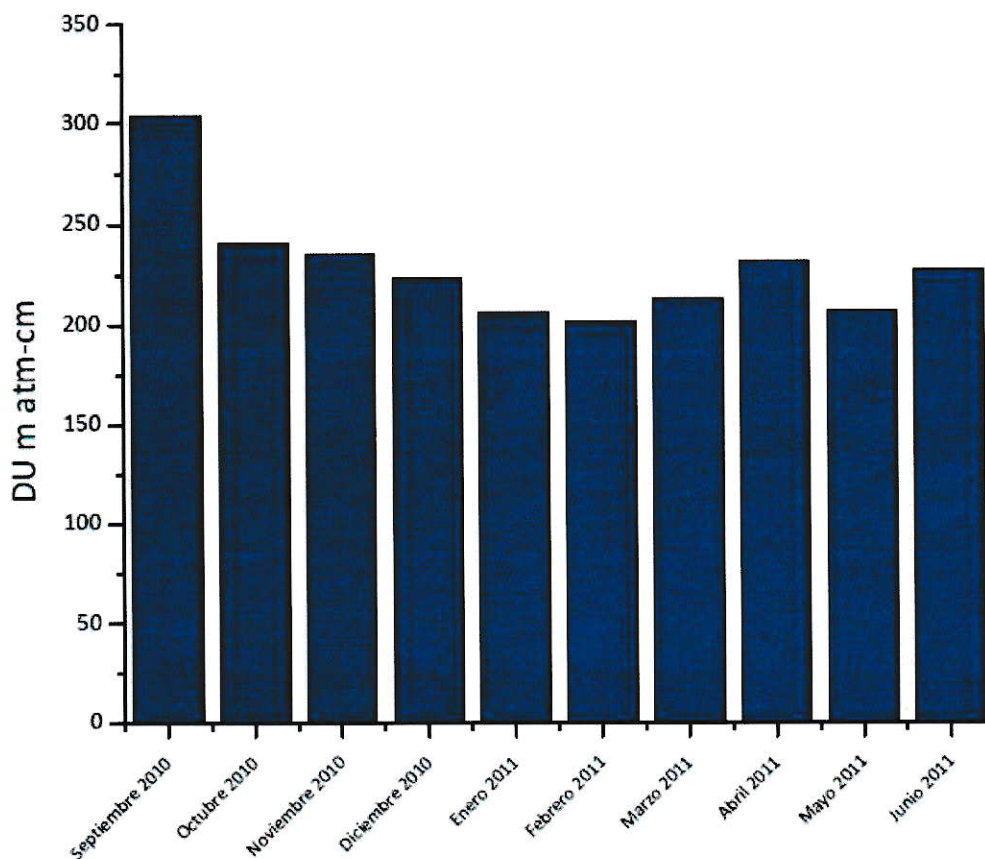


Figura 9. Promedio mensual de la columna de ozono determinada a través de ozonosondas. Los lanzamientos fueron realizados entre la latitud 32,8° (Los Andes) y 34,2° (Rancagua).

(Extraído de “Perfil de Ozono en Chile Central”, CENMA y Universidad de Chile, 2011).

1.1.4. Efectos de la Radiación Ultravioleta

1.1.4.1. En organismos acuáticos

El efecto más significativo, se ha observado en el fitoplancton, que expuesto a ambientes de alta radiación UV muestra un descenso en su movilidad e inhibición de sus respuestas fototácticas y fotofóbicas. En zonas donde la capa de ozono se ha reducido

hasta un 25% se ha observado una disminución de la fotosíntesis realizada por el fitoplancton hasta de un 35% (EO, 2011).

En el zooplancton se ha observado una importante disminución en su capacidad reproductiva.

La disminución del plancton tiene efectos inmediatos en las demás poblaciones que habitan los mares ya que constituye el primer nivel trófico del que todos dependen.

1.1.4.2. En plantas terrestres

Las plantas manifiestan respuestas bioquímicas, fisiológicas, morfológicas y anatómicas a la exposición de radiaciones (EO, 2011). La radiación UV produce efectos en el crecimiento lo que conlleva la disminución en la superficie foliar y la disminución en la capacidad para utilizar la radiación solar en la fotosíntesis.

Los efectos de la radiación UV sumados a otros factores de estrés como la falta de agua, la deficiencia mineral y el incremento del CO₂ en el ambiente producen cuadros importantes de deterioro en los vegetales.

Esto se ha demostrado en estudios nacionales como por ejemplo en “Efecto de la radiación UV-B en plantas” (Carrasco, 2009).

1.1.4.3. En seres humanos

Por la capacidad de penetración de la radiación UV, los principales efectos de exposición a ella se limitan a las reacciones manifestadas por la piel y los ojos. La penetración en la piel puede superar su grosor y en los ojos los rayos UV son absorbidos por la córnea y el cristalino antes de poder llegar a la retina (EPA, 2011)

En la piel pueden reconocerse dos tipos de reacciones generadas por la radiación: agudas y crónicas. Las reacciones agudas aparecen rápidamente y en general, son de

corta duración. Entre ellas se pueden mencionar las quemaduras, el bronceado y la producción de vitamina D.

Las reacciones crónicas aparecen lenta y gradualmente, y son de larga duración. Entre ellas se encuentra el envejecimiento prematuro y el cáncer de la piel, producidos por exposiciones prolongadas a la radiación.

Las quemaduras o eritema son lesiones agudas provocadas por una exposición intensa a radiaciones UV. El enrojecimiento es la respuesta al incremento de la circulación en la piel y la dilatación de los capilares superficiales de la dermis. Una sobreexposición puede producir edemas, mutaciones, y la descamación de la piel en unos cuantos días.

Todo esto se ha demostrado por estudios realizados por la Corporación Nacional del Cáncer (CONAC), que certifica que la tasa de melanoma maligno se incrementó en los habitantes de Santiago en un 158 por ciento desde 1992 a 1998 y que en la II Región, la mortalidad por cáncer a la piel es de 3,7 por cada 100 mil habitantes, superando largamente la tasa de la Región Metropolitana, que alcanza a 1,04 personas por cada 100 mil habitantes.

CONAC además dice que “en Chile la situación es grave, pues se calcula que 10 de cada 100 mil chilenos padece de cáncer de piel. Para los niños el cuadro es más crítico por cuanto se estima que el riesgo a lo largo de su vida se incrementa del 10% al 16%, debido a que los efectos provocados por el sol son acumulativos y pueden tardar hasta 20 años en manifestarse. Los jóvenes en tanto, muchos de ellos asiduos a los “bronceados fascinantes”, son también susceptibles, con un aumento anual del cáncer de piel en ese rango etario del 12 al 20%”.

1.1.4.4. En el ojo humano

Se considera que la fotoqueratitis o quemadura ocasionada por la luz es una consecuencia a la exposición de los rayos UV. Este tipo de lesión es frecuente en

personas expuestas intensamente a radiación o reflejo en zonas desérticas y mayor en regiones nevadas.

Los trabajadores que se desempeñan en espacios abiertos triplican el riesgo para desarrollar carnosidades en la córnea, y tienen mucho mayor riesgo de formar depósitos de proteínas en forma de gota en la córnea. La presencia de cierto tipo de cataratas también ha sido asociada a la exposición de la radiación UV (EPA, 2011).

1.2. Química de los CFC

Los clorofluorocarbonos (CFC) son un grupo de compuestos químicos derivados de los hidrocarburos saturados, con la sustitución de átomos de hidrogeno por átomos de flúor y cloro (Figura 10). Su origen es netamente antropogénico.

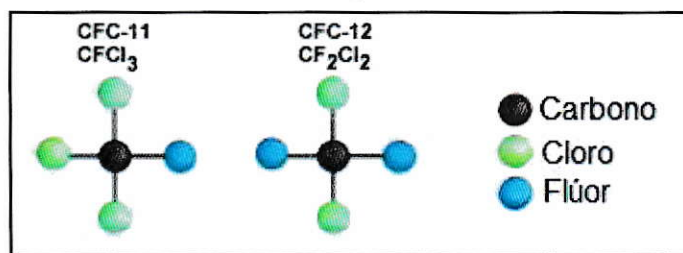


Figura 10. Moléculas de 2 tipos de CFC.

La nomenclatura de los CFC, está definida internacionalmente por la EPA (EPA, 2010).

El sistema de nomenclatura consiste en "prefijo-01234a", donde:

- 0 = Número de dobles enlaces. (Se omite si es cero).
- 1 = Número de átomos de carbono - 1. (Se omite si es cero)
- 2 = Átomos de hidrógeno + 1
- 3 = Átomos de flúor

4 = Átomos de cloro reemplazados por átomos de bromo (se le añade el prefijo B). (Se omite si es cero).

a = Letra o letras añadidas para identificar los isómeros.

1.2.1. Propiedades de los CFC

Estos compuestos son muy estables cuando se emiten a la atmósfera, tienen una vida media superior a los 100 años, además son incoloros, inodoros, inocuos, incombustibles y están catalogados como un “gas con efecto invernadero” ya que absorben el calor de la atmósfera, enviando parte del calor absorbido de regreso a la superficie del planeta y contribuyendo a su calentamiento.

En la tabla siguiente (Tabla 1) se muestran distintos parámetros medioambientales para algunos CFC.

Tabla 1. Parámetros medioambientales de algunos CFC

Compuestos	Vida media ^a (a)	ODP ^b	GWP ^c (100a)	Control ^d
CFC-11 (CCl ₃ F)	50	1.0	3800	M
CFC-12 (CCl ₂ F ₂)	102	0.82	8100	M
CFC-114 (CClF ₂ CClF ₂)	300	0.85	9200	M
CFC-115 (CClF ₂ CF ₃)	1700	0.4	9300	M

^a basado en la reacción con OH en la troposfera; ^b relativo a ODP de CFC-11 = 1.0; ^c relativo a CO₂ = 1.0; ^d protocolo que regula el control (M= Montreal, K= Kyoto). Fuente: UNEP 1999

Con el fin de cuantificar el efecto de cada una de las sustancias que potencialmente podrían destruir la capa de ozono, se creó un índice que estimara todos los factores que afectan a su actividad en la estratosfera (vida media, degradación fotoquímica en las capas bajas de la atmósfera, velocidad de fotólisis por radiación UV, etc.). A este índice,

llamado ODP (*ozone depleting potential*), le fue asignado un valor de 1,0 para todos los CFCs y HCFCs en la conferencia de Montreal (1987), esperando estudios posteriores que estimaran con más precisión este parámetro, y que han sido corregidos a medida que se desarrollaban las investigaciones.

1.2.2. Usos y producción

El uso de estos compuestos principalmente tiene finalidad industrial, en la Tabla 2, se presentan algunos CFC en diferentes aplicaciones.

Tabla 2. Aplicación de los CFC

Aplicación	CFC utilizado
Refrigeración	CCl_2F_2
	CCl_3F
Agentes espumantes	CFCl_3
	CCl_3F
Agentes de limpieza	$\text{CF}_2\text{ClCFCl}_2$
Inhaladores	CCl_2F_2

Una de las razones importantes a la hora de la elaboración de estos compuestos, fue el bajo costo de producción comparada con otros gases que se utilizaban para los equipos de refrigeración (ESST, 2006).

Desafortunadamente, en 1973 se descubrió que estas moléculas se acumulaban en la atmósfera sin descomponerse y terminaban viajando a zonas más altas, donde por la acción de la radiación solar, se descomponían y se producía la liberación de átomos de cloro, alterando la proporción de ozono en la estratósfera y disminuyendo la protección que recibimos de la atmósfera.

Dentro de la estratósfera la mezcla es muy acentuada a causa de las fuertes corrientes horizontales de aire que llegan a alcanzar frecuentemente los 200 Km/hr. y la considerable mezcla vertical. Los movimientos horizontales facilitan el viaje de este tipo de sustancias a través de todo el globo terráqueo con gran rapidez.

1.3. Estado de Situación internacional

Con el fin de reducir el adelgazamiento de la capa de ozono, la comunidad internacional diseñó un mecanismo para detener la liberación de sustancias responsables de su destrucción. Así nació, la "Convención de Viena para la protección de la capa de ozono", luego se complementó con el "Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono" y sus posteriores enmiendas: Londres (1990), Copenhague (1992), Viena (1995), Montreal (1997), Beijing (1999) (UNEP, 2004)

El Protocolo tiene un Fondo Multilateral (FMPM) para ayudar a los países en desarrollo para que puedan cumplir con sus obligaciones derivadas de este acuerdo internacional. Lo que busca este acuerdo ambiental es el control, inmovilización, reducción y eliminación progresiva del consumo de las sustancias destructoras del ozono.

1.3.1. Protocolo de Montreal

El Protocolo de Montreal (PM) (UNEP, 2006), consiste en un tratado internacional diseñado para proteger la capa de ozono, que reduce la producción y consumo de numerosas sustancias que reaccionan con el ozono y son responsables del agotamiento de la capa de ozono. El acuerdo fue firmado el 16 de septiembre de 1987 y entró en vigor el 1º de enero de 1989. Desde ese entonces ha experimentado cinco revisiones a través de las enmiendas (Londres, Copenhague, Viena, Montreal y Beijing).

El enfoque de este tratado va en la progresiva eliminación de las emisiones mundiales de sustancias que agotan el ozono (SAO) y corresponden a los CFC, halones,

tetracloruro de carbono, HCFC, metilcloroformo, metilbromuro, entre otros. Los halones son productos químicos halogenados que tienen la capacidad de extinguir el fuego mediante la captura de los radicales libres que se generan en la combustión, están formados por bromo, flúor y carbono. El tetracloruro de carbono (CCl₄) es un compuesto químico sintético, organoclorado, no inflamable, antiguamente utilizado como extintor y en la producción de refrigerantes, pero actualmente abandonado debido a su toxicidad. Los HCFC corresponden a los hidroclorofluorocarburos, que son compuestos formados por átomos de cloro, flúor, hidrogeno y carbono. El metilcloroformo (CH₃CCl₃) es un compuesto muy usado para la limpieza de metales. El bormuro de metilo (CH₃Br) es un pesticida muy eficaz que se usa para fumigar suelos y en muchos cultivos.

Estas SAO, se han clasificado en anexos y grupos, de la siguiente manera (Tabla 3):

Tabla 3. Clasificación de SAO

Anexo	Grupo	Tipo compuesto	Utilización
A	I	CFC	Refrigerantes y fabricación de espumas
	II	Halones	Extintores
B	II	Tetracloruro de carbono	Disolvente
	III	Metilcloroformo	Solvente
C	I	HCFC	Sustancias de transición
E	I	Bromuro de metilo	Pesticidas para uso agrícola

Se acordó definir cronogramas y metas diferentes según se trate de países en proceso de desarrollo o ya desarrollados; en el artículo 5 del Protocolo aparece la clasificación de los países según su consumo per cápita de estas sustancias.

Países como Chile, con una tasa de consumo inferior a 0,3 kg/ hab presentan un plazo de 10 años más, en comparación con aquellos países en desarrollo, para el cumplimiento de sus obligaciones con el Protocolo, y también tienen derecho a acceder a recursos del Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal para la ejecución de proyectos y actividades diseñadas para reducir y eliminar el uso de las SAO.

En el protocolo se estipula (UNEP, 2006):

- Los 145 países que operan al amparo del art. 5 no pueden aumentar su tasa de consumo dentro de los próximos años, y cesará su consumo de las sustancias mencionadas en el Anexo A, grupos I y II, y el anexo B, el grupo II, a partir del año 2010.

- En el caso de las sustancias mencionadas en el anexo B, grupo III, y anexo E, dejarán su consumo a partir del 1 de enero 2015.

- Estas sustancias agotadoras de ozono pueden ser utilizadas solo para propósitos esenciales, cuando no hay sustitutos para ellas en el mercado, y por periodos limitados de tiempo.

- En cuanto a los HCFC, sustancias con menor poder de agotamiento de ozono, que figuran en el Anexo C, el calendario de reducción se ha ajustado recientemente con el fin de establecer la línea de base en los años 2009 y 2010, es decir, su reducción se pondría en marcha a partir del año 2013, y así se lograría su erradicación total para el año 2030.

Desde que el Protocolo de Montreal entró en efecto, las concentraciones atmosféricas de los CFC más importantes y los hidrocarburos clorados se han estabilizado y/o se han reducido. La concentración de los HCFC han aumentado significativamente, en gran parte debido a los múltiples usos en los que reemplazan a los CFC.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo general:

- Formular las bases de un Modelo de Gestión Ambiental Integrado para desarrollar seguimientos de distribución, manipulación y disposición final de los compuestos clorofluorocarbonos que cumplen su ciclo de vida tecnológico en nuestro país.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Analizar el actual estado normativo de Chile en esta materia ambiental y las acciones que ha desarrollado en los últimos años respecto de las metas estipuladas en el Protocolo de Montreal.

- Analizar los planes de manejo para distribución, manipulación y disposición final de CFC realizados en países que estén catalogados como países desarrollados.

- Presentar un Modelo de Gestión Ambiental Integrado para desarrollar seguimientos de distribución, manipulación y disposición final de los compuestos Clorofluorocarbonos que cumplen su ciclo de vida tecnológico en nuestro país.

II. METODOLOGIA

2. Marco de Gestión

La metodología se centra en cuatro áreas de investigación:

- Marco Normativo
- Manejo y Distribución
- Entrevistas y Encuestas
- Método de Delphis

Como primera parte se realizan búsquedas bibliográficas de principales materias del tema. Luego hace una búsqueda bibliográfica de la situación nacional, indagando sobre programas nacionales sobre el tema, incluyendo leyes y normativa al respecto.

Posteriormente se realizan búsquedas bibliográficas de aspecto normativo internacional referente al tema. Se averigua sobre manejo y distribución de residuos de gases refrigerantes en países mas desarrollados en el tema.

Subsiguientemente se analizan bases de datos y se confrontan informaciones provenientes de diferentes entidades gubernamentales nacionales e internacionales, como Ministerios del Medio ambiente y Salud, Sistema Nacional de Información Ambiental, PNUMA, etc.

Para averiguar sobre la situación actual, uso distribución y manejo de residuos de gases refrigerantes con CFC en nuestro país, se recogen antecedentes obtenidos en visitas a terreno, sobre la base de entrevistas a profesionales y entidades que hacen uso de materiales que afectan la capa de ozono, desarrollandose una encuesta tipo la que permitió recoger información.

Se desarrolla una base de datos que permite recoger información sobre el uso de CFC en nuestro país, y se realiza un catastro del material CFC estimado existente en

diferentes rubros del sector productivo nacional, lo que permite apoyar mejor el modelo de gestión.

Para finalizar, se realiza un análisis grupal que permite determinar e identificar elementos consecutivos que dan pie a las bases de un modelo de gestión integrado, Método Delphis, para lo cual se invita a profesionales que están asociados al uso de CFC o sus correspondientes sustancias alternativas y quienes han realizado estudios asociados al tema de ozono troposférico y estratosférico.

III. RESULTADOS

3.1. Situación Internacional

A nivel mundial se tomaron medidas paliativas con el fin de reducir el uso y manipulación de SAO. A continuación se presentan la situación actual de algunos países del continente y de la Unión Europea, con el fin exponer el estado de avance con respecto a los compromisos firmados en esta materia.

3.1.1. Canadá

Canadá ha tenido significativos progresos a nivel de reducción de SAO, esto a través, de medidas de control aplicadas por cada provincia y gobernantes federales, además de acciones voluntarias por parte de la industria con respecto al cambio tecnológico.

En 1992, se formuló un informe que desarrolla un plan de recuperación, reciclaje, y rescate de los CFC para su posterior reutilización, que asegurara que el mercado de estos compuestos no entren a la atmósfera. En el informe también se presenta la necesidad de recuperar los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) para su reutilización.

Este trabajo se llama “Plan Nacional de acción para la recuperación, reciclaje y rescate de los clorofluorocarbonos (CFC)”, donde algunas acciones consistían en:

- Crear incentivos para recuperar y reciclar los CFC,
- Realizar un sistema de seguimiento para el movimiento y uso de materiales recuperados, crear normas y códigos de prácticas en materia de controles de emisión.
- Mejorar la educación e información sobre estas sustancias,
- Desarrollar políticas y estrategias de planificación de los propietarios de edificios importantes,
- Desarrollar un plan de acción para la destrucción de los CFC en el momento oportuno para complementar esta recuperación y reciclaje.

La destrucción de los gases clorofluorocarbonos se realiza solo para aquellos compuestos que son demasiados contaminantes para su reciclaje o que ya no son necesarios debidos a sus sustitutos en el mercado.

Posteriormente dentro del marco normativo e institucional se creó un reglamento para las sustancias que agotan el ozono, en 1998, llamado “*depleting Substances Regulations*, (ODSR 1998)”.

En el año 2003, se hicieron regulaciones federales de halocarbonos (*Federal Halocarbon Regulations, 2003* (FHR 2003)), que van dirigidas específicamente al área de refrigeración de los sistemas de aire, extintores de incendios y sistemas de disolvente diseñados para contener los halocarbonos.

En Canadá las provinciales territoriales han complementado las regulaciones federales, siendo estas las responsables de la venta, manipulación, uso, recuperación y reciclado de sustancias destructoras del ozono. Además todas las provincias canadienses han aplicado la **legislación obligatoria** para la recuperación y el reciclado de sustancias destructoras del ozono.

Por otro lado, a través del programa bilateral, en el marco del Protocolo de Montreal, Canadá ha contribuido a importantes resultados: más de 400.000 toneladas de SAO eliminadas en los países en desarrollo en el marco del Fondo Multilateral; más de 30 proyectos bilaterales ejecutados por Environment Canada en distintos países (CCME, 1992).

3.1.2. Unión Europea

En el marco normativo la Unión Europea implementó dos reglamentos relativos a las SAO:

- Reglamento (CE) nº 3093/94 del Consejo, de 15 de diciembre de 1994, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono.

- Reglamento (CE) No 2037/2000 Del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de junio de 2000, sobre las sustancias que agotan la capa de ozono.

Las metas de 1996 de la UE con respecto a la eliminación de CFC se han cumplido, solo sigue vigente el objetivo de reducir el nivel de HCFC, con vistas a su prohibición total en 2030. La Unión Europea posee una planta de destrucción para estos gases en Alemania (ECCA, 2007).

3.1.3. México

En la actualidad México ha reducido el consumo de CFC en 87% en relación a el consumo presentado en 1992 gracias a la implementación de más de 100 proyectos en los sectores de refrigeración industrial y doméstica, espumas, aerosoles, sistemas de enfriamiento centrífugo, halones, asistencia técnica y capacitación, entre otros, para reducir su consumo de SAO (SISSACO, 2006) (Figura 11).

Asimismo, desde 1990, los productos en aerosol distribuidos en México utilizan propelentes alternativos, y a partir de 1997, todos los refrigeradores domésticos y comerciales producidos en este país se encuentran libres de CFC.

Gracias a la ejecución de proyectos en los sectores de solventes y espumas de poliuretano, a partir de 2005 se eliminaron el uso de CFC en ambos sectores.

Desde diciembre de 2004, se encuentra en operación el Banco de halones Mexicano, que propicia el reciclaje y reutilización de halones en sistemas de control de incendios que no tengan otra alternativa.

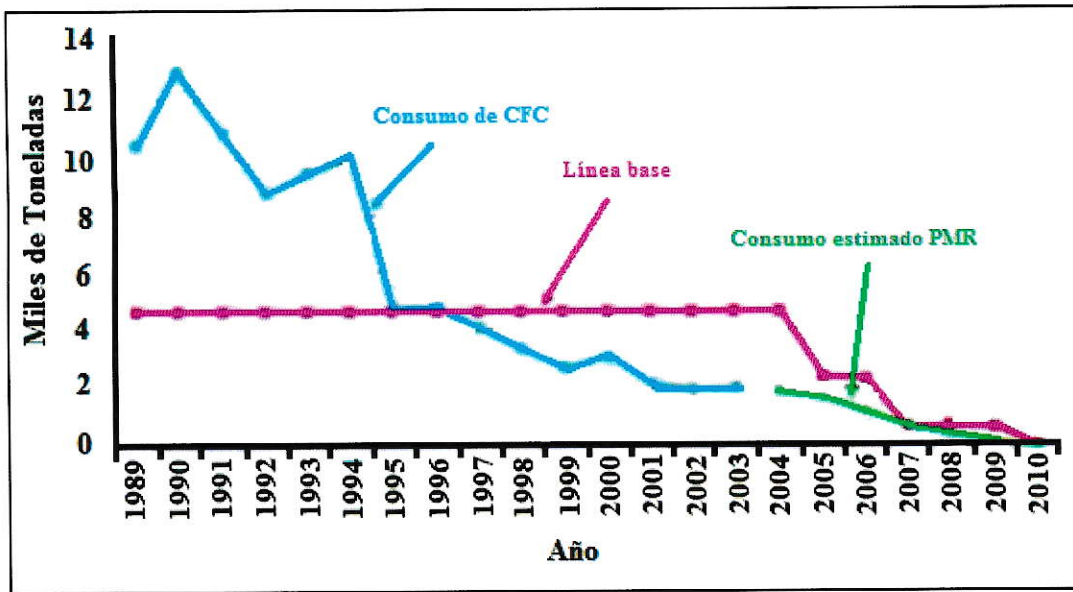


Figura 11. Consumo histórico de CFC en México.

(Extraído de SEMARNAT)

México realizó un Plan nacional de eliminación de CFC durante el periodo de 2004-2010, acordado con el Comité Ejecutivo para la implementación del Protocolo de Montreal (2004), que tenía como objetivo proporcionar asistencia técnica, capacitación y equipamiento para la eliminación de CFC. La meta consistía en la eliminación de 1.669 toneladas de CFC, para esto se realizó un estudio a empresas para brindar asesoría técnica y financiamiento para reconvertir sus procesos. Del estudio se encontró:

Que en total estaban registradas 15 empresas fabricantes de equipos de refrigeración y espumas con un consumo de 49,7 toneladas de CFC. Luego se recurrió un Manual de capacitación en “Buenas Prácticas en Sistemas de Refrigeración y Aire Acondicionado”, realizado por la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), equipándose los laboratorios de 27 escuelas (figura 12) (IPN, Tecnológicos, UABC, CETMAR, CETIS, CBTIS y CONALEP).

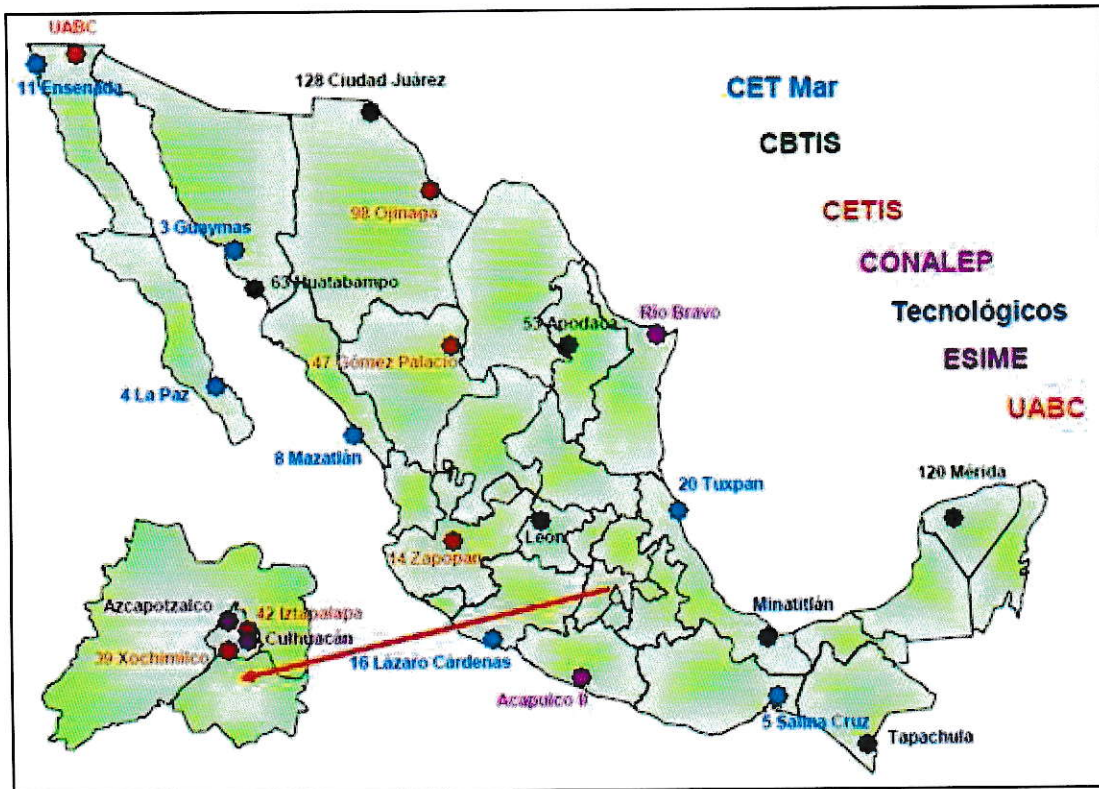


Figura 12. Distribución de escuelas con personal capacitado.

*(Extraído de SEMARNAT)

Donde se capacitaros 110 profesores como “Instructores” y éstos, a su vez, ya han capacitado a 5.500 técnicos. Además se han entregado 1.100 equipos a técnicos destacados. Asimismo se equiparon y pusieron en operación 14 centros de reciclado de refrigerantes (CRR), con una capacidad para reciclar 1.300 toneladas de refrigerantes por año.

Las operaciones de los CRR se registran en el SISSAO, que es el Sistema de Información y Seguimiento de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SISSAO), un instrumento para el registro estadístico. (<http://sissao.semarnat.gob.mx>)

En octubre de 2004, se realizó un Taller Latinoamericano de discusión sobre opciones tecnológicas para la conversión (retrofitting) de equipos de refrigeración y aire acondicionado (en Asunción, Paraguay). Donde se realizaron discusiones sobre la situación actual y la aplicación de las alternativas tecnológicas a los CFC en los diferentes subsectores de la refrigeración y aire acondicionado; los equipos necesarios para implementación de las reconversiones; los costos y rendimientos de los equipos después de la reconversión; y la revisión de las guías del Fondo Multilateral en el sector de servicios en refrigeración. Se analizaron las políticas nacionales sobre “retrofitting” considerando las situaciones que se presentan al reconvertir en forma obligatoria o voluntaria, la certificación de los técnicos que llevan a cabo estos trabajos, así como las opciones de “retrofitting” versus recuperación/ reciclaje (CINUMCRD, 1999).

Dentro de los participantes se encontraron funcionarios de: Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay, República Dominicana y Venezuela. Además de representantes del ahorro de energía de México, representantes de la oficina regional del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA/ORPLAC), y del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (SEMARNAT).

3.1.4. Uruguay

La Autoridad Nacional encargada de los efectos de instrumentación y aplicación del Convenio de Viena y del Protocolo de Montreal según dicta el Art. 18 de la Ley 17.283 relativa a la Protección General del Ambiente, corresponde a los ministerios de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA)²¹.

Por otro lado se creó la Comisión Técnica Gubernamental de Ozono por Resolución Ministerial N° 39/93, el 3 de marzo de 1993, la cual se encargó de la implementación y aplicación de las medidas pertinentes para asegurar el cumplimiento de las obligaciones que impone el Protocolo de Montreal, a través de la ejecución de un programa nacional

para la reducción gradual del uso de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO) (CTGO, 2006).

La Unidad de Ozono ha promovido la aprobación de leyes relativas a la protección de la Capa de Ozono:

- Ley General de Protección al Ambiente, Ley N° 17.283 del 28 noviembre de 2000 que corresponde a la creación del marco legal para la implementación de un sistema de licencias para la comercialización de sustancias agotadoras del ozono.
- Ley de Presupuesto, Ley N° 17.296 del 21 de febrero de 2001.
- Creación del Sello Ozono Amigo, que corresponde a la creación de un sello para ser utilizado en aquellos productos que no contengan o no utilicen en sus procesos de producción, las sustancias controladas por el Protocolo de Montreal.
- Creación del Programa Nacional de Halones, Decreto N° 308/994 del 29 de junio de 1994.
- Reglamentación de la producción, importación, exportación de Sustancias controladas y equipos que las contienen, Decreto 345/004. 24 de Setiembre de 2004.

Además el Programa Nacional de Reducción Gradual de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono”, tiene dos grandes componentes:

1.- *Un Programa de Reconversión Tecnológica.*

2.- *Un Programa de Fortalecimiento Institucional*, compuesto a su vez por cuatro elementos o actividades principales:

- La ejecución de actividades generales tales como la elaboración de reportes de avance del Programa País y del consumo de sustancias agotadoras del ozono, de modo que Uruguay atienda sus obligaciones con el Protocolo de Montreal y sus órganos operativos, tales como la Secretaría del Ozono del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Secretaría del Fondo Multilateral para la

Aplicación del Protocolo de Montreal, las agencias de implementación de los proyectos, ONUDI, PNUD, PNUMA y Banco Mundial,

- La implementación de un sello denominado Sello “Ozono Amigo”,
- La implementación de un Programa de concientización y de sensibilización ambiental,
- Y el establecimiento de un marco regulatorio adecuado.

1.- Programa de Reconversión Tecnológica

Este Programa consiste en la ejecución de proyectos de inversión para los sectores consumidores de SAO y proyectos de capacitación en nuevas tecnologías y asistencia técnica para estimular la oferta de los productos libres de SAO.

Los sectores que consumían SAO al inicio de la implementación del Programa Nacional se presentan en la Figura 13:

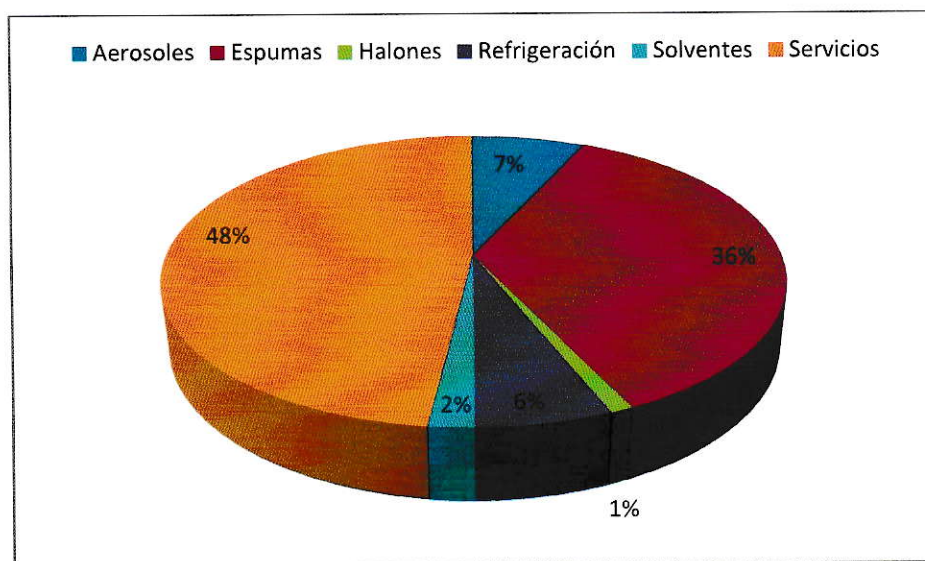


Figura 13. Consumo Inicial SAO Uruguay (Año 1992): 316 toneladas.

A través de la ejecución los proyectos de reconversiones industriales se asistió a los sectores de producción de espumas rígidas de poliuretano, producción de espumas

flexibles de poliuretano, producción de refrigeradores comerciales, producción de refrigeradores domésticos, producción de extintores de fuego de Halon 1211, producción de extintores de fuego de Halon 1301.

Además se ejecutaron proyectos de demostración y asistencia técnica para la conservación, recuperación y reciclado de CFC-12 en el sector de refrigeración doméstica, asistencia técnica para la conversión del sector de Aerosoles, Recuperación y Reciclado de CFC-12 en talleres de mantenimiento de equipos en el sector de refrigeración industrial, Recuperación y Reciclado de CFC-12 en aire acondicionado móvil y camiones refrigerados, identificación de Alternativas al uso de Bromuro de Metilo como fumigante de suelos en cultivos hortícolas, y un Plan de Manejo de Refrigerantes.

En la actualidad todos los sectores industriales consumidores de SAO, ya han sido reconvertidos, restando solamente la conversión de un subsector dentro del Sector de Aerosoles, los aerosoles médicos o Inhaladores de Dosis Medida (IDM). A estos efectos, se está iniciando la ejecución de un nuevo proyecto para la eliminación del uso de CFC en la producción de IDM en Laboratorios Haymann.

Otro sector que aún consume SAO, es el de servicios en refrigeración. Actualmente a este sector, se encuentran en ejecución el Plan de Manejo de Refrigerantes Agotadores de la Capa de Ozono, el Programa de incentivos para usuarios finales de refrigeración industrial y comercial y el Proyecto de Demostración y Entrenamiento para la utilización de Hidrocarburos como refrigerantes.

El otro sector que aún consume SAO, es el sector hortícola que utiliza Bromuro de Metilo para la desinfección de suelos. Para la asistencia a este sector, se encuentra en ejecución un Proyecto de Eliminación del Uso de Bromuro de Metilo como fumigante de suelos.

2.- Fortalecimiento Institucional

Uno de los objetivos del Programa Nacional es influir en el comportamiento del consumidor a través del fomento de la conciencia del público y con el apoyo de un sello denominado "Ozono Amigo"(CTGO, 2006). Otro objetivo fue la sensibilización de la población en cuanto al problema del deterioro de la capa de ozono y su influencia sobre la salud humana y el medio ambiente. Para ello se desarrolló el *Programa de concientización y de sensibilización ambiental* en el marco del proyecto de Fortalecimiento Institucional.

Otro componente es el establecimiento de un marco regulatorio. Este marco no se limitó únicamente a la aprobación de las leyes de ratificación de las Enmiendas del Protocolo de Montreal, sino que se impulsó la aprobación de las Leyes y los Decretos presentados anteriormente, de forma de contribuir al cumplimiento del país con las medidas de control del Protocolo de Montreal.

Dentro de los logros del Programa Nacional de Uruguay, se encuentra el cumplimiento de la primera obligación emergente del Protocolo de Montreal, el congelamiento del consumo de los Clorofluorocarbonos (CFC) al nivel de base (consumo promedio 1995 a 1997) a partir del 1° de julio de 1999. Además, en el año 2004, el consumo nacional de los Clorofluorocarbonos (CFC), ha disminuido en un 70% con respecto al año 1992.

Mediante la ejecución de los proyectos en el sector refrigeración y en el sector IDM, se espera cumplir con las próximas medidas de control respecto a los CFC, la reducción al 50% del nivel de base en el año 2005 y al 85% en el año 2007.

Debido al exitoso papel cumplido en la aplicación del Protocolo de Montreal, Uruguay se ha destacado en el contexto internacional, obteniendo reconocimientos internacionales por parte del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.

3.2. Estado de la Situación Nacional.

3.2.1. Generalidades

Chile ratificó el Protocolo de Montreal y junto con ellos, promulgó la Ley 20.096 que establece el control de sustancias agotadoras de la capa de ozono y que entró en vigencia el 23 de marzo de 2006.

Esta ley tiene la facultad de establecer controles sobre las importaciones, exportación, producción y utilización de las sustancias controladas por el Protocolo de Montreal. También, establece la obligación de que los instrumentos y artefactos que emitan radiación ultravioleta incluyan en sus especificaciones técnicas o etiquetas una advertencia respecto a los riesgos en la salud de las personas (UNEP, 2006).

La creación de la ley 20.096 se produjo por la situación de incumplimiento en la que se encontraba Chile en el año 2004, junto con ella, se presentó un plan de acción que se llevaría a cabo para cumplir con los objetivos del protocolo.

Esta ley relaciona el trabajo de distintos Ministerios (salud, economía, agricultura, hacienda, relaciones exteriores) y servicios públicos como CONAMA (ahora Ministerio del Medio Ambiente) y el Servicio Nacional de Aduanas, estableciendo que:

- Al Servicio Nacional de Aduanas se le atribuye el control de ingreso y salida de las SAO y sus productos asociados. También es él responsable de establecer un sistema de administración sobre los volúmenes máximos permitidos por el Protocolo, y de impartir las instrucciones relacionadas a la acreditación para llevar a cabo la entrada y salida de los estos compuestos. Además es quién ordenará, en coordinación con la autoridad sanitaria o el Servicio Agrícola y Ganadero, la eliminación o disposición final de las sustancias y productos prohibidos.

- Le corresponde al Ministerio de Salud dictar la reglamentación relacionada con la aplicación, creación, almacenamiento, transporte, tratamiento o reciclaje de las

sustancias controladas, así como la adecuada fiscalización de ellas según lo establecido en el Protocolo.

- La radiación ultravioleta debe ser informada a través de los medios de comunicación para la oportuna protección de las personas.

- Los efectos en la salud de las personas deben ser evaluados periódicamente por el Ministerio de Salud.

- La comercialización y utilización de productos controlados que no estén prohibidos en conformidad con esta ley, deben incluir etiquetas y publicidad que de aviso que tal producto daña la capa de ozono.

- Aquellos productos que emitan radiación ultravioleta deben incluir información sobre los riesgos para la salud que produce su utilización.

- En los contratos de trabajos en los cuales los empleados deban exponerse a los rayos ultravioleta, deben especificarse las medidas tomadas para la protección eficaz de los trabajadores.

- Los productos tales como los bloqueadores, anteojos solares u otros que contribuyan a la protección de las personas deben indicar el factor de protección relativo a la exposición de los rayos ultravioleta.

- Es deber del Servicio Nacional del Consumidor velar por el cumplimiento de la reglamentación asociada a los productos relacionados con la materia.

- La sanción por incumplimiento en la importación y exportación de los productos será de 2 a 50 unidades tributarias mensuales, y el producto entrará a rentas nacionales.

A fin de aplicar la presente Ley, se publicó el Decreto Supremo N ° 37/2007 en Septiembre de 2007, por el Ministerio Secretaría General de la Presidencia, proporcionando normas aplicables a las importaciones de SAO, los volúmenes máximos de importación y los criterios de distribución (Paratori, 2006) (Tabla 4).

Dentro de este marco, el Servicio Nacional de Aduanas aprobaron las Resoluciones N°5630 y N°5638, que establecen la importación de SAO y el sistema de registro de exportaciones, así como la asociadas volúmenes máximos de importación.

Tabla 4. Volumen máximo total de importación de SAO por año.

Anexo	Grupo	Línea de Base Consumo (ton PAO)	2006	2007	2008	2009	2010	2015	
A	I	CFC 11	828,7	414,3	124,3	124,3	124,3	0	0
		CFC 12							
		CFC 113							
		CFC 114							
		CFC115							
II	Halón 1211	8,5	4,2	4,2	4,2	4,2	0	0	
	Halón 1301								
	Halón 2402								
B	II	Tetracloruro de carbono	0,6	0,09	0,09	0,09	0,09	0	0
	III	Tricloroetano	6,4	4,4	4,4	4,4	4,4	1,9	0
C	II	Anexo C Grupo II	0	0	0	0	0	0	0
	III	Anexo C Grupo III	0	0	0	0	0	0	0
E	I	Bromuro de Metilo	212,5	170	170	170	170	170	0

Chile ha ratificado todas las correcciones internacionales emitidas por la Convención de Viena, como se detalla en la Tabla 5:

Tabla 5. Estado de ratificación en Chile

Instrumento	Entrada en vigor	Fecha de ratificación	Instrumento Jurídico
Convención de Viena	22-sep-88	06-mar-90	S.D. N° 719
Protocolo de Montreal	01-ene-89	26-mar-90	S.D. N° 238
Enmienda Londres	10-ago-92	09-abr-92	S.D. N° 1536
Enmienda Copenhague	14-jun-94	14-ene-94	S.D. N° 735
Enmienda Viena	05-ago-96		S.D. N° 483
Enmienda Montreal	10-nov-99	17-jun-98	S.D. N° 387
Enmienda Beijing	25-feb-02	03-may-00	S.D. N° 179

Nuestro país implementó la Ley N° 20.096 por encontrarse en situación de incumplimiento en el año 2004, respecto a las metas estipuladas en el PM (BCNC, 2006). Dentro de las principales SAO que se utilizaban en Chile, de acuerdo a la información disponible en 1995, fueron: CFC-11, CFC-12, CFC 502, y el HCFC-22. En la actualidad, a raíz de las medidas aplicadas, los refrigerantes más utilizados siguen siendo el HCFC-22, CFC 502, y también el HCFC-141.

A pesar de las medidas adoptadas para reducir el consumo de estas sustancias en el país en general, y el cumplimiento de las metas impuestas, las sustancias más importantes en términos de volúmenes y el impacto económico siguen siendo los CFC y el bromuro de metilo.

Las importaciones actuales de CFC están centradas en muy pocos importadores. Entre estos usuarios se encuentran empresas de tamaño medio, empresas de pequeño tamaño o consumidores ocasionales y técnicos de servicios de refrigeración.

En el año 1995, había "400 empresas" (incluidos los importadores y usuarios) que utilizaban SAO, la mayoría de ellas eran empresas pequeñas y solo cuatro importadores (F.H. Engel, OXIQUM, Mathiesen, BASF) tenían abarcado el 87% de la cuota del mercado nacional. En 2002, los principales importadores de CFC fueron Oxiquim, Distribuidora Portland, y Industrias Químicas Reno, que importaron el 90% de los CFC y el refrigerante. En 2006, hubo una variación ya Oxiquim suspendió sus importaciones de CFC y mezclas refrigerantes. (Tabla 6)

Tabla 6. Proveedores de SAO*

Importador	Importación de cuota de mercado	
	2002	2006
Oxiquim S.A.	30%	18%
Productos Químicos Eduardo Latorre y Cía. Ltda.	4%	15%
Agrícola Nacional S.A.C.e.I	14%	11%
Orica Chemicals Chile S.A.(Ex Química Anglo Chilena)	10%	11%
Trical Sudamérica S.A.	0%	7%
Industrias Químicas Reno S.A.	7%	6%
Distribuidora Portland S.A.	8%	6%
Sociedad de Fumigaciones Ltda.	4%	5%
Mathiesen S.A.C	0%	3%
Indura S.A. Industria y Comercio	0%	3%
Brenntag Chile Comercial e industrial Ltda.	4%	3%
F.H Engel S.A.	5%	2%
Otros	6%	11%

*(Extraída del documento "Plan Terminal de Eliminación de CFCs en el Sector de Servicios en Chile, 2008").

En lo que respecta a los importadores de los HCFC, en el año 2002, los principales fueron Oxiquim, Distribuidora Portland, y Orica (ex Química Anglo Chilena), que importaron el 55% de la importación total. Para el año 2006, los principales importadores fueron aún Oxiquim y Orica.

3.2.2. Evolución del consumo de SAO

En Chile no se fabrican SAO, por ende para estimar la cantidad que se encuentra en nuestro país, se analizan las importaciones. En la figura 14, se muestra una grafica con la evolución del consumo de SAO en Chile entre los años 1989 y 2008, por grupos de productos.

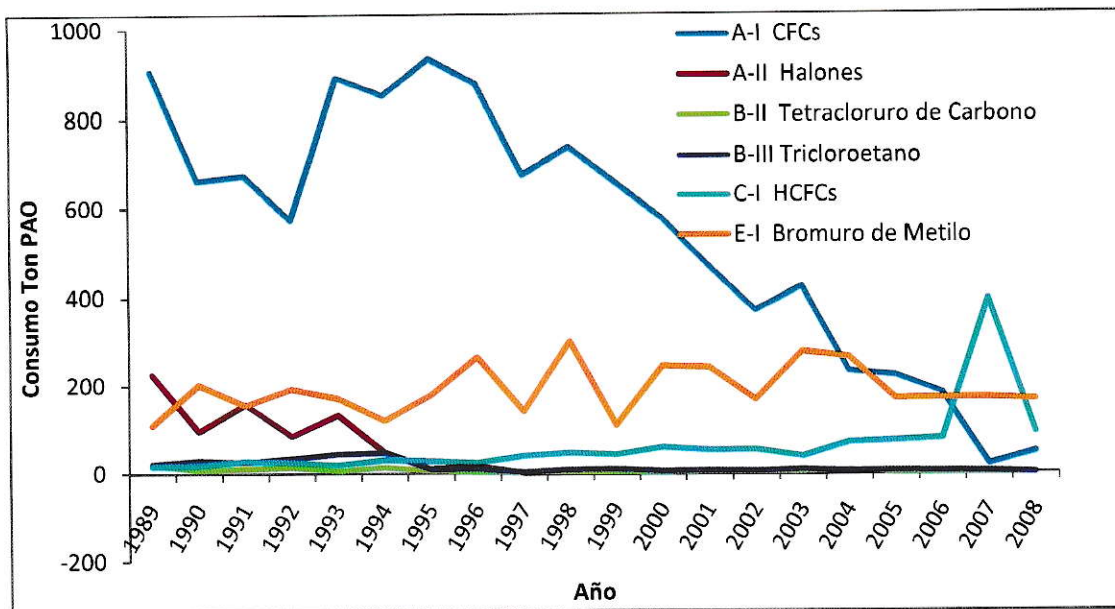


Figura 14. Consumo de SAO entre los años 1989 y 2008. (Fuente: propia)

La figura 14. muestra una clara disminución del consumo en el consumo de CFC, y una alza para su sustituto, los HCFC.

En 1998, la línea de base del consumo de CFC en Chile fue 828,7 toneladas PAO, es decir, es un reflejo del promedio durante el período 1995 a 1997. Este valor ha disminuido gradualmente, como se refleja en las cantidades importadas para el año 2007 con 19.227 toneladas de importaciones de CFC.

En Chile se realizó un Programa de Financiamiento para la conversión tecnológica que contó de dos fases (Fase I y II), esto logró eliminar la mayoría de los CFC utilizados en las espumas rígidas y el sector de fabricación de equipos de refrigeración, formados por medianas y grandes empresas. Se estima que el consumo restante de CFC, se encuentra destinado principalmente para el mantenimiento y conservación de sectores domésticos, comerciales, industriales, de transporte y sistemas de aire acondicionado (SSTP, 2008).

En el pasado, el sector de la refrigeración comercial, como armarios, cajas de helados, y enfriadores de bebidas, etc., solían emplear preferentemente de CFC-12, HCF-22 (CHClF_2) y R-502 ($\text{CHClF}_2/\text{CClF}_2\text{CF}_3$). Hoy en día, los refrigerantes principales son el HFC-134a ($\text{CH}_2\text{F}-\text{CF}_3$) y R-404a (CHF_2-CF_3 (60%), C_3H_8 (2%), CHClF_2 (38%)), éste último en sustitución del R-502. Sin embargo, CFC-12 sigue siendo utilizado de manera pertinaz para equipos de baja capacidad, principalmente en las pequeñas tiendas.

La CONAMA realizó estimaciones de la capacidad actual de los CFC en los equipos instalados, asociados a equipos de refrigeración y aire acondicionado en Chile, esta se basa en datos proporcionados por empresas de mantenimiento y conservación, así como por los usuarios de los CFC en los talleres participativos organizados por CONAMA. Esta información se complementó con encuestas directas a los participantes del Programa I + I, que consumían CFC, con el fin de recopilar información adicional.

La información se desglosa en los siguientes dos grupos principales:

- Estimación de la cantidad de CFC en los equipos instalados actualmente en uso.
- Estimación de la cantidad total de CFC que podría ser necesario en el futuro para las operaciones de mantenimiento y conservación de todos los equipos que actualmente están en uso.

Por lo tanto la estimación realizada se presenta en la tabla 7, que correspondiente a la estimación total de los CFC-12 instalada en los distintos sub-sectores para el año 2006.

Tabla 7. Estimación de CFC-12 (toneladas) para sectores de refrigeración y el aire acondicionado en el año 2006*

Sector	CFC-12 (Ton)
Refrigeración Doméstica	84
Refrigeración Comercial:	
Supermercados	56,25
Refrigeración Comercial: Mini markets	45,21
Refrigeración Industrial	231,26
Contenedores refrigerados	0
Transportes refrigerados	50,18
Aire acondicionado fijo	(*)
Aire acondicionado: buses	13,63
Aire acondicionado: automóviles	67,28
Aire acondicionado: taxis	2,22
Total	550,03
(*) No fue evaluado en el estudio.	

*(Extraída del documento “Plan Terminal de Eliminación de CFC en el Sector de Servicios en Chile, 2008”).

De acuerdo a estas estimaciones de SAO, para el año 2006 en los equipos existentes en el país, hay 550,03 toneladas de CFC-12 (SSTP, 2008); donde el sector de la refrigeración industrial representa el 42% de este total, el sector de aire acondicionado móvil (incluyendo automóviles y transporte público) es de 15%, el sector de refrigeración comercial (tanto en los supermercados y los equipos de mini-mercado) es de 18%, el de refrigeración doméstica es un 15%, y finalmente el transporte refrigerado (camiones) un 9%.

De acuerdo a lo presentado por el informe de la CONAMA, se estimó que para 2008 sólo había un número muy reducido de equipos fabricados en el país basados en CFC, dado que ya se ha dicho, que todos los fabricantes nacionales de refrigeradores se habían convertido con el apoyo de CONAMA y/o por iniciativa empresarial.

Además CONAMA dice que en el sector de equipos de refrigeración existente incluye aproximadamente 700.000 refrigeradores fabricados con CFC-12 hasta el año 2006, y este parque se prevé que llegue a no más de 760.000 unidades (teniendo en cuenta las estimaciones de ventas anuales de los frigoríficos fabricados por Sindelen para el año 2007, tomando en cuenta que se dejó de fabricar equipos con CFC-12 y fue sustituido por R-600 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$) a partir de enero de 2008.) Por ende el parque actual de refrigeradores luego se reducirá gradualmente y será sustituido por nuevas unidades, ya sea, porque han llegado al final de su vida útil, o porque el costo de las reparaciones está cerca del precio de una nueva unidad. Como resultado, se prevé que el actual parque se reducirá en un 15% para el año 2010, es decir, 430.000 unidades, con 53 toneladas de CFC-12. Esto nos permite estimar un potencial restante de CFC-12 de consumo para mantenimiento y conservación para este sub-sector de casi 19,2 toneladas / año para el año 2010 (SSTP, 2008).

En la Tabla 8, se muestra la proyección estimada por sector:

Tabla 8. Proyección de CFC-12, capacidad y consumo por subsectores 01/01/10*

	Estimación equipamiento con CFC-12, enero 2010	Estimación consumo de CFC-12 por servicios y mantención (ton/año)
Refrigeración Doméstica	53	19,2
Refrigeración Comercial		
Supermercados	54	6,1
Mini markets	48,9	8,8
Refrigeración Industrial	250,3	1
Transporte refrigerados	52,2	6,3
MAC	48	10,4
Total	506,4	51,8

*(Extraída del documento “Plan Terminal de Eliminación de CFCs en el Sector de Servicios en Chile, 2008”).

De acuerdo con la tabla de arriba, se estima que para 2010 habrá alrededor de 506,4 toneladas de CFC-12 instalado en equipos existentes y que se necesitan alrededor de 51,8 toneladas / año para mantenimiento y conservación. (Estas cifras no incluyen las actividades de conversión).

Además, a fines de 2007, se iniciaron actividades de recuperación y reciclado, que se muestran los siguientes (tabla 9) resultados preliminares para el CFC-12 para un período de 6 meses.

Tabla 9. Toneladas de recuperación, recicladas y recarga de CFC*

Recuperadas (ton)	Recicladas (ton)	Recargadas (ton)
0,33	0,14	0,25

*(Extraída del documento “Plan Terminal de Eliminación de CFCs en el Sector de Servicios en Chile, 2008”).

Estos valores son bajo, pero se espera que se duplique en el 2008.

3.3. Encuesta: Uso de CFC en el sector de Refrigeración y Climatización

La presente encuesta se orientó al interés de recabar información necesaria para formular un plan de manejo y gestión producto del impacto ambiental que puede ocasionar la indebida manipulación y disposición de desechos de CFC en este sector de la industria nacional.

- Se seleccionaron empresas del sector de refrigeración y climatización.
- De 82 empresas seleccionadas respondieron 48, correspondientes al 58.5% del universo inicial.
- De los encuestados, el 58% correspondió a personas encargadas del servicio técnico; el 38% a Gerentes y/o Dueños de las respectivas empresas; y el 4% restante a docentes y usuarios del sector.
- La información recopilada es materia confidencial y habrá de ser empleada sólo con fines estadísticos.
- Dentro de las empresas, docentes y clientes que dieron respuesta a la encuesta se encuentran: Asesoría Aire Acondicionado Carlos Melchiori, Antartic Refrigeración, Arpefrio, Airexpertclimatización, Allen, Air Sertel, Andes Thermic, Clima Activa, Clima Diseño, Conicyt, CoolTechnology, Cryosur, D&J Multifrio, EKNNA, EGM Wold ingenieros, Frigo Rent, Frigo Full, Frimont Chile, Frigotorr, FrozenRefrigeración, Frio Tech, Famava, Gormaz y Zenteno, InraRefrigeración, Idapi, Indura, Inrefri Ing. en refrigeración, Mi Clima, MayekawaMycom, Ministerio de Obras Publicas Planeamiento, Montermic, New Cool, NuovaService, , Punto Zero Clima, Rojo y Azul Ing. y Proyectos, R&M, Refri Aire, Refrigeración y Repuestos SAC, Richard Ponce, Super Frigo Ing., SAI Refrigeración, Serfriq, Tecnicold, Thermoclima, Viento Cero, Watt's.
- Dentro de las empresas, docentes y clientes que NO dieron respuesta a la encuesta se encuentran: A y G Aire Acondicionado, Alimentos y Frutos, Amayer, Antihue Comercial, Ariztia, Bordachar, Carrier Chile, Clima Líder, Clima Seguro, Climatesa, D&S, Docente Adolfo Andrade, Docente Luis

Faundez, Docente Sergio Bahamondez, Embotelladora Andina, Icer, Kaweska, Malbec, Mathiesen, Nestle, Orica, Overcold, Oxiquim, Refricentro, Refrimatic, Refri.cl, Rimasa, RMR Climatización, Sistemas y Suministros, Solfriochile, Técnico independiente Tecnair, Trane Chile, Whirlpool, Willclima.

- Ciudades de origen de las empresas encuestadas: Santiago, Los Andes, Valparaíso, San Antonio, Curicó, Rancagua, Concepción, Valdivia, Puerto Montt

La encuesta realizada se encuentra en el Anexo 1.

3.3.1. Resultados Encuesta:

1.- ¿En qué sector utiliza (o utilizó) CFC?

El gran porcentaje (36%) de los encuestados que utiliza o utilizó es del sector de refrigeración, seguido con un 31% el sector de aire acondicionado, existiendo un 30% utilizado dentro de estos dos sectores pero enfocado en la mantención de los respectivos equipos y sólo el 2% de los encuestados correspondió a la importación y venta de este tipo de gases (Figura 15)

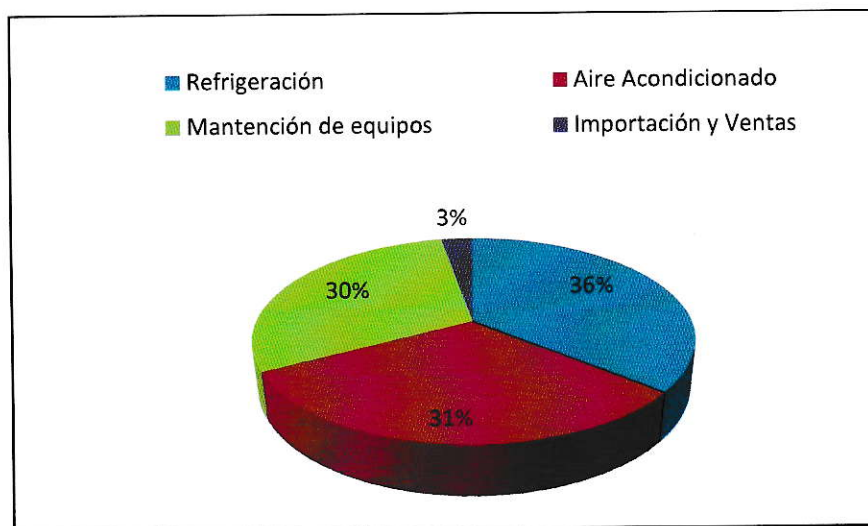


Figura 15. Gráfico de sector de utilización de CFC.

2.- ¿Hace cuánto tiempo dejó de utilizar CFC en su agrupación o empresa?

Un gran porcentaje, el 52% de los encuestados aun utiliza CFC como gases refrigerantes en sus equipos, le sigue un porcentaje de 28% de encuestados que lo dejaron de usar hace más de 3 años y 20% restante lo dejo de utilizar hace 1-2 años aproximadamente.

Por lo tanto contrariamente a las diversas medidas tomadas por el Ministerio del Medio Ambiente (antes CONAMA), la utilización de los gases refrigerantes clorados persistió (Figura 16)

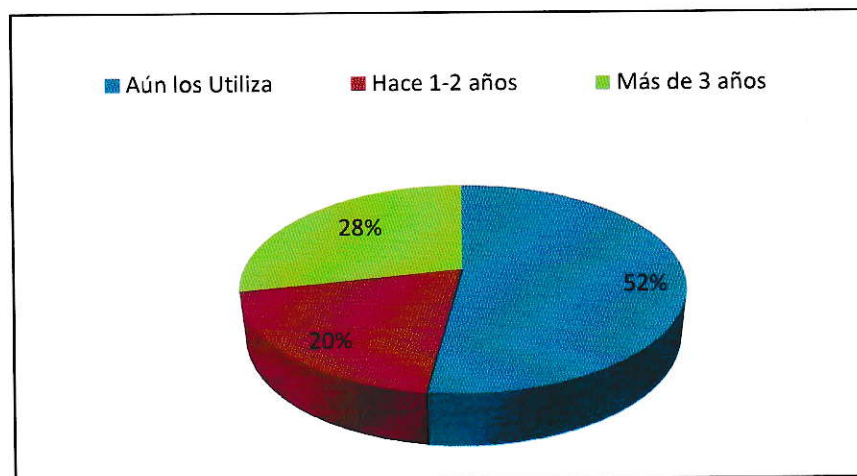


Figura 16. Tiempo en que se dejó de utilizar los CFC.

Nota. A contar del año 2010 se terminó la autorización de ingreso de CFC a nuestro país. La mayoría de los que han dejado utilizar CFC, en la actualidad utilizan HCFC, que acordado por el Protocolo de Montreal en el año 2013 sería el momento de congelar la producción y consumo de ellos.

Analizando el 52% de los encuestados que aun utilizan los CFC como gases refrigerantes, se encuentra que el mayor rubro de utilización son las empresas que

realizan el rubro de refrigeración y aire acondicionado en conjunto, seguido por los encuestados que solo se dedican a la refrigeración y sólo un 17% está dedicado solo al rubro de aire acondicionado o climatización de espacios. Además existe un 13% que corresponde a venta, importación o usuarios de este tipo de gases refrigerantes como se muestra en la Figura 17.

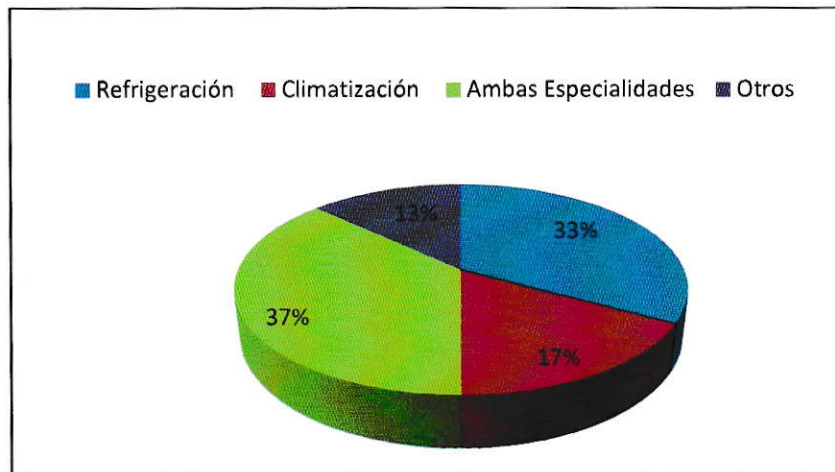


Figura 17. Rubro de los que aun utilizan CFC.

Al investigar cual es el rubro más solicitado dentro de los encuestados, se concluyo que el sector de refrigeración es el de mayor relevancia a la hora de usar este tipo de gases refrigerantes, debido que en el sector de climatización su utilización era dedicada a la limpieza solamente.

3.- ¿Su agrupación o empresa posee un sistema de gestión de calidad (ISO 9000) o un sistema de gestión ambiental (ISO 14000)?

De los distintos encuestados la gran mayoría no posee un sistema de gestión ambiental o de calidad. Y del 30% que sí posee un sistema de gestión (Figura 18) sólo 2 de los encuestados se basan en un sistema de gestión de calidad y un sistema de gestión ambiental que opera en base a la ISO 14000, es decir, en esta área no se encuentran una

gran conciencia ambiental, quizás por el hecho de no ser empresas que necesiten exportar sus productos, donde en ese caso si se les exigiría contar con algún sistema de gestión ambiental.

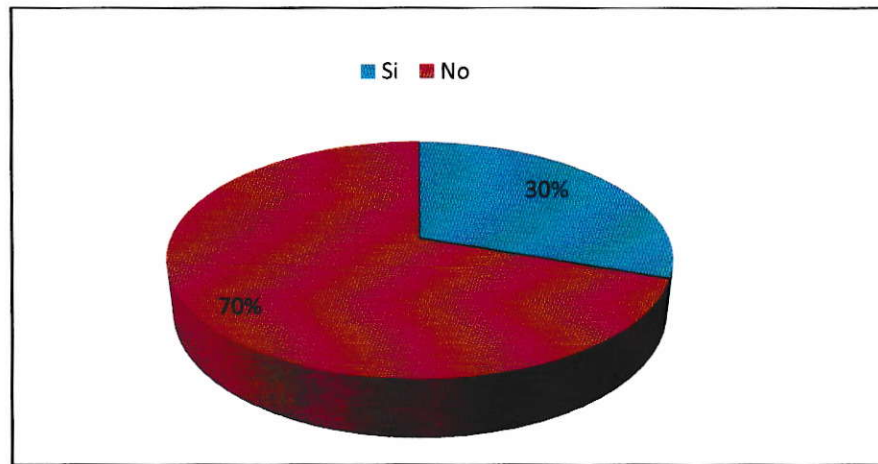


Figura 18. Sistema de gestión de calidad o ambiental de los encuestados.

4.- ¿Tiene su agrupación o empresa un procedimiento de gestión de desechos de CFC?
(Es decir, un procedimiento a seguir frente a los desechos de CFC)

El 8% de los encuestados dice poseer un procedimiento de gestión de sus desechos de CFC, dentro del cual solo incluían el almacenamiento y el 92% restante no posee un procedimiento a seguir frente a sus desechos de CFC (Figura 19).

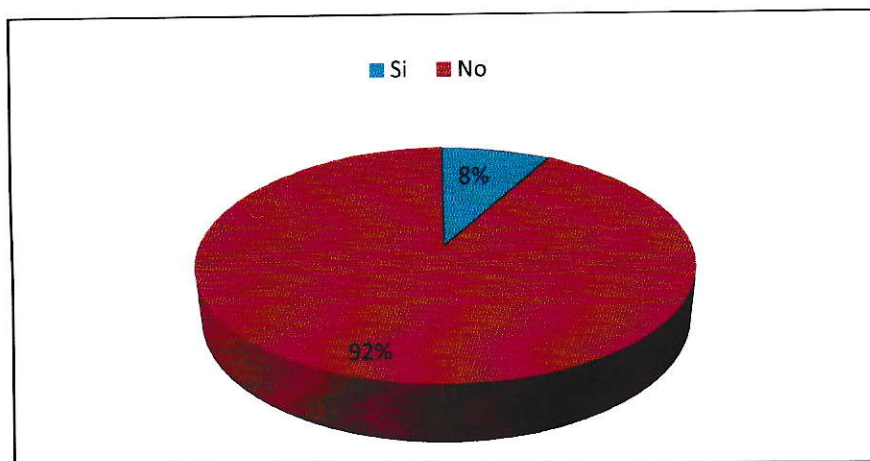


Figura 19. Poseen un procedimiento de gestión de desechos de CFC.

5.- El 92% de los encuestados que no cuenta con un procedimiento para sus desechos de CFC, ¿Estaría interesado en implementar uno?

A pesar de la inexistencia de alguna legislación ambiental en el uso y aplicación de estos gases refrigerantes, se presenta un porcentaje alto porcentaje (58%) de encuestados interesados en implementar algún sistema de gestión de sus desechos de los CFC (Figura 20)

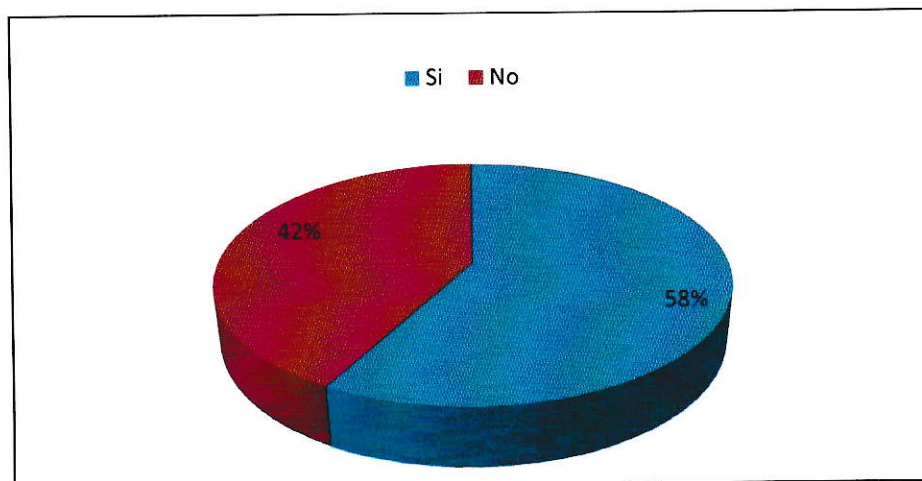


Figura 20. Interesados en implementar un sistema de gestión de desechos de CFC.

6.- Según su conocimiento, cuando su agrupación o empresa realiza (o realizó) la mantención del gas refrigerante con CFCs, ¿con que frecuencia se encuentra con escape o escapes de gas CFC?

Es poco frecuente que se presenten fugas en los sistemas de refrigeración según los encuestados (63%), a pesar de ser sistemas llenos de cañerías y conexiones por donde debe pasar el gas refrigerante y encontrarse en constante movimiento debido a las inevitables vibraciones del sistema para su funcionamiento. El 24% de los encuestados por el contrario dice encontrarse muy frecuentemente con fugas en los sistemas, el 11% dice que es frecuente y solo un 2% dice que nunca se presenta (Figura 21).

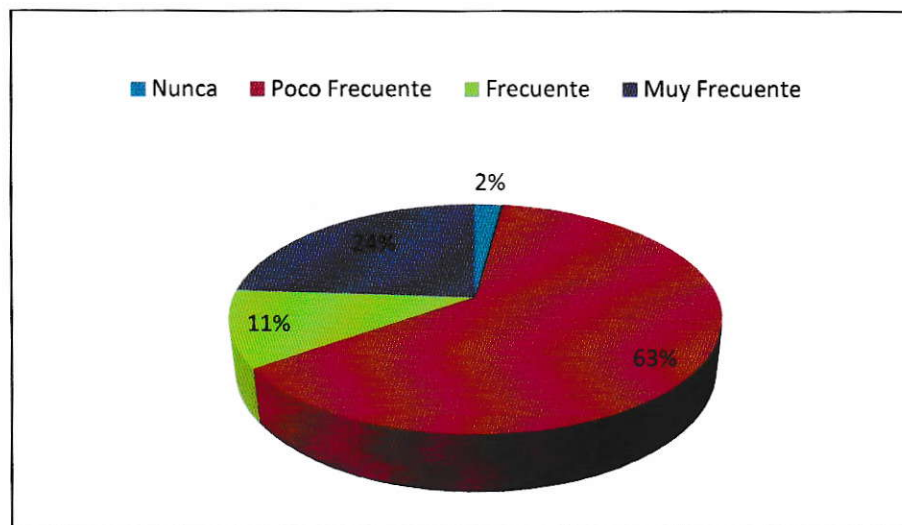


Figura 21. Frecuencia de Fugas de CFC.

La gran mayoría de los encuestados dice que una vez que aparece una fuga, el aviso ocurre cuando el volumen escapado es cercano al 100% del sistema, ya que, la gran mayoría de los usuarios no poseen la información y preocupación sobre la mantención de sus equipos.

7.- ¿Cual es o ha sido el proceso de disposición final de sus desechos de CFCs en su agrupación o empresa?

El 50 % de los encuestados libera sus desechos de CFC a la atmósfera (Figura 22) por desconocimiento y comodidad sobre el tema. Por otro lado un 22% asegura almacenarlos en sus respectivas empresas, ya que, no cuentan con una información clara de donde depositarlos para su posterior eliminación, a pesar de haber realizado los cursos de buenas prácticas implementados por el MMA, según algunos de ellos, no se les explico qué hacer con ellos luego de almacenarlos.

De igual forma un 6% de los encuestados que también participaron en los cursos de buenas prácticas, informaron que los llevaron o los llevarían a una empresa competente que se encargaría de ellos, muchos de los cuales no conocían el nombre de la empresa, pero hubo 2 empresas que nombraron a HIDRONOR, como la empresa responsable de la recopilación de este desecho. Por lo cual, se averiguó a través de María Rosa González, Jefa de procesos de HIDRONOR, si es que realizaban recopilación y proceso de gestión de desechos de CFC, pero su respuesta fue que “hasta el presente no habían recibido ningún desecho de ese tipo para tratar, pero que en lo posible, estarían preparados para tratados a pesar que en la actualidad no cuentan con un protocolo para su tratamiento o eliminación”.

El 13% de los encuestados prefiere dejarles el desecho a sus clientes para no encargarse de ellos, por ende, habría que averiguar que realizan los clientes con los cilindros llenos de desechos del gas refrigerante, aunque se esperaba que en su mayoría los depositaran en vertederos o rellenos sanitarios para deshacerse de ellos.

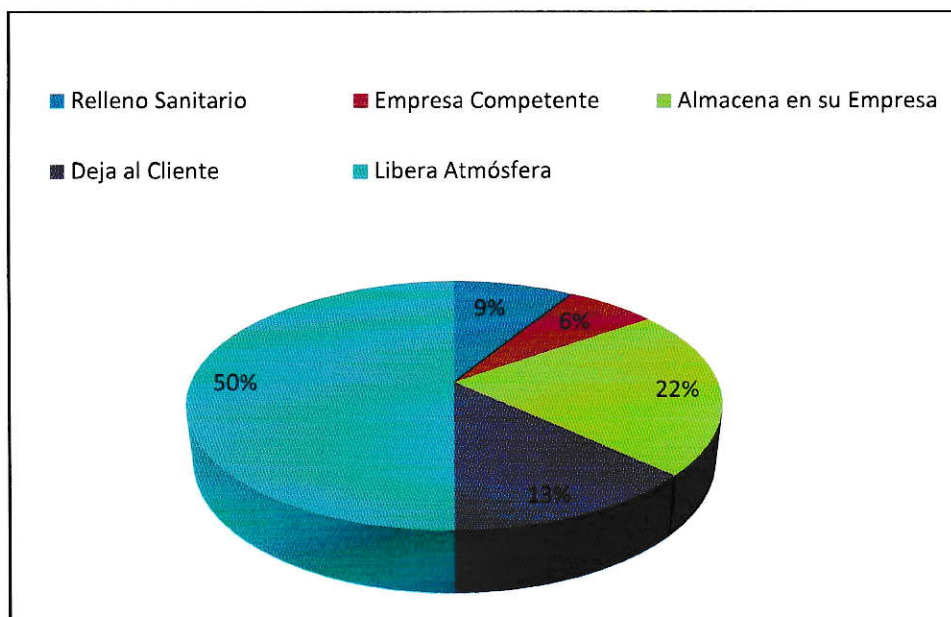


Figura 22. Disposición final de los desechos de CFC.

Haciendo un análisis dentro del 50% de los encuestados que liberan sus desechos a la atmósfera, el 57% se especializa en refrigeración ya sea, industrial y/o comercial. El 29% se especializa en refrigeración y climatización; y solo el 14% se dedica solo al rubro de climatización. Por ende, se puede concluir que el mayor sector nacional que libera sus desechos a la atmósfera corresponde al sector de refrigeración (Figura 23).

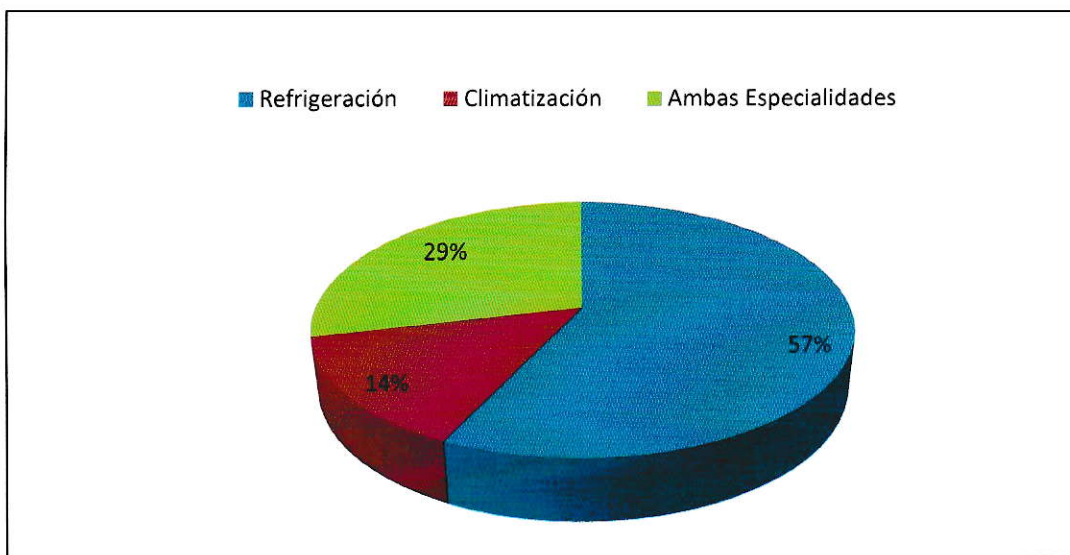


Figura 23. Rubro de los encuestados que liberan sus desechos a la atmósfera

3.3.2. Análisis de los resultados de la Encuesta

Las respuestas alcanzadas por los diversos encuestados siguen una tendencia similar, aun cuando sus cargos o actividades profesionales son de diferente naturaleza.

De la encuesta se desprende que la gran mayoría de las empresas no posee un Sistema de Manejo y Gestión Ambiental con estándares de calidad. Sin embargo, un 30% cuenta con un Sistema de Calidad ISO 9.000, de los cuales sólo dos casos dieron cuenta de mantener un sistema ISO 14.000.

Aun cuando no hay una normativa ambiental al respecto, un 58% de encuestados (Técnicos, Empresarios, Docentes y Usuarios), estarían interesados en implementar un Sistema de Gestión que permita disponer apropiadamente de los desechos de CFC.

Considerando las diversas variables en el manejo y mantención que se produce durante los procesos de revisión técnica asociados a los sistemas de refrigeración, se expone que son poco frecuentes los eventos de fugas involuntarias.

El 52% de los encuestados utiliza CFC como gases refrigerantes en sus equipos, principalmente en el sector de Refrigeración. No hay claridad del horizonte de tiempo que seguirán empleándolos.

A pesar de la realización de cursos de buenas prácticas para técnicos del área, implementados por el Ministerio del Medio Ambiente, el 50 % de los encuestados señala que los desechos de CFC suelen ser liberados a la atmósfera.

Por otro lado un 22% asegura almacenarlos en sus respectivas empresas aun cuando no cuentan con procedimientos de disposición final.

Un 6% de los encuestados que también participaron en los cursos de buenas prácticas, informaron que los desechos podrían ser llevados a una empresa competente para su disposición final.

El 13% de los encuestados opta por transferir a sus clientes los desechos para su disposición final.

El 57% de los encuestados que liberan los desechos a la atmósfera, suelen ser preferentemente del sector refrigeración industrial y/o comercial.

3.4. Método de Delphi

El viernes 07 de Octubre, se realiza un seminario sobre “Manejo Ambiental de CFC: Estado de situación e impactos por cambios de tecnología”, en el Hotel Club de Suboficiales de Carabineros de Chile, ubicado en Avenida Campos de Deportes N°680, Ñuñoa. La reunión se centra en los CFC en el contexto de nuestro país y sus respectivos impactos por cambios de tecnología y la presentación de los resultados de la Encuesta: Uso de CFC en el sector de Refrigeración y Climatización.

Esto con la idea de realizar un análisis grupal a través de un panel de expertos que genere ideas experimentales y reales, además de situaciones que puedan complicar los procesos realizados en el rubro. Por lo tanto se espera concluir ideas más completas y cercanas a las diversas situaciones que permitan determinar las bases de un modelo de gestión integrado lo más adecuado a la realidad.

A la reunión asistieron empresarios, técnicos y usuarios del rubro, además de académicos participantes en el Centro de Ciencias Ambientales de la Universidad de Chile. En el anexo 2 se describen los asistentes a la reunión.

3.4.1. Secuencia de la Reunión de Expertos:

- Se presentó información sobre los CFC en nuestro país y sus respectivos impactos por cambios de tecnología.
- Se presentó la recopilación de información obtenida a través de la encuesta realizada.
- Se discutieron los resultados presentados.
- Se obtuvieron conclusiones.

Las Preguntas Propuestas para iniciar la Discusión fueron:

- ¿Cuán válido le parece los resultados de la encuesta en términos de su experiencia personal?
- ¿Qué aspecto de importancia no abordado considera necesario incorporar?
- ¿Qué factores influyen a la hora de seguir buenas prácticas en la mantención y adaptación de equipos?
- ¿Qué beneficios le aportaría el crear un Sistema de Manejo Ambiental de los desechos de CFC?
- ¿Ayudaría a incentivar un buen manejo de los residuos de CFC una Certificación de buenas prácticas?

• ¿Qué elementos son importantes a la hora de crear un Sistema de Manejo Ambiental para los residuos de CFC?

Alcances y Comentarios de la Reunión:

Como técnicos y empresarios:

- Se hace necesario crear normas estatales que les exijan, es decir, las empresas no harán ni tendrán una conciencia medio ambiental si es que no se les exige hacerlo.
- Que exista verificación, ya que, los papeles dicen muchas cosas por la realidad es otra.
- No se pueden implementar leyes de países desarrollados
- El técnico informal es el que hace más daño, y no se puede competir con ellos, lo que complica poder tener conciencia ambiental a la hora de realizar los procesos.
- Ver nuevas tecnologías.
- La actual fiscalización es la regulación que hace el mercado.
- Es necesario concientizar a la población como usuarios.
- El sector público es muy pequeño, la industria se lleva el grueso y son necesarias políticas de gobierno que logren guiar.
- Mejorar la información, ya que, solo hay información de las cantidades que se necesitan para rellenar un sistema, no de cuál es el procedimiento a seguir.
- Fomentar la calidad técnica del mercado.
- Buscar soluciones de tratamiento.
- Los técnicos se deben respaldar en información frente a problemas de los equipos que puedan facilitar su trabajo.

Como usuarios:

- Se hace necesario tener un registro de contratistas, que asigne montos, categorías, trabajos realizados, etc.
- Que al momento de licitar, no se propicie solo el costo y ser más exigentes en la calidad de los trabajos.

- Que exista mayor información a la sociedad, ya que, no hay conocimiento de certificaciones ni cursos de buenas prácticas para técnicos del rubro.
- Que exista un asesoramiento para los trabajos a realizar.
 - Que se contemple la base técnica más que el presupuesto a la hora de contratar.

Como académicos:

- Se hace necesaria una regulación en los procedimientos.
- Requerimientos de información a nivel nacional, que sea igual para todos.
- Para poder hacer un análisis es necesario separar aspectos técnicos de aspectos medio ambientales.
 - Tomar ejemplos de países desarrollados, valorando las medidas tomadas y seguir avanzando.
 - Es necesario dar responsabilidades a usuarios y generadores de los desechos.

IV. DISCUSION

El modelo de gestión integrado para los desechos de CFC, plantea soluciones frente a vacíos legales observados en nuestro país frente a este tema, algunos de ellos se presentan a continuación.

4.1. Vacíos Legales en nuestro país

En la actualidad no existe una regulación para los generadores de desechos, que los obligue y los responsabilice a gestionar su almacenaje y posterior eliminación. Es por ello, que el modelo define al generador de desechos como el único responsable de la respectiva disposición final de ellos.

Por otro lado al no existir una legislación sobre el tema, no hay regulación en la fiscalización ni sanciones de los procesos de manipulación y disposición final de los desechos. Por ello, el modelo define los responsables en tema de regulación, fiscalización y sanciones frente al incumplimiento de este.

No existe un proceso de certificación para técnicos del área. El modelo plantea el proceso de certificación, como la vía de exigencia y regulación de buenas prácticas amigables con el medio ambiente frente a la manipulación de estos gases refrigerantes.

No existe una información homogénea para técnicos y/o empresas del rubro, en relación a la gestión de los residuos. La idea de la creación del modelo es generar una regulación que obligue y sea informada de forma homogénea.

Respecto a las medidas implementadas para reducir los residuos de CFC, en su gran mayoría han sido de carácter optativo, dado que no existe legislación al respecto.

4.2. Proposición del Modelo de Gestión

La propuesta del plan de manejo ambiental se centra en el principal rubro de nuestro país, que es el sector de refrigeración y climatización según los antecedentes recopilados. La propuesta busca dar soluciones específicas a las diversas deficiencias en este sector a temas que han quedado inconclusos o inactivos a nivel país.

4.2.1. Disposiciones Generales

Este Plan de Manejo para sustancias controladas específicamente CFC, busca establecer condiciones mínimas a las que deberían someterse los procedimientos de almacenamiento, transporte, tratamiento, reuso, reciclaje, disposición final de eliminación de los residuos de CFC.

En materia de fiscalización y control del presente Plan de Manejo para estas sustancias controladas, el Ministerio del Medio Ambiente, que cuenta con un departamento de Control del Ozono es quién debe encargarse. Además deberá establecer los procedimientos y metodologías a seguir, así también como un reglamento para la acreditación de técnicos y/o empresas que presten servicios de refrigeración y climatización. Por otro lado también deberá crear incentivos por el cambio de gases refrigerantes ecológicos y a su vez multas por recargas del gas, evaluándolo por porcentaje de recuperación.

Los órganos del Estado que ejerzan funciones relacionadas con los residuos controlados deberán cumplir tales cometidos coordinadamente propendiendo a la unidad de acción y a la colaboración recíproca.

Los residuos controlados deberán identificarse y etiquetarse de acuerdo a una clasificación. Esta obligación será exigible desde que tales residuos se almacenen y hasta su eliminación.

Durante el manejo de los residuos controlados se deberán tomar todas las precauciones necesarias para prevenir descargas y emanaciones a la atmósfera y protección frente a cualquier fuente de riesgo capaz de provocar tal efecto.

Sólo se podrán mezclar o poner en contacto residuos controlados cuando sean de naturaleza similar o compatible.

Solo personas CERTIFICADAS por el MMA, posterior a la realización de cursos de buenas prácticas, podrán ser capaces de manipular este tipo de residuos y participar del plan de manejo.

Serán consideradas residuos también a todos los residuos que sean descartados, es decir, que se encuentren vencidos, fuera de especificación o se encuentren como remanentes en envases y recipientes.

Debe existir un Programa de Eliminación de Residuos, que deberá ser aprobado por la Autoridad Ambiental.

Contenidos Mínimos Del Programa de Eliminación de Residuos

- Diseño de los lugares de recepción, almacenamiento y su respectivo registro.
- Sistema de recolección y transporte hasta los lugares de recepción, almacenamiento y hasta el sitio de eliminación.
- Identificación de la instalación de eliminación y procedimiento a utilizar para disponer, tratar o reciclar los residuos.
- Identificación del uso que se dará al material de envase recuperado, en caso que el procedimiento contemple el reciclaje.

En el anexo 3, se presentan los términos empleados en el Modelo de Gestión presentado a continuación.

4.2.2. Identificación y Clasificación

La presencia de cloro en la estructura molecular de algún residuo de gas refrigerante (CFC, HCFC), obligará que sea calificado como residuo controlado.

Se debe realizar una identificación del residuo y posteriormente una rotulación para su posterior reutilización o eliminación.

Estas sustancias químicas, serán consideradas residuos controlados aun cuando sean descartadas, se encuentren vencidas o fuera de especificación o se encuentren como remanentes en envases y recipientes.

4.2.3. Generación

Establecimientos o actividades que generen residuos de/con CFC deberán contar con un Plan de Manejo de Residuos Controlados presentado ante la Autoridad Ambiental.

Las instalaciones, establecimientos o actividades que generen este tipo de residuos serán identificadas por la Autoridad mediante un número identificador para crear un registro.

El Plan deberá ser diseñado por un profesional e incluirá todos los procedimientos técnicos y administrativos necesarios para lograr que el manejo interno y la eliminación de los residuos se haga con el menor riesgo posible. Toda modificación del Plan deberá ser previamente presentada ante la Autoridad Ambiental.

El Plan de Manejo de Residuos Controlados deberá privilegiar opciones de sustitución, minimización y reciclaje cuyo objetivo sea reducir la cantidad y/o volumen de residuos que van a disposición final.

El Plan de Manejo de Residuos Controlados deberá contemplar al menos los siguientes aspectos:

- Descripción de las actividades, flujos de materiales.
- Identificación de puntos generación de residuos.
- Identificación de los residuos y estimación anual de c/u.
- Análisis de alternativas de minimización de residuos y justificación.
- Detalle de procedimientos para recoger, transportar, embalar, etiquetar y almacenar los residuos.
- Definición del perfil del profesional técnico responsable de la ejecución y operación del Plan.
- Definición de los equipos y señalizaciones que deberán emplearse para el manejo de los residuos.
- Capacitación para personas (cursos BP) que manejan residuos.
- Plan de Contingencias.
- Identificación de los procesos de eliminación de los residuos, explicitando el reciclaje y/o reuso.
- Registro de los residuos generados y consignándose cantidad en volumen e identificación residuo:
 - generados diariamente
 - ingresen o egresen del sitio de almacenamiento,
 - reutilizados y/o reciclados,
 - enviados a terceros para su eliminación

El Generador asociado a un Plan de Manejo de Residuos Controlados, que encomiende a terceros el transporte y/o la eliminación de sus residuos será responsable de:

- a) retirar y transportar los residuos controlados a través de transportistas que cuenten con autorización necesaria,
- b) realizar la eliminación de sus residuos en Instalaciones de Eliminación que cuenten con la Autorización Medio Ambiental,

c) proporcionar oportunamente la información correspondiente al Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos.

Los Generadores que no estén obligados a sujetarse a un Plan de Manejo de Residuos Controlados por generar una mínima cantidad de residuos (menos de 60 Kg anuales), deberán en todo caso cumplir con la obligación señalada en la letra b) precedente.

4.2.4. Almacenamiento

Todo sitio destinado al almacenamiento de residuos controlados deberá contar con la correspondiente autorización ambiental de instalación.

El diseño, la construcción, ampliación y/o modificación de todo sitio que implique almacenamiento de dos o más residuos controlados, deberá contar con un proyecto previamente aprobado por la Autoridad Ambiental. Este proyecto de ingeniería deberá ser elaborado por un profesional idóneo.

Todo Generador que se encuentre obligado a sujetarse a un Plan de Manejo de Residuos Controlados deberá tener un sitio de almacenamiento para sus residuos. Estos sitios dispondrán de suficiente capacidad para acopiar la totalidad de residuos generados durante el período previo al envío de éstos a una Instalación de Eliminación.

El período de almacenamiento de los residuos controlados no podrá exceder de 1 año. Sin embargo, en casos justificados, se podrá solicitar a la Autoridad Ambiental, una extensión de dicho período hasta por un lapso igual, para lo cual se deberá presentar un informe técnico.

En caso de inexistencia de una Instalación de Eliminación, imposibilidad de acceso a ella u otros casos calificados, la Autoridad Ambiental dispondrá de bodegas de transferencia, como almacenamiento provisional para su posterior eliminación.

Los sitios donde se almacenen residuos controlados deberán cumplir las siguientes condiciones:

- a) Contar con un cierre perimetral de a lo menos 1,80 metros de altura que impida el libre acceso de personas y animales.
- b) Estar techados y protegidos de condiciones ambientales tales como humedad, temperatura y radiación solar.
- c) Garantizar que no ocurrirán emisiones y en general cualquier otro mecanismo de contaminación del medio ambiente que pueda afectarlo.
- d) Tener acceso restringido, en términos que sólo podrá ingresar personal debidamente autorizado por el responsable de la instalación.

Los contenedores, recipientes o cilindros de residuos controlados deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a) tener un espesor adecuado y estar contruidos con materiales que sean resistentes al residuo almacenado y a prueba fugas,
- b) estar diseñados para ser capaces de resistir los esfuerzos producidos durante su manipulación, así como durante la carga y descarga y el traslado de los residuos, garantizando en todo momento que no serán liberados al medio ambiente, es decir, que permitan soportar una presión interior máxima hasta de 500 psig,
- c) estar en todo momento en buenas condiciones, debiéndose reemplazar todos aquellos contenedores que muestren deterioro (oxidación),
- d) estar rotulados indicando, en forma claramente visible, las características del tipo de residuo contenido, el procedencia del residuo y la fecha de su ubicación en el sitio de almacenamiento.

4.2.5. Transporte

Sólo podrán transportar residuos controlados por calles y caminos públicos las personas naturales o jurídicas que hayan sido autorizadas por la Autoridad Ambiental. Al momento de otorgar la autorización, dicha Autoridad asignará un certificado que acredite su capacitación.

El transportista será responsable de que la totalidad de la carga de residuos controlados sea entregada en el sitio de destino fijado en el correspondiente formulario del Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Controlados. Además deberá estar debidamente capacitado para la operación adecuada del vehículo y para enfrentar posibles emergencias.

No se podrá transportar residuos controlados sin que se porte el respectivo Documento de Declaración establecido.

Además, deberá incluir un pequeño Plan de Contingencia para abordar posibles accidentes que ocurran durante el proceso de transporte.

El Plan de Contingencia deberá contemplar lo siguiente:

- a) Capacitación del personal
- b) Identificación de las responsabilidades del personal
- c) Sistema de comunicaciones portátil para alertar a las autoridades competentes
- d) Listado actualizado de los organismos públicos y personas a las que se deberá dar aviso inmediato en el caso de ocurrir una emergencia, debiendo considerar al menos la comunicación con la Autoridad Ambiental.

Cualquier accidente que presente la liberación del residuo al medio ambiente, recibirá una sanción declarada por la Autoridad Ambiental.

El transportista verificará que la totalidad de la carga de residuos controlados que se le entregue sea la expresada en el correspondiente formulario del Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos controlados.

4.2.6. Eliminación

Instalaciones de Eliminación

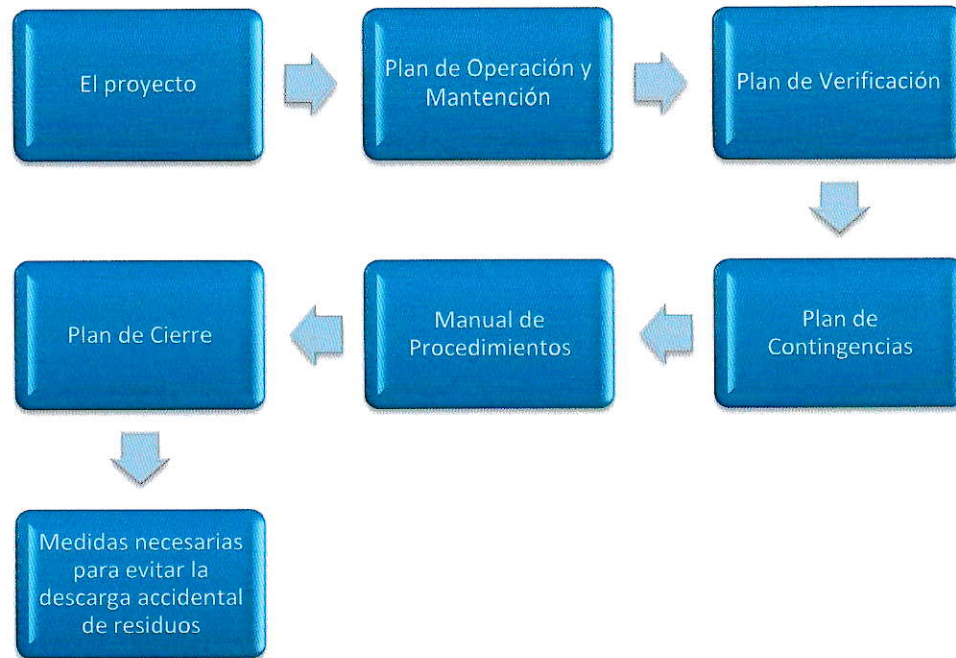
Toda Instalación de Eliminación deberá contar con un proyecto y la respectiva autorización otorgada por la Autoridad Ambiental, en la que se especificará el residuos que eliminará y la forma en que dicha eliminación será llevada a cabo.

El proyecto debe describir todas las operaciones necesarias para el adecuado manejo de tales residuos, incluyendo:

- El diseño de las unidades y equipos necesarios para el manejo de los residuos controlados;
- Cantidades de residuos que la Instalación estará habilitada para recibir y manejar;
- Determinación los perfiles de profesionales y técnicos;
- Funciones y responsabilidades específicas del personal involucrado en el manejo de los residuos.

Toda Instalación de Eliminación de Residuos Controlados deberá contar con un proyecto previamente aprobado por la Autoridad Ambiental. Este proyecto de ingeniería deberá ser elaborado por un profesional idóneo.

El proyecto deberá incluir:



Es decir, el proyecto deberá contemplar todas aquellas medidas necesarias para evitar que la descarga accidental de residuos controlados provoque una contaminación del aire capaz de poner en riesgo la vida de nuestro planeta.

El Plan de Verificación tiene por objeto controlar que todos los elementos, equipos y estructuras que conforman la instalación de eliminación funcionan adecuadamente y detectar cualquier emisión, fuga o descarga que pueda poner en riesgo un debilitamiento mayor de la capa de ozono. El Plan deberá contemplar:

- a) La priorización de las verificaciones necesarias.
- b) El registro de las verificaciones realizadas.

El titular de la Instalación deberá realizar inmediatamente las reparaciones que surjan de la aplicación del Plan de Verificación.

El Plan de Contingencias deberá contemplar al menos las siguientes medidas:

a) Listado actualizado de los organismos públicos y personas a los que se debe dar aviso en caso de emergencia. Dicho aviso deberá darse en forma inmediata, a la Autoridad Ambiental respectiva.

b) Información actualizada diariamente referente a la cantidad, características y ubicación de los residuos existentes en la Instalación.

El emplazamiento de una Instalación de Eliminación de Residuos Controlados deberá cumplir los siguientes requisitos de UBICACIÓN:

a) No deberá ubicarse en zonas en que existan fallas geológicas activas, o que estén expuestas a deslizamientos o derrumbes de terrenos o estén afectadas por actividad volcánica.

b) No deberá ser construida en zonas sometidas a inundaciones que ocurran con períodos de retorno inferiores a 100 años.

c) No deberán estar ubicados en sitios expuestos a subsidencias o asentamientos debido a la existencia de minas subterráneas, extracción de agua, petróleo o gas, subsuelos expuestos a disolución, etc.

d) Deberá estar alejado de actividades tales como almacenes de productos inflamables o explosivos u otros que puedan potenciar las consecuencias frente a la ocurrencia de accidentes o emergencias.

e) Deberá estar fuera del perímetro de restricción fijado para puertos, aeropuertos, instalaciones de manejo de explosivos, centrales nucleares y de instalaciones militares.

La Instalación deberá tener acceso restringido. Sólo podrán ingresar a ésta personas debidamente autorizadas por el responsable de la Instalación. Deberá, además, contar con una barrera sólida de al menos 1,80 metros que impida el libre acceso de personas ajenas a ella y de animales.

La operación de toda Instalación de Eliminación de Residuos Controlados deberá cumplir con las siguientes EXIGENCIAS:

a) La recepción de los residuos solo podrá hacerse cuando se asegure que los residuos pueden ser manejados en la Instalación.

b) Mantener un registro de los residuos ingresados, que consigne la cantidad, la fecha de ingreso, la ubicación del sitio de almacenamiento y la fecha e identificación de la operación de eliminación aplicada.

c) En el caso de que la Instalación rechace un cargamento de residuos controlados, ya sea porque el transportista no porte el Documento de Declaración o porque la información contenida en dicho documento no corresponde con los residuos transportados o por cualquier otra causa, se deberá dar aviso inmediato a la Autoridad Ambiental respectiva.

El cierre de una Instalación de Eliminación deberá hacerse previo aviso a la Autoridad Ambiental competente conforme al Plan de Cierre.

Realización de Operaciones de Reciclaje y/o Reuso:

Deberán ser autorizados por la Autoridad Ambiental cuando ello no implique riesgo para el medio ambiente.

El Ministerio de Medio Ambiente emitirá guías técnicas de orientación e información para el manejo de aquellos residuos reciclados y/o reutilizados.

Los establecimientos que reciclen y reutilicen sus residuos, deberán mantener la documentación necesaria que permita verificar a la Autoridad Ambiental la cantidad de los residuos eliminados durante los últimos cinco años.

Incineración

Toda Instalación destinada a la incineración de residuos controlados deberá contar con un proyecto previamente aprobado por la Autoridad Ambiental.

La operación de todo incinerador deberá ajustarse a las condiciones especiales que fijará la Autoridad Ambiental al momento de otorgar la respectiva autorización de instalación.

En dicha autorización, la Autoridad determinará las cantidades de residuos controlados que podrán tratarse.

El proyecto debe demostrar:

- a) que los quemadores estarán colocados de forma de producir la mayor destrucción posible de los residuos,
- b) que los residuos se incorporarán de manera de obtener el mayor grado de destrucción posible,
- c) y que se cumplirán las normas de emisión vigentes.

La Autoridad Ambiental determinará para los residuos las condiciones límites de operación bajo las cuales éstos no podrán ser incinerados.

En la incineración de residuos controlados, la temperatura deberá elevarse hasta por lo menos 1.100 °C.

Durante la puesta en marcha o la parada, o cuando la temperatura de los gases de combustión descienda por debajo de las temperaturas mínimas señaladas, los quemadores no podrán alimentarse con residuos combustibles que puedan causar emisiones mayores que las producidas por la quema del combustible auxiliar utilizado en la instalación.

Será obligatorio disponer de un sistema para impedir la incorporación de residuos controlados durante la puesta en marcha del incinerador, cuando no se haya alcanzado las temperaturas mínimas de incineración, cuando en el proceso de incineración no se mantengan tales temperaturas o cuando se sobrepasen los límites de emisión permitidos.

El diseño de una Instalación de Incineración deberá contemplar una chimenea y los demás equipos que sean necesarios para asegurar que las emisiones a nivel del suelo no provoquen una contaminación que ponga en riesgo la salud.

En caso de que las mediciones efectuadas indiquen que se ha sobrepasado lo establecido en una norma primaria de emisión, se informará de inmediato a la Autoridad Ambiental las causas del incumplimiento y las medidas correctivas para superarlas.

4.2.7. Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Controlados

Los receptores de residuos controlados quedan sujetos a un Sistema de Declaración y Seguimiento de tales residuos, válido para todo el país, que tiene por objeto permitir a la autoridad ambiental disponer de información completa, actual y oportuna sobre la tenencia de tales residuos desde el momento que salen del establecimiento de generación hasta su recepción final en una instalación de eliminación.

Desde que un residuo controlado sale del establecimiento de generación deberá estar permanentemente acompañado del Documento de Declaración que corresponde emitir al generador.

Será responsable del cumplimiento del presente plan de manejo el actual receptor de los residuos sin perjuicio de otras responsabilidades.

Corresponderá al Ministerio de Medio Ambiente establecer, mediante resolución, el diseño, contenido y características del documento de declaración.

Para el debido funcionamiento del Sistema de Declaración y Seguimiento los generadores, transportistas y destinatarios tendrán las siguientes OBLIGACIONES:

Tabla 10. Obligaciones de los generadores, transportistas y destinatarios:

<u>Generador</u>	<u>Transportista</u>	<u>Destinatario</u>
Deberá llenar el documento con letra legible consignando todos los datos e informaciones que se le requieren en su calidad de generador.	Deberá verificar que la información del Documento de Declaración guarde conformidad con la entrega.	Deberá completar con letra legible, la información correspondiente al Destinatario.
Deberá retener 5 copias por un período mínimo de 2 años.	Deberá verificar la información correspondiente al Transportista.	Deberá firmar el Documento original y las 3 copias restantes.
Deberá remitir a la Autoridad Ambiental una copia.	Firmar el original y las 5 copias del Documento.	Deberá guardar una copia del Documento y conservarla por un período mínimo de 2 años.
Deberá entregar al Transportista, al momento de la carga, el original y las 3 copias restantes	Deberá retener una copia y conservarla por un período mínimo de 2 años.	Deberá enviar al Generador la copia 1 dentro de las 24 horas siguientes a la recepción de los residuos.
	Deberá entregar al Destinatario el original y las 2 copias restantes.	Remitir el original a la Autoridad Ambiental respectiva, dentro del mismo plazo.

4.2.8. Sanciones y Procedimientos

La fiscalización y sanciones del incumplimiento de algún procedimiento del Modelo de Gestión de Residuos corresponden a la superintendencia de Medio Ambiente.

Las diversas sanciones serán definidas por el Ministerio del Medio Ambiente en conjunto con profesionales capacitados en el área.

4.2.9. Disposiciones Complementarias y Referenciales

Las operaciones de eliminación a las que pueden someterse los residuos controlados serán solamente las que señalan a continuación:

**Tabla 11. Tecnologías de Destrucción de CFC
Aprobadas por el PM.***

Hornos de Cemento
Incineración de Inyección líquida
Oxidación de gases/humos
Reactor de craqueo
Incinerador de horno rotatorio
Arco de Plasma de Argón
Plasma acoplado por inducción de radiofrecuencia
Plasma de Microondas/ Nitrógeno
Deshalogenación catalítica en fase gas
Reactor de vapor sobrecalentado

* Panel de Expertos en economía y Tecnología del Protocolo de
Montreal (TEAP)

4.3. Estado de Avance en el País en Relación al Modelo Propuesto

Se ha implementado la Ley 20.096, para reducir las importaciones de este tipo de sustancias.

Se han realizado una serie de proyectos relacionados con el sector de refrigeración y climatización:

- Conversión de Tecnología
- Plan de Gestión de Refrigerantes
- Móviles de Aire Acondicionado.

Dentro del Plan de Gestión de Refrigerantes, se han realizado una serie de cursos de buenas prácticas a nivel país para técnicos, donde se ha tratado de implementar el reciclaje y almacenamiento de los residuos de CFC.

Se creó una base de datos para registrar los residuos reciclados para empresas o técnicos que fueron beneficiados con equipamiento.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a lo investigado, nuestro país, no cuenta con medidas de uso, distribución y manipulación de desechos de gases refrigerantes de CFC, esto, a pesar de haber implementado diversas medidas para cumplir con las metas estipuladas en el PM.

Las grandes falencias se encuentran en la toma de decidir implementar sólo medidas de obligatoriedad para el ingreso de CFC, y no para el uso, la manipulación y disposición final de estas sustancias. Cabe destacar que en su totalidad el reto ambiental es mucho más complejo que las simples nociones de prevención de la contaminación o la minimización de los residuos, como se da a conocer con la presente situación. En una sociedad en la que la mayoría no tiene el conocimiento o el juicio necesario para dimensionar la importancia del cambio ambiental, y mucho menos el bien común, el futuro del medio ambiente podría ser más problemático de lo que la modernización nos enseña.

Dentro de las medidas que se realizaron: cursos de buenas prácticas, cambio de vitrinas, entre otros, el enfoque de voluntariedad, en nuestro país, no logra atraer a la gran mayoría de los posibles interesados, por lo tanto, se hace necesario formular leyes que obliguen a la sociedad a tener un mayor cuidado con nuestro medio ambiente.

Otros países han demostrado un muy buen trabajo en distribución, manipulación y disposición final de sus residuos, cumpliendo a cabalidad con los compromisos internacionales.

Es por ello, que el modelo de gestión propuesto, no sólo nos permite cumplir con los compromisos internacionales en su correspondiente dimensión, sino que además, nos permite definir mecanismos de participación y de toma de conciencia frente a las reales consecuencias que tienen para nuestra sociedad el impacto negativo de nuestras actividades productivas.

El modelo busca incentivar a las empresas o trabajadores independientes que realicen buenas prácticas y se preocupen de que la disposición final de sus residuos sea la correcta y no se liberen a nuestra atmosfera.

Por otro lado el modelo define las obligaciones y responsabilidades de los trabajadores en el área, y además plantea una fiscalización a la hora de la realización del trabajo y cuando el residuo llegue al lugar de eliminación o disposición final.

El modelo propuesto posteriormente tiene como propósito poder ser utilizado para compuestos de HCFC, que producen un menor daño a la capa de ozono pero a su vez en la actualidad se utiliza una mayor cantidad comparada con los CFC en su peak.

Dentro de las medidas de eliminación de residuos con CFC, se plantea una recomendación de hornos cementeros.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a la situación de nuestro país, se recomienda como tecnología de eliminación de CFC, a los hornos cementeros a partir de un co-procesamiento, lo que corresponde a un proceso implantado y controlado, se desarrolla otro, en éste caso particular, la disposición de desechos y su aprovechamiento como fuente de energía o materia prima en el proceso de fabricación de clinker (principal materia prima de la que se obtiene el cemento) y cemento (ONUUDI, 2011) .

Ventajas del co-procesamiento

- Es una tecnología de bajo costo inicial.
- Genera altas temperaturas: una llama estable de aprox. 2.000°C garantiza el craqueo de las moléculas más peligrosas.
- Altos tiempos de residencia y rápido enfriamiento, que puede variar entre los 7 y los 10 segundos a una temperatura mayor a los 870°C, para luego bajar su temperatura hasta los 100°C en menos de 10 segundos.
- Contacto con materia prima fina y dispersa, que garantiza una alta superficie de intercambio con los gases y los limpia.

Ausencia de lixiviados y subproductos: La fracción inorgánica no volátil de cualquier desecho se fija a la estructura molecular del clinker producido, evitando su liberación al ambiente.

- Emisiones controladas: Las emisiones acidas son neutralizadas por el ambiente alcalino del sistema. Las altas temperaturas y largos tiempos de residencia, junto con el rápido enfriamiento evitan la formación de

Subproductos.

- Los sistemas de desempolvado garantizan que el material particulado regresa al proceso de fabricación de clinker continuamente.
- Es independiente del flujo de material.

Beneficios del co-procesamiento

Para el Ambiente

- Menor generación de CO2 global: Menor GWP del CO2 respecto a muchos desechos y menor consumo de combustible tradicional, cuando aplique.
- Reducción de la huella ecológica, al disponer apropiadamente varios tipos de desechos y disminuir el consumo de energía o MP.

Para la Empresa

- Reductor de costos por servicio: principio del que contamina paga (u otro mecanismo de financiamiento como impuestos, tasas, etc).
- Reductor de costos por menor consumo térmico, cuando aplique.
- Ingresos por el mercado voluntario de carbono.
- Mejor imagen ambiental y responsabilidad social corporativa.
- Desarrollo de capacidad para procesamiento de gases o líquidos distintos a CFC.
- Posibilidad de acceso a incentivos fiscales, dependiendo de cada país.

Para la Sociedad

- Aumento de la disponibilidad de tecnologías ambientales adecuadas para el tratamiento de desechos.
- Mejora en la calidad ambiental, disminución de los espacios destinados a disposición de desechos y del volumen de desechos que se disponen de manera no adecuada.
- Generación de fuentes de empleo tecnificado para el transporte y manejo de desechos controlados.
- Creación de asociaciones entre la industria que ofrece el servicio, el parque industrial y doméstico que lo demanda, las autoridades ambientales que lo regulan y los centros de investigación que lo estudian.
- Mejor imagen ambiental nacional e internacional (ONUDI, 2011).

VII. BIBLIOGRAFIA

- BCNC, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2006, Historia de la Ley 20.096, Establece mecanismos de control aplicables a las sustancias agotadoras de la capa de ozono
<http://www.bcn.cl/histley/lfs/hdl-20096/HL20096.pdf> [consulta: 20 de diciembre de 2010]
- Carrasco Río Libertad, 2009, Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Tarapacá.
- CCME, Canadian Council of Ministers of the Environment, 1992
http://www.ccme.ca/assets/pdf/pn_1068_e.pdf [consulta: 11 de diciembre de 2011]
- CINUMCRD, Centro de Información de las Naciones Unidas para México, Cuba y Republica Dominicana, 1999.
<http://www.cinu.org.mx/multi/comun99/9967.htm> [consulta: 17 de diciembre de 2011]
- CTGO, Comisión Técnica Gubernamental de Ozono, Dirección Nacional de Medio Ambiente, Programa Nacional para la Reducción Gradual del uso de las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono.
- http://www.ozono.gub.uy/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=34&Itemid=28
- EO, Earth Observatory, 2011, NASA, Ultraviolet Radiation, how it affects life on earth

http://earthobservatory.nasa.gov/Features/UVB/uvb_radiation2.php [consulta: 11 de enero de 2011]

- ECCA, European Commission Climate Action, 2007, Políticas, ozono
<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/07/1334&type=HTML>
http://ec.europa.eu/clima/publications/docs/montreal_prot_en.pdf [consulta: 13 de diciembre de 2011]
- EPA, United States Environmental Protection Agency, ozone, science, 2010.
<http://www.epa.gov/ozone/science/process.html> [consulta: 09 de marzo de 2011]
- EPA, United States Environmental Protection Agency, 2011, Los efectos sobre la exposición al sol,
<http://www.epa.gov/sunwise/uvandhealth.html> [consulta: 06 de enero de 2011]
- EPA, United States Environmental Protection Agency, 2010,
<http://www.epa.gov/ozone/geninfo/numbers.html> [consulta: 10 de enero de 2010]
- ESST, Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo, 2006, propiedades de los fluorocarburos, guía de productos químicos
http://www.mtin.es/es/publica/pub_electronicas/destacadas/enciclo/general/contenido/tomo4/104-06.pdf [consulta: 27 de enero de 2011]
- Fahey D. W., 2002, Twenty Questions and Answers About the Ozone Layer, Les Diablerets, Switzerland, OMM y PNUMA. pp Q.3-Q.7
Ubicado en el sitio web: <http://esrl.noaa.gov/csd/assessments/ozone/2002/qandas.pdf>
- Jacob Daniel, 1999, Introduccion to Atmospheric Chemistry, Princeton University Press. pp. 164, 179, 187

- Lovelock J. E., 1972, Gaia as seen through the atmosphere, *Atmospheric Environment*, rev.6: 579.
- Molina Mario, F.S. Rowland, 1974, Stratospheric sink for chlorofluoromethanes; chlorine atom-catalyzed destruction of ozone, en *Nature*, rev: 5460; pp 810-812;
- ONUDI, Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo industrial, 2011, Co-procesamiento de SAO en hornos de cemento.
<http://ozono.seam.gov.py/attachments/article/44/Coprocesamiento%20de%20SAO%20en%20hornos%20de%20cemento.pdf>
- Paratori Claudia, 2006, Seminario Ciudadanía Ambiental en Chile desde la perspectiva Municipal y Parlamentaria, CONAMA Depto. Control de la Contaminación
<http://www.docstoc.com/docs/49338880/CHILE-frente-al-Protocolo-de-Montreal>
- Seguel R., Carlos Mancilla, Raúl Morales, Manuel Leiva, 2011, Perfil de Ozono en Chile Central”, CENMA y Universidad de Chile, pp. 26
- Seinfeld H., Spyros N. Pandis, 2006, *Atmospheric Chemistry and Physics, From air pollution to climate change*, pp. 142, 162, 187
- SEMARNAT, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2011,
<http://www.semarnat.gob.mx/temas/internacional/Paginas/ProtocolodeMontreal.aspx> [consulta: 17 de diciembre de 2011]
- Spiro Thomas G., William M. Stigliani, 1996, *Chemistry of the Environment*, 1996, pp 154
- SISSACO, Sistema de Información y Seguimiento de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono de México, 2006.

<http://sissao.semarnat.gob.mx/sissao/archivos/logros.pdf>

http://sissao.semarnat.gob.mx/sissao/archivos/implementacion_protocolo.pdf

[consulta: 16 de diciembre de 2011]

- SSTP, “Servicing Sector Terminal Plan CFC Phase Out Plan for Chile”, en español el “Plan Terminal de Eliminación de CFCs en el Sector de Servicios en Chile”, 2008, Gobierno de Chile, CONAMA.
- UNEP , United Nations Environment Programme, 2004 Ozone secretariat
http://ozone.unep.org/spanish/Ratification_status/evolution_of_mp.shtml
[consulta: 14 de diciembre de 2010]
- UNEP, United Nations Environment Programme, 2006, Ozone secretariat
- <http://ozone.unep.org/spanish/Publications/MP-Handbook-07-es.pdf> [consulta: 14 de diciembre de 2010]
- UNEP, United Nations Environment Programme, ozone secretary, Protocol Montreal, 2010-2011.
http://ozone.unep.org/new_site/en/index.php [consulta: 11 de diciembre de 2010]

Otras referencias utilizadas:

- Contaminación Atmosférica D.J Spedding, capítulo de gases contaminantes menores, pag 31, 69
- Evolución Temporal y Espacial de la Columna de Ozono sobre Chile continental y Antártico entre los años 1980 Y 2010, María Consuelo Araya C., Francisco Muñoz, Ana María Alvarado (1); Luis Morales S., Raúl G. E. Morales S.; Manuel A. Leiva G.
- Manual Buenas Prácticas en Sistemas de Refrigeración y Aire Acondicionado, 2006, SEMARNAT y ONUDI

- <http://scipp.ucsc.edu/outreach/balloon/atmos/1976%20Standard%20Atmosphere.htm>
- <http://www.unep.fr/ozonaction/information/mmcfiles/2174-s.pdf>
- http://www.bclaws.ca/EPLibraries/bclaws_new/document/ID/freeside/36_387_99
- <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/849/84911640016.pdf>
- http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/sroc/sroc_spmts_sp.pdf
- <http://www.env.go.jp/en/earth/ozone/gl199903.pdf>
- <http://www.gestion-ambiental.com/norma/ley/300R2037.pdf>
- Scientific Assessment of Ozone Depletion, 2002, UNEP, OMM
<http://www.esrl.noaa.gov/csd/assessments/ozone/2002/>
- http://www.macsweb.org/AM/Template.cfm?Section=Section_609&Template=/CM/ContentDisplay.cfm&ContentID=5355
- <http://ozone.unep.org/pdfs/ozone-action-sp.pdf>
- <http://www.sinia.cl/1292/fo-article-37760.pdf>
- <http://www.sinia.cl/1292/w3-article-46781.html>
- <http://www.conama.cl/retc/1279/propertyvalue-15095.html>
- <http://www.induambiente.com/ltimas-noticias/ministra-uriarte-alert-sobre-debilitamiento-de-la-capa-de-ozono.html>

- <http://www.frioycalor.cl/Ley%20de%20Ozono.html>
- <http://www.mma.gob.cl/1257/w3-article-50073.html>
- http://www.bcn.cl/leyes_temas/leyes_por_tema.2007-09-03.4461676700
- <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=226458>
- [http://www.ozono.gub.uy/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=43
&Itemid=44](http://www.ozono.gub.uy/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=43&Itemid=44)
- <http://www.pnud.cl/odm/primer-informe/odm-estadisticas/odm7.asp>

VIII ANEXOS

Anexo 1: Encuesta: Uso de CFC en el sector de Refrigeración y Climatización



Universidad de Chile
Facultad de Ciencias
Centro de Ciencias Ambientales

.El objetivo de la presente encuesta es contar con un registro sobre la manipulación y disposición final de residuos de CFC de nuestro país.

La información recopilada de esta encuesta se usará de manera confidencial y con fines estadísticos. De antemano agradezco su tiempo y sus valiosas respuestas.

Nombre:

Cargo que ocupa:

Organismo:

1.- ¿Su agrupación o empresa posee un sistema de gestión ambiental o gestión de calidad?

Si. Está basado en alguna Norma ISO, ¿Cuál?

No

2.- ¿Tiene su agrupación o empresa un procedimiento de gestión de residuos de CFCs?

Si

No

3.- Si no cuenta con un sistema de gestión de residuos de CFCs, ¿Estaría interesado en implementar uno?

No

Si

4.- ¿En qué sector utiliza (o utilizó) CFCs? (Puede seleccionar más de un sector, en ese caso, ordene numéricamente por prioridad)

Refrigeración

Aire Acondicionado

Espumas

Mantenimiento

Otro, especifique:

5.- ¿Hace cuánto tiempo dejó de utilizar CFCs en su agrupación o empresa?

Aun los utiliza

Entre 1-2 años

Hace 3-4 años

Hace 5-6 años

Más de 6 años

6.- ¿Cual es o ha sido el proceso de disposición final de sus desechos de CFCs en su agrupación o empresa?

- Los dispuso en un relleno sanitario
- Obsequió el equipo que contenía los CFCs, ¿A quién?
- Vendió el equipo que contenía CFC, ¿A quién?
- Se encargó de su disposición final una empresa competente, ¿Cuál?
- Los almacenó, ¿Dónde?
- Otro, especifique

7.- Según su conocimiento, cuando su agrupación o empresa realiza (o realizó) la mantención del gas refrigerante con CFCs, ¿con que frecuencia se encuentra con escape o escapes de gas CFC?

- Nunca
- Poco Frecuente
- Frecuente
- Muy Frecuente

8.- Cuando se ha producido escape de gas refrigerante CFC, podría estimar, ¿Cuál aproximadamente es el porcentaje de volumen que se libera a la atmósfera por escape?

- Menos del 25%
- Entre el 26-50%
- Entre el 51-75%
- Más del 75%

Anexo 2: Asistentes a la reunión de expertos:

Nombre	Empresa
Enrique Gallardo M.	EGM WOLD INGENIEROS
Leonardo Godoy N.	CLIMA Y DISEÑO
Sergio Gutiérrez H.	FRIMONT CHILE
Verónica Morales F.	MOP
Rubén Moyano Q.	SERFRIQ
Christian Sabathier O.	ERBESSD INSTRUMENTS
Manuel Gonzales C.	MOP
Juan Pablo Muñoz D.	PUNTO ZERO CLIMA
Germán Reveco D.	CRYOSUR
Rodrigo Echeverría C.	MOP
Alex C. Neira M.	MONTERMIC
Klaus Peter Schmid	INRA REFRIGERACION/ FRIGO RENT
Rodrigo Seguel A.	CENMA
Ítalo Fuentes C.	EKNNNA
Richard Toro A.	UCH
Mauricio Canales A.	UFSM

Anexo 3: Términos empleados en el Modelo de Gestión:

Almacenamiento o acumulación: se refiere a la conservación de residuos en un sitio y por un lapso determinado.

Cancerígeno o carcinogénico: sustancia capaz de inducir cáncer.

Contenedor: recipiente portátil en el cual un residuo es almacenado, transportado o eliminado.

Desecho o residuo: sustancia, elemento u objeto que el generador elimina, se propone eliminar o está obligado a eliminar.

Destinatario: propietario, administrador o persona responsable de una instalación expresamente autorizada para eliminar residuos controlados generados fuera de ella.

Disposición final: procedimiento de eliminación mediante el depósito definitivo en el suelo de los residuos controlados, con o sin tratamiento previo.

Eliminación: cualquiera de las operaciones señaladas en la última sección.

Generador: titular de toda instalación o actividad que dé origen a residuos controlados.

Instalación de Eliminación: planta o estructura destinada a la eliminación de residuos controlados.

Manejo: todas las operaciones a las que se somete un residuo controlado luego de su generación, incluyendo, entre otras, su almacenamiento, transporte y eliminación.

Minimización: acciones para evitar, reducir o disminuir en su origen, la cantidad de los residuos generados. Considera medidas tales como la reducción de la generación, la concentración y el reciclaje.

Reciclaje: recuperación de residuos o de materiales presentes en ellos, por medio de las operaciones señaladas, para ser utilizados en su forma original o previa transformación, en la fabricación de otros productos en procesos productivos distintos al que los generó.

Reuso: recuperación de residuos de materiales presentes en ellos por medio de las operaciones señaladas para ser utilizados en su forma original o previa transformación como materia prima sustitutiva en el proceso productivo que les dio origen.

Tratamiento: todo proceso destinado a cambiar las características físicas y/ o químicas de los residuos, con el objetivo de neutralizarlos, recuperar energía o materiales o eliminar o disminuir su peligrosidad.